

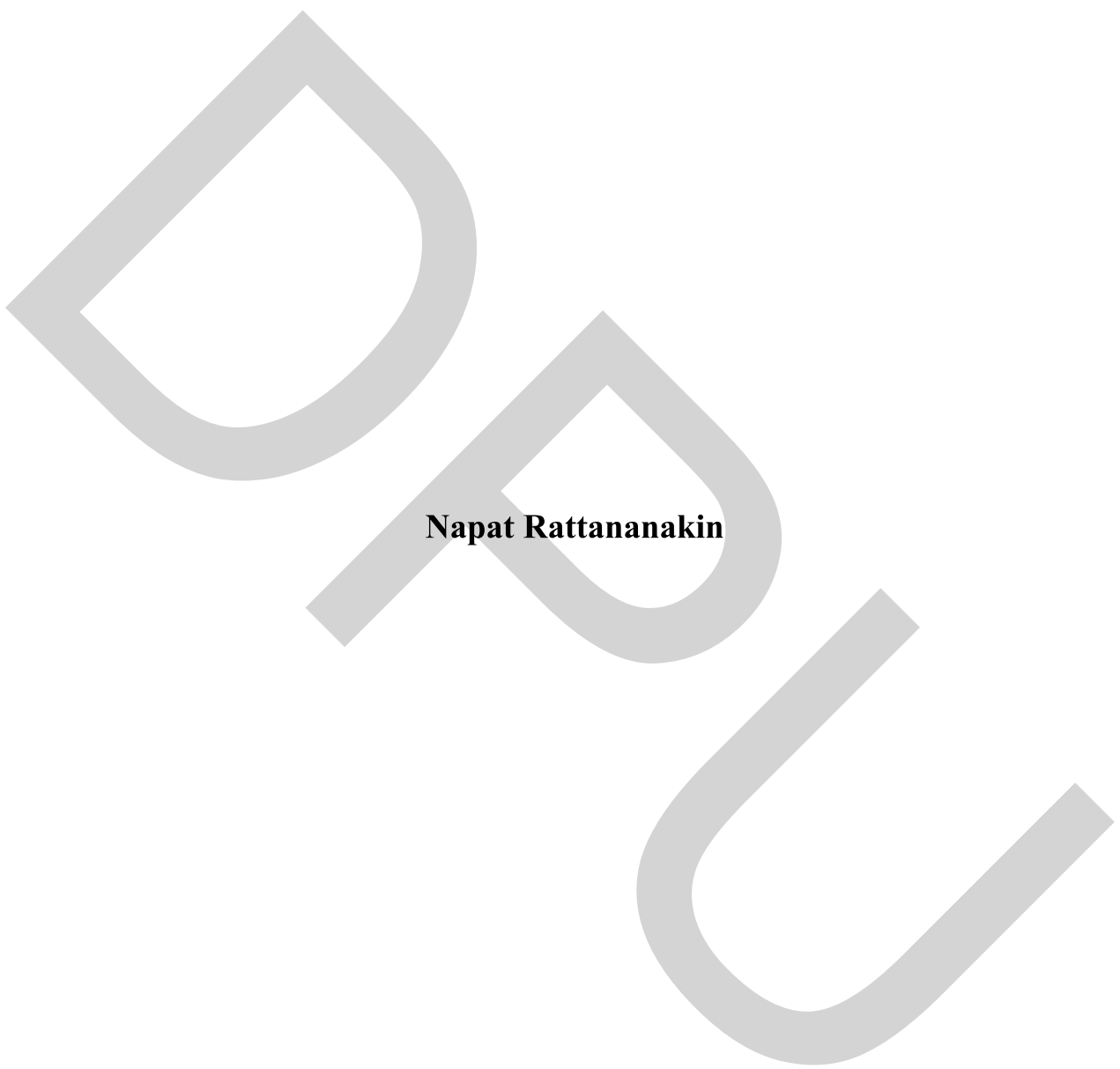
การพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์

นภัทร รัตนากินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ.2551

**The Development of RFID-Based Application for Car License
Number Management**



Napat Rattananakin

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Computer and Communication Technology
Graduate School, Dhurakij Pundit University**

2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณทางมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โครงการทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีไทย ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์ ดร.ชัยชนะ มิตรพันธ์ และคุณวัชรกร หนู
ทอง ที่เป็นที่ปรึกษาและให้แนวคิดในการแก้ปัญหาทางงานวิจัยโครงการการพัฒนาอาร์เอฟไอดี
แอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ และขอขอบคุณทางศูนย์เทคโนโลยี
อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ
สำหรับสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่ได้ให้
ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาในมหาวิทยาลัย รวมถึงคุณพ่อ คุณแม่ เพื่อนๆ และ
อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ. โอกาสนี้

นภัทร รัตนาคินทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ณ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ด
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.3.1 ขอบเขตทางด้านอุปกรณ์	3
1.3.2 ขอบเขตทางด้านโปรแกรม	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.4.1 ประโยชน์ในการประยุกต์ใช้.....	5
1.4.2 ประโยชน์ในเชิงวิชาการ	5
1.5 นิยามคำศัพท์.....	5
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี	10
2.1.1 องค์ประกอบของอาร์เอฟไอดี.....	14
2.1.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของอาร์เอฟไอดี.....	19
2.1.3 ประโยชน์ของอาร์เอฟไอดี.....	19
2.1.4 คลื่นความถี่ที่ใช้อาร์เอฟไอดี.....	21
2.1.5 ระยะเวลาการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง.....	23
2.1.6 การป้องกันการชนกันของข้อมูล.....	24
2.1.7 มาตรฐานอาร์เอฟไอดี.....	25
2.2 สถาปัตยกรรมมาตรฐาน ISO 14443 Type A และ ISO 18000-6 Type B	32
2.2.1 สถาปัตยกรรมมาตรฐาน ISO 14443 Type A	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 สถาปัตยกรรมมาตรฐาน ISO 18000-6 Type B	36
2.3 ไมโครซอฟต์แวร์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก	38
2.3.1 โครงสร้างภายในของไมโครซอฟต์แวร์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก.....	38
2.3.2 ข้อดีของไมโครซอฟต์แวร์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก.....	40
2.3.3 กลุ่มภาษาของไมโครซอฟต์แวร์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก.....	41
2.4 การเข้ารหัสข้อมูล	48
2.4.1 อัลกอริทึมในการเข้ารหัสข้อมูล	48
2.4.2 ปัญหาของอัลกอริทึมแบบสมมาตร.....	49
2.4.3 ความแข็งแกร่งของอัลกอริทึมสำหรับการเข้ารหัส.....	49
2.4.4 ความยาวของกุญแจที่ใช้ในการเข้ารหัส	50
2.5 การพัฒนาระบบด้วยวงจรการพัฒนาระบบและสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล	50
2.5.1 กระบวนการพัฒนาระบบด้วยวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC)	50
2.5.2 กระบวนการพัฒนาระบบด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล (UML)	53
2.6 ความรู้เกี่ยวกับเลขทะเบียนรถยนต์	57
2.6.1 ประเภทที่ต้องจดทะเบียน	57
2.6.2 ประเภทที่ไม่ต้องจดทะเบียน.....	57
2.6.3 ขั้นตอนการจดทะเบียนรถ.....	57
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	58
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	69
3.1 โครงสร้างของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี	70
3.1.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี รุ่น SDiD™ 1020 ที่นำมาใช้บนย่านความถี่สูง.....	71
3.1.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 ที่นำมาใช้บนย่านความถี่สูงยิ่ง.....	74
3.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์	78
3.2.1 ภาพรวมของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี	78

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 บรรยายสรุปการทำงานของระบบ.....	79
3.2.3 วิเคราะห์หาขอบเขตงานที่มีอยู่ในระบบ.....	80
3.3 กรอบแนวคิดและแบบจำลองในการศึกษา.....	81
3.3.1 ภาพรวมของกรอบแนวคิดการใช้อาร์เอฟไอดีจัดการเลขทะเบียนรถยนต์.....	81
3.3.2 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF).....	82
3.3.3 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF).....	83
3.3.4 แบบจำลองการออกแบบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง.....	84
3.3.5 ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....	85
3.4 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบ.....	86
3.4.1 กลุ่มประชากร.....	86
3.4.2 กลุ่มตัวอย่าง.....	86
3.4.3 เครื่องมือสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบ.....	86
3.4.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบสอบถามวัดความคิดเห็น.....	87
3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	88
3.6 วิธีการออกแบบวงจรการพัฒนาระบบ	91
3.6.1 โมเดลการพัฒนาหรือการจัดทำต้นแบบ	91
3.6.2 พัฒนาระบบงานด้วยวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC).....	93
3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม	97
3.8 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการทดสอบ.....	98
3.8.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำมาพัฒนาโปรแกรม.....	98
3.8.2 การเก็บข้อมูลอุปกรณ์เพื่อทดสอบความถูกต้องจากการรับส่งข้อมูล.....	98
3.8.3 การเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้	98
4. ผลการวิเคราะห์และการออกแบบระบบ	100
4.1 การศึกษาและวิเคราะห์ระบบงาน.....	100
4.1.1 การศึกษาขั้นตอนการจดทะเบียนรถยนต์ของกรมการขนส่งในปัจจุบัน	100
4.1.2 การวิเคราะห์เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อนำมาใช้ในระบบงาน	101

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเลขทะเบียนรถเพื่อสร้างรหัสมาตรฐานกลาง ในการพัฒนาโปรแกรมย่านความถี่สูงและสูงยิ่ง.....	102
4.2 การวิเคราะห์และออกแบบด้วยแผนภาพสัญลักษณ์ยูเอ็มแอล	106
4.2.1 แผนภาพ Use Case.....	106
4.2.2 แผนภาพ Sequence	110
4.2.3 แผนภาพ Activity	115
4.2.4 แผนภาพ Class.....	121
4.3 การวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล	123
4.3.1 การออกแบบฐานข้อมูลบนเว็บ	123
4.3.2 การออกแบบฐานข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูงและความถี่สูงยิ่ง	129
4.3.3 การออกแบบฐานข้อมูลชั่วคราว	133
4.4 การออกแบบอุปกรณ์เพื่อการทำงานกับระบบจัดการเลขทะเบียนรถ ด้วยอาร์เอฟไอดี	135
5. ผลการจัดทำโปรแกรมและการทดสอบระบบ.....	136
5.1 การพัฒนาโปรแกรม	136
5.1.1 การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องพีซีเอย่านความถี่สูง 13.56 MHz	137
5.1.2 การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ย่านความถี่สูงยิ่ง 920-925 MHz	141
5.1.3 การพัฒนาระบบจัดการกับฐานข้อมูลบนเว็บ	145
5.2 การวางแผนทดสอบระบบ	147
5.2.1 การทดสอบแบบกล่องขาวด้วยกราฟกระแสงาน	147
5.2.2 การทดสอบวิธีการหาข้อบกพร่องทั้งระบบ	163
5.2.3 การทดสอบระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธีการสร้างแบบทดสอบระบบ.....	167
5.2.4 การประเมินผลทางสถิติเพื่อหาความเหมาะสมของซอฟต์แวร์.....	169
6. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	181
6.1 สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์งานวิจัย	181
6.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	182

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ชุด โดยการหาค่าร้อยละ.....	182
6.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกล จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ชุด โดยการหาค่าร้อยละ.....	183
6.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถามวัดความคิดเห็น ระบบระยะใกล้จำนวน 70 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	184
6.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถามวัดความคิดเห็น ระบบระยะไกลจำนวน 70 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	185
6.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบแบ่งกลุ่มแบบสอบถามวัดความคิดเห็น ระบบระยะใกล้จากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกและเจ้าหน้าที่ตำรวจ กลุ่มละ 35 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยอย่างง่ายและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	187
6.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบแบ่งกลุ่มแบบสอบถามวัดความคิดเห็น ระบบระยะไกลจากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกและเจ้าหน้าที่ตำรวจ กลุ่มละ 35 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	189
6.3 การอภิปรายผลการศึกษา.....	191
6.3.1 การนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง ชนิดแพสซีฟรูปแบบบัตรมาใช้กับป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์.....	192
6.3.2 การนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีระยะ ไกลชนิดแพสซีฟ รูปแบบติดโลหะมาใช้เป็นป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์.....	193
6.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	194
6.4.1 การพัฒนาอาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะใกล้	195
6.4.2 การพัฒนาอาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะไกล.....	196
บรรณานุกรม.....	199

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	คำนิยามเบื้องต้นของลักษณะและประเภทรถตาม พ.ร.บ.รถยนต์ พ.ศ. 2522....	205
ภาคผนวก ข	สถิติการจดทะเบียนรถ ประจำปี 2549.....	212
ภาคผนวก ค	แบบประเมินคุณภาพ และแบบสอบถามเพื่อการวิจัย.....	215
ภาคผนวก ง	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม	227
ภาคผนวก จ	รายชื่อบทความที่น่าสนใจในการประชุมวิชาการ.....	237
ประวัติผู้เขียน.....		242

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 จุดเด่นของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี.....	11
2.2 ข้อแตกต่างของเทคโนโลยีระบุลักษณะเฉพาะ.....	12
2.3 ข้อจำกัดของคลื่นความถี่ในประเทศไทย	21
2.4 ระยะเวลาอ่านที่ได้จากความถี่ที่ใช้งาน	22
2.5 ข้อพิพาทย่านคลื่นความถี่อาร์เอฟไอดีของ Greg Leeming	22
2.6 ข้อพิพาทย่านคลื่นความถี่อาร์เอฟไอดีของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ คอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ.....	23
2.7 การอ่านค่าตามมาตรฐาน ISO 14443 Reader (PCD) ถึงบัตร Card (PICC).....	28
2.8 การอ่านค่ามาตรฐาน ISO 14443 Card (PICC) ถึงเครื่องอ่าน Reader (PCD).....	28
2.9 มาตรฐาน ISO 15693 Reader (PCD) ถึงบัตร Card (PICC).....	29
2.10 มาตรฐาน ISO 15693 Card (PICC) ถึงเครื่องอ่าน Reader (PCD).....	30
2.11 Tag Memory Map (มาตรฐานเทคโนโลยี ISO/IEC 18000 Part 6 Type B).....	37
2.12 UID Format (มาตรฐานเทคโนโลยี ISO/IEC 18000 Part 6 Type B).....	37
2.13 Tag Serial Number (มาตรฐานเทคโนโลยี ISO/IEC 18000 Part 6 Type B).....	38
2.14 การรันโปรแกรมภาษาซีบวกบวกคอดเน็ต (Visual C++.NET).....	43
2.15 กระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC).....	50
2.16 อัตราการขยายตัวของอาร์เอฟไอดีเฉลี่ยระหว่างปี 2549-2550.....	59
2.17 มูลค่าของผลิตภัณฑ์ของอาร์เอฟไอดีเฉลี่ยระหว่างปี 2549-2550.....	60
2.18 การวิเคราะห์ SWOT ของอุตสาหกรรมอาร์เอฟไอดีประเทศไทย.....	61
3.1 ความแตกต่างของ ISO 14443 และ ISO 15693 Passive Tag-No Battery.....	72
3.2 ความแตกต่างของแท็กคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF Tag) รุ่น ST500.....	76
3.3 ข้อกำหนดของการแปลผลโดยใช้เกณฑ์การแบ่งของลิเคอร์ท (Likert Scale)	87
3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย (Time Line).....	89
4.1 ตัวอย่างการออกแบบรหัสป้ายทะเบียนและรหัสลักษณะ	102
4.2 ตัวอย่างการออกแบบรหัสจังหวัด อ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1099-2535 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3 ตัวอย่างการออกแบบรหัสป้ายทะเบียนรถ	105
4.4 ลำดับการจัดการฐานข้อมูลเลขทะเบียนรถบนเว็บด้วยวิธีการเพิ่มใหม่ แก้ไข และลบ..	115
4.5 ลำดับการเพิ่มข้อมูลใหม่ลงบนป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ย่านความถี่สูง (HF)	116
4.6 ลำดับการตรวจสอบข้อมูลในป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ย่านความถี่สูง (HF)	117
4.7 ลำดับการเข้ารหัสเพื่อใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF)	118
4.8 ลำดับการเข้ารหัสด้วย Cryptography Application Programming Interface.....	118
4.9 ลำดับการถอดรหัสด้วย Cryptography Application Programming Interface.....	119
4.10 ลำดับการเข้ารหัสมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A.....	119
4.11 ลำดับการตรวจสอบข้อมูลในป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF).....	120
4.12 ตารางการจดทะเบียนรถ	123
4.13 ตารางเลขทะเบียนรถ	124
4.14 ตารางประเภทรถ	124
4.15 ตารางข้อมูลผู้ครอบครองรถ	125
4.16 ตารางข้อมูลผู้ถือกรรมสิทธิ์	125
4.17 ตารางแท็กติดป้ายภาษีรถ	126
4.18 ตารางแท็กติดป้ายทะเบียนรถ	126
4.19 ตารางการตรวจสภาพรถ	127
4.20 ตารางบันทึกการกระทำผิด	127
4.21 ตารางข้อมูลเจ้าหน้าที่	128
4.22 ตารางข้อมูลบุคคล	129
4.23 การออกแบบหน่วยความจำบนแท็กย่านความถี่สูงมาตรฐาน ISO 14443 A.....	130
4.24 นำข้อมูลมาจัดหน่วยความจำตามมาตรฐาน Mifare (ISO 14443A).....	131
4.25 แผนผังหน่วยความจำอาร์เอฟไอดีมาตรฐาน ISO 18000-6B.....	133
4.26 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเลขทะเบียนรถ (Car plat stored sector).....	133
5.1 ทดสอบกราฟกระแสน้ำวนตามกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูง....	151
5.2 ทดสอบกราฟกระแสน้ำวนกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูง.....	155
5.3 ทดสอบกราฟกระแสน้ำวนกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง.....	160

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.4 ทดสอบกราฟกระแสนการกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง...	163
5.5 การหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่งด้วยเครื่อง SDiD1020 กับ ISO 14443A.....	164
5.6 การหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่งด้วยเครื่อง ST500 กับ ISO18000-6B เมื่อนำมาใช้กับตู้จุดตรวจที่เหมาะสมกับการทำงานแบบดักหนักรถ.....	165
5.7 การหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่งด้วยเครื่อง ST500 กับ ISO18000-6B เมื่อนำมาใช้กับฐานจุดตรวจที่เหมาะสมกับการจับสัญญาณใต้ท้องรถ	166
5.8 ผลการประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ สำหรับการทำงานย่านความถี่สูงระยะไกลจากผู้เชี่ยวชาญ	167
5.9 ผลการประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ สำหรับการทำงานย่านความถี่สูงยิ่งระยะไกลจากผู้เชี่ยวชาญ	168
5.10 กลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	170
5.11 เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	170
5.12 อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	170
5.13 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	171
5.14 ประสบการณ์การทำงานของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	171
5.15 ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	171
5.16 ความรู้เรื่องการจัดการเลขทะเบียนรถของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	172
5.17 สถิติรวมของผู้ทดลองใช้ ระบบระยะไกล (HF Descriptive Statistics) จำนวน 70 คน	173
5.18 สถิติรวมของผู้ทดลองใช้ ระบบระยะไกล (UHF Descriptive Statistics) จำนวน 70 คน	174
5.19 สถิติของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกต่อระบบระยะไกล จำนวน 35 คน	175
5.20 สถิติของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกต่อระบบระยะไกล จำนวน 35 คน	176
5.21 สถิติของหน่วยงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง ต่อระบบระยะไกล จำนวน 35 คน.....	177
5.22 สถิติของหน่วยงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง ต่อระบบระยะไกล จำนวน 35 คน.....	178
5.23 ความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ระบบ	179

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ตัวอย่างป้ายทะเบียนรถยนต์อัจฉริยะ (Smart License Plate).....	2
1.2 กลุ่มเทคโนโลยีการแสดงตัวตนอัตโนมัติ (Auto-ID).....	6
1.3 การแบ่งชนิดของซอฟต์แวร์	8
2.1 การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	12
2.2 การสื่อสารระหว่างแพสซีฟแท็กแบบเคลื่อน LF-HF: Inductive Coupling และ เคลื่อน UHF: Propagation coupling.....	16
2.3 โครงสร้างภายในของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี.....	17
2.4 การใช้งานแท็ก และเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี	19
2.5 มูลค่าตลาดอาร์เอฟไอดี ตั้งแต่ปี 2003-2008 ข้อมูลจาก Venture Development Corporation สถิติของบริษัทไอบีเอ็มประเทศไทย จำกัด.....	20
2.6 การป้องกันการชนกันของข้อมูล.....	24
2.7 โครงสร้างพื้นฐานเลเซอร์รหัสอิเล็กทรอนิกส์มาตรฐาน EPC.....	31
2.8 มาตรฐานแท็ก ISO 14443A สำหรับงานบัตรสมาร์ทการ์ดแบบไร้สัมผัส.....	32
2.9 โครงสร้างของ PVC Cards แท็ก ISO 14443 ชนิด A รูปแบบ Mifare Classic 1K....	33
2.10 ส่วนของ BLOCK-0 และ SECTOR-0 ของแท็กมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A.....	33
2.11 การจัดการหน่วยความจำตามโครงสร้างของแท็กมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A.....	34
2.12 โครงสร้าง Mifare (ISO 14443 ชนิด A) สถาปัตยกรรม Three Pass Authentication.	35
2.13 โครงสร้าง Mifare (ISO 14443 ชนิด A) การประมวลผลหน่วยความจำ.....	35
2.14 Temporal Bandwidth Mitigation (มาตรฐาน ISO/IEC 18000-6 ชนิด B).....	36
2.15 Tag IC Block Diagram (มาตรฐาน ISO/IEC 18000-6 ชนิด B).....	36
2.16 โครงสร้างภายในของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก	39
2.17 กระบวนการสร้างแอปพลิเคชันด้วย Visual C++ MFC.....	44
2.18 สถาปัตยกรรมคลาสของ MFC (Microsoft Function Classes).....	44
2.19 กระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันภาษาซีบวกบวกคอตเน็ต	45
2.20 สถาปัตยกรรมภาษาเอเอสพีคอตเน็ต.....	47
2.21 แนวคิดของการวิเคราะห์ลักษณะตามมาตรฐานยูเอ็มแอล	54
2.22 หมวดสัญลักษณ์ของโครงสร้าง (Structural Things).....	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.23 ระบบอาร์เอฟไอดีมิดเดิลแวร์ในการจัดการคุณภาพการบริการ.....	59
3.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี.....	70
3.2 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี SDiD™ 1020: Secure Digital (SD) Card.....	71
3.3 การจัดแบ่งประเภทของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีออกเป็นกลุ่ม Low-End และ High-End ตามคุณลักษณะการใช้งาน.....	74
3.4 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ความถี่สูงยิ่ง รุ่น AID UHF Read.....	75
3.5 ภาพรวมของระบบจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและผู้ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ในระบบ.....	78
3.6 ขอบเขตการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี.....	80
3.7 ภาพรวมของกรอบแนวคิดการใช้อาร์เอฟไอดีจัดการเลขทะเบียนรถยนต์.....	81
3.8 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง.....	82
3.9 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง.....	83
3.10 แบบจำลองการออกแบบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง.....	84
3.11 ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง.....	85
3.12 ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง.....	85
3.13 กระบวนการในการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชัน สำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์.....	90
3.14 โมเดลการพัฒนาแบบ Throwaway Prototyping.....	91
3.15 การนำกระบวนการมาประยุกต์ใช้กับโมเดลต้นแบบ (Throwaway Prototyping).....	91
3.16 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมตามเทคโนโลยีที่ใช้.....	95
3.17 วิธีทดสอบจากโครงสร้างของโปรแกรม (White Box Testing).....	96
3.18 กรอบความคิดที่ใช้วัดความถูกต้องของการรับส่งข้อมูล.....	98
3.19 กรอบความคิดที่ใช้วัดความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	99
4.1 Use Case Diagram แสดงความสัมพันธ์การรับส่งข้อมูลอาร์เอฟไอดี ระหว่าง คลื่นความถี่สูงและคลื่นความถี่สูงยิ่ง.....	107
4.2 Use case Diagram แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษี และการตรวจสภาพรถ	108
4.3 Use case Diagram แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง.....	109

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.4 Use case Diagram แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง....	110
4.5 Sequence Diagram แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษี และการตรวจสอบสภาพรถ...	111
4.6 Sequence Diagram แสดงตัวอย่างกระบวนการ การทำงานของระบบบันทึกข้อมูลทะเบียนและต่อภาษีลงแท็กอาร์เอฟไอดี.....	112
4.7 Sequence Diagram แสดงตัวอย่างลำดับ การทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง.....	113
4.8 Sequence Diagram แสดงตัวอย่างลำดับ การทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง.....	114
4.9 Class Diagram แสดงระบบฐานข้อมูลการจัดการเลขทะเบียนรถ	122
4.10 ภาพรวมการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง และการออกแบบป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์สำหรับอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง.....	135
4.11 ภาพรวมการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง และการออกแบบตู้จุดตรวจสำหรับอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง.....	135
5.1 หน้าจอเริ่มต้นเข้าระบบ หน้าจอการใส่รหัสผ่าน และหน้าจอบันทึกข้อมูลผู้รับผิดชอบอุปกรณ์	137
5.2 หน้าจอใส่รหัสเข้าระบบ หน้าจอสมัครสมาชิก และหน้าจอการจัดการข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก	137
5.3 หน้าจอจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถ หน้าจอจัดการข้อมูลเจ้าของรถ และหน้าจอจัดการข้อมูลทั่วไป.....	138
5.4 หน้าจอจัดการข้อมูลลักษณะรถ หน้าจอจัดการข้อมูลภาษีรถและ ตรวจสอบสภาพรถ และหน้าจอเริ่มต้นเปิดใช้แท้มัสสะสมความผิด.....	138
5.5 หน้าจอการจัดการข้อมูลของเจ้าหน้าที่ตำรวจ หน้าจอตรวจรหัสของบัตรและหน้าจอตรวจสอบคุณภาพของบัตร	139
5.6 หน้าจอเริ่มต้นของการบันทึกความผิด หน้าจอโทรศัพท์ออกฉุกเฉิน และหน้าจอการบันทึกภาพของคดีที่เกี่ยวข้องกับรถ	139
5.7 หน้าจอเพิ่มเติมสะสมความผิด หน้าจอลดเต็มสะสมความผิด และหน้าจอรายละเอียดของคดีการกระทำผิดที่เกี่ยวข้องกับรถ.....	140

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.8 หน้าจอการเข้ารหัสบนเว็บผ่านระบบจีพีอาร์เอส หน้าจอข้อมูลคีย์ย้อนหลังบนเว็บ และหน้าจอการบันทึกสถิติบนเว็บ.....	140
5.9 หน้าจอเริ่มต้นสำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง	141
5.10 หน้าจอระบบบันทึกข้อมูลลงแท็กด้วยอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง	142
5.11 หน้าจอระบบตรวจจับแท็กด้วยอาร์เอฟไอดี ย่านความถี่สูงยิ่งแสดงผลการค้นหารถ	142
5.12 การดูข้อมูลรถคันล่าสุดผ่านเข้าออก ณ จุดตรวจ	143
5.13 การดูข้อมูลเข้าออกของรถทุกคัน	143
5.14 การค้นหาข้อมูลของรถเข้าออกพร้อมกับการติดต่อเจ้าหน้าที่แบบออนไลน์.....	144
5.15 ตัวอย่างหน้าจอหลักที่จะนำเข้าสู่การจัดการเลขทะเบียนรถ.....	145
5.16 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลการจดทะเบียนรถ	146
5.17 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มข้อมูลการจดทะเบียนรถ	146
5.18 การวางแผนทดสอบระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยอาร์เอฟไอดี.....	147
5.19 ฟังก์ชันกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูง.....	148
5.20 กราฟกระแสนการกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูง.....	150
5.21 ฟังก์ชันกระบวนการเริ่มต้นบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูง.....	152
5.22 กราฟกระแสนการกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูง.....	154
5.23 ฟังก์ชันกระบวนการเริ่มต้นเชื่อมต่ออุปกรณ์ย่านความถี่สูงยิ่ง.....	157
5.24 ฟังก์ชันกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง.....	158
5.25 กราฟกระแสนการกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง.....	159
5.26 ฟังก์ชันกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง.....	161
5.27 กราฟกระแสนการกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง.....	162
6.1 อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะใกล้.....	195
6.2 อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะไกล.....	196
6.3 การดำเนินการตรวจสอบรถที่วิ่งเข้าด่านตรวจ	197
6.4 การตรวจสอบรถตอนเลี้ยวโค้งผ่านตู้จุดตรวจ	197

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
6.5 การทดลองให้รถยนต์ใหญ่วิ่งผ่านฐานตรวจ.....	198
6.6 การทดลองให้รถยนต์เล็กวิ่งผ่านฐานตรวจ.....	198
ก.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (รย.1).....	206
ก.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน (รย.2).....	206
ก.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3).....	207
ก.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล (รย.4).....	207
ก.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด (รย.5).....	207
ก.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน (รย.6).....	208
ก.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง (รย.7).....	208
ก.8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ (รย.8).....	209
ก.9 รถยนต์บริการธุรกิจ (รย.9).....	209
ก.10 รถยนต์บริการทัศนาจร (รย.10)	209
ก.11 รถยนต์บริการให้เช่า (รย.11).....	210
ก.12 รถจักรยานยนต์ (รย.12)	210
ก.13 รถแทรกเตอร์ (รย.13)	210
ก.14 รถบดถนน (รย.14).....	211
ก.15 รถใช้งานเกษตรกรรม (รย.15)	211
ก.16 รถพ่วง (รย.16).....	211
จ.1 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการของ NECTEC.....	224
จ.2 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการ ม.อ.ภูเก็ต วิจัย ครั้งที่ 1.....	225
จ.3 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการ การบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 4.....	226
จ.4 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31.....	227

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์
ชื่อผู้เขียน	นภัทร รัตนากินทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจักษ์ บุญไชยอภิสิทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.ชัยชนะ มิตร์พันธ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับสถานภาพการใช้งาน หลักการทำงาน และขั้นตอนการประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีร่วมกับการออกแบบระบบด้วยวิธีการใช้แผนภาพเชิงวัตถุ รวมถึงการนำซอฟต์แวร์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาช่วยในการประเมินความคิดเห็น โดยมีแนวคิดในการนำอาร์เอฟไอดีมาใช้กับป้ายภาษีและป้ายทะเบียนรถ เพื่อใช้ในการตรวจสอบ ติดตาม และบันทึกประวัติความผิดปกติแบบทันทีทันใด ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นประเภทการวิจัยเชิงพัฒนาระบบสำหรับการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ ซึ่งส่วนแรกเป็นงานวิจัยสำหรับการทำงานระยะใกล้จะใช้เครื่องพีดีเอร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ย่านความถี่สูง 13.56 MHz รุ่น SDiD1020 อ่านแท็กชนิดมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A และส่วนที่สองเป็นงานวิจัยสำหรับการทำงานระยะไกลจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลติดบริเวณจุดตรวจร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่ง 920-925 MHz รุ่น ST500 อ่านแท็กชนิดวัตถุพิเศษติดโลหะมาตรฐาน ISO 18000-6 ชนิด B ร่วมกับฐานข้อมูลแบบเอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ บนเว็บไซต์สำหรับทำงานกับระบบฐานข้อมูลเป็นการแสดงผลการกระทำของข้อมูลบนเว็บโดยดึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตมาประมวลผล พร้อมทั้งทำการทดสอบข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจากภายในด้วยตนเองตามรูปแบบกล่องขาวด้วยกราฟกระแสนงาน พร้อมทั้งทำการทดสอบข้อบกพร่องภายนอกด้วยตนเองด้วยวิธีการหาข้อบกพร่องทั้งระบบ โดยมองสิ่งที่ต้องการจะศึกษา 3 ด้าน คือ ระยะห่าง อุณหภูมิในสภาพอากาศ และความเร็วรอบรถสำหรับระยะไกล ที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล แล้วเก็บค่าร้อยละของความสำเร็จจากการอ่านข้อมูล จากนั้นจึงทำการทดสอบคุณภาพของซอฟต์แวร์จากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 7 คน ในรูปแบบวิธีการสร้างแบบทดสอบระบบจากการวัดประสิทธิภาพ การออกแบบโปรแกรม และความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาใช้ แล้ว

ดำเนินการวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้จำนวน 70 คน ด้วยวิธีการแจกแบบสอบถาม ให้กับกลุ่มเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งและเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ จำนวนกลุ่มละ 35 คน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งการบริหารและจัดการเลขทะเบียนรถบนป้ายภาษีและป้ายทะเบียนรถอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อันได้แก่ ช่วยเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบเลขทะเบียนรถ และเพิ่มความรวดเร็วในการอ่านข้อมูล ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินการตรวจสอบสั้นลง พร้อมกับเสนอทางเลือกใหม่แทนการทำงานระบบเก่าที่ยังเป็นกระดาษในการตรวจสอบรถ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบการใช้งานรถของประชาชนในชีวิตประจำวัน ทำให้มีความก้าวหน้าด้านการจัดการเลขทะเบียนรถมากยิ่งขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายสื่อสารเข้ามาบริหารจัดการกับข้อมูล และงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบระหว่างเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ ที่สามารถนำไปประยุกต์ในงานด้านระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะต่อไปในอนาคต

Thesis Title	The Development of RFID-Based Application for Car License Number Management
Author	Napat Rattananakin
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Pranot Boonchai-Apisit
Co-Thesis Advisor	Dr. Chaichana Mitrpant
Department	Computer and Communication Technology
Academic Year	2008

ABSTRACT

Application of RFID technology for management of vehicle registration number is aimed at studying trends of status of use, principle of operation and process for application together with system designing by utilizing method of object diagram including using prototype software which has been developed to help assessing opinion. As far as RFID is concerned, there has been a concept utilizing it with tax sticker and vehicle registration plate in order to check, monitor and record violation immediately on site. This research is a constructive research for system in order to find the suitable method for further development of software used for examining vehicle registration number with RFID technology. The first part is a short-run research by using a PDA with RFID reader for a short distance in high frequency range 13.56 MHz, series SDiDI020 to read standard tag ISO 14443 Type A. The second part is a long-run research by using a laptop which is to be installed at the examining point to work with RFID reader for a long distance in ultra high frequency 920-925 MHz, series ST500 to read standard tag ISO 18000-6 Type B together with SQL Server database on website by importing such information on the Internet to perform data processing. Testing for finding defect of software used together with RFID technology is done internally and automatically under white box pattern by workflow graph. The external an automatic testing for finding a defect is also done by applying testing for the overall defect focusing on 3 areas of study, namely, distance, atmospheric temperature and vehicle speed in a long distance which affect success in data transmission and then find the percentage of success from data reading in order to perform software quality testing by 7 computer experts. Such testing is done by creating system testing form efficacy, program

design and data accuracy then measuring opinion of 70 users comprising of the group of staffs of the Department of Land Transport and the group of police officers from Tung Songhong Metropolitan Police Station, 35 subjects for each group. Statistics is used for helping in data collection, e.g. simple average, standard deviation and weighted average. In conclusion, administration of electronic vehicle registration number on tax sticker and vehicle registration plate by applying RFID application technology is able to function as desired which are as follows: facilitating examining process of vehicle registration number and increasing data processing speed, shortening the time used for examining process and also proposing new alternative for the existing system that work on a paper basis. This will help administering vehicles in everyday life to step further in terms of registration number administration by applying IT system and network of communication. This research can be seen as a development for software prototype that involves applying RFID technology with vehicle registration number which can be applied to develop an excellent transport and traffic system.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีการระบุตัวตนอัตโนมัติ (Auto-ID) ได้ถูกนำมาใช้งานในชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างระบบการแสดงตัวตนอัตโนมัติ ที่ผู้คนส่วนใหญ่คุ้นเคยที่สุดได้แก่ ระบบบาร์โค้ด (Barcode) และเทคโนโลยีสมาร์ทการ์ด (Smart Card) ซึ่งมองโดยภาพรวมแล้วระบบการระบุตัวตนอัตโนมัติต่าง ๆ ที่ถูกคิดค้นขึ้นมานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอำนวยความสะดวกในการบันทึกฐานข้อมูลอย่างรวดเร็ว แทนที่จะต้องใช้บันทึกในการนับหรือจดโดยมนุษย์ อันอาจจะก่อให้เกิดความผิดพลาดได้อยู่เสมอ ๆ

ประสิทธิ์ ทิมพุดิ และ ไพโรจน์ ไวนิชกิจ (2549: 12) ได้แบ่งมาตรฐานเทคโนโลยีการแสดงตัวตนอัตโนมัติออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ต้องใช้การสัมผัส (Contacted Auto-ID) และประเภทที่ไม่ต้องใช้การสัมผัส (Contactless Auto-ID) อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีการแสดงตัวตนอัตโนมัติประเภทไม่ต้องการสัมผัสกำลังเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น อันเป็นผลมาจากความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน มาตรฐานประเภทไม่ต้องการสัมผัสที่เริ่มนิยมใช้ ได้แก่ เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID: Radio Frequency Identification) ซึ่งเป็นระบบการแสดงตัวตนอัตโนมัติ อีกรูปแบบหนึ่งที่มีการผสมผสานศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารโดยใช้คลื่นวิทยุ การส่งพลังงานผ่านคลื่นวิทยุโดยใช้ทฤษฎีของเรดาร์ เทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคม ฯลฯ ซึ่งผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้ทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549 : 9-10) ได้กล่าวไว้ว่าปัจจุบันเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกำลังได้รับความสนใจอย่างมากจากทั่วโลก โดยถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความปลอดภัยสูง การแก้ไขหรือปลอมแปลงทำได้ยาก อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีที่มีความจุข้อมูลมาก สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว อ่านแบบไม่ต้องสัมผัสได้รอบทิศทาง มีอายุการใช้งานยาวนาน ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือนและการกระแทกกระแทก แม้แต่วัตถุเคลื่อนที่เร็วก็สามารถอ่านข้อมูลได้ จึงทำให้เทคโนโลยีนี้จะมีผลโดยตรงต่อการดำเนิน

ชีวิตประจำวันของมนุษย์ในอนาคต ทั้งนี้ระบบอาร์เอฟไอดีเป็นระบบการเก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความสามารถในการคำนวณ การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแทนการสัมผัสทางกายภาพ ดังนั้นระบบนี้จึงช่วยลดขั้นตอนการจับเก็บข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังจากเอกสารในรูปแบบเดิมได้

จากความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โปรแกรมอาร์เอฟไอดีได้ถูกพัฒนาขึ้นในหลายประเทศเพื่อใช้ในการจัดการระบบงานต่าง ๆ มากมาย แต่สำหรับในประเทศไทยแล้ว เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดียังเป็นเรื่องใหม่ โดยหน่วยงานจัดสรรคลื่นความถี่ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ได้เริ่มดำเนินการกำหนดจัดสรรคลื่นความถี่ เมื่อวันที่ 24 มกราคม 2549 และนอกจากนี้ประเทศไทยยังมีปัญหาเรื่องการขออนุญาตใช้งานคลื่นความถี่ระยะไกล โดยยังให้ใช้คลื่นความถี่อยู่ในขอบเขตที่ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติกำหนด (Power limit@4 Effective Isotropic Radiated Power) ตามมาตรฐาน International Telecommunication Union Region 3 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดการข้อมูลต่างด้วยโปรแกรมอาร์เอฟไอดี ภายในประเทศไทยยังมีการพัฒนาขึ้นมาใช้ในการงานจริงน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการขนส่งทางบก ดังนั้น เลิศศักดิ์ เลขวัต (2547) ได้กล่าวถึง “การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีในตลาดโลก ไว้ว่ากลุ่มขนส่ง (Transportation) จะเป็นธุรกิจที่มีการใช้อาร์เอฟไอดี ที่ได้รับความนิยมสูงสุด” ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าในอนาคตมีความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้จำแนกการรถของกรมการขนส่งทางบก ซึ่งช่วยแก้ไขระบบการทำงานรูปแบบเก่าที่ยังใช้การจดบันทึกการทำงานลงบนกระดาษเพื่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร อีกทั้งยังช่วยสนับสนุนวิสัยทัศน์ของกรมการขนส่งทางบก ว่าเป็นองค์กรหลักในการจัดระเบียบและพัฒนาระบบการขนส่งทางถนนให้เกิดประสิทธิภาพทางด้านความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องของข้อมูล สอดคล้องกับงานขนส่งระบบอื่น อีกทั้งยังเป็นการช่วยในการจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถของหน่วยงานตำรวจ โดยจะนำเอาเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้กับเลขทะเบียนรถพร้อมกับจัดการบริหารข้อมูลด้วยโปรแกรมอาร์เอฟไอดี ซึ่งจากการศึกษาตัวอย่างป้ายทะเบียนรถอัจฉริยะที่ต่างประเทศนำมาใช้ตามภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างป้ายทะเบียนรถอัจฉริยะ (Smart License Plate)

ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่เหมาะสมมาพัฒนาซอฟต์แวร์การจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถ (RFID Application Software) โดยอาศัยรูปแบบของเลขทะเบียนรถตามกฎหมายของกรมการขนส่งทางบก โดยหาหลักการทำงาน ขอบเขต ขั้นตอน ความสัมพันธ์ และการประยุกต์ใช้งานข้อมูลเลขทะเบียนรถ เพื่อนำมาช่วยในการจัดทำโปรแกรมอาร์เอฟไอดี ให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงที่จะทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจ และสังคม ในวงการขนส่งทางบกของประเทศไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ มีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์การใช้งาน หลักการทำงาน และขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ

1.2.2 เพื่อออกแบบและจัดทำซอฟต์แวร์ต้นแบบสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

1.2.3 เพื่อทำการประเมินความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ต้นแบบจากกลุ่มผู้ใช้งาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ มีขอบเขตในการศึกษาดังต่อไปนี้

1.3.1 ขอบเขตทางด้านอุปกรณ์

1.3.1.1 อุปกรณ์เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ชนิดของอุปกรณ์เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่นำมาใช้สามารถอ่านและเขียนได้ ภายใต้คลื่นความถี่สูงและสูงยิ่ง ตามมาตรฐาน International Telecommunication Union Region 3 โดยใช้คลื่นที่อนุญาตจากหน่วยงานจัดสรรคลื่นความถี่ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.)

1.3.1.2 นำแท็กอาร์เอฟไอดีชนิดพาสซีฟแท็ก (Passive Tag) ใช้กับการบรรจุข้อมูลเลขทะเบียนรถ สำหรับการติดแท็กจะทำการติดแท็กแบบคลื่นความถี่สูง (HF Tag) มาตรฐาน ISO 14443 Type A หน่วยความจำ 1024 Byte ติดตรงแผ่นป้ายภาษีที่กระจกหน้ารถ และนำแท็กอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF Tag) มาตรฐาน ISO 18000 part 6 Type B หน่วยความจำ 256 Byte ติดส่วนหน้าของรถตรงด้านล่างของป้ายทะเบียน

1.3.1.3 นำเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF Reader) รุ่น SDiD 1020 ย่านความถี่ 13.56 MHz มาใช้กับเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลหรือพีดีเอ (PDA: Personal digital assistant) บนช่องเสียบ Secure Digital Card (SD Card) สำหรับการตรวจสอบรถที่ไม่มีการเคลื่อนที่

1.3.1.4 นำเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF Reader) รุ่น ST500 ย่านความถี่ 920-925 MHz มาใช้กับจุดตรวจ (Box Application) บนช่องเสียบ RS232 สำหรับการตรวจสอบรถที่มีการเคลื่อนที่

1.3.2 ขอบเขตทางด้านโปรแกรม

1.3.2.1 พัฒนาระบบการจัดการเลขทะเบียนรถนอกสถานที่แบบสุ่มตรวจด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF System) โดยโปรแกรมส่วนแรกทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์โมไบล์ สามารถรับข้อมูลจากแท็กและสืบค้นข้อมูลรถ ช่วยระบุความเป็นเจ้าของ ตรวจเช็คสภาพรถ ตรวจสอบการจ่ายภาษีทะเบียนรถประจำปี ตรวจเช็คการกระทำผิดเกี่ยวกับการใช้รถ รวมไปถึงการเพิ่มคะแนนการกระทำผิดให้กับรถ สำหรับโปรแกรมส่วนที่สองทำงานกับระบบฐานข้อมูลบนช่องทางจีพีอาร์เอส แสดงผลการกระทำของผู้ใช้เมื่อมีการแก้ไขข้อมูลด้วยรหัสผู้ใช้และเวลาที่ใช้ ผ่านสื่ออินเทอร์เน็ต

1.3.2.2 พัฒนาระบบการจัดการเลขทะเบียนรถนอกสถานที่แบบจุดตรวจด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF System) โดยโปรแกรมส่วนแรกทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์เอกซ์พี สามารถรับข้อมูลจากแท็ก และส่งข้อมูลเลขทะเบียนรถเข้าสู่ฐานข้อมูลบนช่องทางจีพีอาร์เอส สำหรับโปรแกรมส่วนที่สองทำงานกับระบบฐานข้อมูล แสดงผลการกระทำเมื่อมีรถวิ่งผ่านด้วยข้อมูลเวลาที่ผ่านและสถานที่ ณ จุดตรวจที่กำหนด ผ่านสื่ออินเทอร์เน็ต โดยระบบสามารถกำหนดรถที่ต้องการสืบค้นได้

1.3.2.3 พัฒนาระบบด้วยภาษาวิซวลซีบวกบวกคอตเน็ต (VC++.NET) ภาษาวิซวลซีชาร์ปคอตเน็ต (VC#.NET) และภาษาเอเอสพีคอตเน็ต (ASP.NET) พร้อมทั้งออกแบบการเก็บข้อมูลให้เหมาะสมกับการใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ บนแท็ก และบนฐานข้อมูลกลาง โดยจำลองฐานข้อมูลหลักด้วย Microsoft SQL Server 2005 Express

1.3.2.4 การส่งข้อมูลของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจะทำด้วยวิธีการเข้ารหัสบนแท็ก ส่วนแอปพลิเคชันจะมีการเข้ารหัสการเก็บข้อมูลเบื้องต้นด้วยการเข้ารหัสกับระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ (Cryptography Application Programming Interface หรือ CAPI)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นี้ มีประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังต่อไปนี้

1.4.1 ประโยชน์ในการประยุกต์ใช้

1.4.1.1 งานวิจัยนี้สามารถนำซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มาประยุกต์ใช้งานกับเลขทะเบียนรถ ช่วยเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบเลขทะเบียนรถของเจ้าหน้าที่ ซึ่งเมื่อนำเอาอาร์เอฟไอดีมาช่วยจะเพิ่มความรวดเร็วในการอ่านข้อมูล ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินการตรวจสอบสั้นลง

1.4.1.2 งานวิจัยนี้สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์กับการใช้งานจริงแทนการทำงานของระบบเก่าที่เกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบการใช้งานรถของประชาชนในชีวิตประจำวัน เป็นผลทำให้ภาครัฐสามารถสร้างงานบริการที่มีความก้าวหน้าด้านเลขทะเบียนรถมากยิ่งขึ้น

1.4.1.3 งานวิจัยนี้ช่วยในการพิจารณาความเหมาะสมในการจัดทำโปรแกรมอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ ทำให้ตอบสนองนโยบายภาครัฐด้านคุณภาพการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะยาว

1.4.1.4 งานวิจัยนี้ช่วยตอบสนองนโยบายภาครัฐในการเข้าถึงข้อมูลเลขทะเบียนรถของประชาชนชน ตามแนวคิดของกลุ่มงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (E-Government) โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายสื่อสารเข้ามาบริหารจัดการกับข้อมูลเลขทะเบียนรถของประชาชน

1.4.2 ประโยชน์ในเชิงวิชาการ

1.4.2.1 งานวิจัยนี้สามารถนำมาศึกษาเป็นแนวคิดพื้นฐานทางด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถต่อไปในอนาคต

1.4.2.2 งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นกรอบแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมอาร์เอฟไอดีของเลขทะเบียนรถในวงการขนส่งทางบกของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

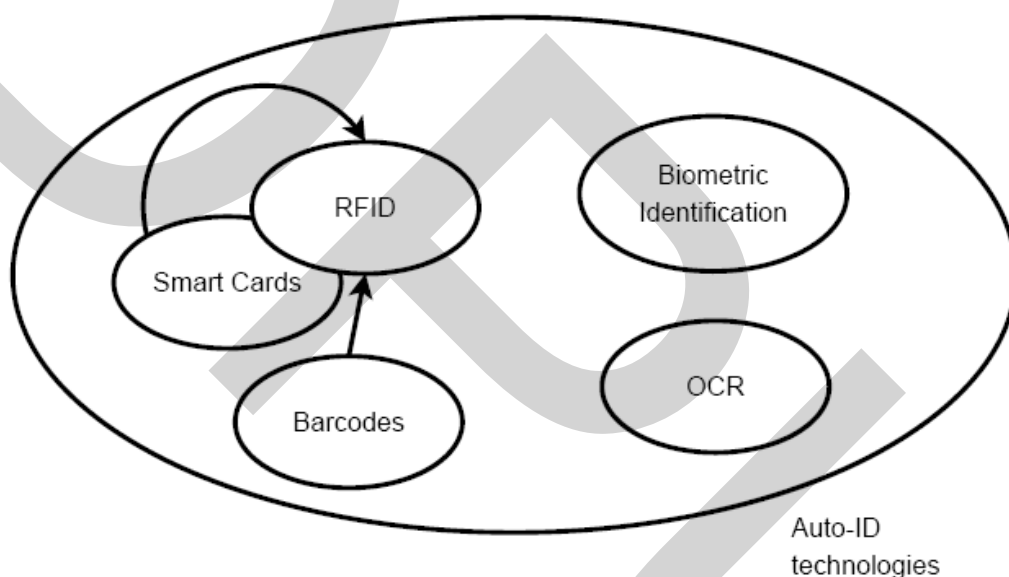
1.4.2.3 งานวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางด้านระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (ITS: Intelligent Transport System) ต่อไปในอนาคต

1.5 นิยามคำศัพท์

นิยามคำศัพท์จะกล่าวถึงภาพรวมของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

การแสดงตัวตนอัตโนมัติ (Auto-ID)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549 : 7) ได้กล่าวถึง การแสดงตัวตนอัตโนมัติ (Auto-ID) หรือ ระบบ บ่งชี้อัตโนมัติ ไว้ว่า ระบบบ่งชี้อัตโนมัติ เป็นคำเรียกรวม ๆ ของเทคโนโลยีที่ช่วยให้อุปกรณ์ เครื่องมือหรือเครื่องจักรสามารถบ่งบอกวัตถุ สิ่งของหรือแม้แต่คนหรือสัตว์ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งโดย ระบบแล้วมักจะประกอบด้วยส่วนที่อ่านหรือรับข้อมูลโดยอัตโนมัติ แล้วทำการประมวลผลหรือส่ง ข้อมูลนี้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติ โดยที่ไม่ต้องมีคนช่วย สามารถเขียนรวมกลุ่ม เทคโนโลยีการแสดงตัวตนอัตโนมัติ ตามภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 กลุ่มเทคโนโลยีการแสดงตัวตนอัตโนมัติ (Auto-ID)

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

สมาร์ทการ์ด (Smart Card)

เลิศ แซ่ตั้ง (2546 : 7) ได้กล่าวถึงสมาร์ทการ์ด (Smart Card) ไว้ว่า คือ บัตรพลาสติกที่มีชิป IC (Integrated Circuit) ติดหรือฝังอยู่ในตัวบัตรพลาสติกตามมาตรฐาน ISO (International Standard Organization) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลภายในตัวเองโดยวิธีการเข้ารหัสตามมาตรฐาน DES Algorithm (Data Encryption Standard) เพื่อให้ระบบมีระดับความปลอดภัยที่สูงขึ้น

อาร์เอฟไอดี (RFID : Radio Frequency Identification)

เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ (2548) ได้กล่าวถึง เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID: Radio Frequency Identification) ไว้ว่า คือ ระบบเก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่เพิ่มความสามารถในการคำนวณ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และ ส่งกำลังโดยคลื่นแม่เหล็ก หรือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแทนการสัมผัสทางกายภาพ เป็นการเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะ เพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูล จุดเด่นของระบบอาร์เอฟไอดี ได้แก่ การอ่านข้อมูลของฉลากที่ได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี หรือสามารถอ่านค่าได้ในขณะที่วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เช่น สินค้าที่กำลังเคลื่อนที่อยู่บนสายพานการผลิต ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก สามารถอ่านข้อมูลได้ถูกต้องรวดเร็ว สามารถสื่อสารผ่านตัวกลางได้หลายอย่าง เช่น น้ำ พลาสติก กระดาษ หรือ วัสดุทึบแสงอื่น ๆ ในขณะที่บาร์โค้ดทำไม่ได้

เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader)

วิชรากร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้ (2549) ได้กล่าวถึง เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) ไว้ว่า เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีทำหน้าที่เขียนหรืออ่านข้อมูลในแผ่นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ห่อหุ้มด้วยหลอดทองแดง เพื่อใช้รับส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่านการเขียนข้อมูล โดยทั่วไปเครื่องอ่านจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้ ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ ภาคสร้างสัญญาณพาหะ ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ วงจรจูนสัญญาณ หน่วยประมวลผลข้อมูล ภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์

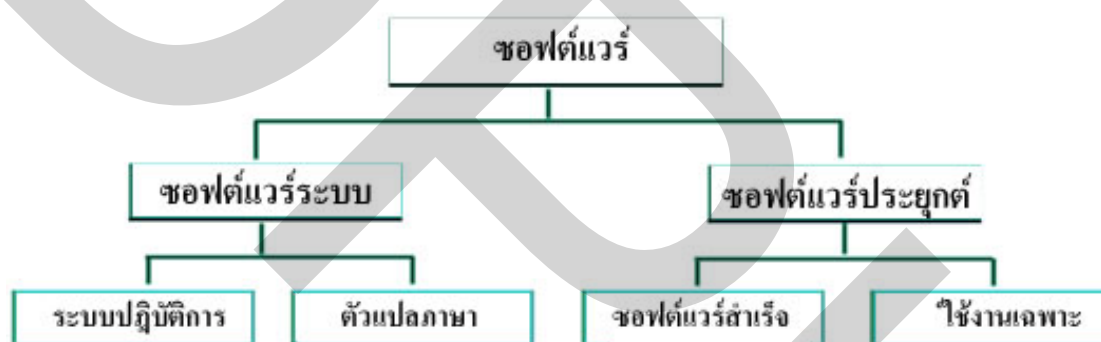
แผ่นป้ายอาร์เอฟไอดี (RFID Tag)

บุรินทร์ อรุณโรจน์ (2548) ได้กล่าวถึง แผ่นป้ายอาร์เอฟไอดี ไว้ว่า เป็นแผ่นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ บรรจุข้อมูล แบ่งได้เป็นสองประเภท คือ แผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟแท็ก (Active RFID Tags) ต้องใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ที่ติดตั้งอยู่ภายในเพื่อการการทำงาน ราคาแพง อายุการใช้งานจำกัด ไม่ต้องใช้เครื่องอ่านที่มีกำลังสูง และแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟแท็ก (Passive RFID Tags) ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการทำงาน ราคาถูก มีขนาดเบา ไม่จำกัดอายุการทำงาน

ซอฟต์แวร์ (Software)

พรฤดี เนติโสภาคกุล (2549) ได้กล่าวถึง ซอฟต์แวร์ (Software) ไว้ว่า เป็นชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้สั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซอฟต์แวร์จึงหมายถึงลำดับขั้นตอนการทำงานที่เขียนขึ้นด้วยคำสั่งของคอมพิวเตอร์ คำสั่งเหล่านี้เรียงกันเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากที่ทราบมาแล้วว่าคอมพิวเตอร์ทำงานตามคำสั่ง การทำงานพื้นฐานเป็นเพียงการกระทำกับข้อมูลที่เป็นตัว

เลขฐานสอง ซึ่งใช้แทนข้อมูลที่เป็นตัวเลข ตัวอักษร รูปภาพ หรือแม้แต่เป็นเสียงพูดก็ได้ ดังนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สั่งงานคอมพิวเตอร์จึงเป็นซอฟต์แวร์ เพราะเป็นลำดับขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งทำงานแตกต่างกันได้มากมายด้วยซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน ซอฟต์แวร์จึงหมายถึงรวมถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทุกประเภทที่ทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ ซึ่งในบรรดาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์มีมากมาย ซอฟต์แวร์เหล่านี้อาจได้รับการพัฒนาโดยผู้ใช้งานเอง หรือผู้พัฒนาระบบ หรือผู้ผลิตจำหน่าย หากแบ่งแยกชนิดของซอฟต์แวร์ตามสภาพการทำงาน พอแบ่งแยกซอฟต์แวร์ได้เป็นสองประเภท คือ ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และซอฟต์แวร์ประยุกต์ (application software) สามารถวางแผนผัง ตามภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 การแบ่งชนิดของซอฟต์แวร์

ที่มา: วิศวกรรมซอฟต์แวร์ เขียนโดย พรฤดี เนติโสภาคกุล (2549)

รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (E-Government)

สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ (2546) ได้กล่าวถึง รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (E-Government) ไว้ว่าเป็นการแปลงสภาพรัฐบาล ที่มุ่งประชาชนเป็นศูนย์กลาง และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่จะทำให้เกิดบรรลุผล เพื่อสร้างสังคมสารสนเทศ โดยประโยชน์ของรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหน่วยงานรัฐ เพิ่มคุณภาพในการบริการประชาชนให้สะดวกรวดเร็ว สร้างความโปร่งใสในการดำเนินงานและให้บริการ ลดต้นทุนการดำเนินงานและการให้บริการของหน่วยงานภาครัฐ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

เครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบพีดีเอ (PDA : Personal Digital Assistant)

สุทธิดา โชติช่วง (2545) ได้กล่าวถึง เครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบพีดีเอ (PDA : Personal Digital Assistant) ไว้ว่าเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาขนาดเล็กที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจดบันทึก เก็บข้อมูล เตือนเวลานัดหมาย หรือ จัดการงานต่างๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว รวมไปถึงความสามารถของการเพิ่มเติมแอปพลิเคชันเพื่อให้ใช้งานด้านอื่นๆ ได้เหมาะสมกับความต้องการยิ่งขึ้น เช่น ดูเวลารอบโลก อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ดูหนังสือพิมพ์ออนไลน์ บันทึกรายรับรายจ่าย แม้แต่ในเรื่องของมัลติมีเดียและบันเทิง เช่น ดูหนัง ฟังเพลง หรือ เล่นเกม ก็สามารถรวมเข้าไปอยู่ในเจ้าอุปกรณ์เล็กๆ นี้ได้เช่นกัน สำหรับเครื่องพีดีเอนั้นยังแยกออกมาได้อีกหลายประเภท ตามลักษณะของการใช้งานและระบบปฏิบัติการที่ถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องพีดีเอนั้นๆ ซึ่งหลักๆ ก็จะมีเครื่องพีดีเอ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Palm OS ที่เรียกว่า Palm และเครื่องพีดีเอที่ใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์โมบายล์ (Microsoft Windows Mobile) ที่เรียกกันว่า Pocket PC

จีพีอาร์เอส (GPRS: General Packet Radio Service)

วรรณพร ด้านชัย (2547) ได้กล่าวถึง เทคโนโลยีจีพีอาร์เอส (GPRS) ไว้ว่า คือ การรับข้อมูลข่าวสารผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ย่อมาจากคำว่า General Packet Radio Service เป็นวิวัฒนาการของการสื่อสารข้อมูลไร้สายแบบ Packet Switching คือ การแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนเล็กๆ ที่เรียกว่า Packet ซึ่งมีความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลโครงข่ายได้ดีกว่าแบบเดิม ทำให้สามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการส่ง และยังช่วยเพิ่มอัตราการส่งข้อมูลสูงขึ้นอีกด้วย เทคโนโลยีจีพีอาร์เอสนี้สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยให้สามารถทำธุรกรรมต่างๆ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ง่ายและสะดวกขึ้น จุดเด่นของระบบนี้ คือ มีการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา (Always On) และยังสามารถโทรออกและรับสายเข้าได้ในขณะที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ การเสียค่าบริการจะคิดต่อเมื่อมีการรับหรือส่งข้อมูล (Download หรือ Upload) เท่านั้น โดยคิดตามขนาดข้อมูลไม่ได้คิดตามเวลาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Airtime) เหมือนเมื่อก่อน จึงทำให้ประหยัดค่าบริการได้มาก นอกจากนี้ยังสามารถใช้โทรศัพท์มือถือที่มีระบบจีพีอาร์เอส เชื่อมต่อกับเครื่องพีดีเอ หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ก็จะสามารถเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตได้ รวมไปถึงสามารถรับข้อมูลข่าวสารในรูปแบบของวิดีโอ ไม่ว่าจะเป็นรายการข่าว ละคร กีฬา ข้อมูลการจราจร ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ทันต่อเหตุการณ์ในโลกปัจจุบันอยู่เสมอ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาของบทที่ 2 กล่าวถึง แนวคิดทฤษฎีและสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โครงสร้างและการทำงานของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก การเข้ารหัสข้อมูล กระบวนการพัฒนาระบบโดยใช้ภาษาสัญลักษณ์ Unified Modeling Language (UML) ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเลขทะเบียนรถยนต์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

ประวัติการเริ่มต้นของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีถูกค้นพบโดย เซอร์โรเบิร์ต อเล็กซานเดอร์ วัตสัน-วัตต์ ในปี ค.ศ. 1935 ใช้ในการตรวจจับและเตือนเครื่องบินที่กำลังเข้ามา โดยปัญหาของการใช้เรดาร์ในยุคนั้น คือ ไม่สามารถแยกแยะระหว่างเครื่องบินรบว่าเป็นของฝ่ายไหน ทางฝั่งเยอรมันจึงได้ค้นพบว่าเมื่อเครื่องหมุนตัวแล้ว จะทำให้มีการสะท้อนสัญญาณเรดาร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ทราบว่าเครื่องบินที่บินเข้ามาเป็นของฝ่ายเยอรมัน ซึ่งถือเป็นจุดกำเนิดของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแบบที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการสะท้อนของคลื่นวิทยุ

การทำงานของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในยุคปัจจุบันจะมีองค์ประกอบหลัก คือ ส่วนแรกเป็นป้าย หรือ ทรานสปอนเดอร์ (Tag หรือ Transponder) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่าง ๆ โดยป้ายนั้นจะประกอบด้วยสายอากาศและไมโครชิปที่มีการบันทึกหมายเลข (ID) หรือข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ ส่วนที่สอง คือ เครื่องสำหรับอ่านป้าย (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ และส่วนที่สาม ได้แก่ ระบบประยุกต์ใช้งาน รวมถึงระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ใช้งาน รวมไปถึงระบบฐานข้อมูล (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549)

สำหรับการเลือกรับเอาเทคโนโลยีการเก็บรวบรวมข้อมูลอัตโนมัติ (ADC : Automatic Data-Collection) ดังกล่าวมาใช้เป็นผลมาจากการจัดตั้งมาตรฐานหลักที่ทำให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีให้ดีขึ้นทั่วโลก ซึ่งการประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีจะมีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกับบาร์โค้ด แต่แตกต่างกันตรงที่แท็กของระบบอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านและบันทึกข้อมูลได้ ดังนั้นผู้ใช้จึงสามารถบันทึกหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่ในแท็กได้ และสามารถนำแท็กไปติดกับวัตถุซึ่งขึ้นความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน โดยทางศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม (ECTI: Electronic Computing Telecommunication Information, 2549) ได้จัดทำเอกสารเผยแพร่เพื่อป้องกันข้อดีของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ว่าดีกว่า เทคโนโลยีรหัสแท่ง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จุดเด่นของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

รายการ	รหัสแท่ง	อาร์เอฟไอดี
การอ่านแบบอัตโนมัติ	รหัสแท่งผู้ใช้จะต้องนำเครื่องสแกนไปอ่านที่แถบรหัส	อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อป้ายอยู่ในรัศมีการอ่าน
การอ่าน และเขียนข้อมูล	สามารถอ่านได้อย่างเดียว	สามารถอ่านและบันทึกข้อมูลลงในป้ายเพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้อง
ระยะการอ่านข้อมูล	อ่านได้จากระยะใกล้และต้องอยู่ในตำแหน่งที่แสงสามารถสแกนถึง	อ่านได้จากระยะไกล แม้อยู่ในพื้นที่ ๆ ไม่สะดวกหรือในพื้นที่อันตรายต่อการปฏิบัติงานก็สามารถอ่านได้
การอ่านข้อมูลพร้อม ๆ กัน	ต้องทำการสแกนแถบรหัสทีละแถบ อ่านสินค้าทีละชิ้น	สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อม กันหลายๆ ป้าย ในพื้นที่รัศมีของเครื่องอ่าน เพื่อช่วยลดเวลาการทำงาน
การอ่านเมื่อไม่เห็นตัวป้าย	ไม่สามารถอ่านได้	สามารถอ่านได้
ความปลอดภัย	มองเห็นรหัส ด้วยสายตา ความปลอดภัยปานกลาง การปลอมแปลงข้อมูลทำได้ง่าย	มองไม่เห็นรหัสด้วยสายตา ความปลอดภัยสูง เนื่องจากข้อมูลเป็น ดิจิทัลในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พร้อมการป้องกันข้อมูลด้วยรหัสลับ
การบันทึกข้อมูลลงในแผ่นป้าย	ไม่สามารถทำได้ ต้องบันทึกข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์เท่านั้น	สามารถทำได้ ในการบันทึกข้อมูลลงในแผ่นป้าย ทั้งการบันทึกประวัติ หรือ การบันทึกข้อมูลการเคลื่อนย้าย

ที่มา : รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

วีรจักร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้ (2549) ได้กล่าวไว้ว่า อาร์เอฟไอดี (RFID) ย่อมาจากคำว่า ระบุตัวตนด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identification) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วและมีประโยชน์อย่างมากในการใช้งาน

ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม (ECTI, 2549) กล่าวถึง อาร์เอฟไอดี (RFID) ว่าเป็นเทคโนโลยีไร้สายที่ใช้ระบุลักษณะเฉพาะของคน สัตว์ และสิ่งของ ด้วยการติดแผ่นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (Tags) ที่มีการลงโปรแกรมควบคุมที่ระบุอย่างเฉพาะเจาะจง โดยติดไปกับสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ และระบุถึงข้อมูลของสิ่งนั้นๆ ซึ่งเทคโนโลยีนี้เป็นการนำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ 2 ตัวที่เรียกว่า แผ่นป้าย (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ตามภาพที่ 2.1 แผนผังการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี



ภาพที่ 2.1 การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี

ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม (ECTI, 2549) ได้จัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีในแต่ละระบบของรหัสแท่ง (BARCODE) – การรู้จำตัวอักษร (OCR) – การรู้จำเสียงพูด (Voice) – ไบโอมेटริกซ์ (Biometric) – บัตรเอนกประสงค์ (Smart Card) – คลื่นวิทยุ (RF) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อแตกต่างของเทคโนโลยีระบุลักษณะเฉพาะ

รายการ	รหัสแท่ง	รู้จำอักษร	รู้จำเสียง	รู้จำร่างกาย	บัตร	คลื่นวิทยุ
ความจุข้อมูล (byte)	1-100	1-100	-	-	2-8 kB	2-8 kB

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

รายการ	รหัสแท่ง	รู้จำอักษร	รู้จำเสียง	รู้จำร่างกาย	บัตร	คลื่นวิทยุ
ความจุข้อมูล (byte)	1-100	1-100	-	-	2-8 kB	2-8 kB
อ่านข้อมูล โดยมนุษย์	ได้ (จำกัด)	ง่าย	ง่าย	ยาก	ไม่ได้	ไม่ได้
ปัญหา การเปียกน้ำ หรือความชื้น	มีผล กระทบสูง	มีผล กระทบสูง	ไม่มีผล กระทบสูง	-	มีผลต่อ จุดสัมผัส	มีผลต่อ UHF
เมื่อโดนบัง	ไม่ สามารถ อ่านได้	ไม่ สามารถ อ่านได้	ไม่มีผล กระทบสูง	ยังคงทำงาน ได้	-	ไม่มีผล
ทิศทาง การอ่าน	ผลกระทบ น้อย	ผลกระทบ น้อย	-	-	อ่านได้ แนวเดียว	ไม่มีผล
การชำรุด	ควบคุมได้	ควบคุมได้	-	-	จั่วสัมผัส	ไม่มีผล
ราคาอุปกรณ์ และระบบ	ต่ำมาก	ปานกลาง	แพงมาก	แพงมาก	ต่ำ ถึง ปานกลาง	ปานกลาง
การแก้ไขหรือ ปลอมแปลง	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย	อาจทำได้ โดยวิธี บันทึกเสียง	ทำยาก	ทำได้ยาก มาก	ทำได้ยาก มาก
อัตราเร็วใน การอ่านข้อมูล	ช้า	ช้า	ช้า	ช้ามาก	ช้า	เร็ว
ระยะ ในการอ่าน ข้อมูล	0-50 ซม.	น้อยกว่า 1 ซม.	0-50 ซม.	สัมผัส โดยตรง	สัมผัส โดยตรง	0-5 ม. หรือ มากกว่า

ที่มา: รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

2.1.1 องค์ประกอบของอาร์เอฟไอดี

ในระบบอาร์เอฟไอดีจะมีองค์ประกอบฮาร์ดแวร์หลัก ๆ ที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ อาร์เอฟไอดีแท็ก (RFID Tag) สายอากาศ (Antenna) และเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader)

2.1.1.1 อาร์เอฟไอดีแท็ก หรือ ป้ายฉลาก

ค่านาย อภิปรัชญาสกุล (2547) กล่าวว่า โครงสร้างภายในของป้ายอาร์เอฟไอดีจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนของไมโครชิป (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลวัตถุ และขดลวดขนาดเล็ก ซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิป โดยทั่วไปตัวป้ายอาจจะอยู่ในรูปแบบที่มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาติดแท็ก สำหรับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแท็กสามารถแบ่งชนิดของป้ายตามความถี่ของการใช้งาน ได้เป็น 4 รูปแบบ คือ

- ป้ายย่านความถี่ต่ำ (LF) 125-134 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz)
- ป้ายย่านความถี่สูง (HF) 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz)
- ป้ายย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) 433 และ 900 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz)
- ป้ายย่านไมโครเวฟ (Microwave) 2.45 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz)

ดังนั้น ค่านาย อภิปรัชญาสกุล (2547) จึงกล่าวไว้ว่า อาร์เอฟไอดีแท็ก คือ แผงวงจรวิทยุขนาดเล็ก บรรจุข้อมูลความจำ (Memory chip) บนแผ่น ที่สามารถเก็บข้อมูลได้มาก ซึ่งสามารถที่จะแบ่งประเภทของป้ายจากรูปแบบการอ่านและบันทึกข้อมูลได้เป็น 3 รูปแบบ คือ ป้ายชนิดที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้หลายครั้ง (Read-Write) ป้ายที่เขียนข้อมูลได้เพียงครั้งเดียวแต่อ่านได้หลายครั้ง (Write-Once Read-Many หรือ WORM) และ ป้ายชนิดที่อ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only)

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งอาร์เอฟไอดีแท็ก ตามการใช้งานแยกตามโครงสร้าง และหลักการทำงาน เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

แพสซีฟแท็ก (Passive Tag) : แพสซีฟแท็กไม่มีแบตเตอรี่ในตัวเอง นำหนักเบา อายุการใช้งานไม่จำกัด และราคาถูกกว่าแบบแอ็กทีฟแท็ก ลักษณะการทำงานคือ เมื่อได้รับสัญญาณที่เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ส่งมา (อยู่ภายในรัศมีสัญญาณ) จะทำการแปลงสัญญาณนั้นเป็นพลังงาน (Beam Powered) เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลของตัวเองกลับไปยังเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า Backscatter แต่ข้อเสียคือระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ ตัวอ่านข้อมูลต้องมีความไวสูง และจะถูกรบกวนด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ง่าย (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549)

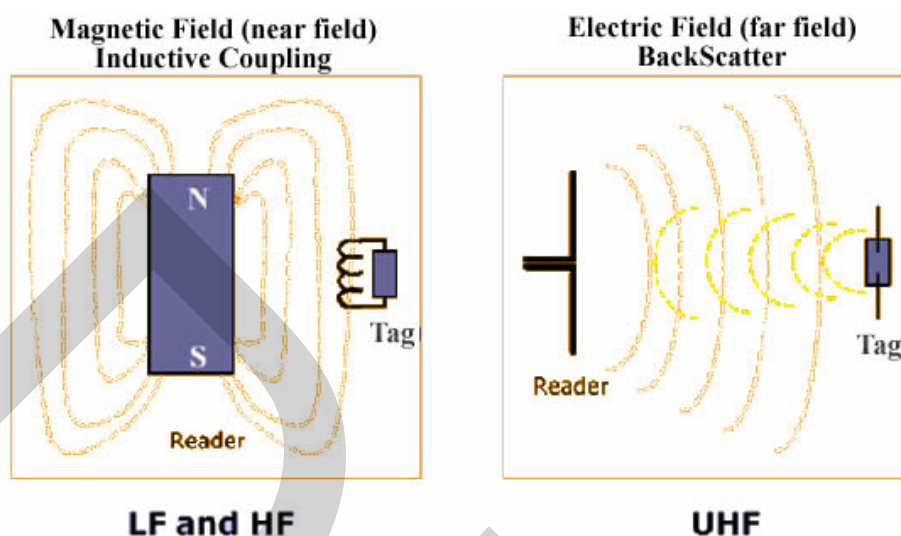
แอ็กทิฟแท็ก (Active Tag) : แอ็กทิฟแท็กประกอบด้วยเครื่องรับ-ส่งคลื่นวิทยุ และแบตเตอรี่ที่ให้พลังงานในตัวเอง ทำให้สามารถรับ-ส่งสัญญาณข้อมูลกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) ได้ในระยะไกล สามารถทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี และสามารถอ่าน และเขียนข้อมูลลงใน Tag ชนิดนี้ได้ แต่มีข้อเสียคือ มีอายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ และมีราคาแพงกว่าแบบพาสซีฟแท็ก (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549)

2.1.1.2 สายอากาศ

สายอากาศ (Antenna) เป็นสายอากาศที่เชื่อมต่อกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี สายอากาศเป็นตัวรับและส่งคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งเป็นคลื่นพาหะที่ผ่านการทำมอดูเลต กับข้อมูลแล้ว ทั้งนี้การทำงานในย่านความถี่ต่างกันจะทำให้คุณสมบัติการทะลุผ่านต่างกันรวมทั้งประสิทธิภาพ โดยรวมจะขึ้นกับเงื่อนไขอื่น ๆ ด้วย เช่น ขนาดของสายอากาศ หรือสัญญาณรบกวน

การทำงานของสายอากาศอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟแท็ก (Passive Tag) : ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม (ECTI, 2549) กล่าวว่า ีว่า การทำงานของป้ายอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟแท็ก ป้ายชนิดพาสซีฟแท็กทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอก การทำงานของป้ายในย่านความถี่ต่ำและความถี่สูง (LF และ HF) จะใช้หลักการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำในรูปแบบ Inductive Coupling ซึ่งเกิดจากการอยู่ใกล้กันของขดลวดจากเครื่องอ่านที่กำลังทำงานและสายอากาศของป้าย ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากเครื่องอ่านไปยังไมโครชิปในป้าย ผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อไมโครชิปได้รับพลังงานก็จะทำงานตามลักษณะเฉพาะของข้อมูลรหัสประจำตัว ปฏิกริยาของไมโครชิปดังกล่าวเครื่องอ่านจะรับรู้ได้ผ่านสนามแม่เหล็กและจะทำการตีความเป็นข้อมูลดิจิทัลแสดงถึงรหัสประจำตัวที่ส่งมาจากป้ายได้ ลักษณะเงื่อนไขในการทำการเหนี่ยวนำแบบชักพาทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ซึ่งโดยปกติป้ายแบบพาสซีฟมักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ ส่วนในระบบย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) จะใช้หลักการคู่ควบแบบแผ่กระจาย ในรูปแบบ Propagation Coupling โดยที่สายอากาศของเครื่องอ่าน จะทำการส่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปคลื่นวิทยุออกมา ซึ่งเมื่อป้ายได้รับสัญญาณผ่านสายอากาศของตน ป้ายก็จะทำงานโดยการสะท้อนกลับคลื่นที่ได้รับซึ่งถูกปรับค่าตามรหัสประจำตัวของตนไปยังเครื่องอ่านแบบ Back Scattering

ซึ่งกล่าวสรุปได้ว่า การรับส่งคลื่นแบบพาสซีฟแท็ก มี 2 วิธี ด้วยกัน คือ วิธีเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Inductive Coupling หรือ Proximity Electromagnetic) กับ วิธีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Propagation Coupling) ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การสื่อสารระหว่างแท็กแบบคลื่น LF-HF: Inductive Coupling และ คลื่น UHF: Propagation coupling

การทำงานของสายอากาศอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟแท็ก (Active Tag): ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม (ECTI, 2549) กล่าวว่า การทำงานของป้ายอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟแท็กป้ายชนิดแอ็กทีฟแท็ก จะอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายใน โดยแบ่งตามหลักการทำงานเป็น 2 แบบ ได้แก่

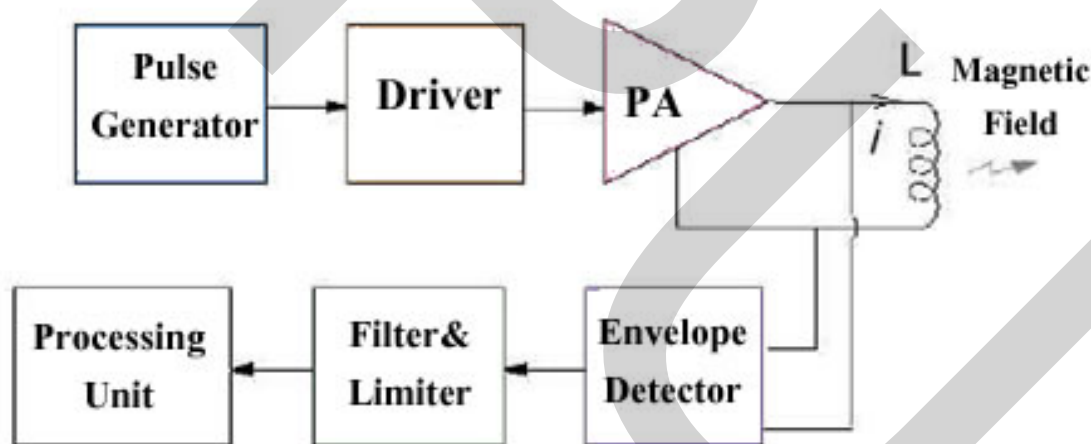
แบบที่ 1 แบบทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟ ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลออกก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณจากเครื่องอ่าน สำหรับแบบทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟนั้นอาจจะพบได้ในระบบจ่ายเงินทางด่วน หรือด่านตรวจ

แบบที่ 2 แบบบอกตำแหน่ง หรือ เบคอน (Beacon) ซึ่งสัญญาณจะถูกปล่อยออกมาเป็นระยะๆ ตลอดเวลาการใช้งานของป้าย สำหรับแบบบอกตำแหน่งอาจพบได้ในระบบที่ต้องการบ่งชี้พิกัดแบบเวลาจริง (Real-Time Location System: RTLS) เช่น การจัดการขนส่งสินค้า เป็นต้น

2.1.1.3 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

วิชรากร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้ (2549) ได้กล่าวถึง หน้าที่ของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) หรือ (Interrogator) คือ การเชื่อมต่อเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลลงในป้าย ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับ-ส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลซึ่งมักจะเป็นวงจรจำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์

ดังนั้น วัชรกร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้ (2549) จึงกล่าวไว้ว่า เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี คือ ตัวอ่านข้อมูล มีหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาจากแท็ก (Tag) แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถอดรหัสข้อมูล และนำข้อมูลผ่านเข้าสู่กระบวนการต่อไป ซึ่งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (Reader) ที่ดีต้องมีความสามารถในการป้องกันการอ่านข้อมูลซ้ำ เช่นในกรณีที่แท็กถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีสร้างขึ้น หรืออยู่ในระยะการรับส่ง ก็อาจทำให้ เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีทำการรับหรืออ่านข้อมูลจากแท็กซ้ำอยู่เรื่อย ๆ ไม่สิ้นสุด ดังนั้น เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่ดีต้องมีระบบป้องกันการเหตุการณ์เช่นนี้ ที่เรียกว่าระบบ "Hands Down Polling" โดยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจะสั่งให้แท็ก หยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรืออาจมีบางกรณีที่แท็ก หลายแท็ก อยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า "Batch Reading" โดยที่เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่านแท็ก ทีละตัวได้ และสำหรับตัวเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ภาครับ และส่งสัญญาณวิทยุ ภาครับสัญญาณพาหะ ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ วงจรสัญญาณ หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ตามภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างภายในของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ลักษณะการทำงานของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี มีรูปแบบการทำงาน (Operation Type) อยู่ 2 แบบ คือ รูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex (FDX)/ Half Duplex (HDX) กับแบบ Sequential (SEQ)

รูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex (FDX)/ Half Duplex (HDX) นิยมใช้กับการทำงานของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบแพสซีฟ (Passive): เครื่องอ่านจะทำการส่งสัญญาณข้อมูลออกตลอดเวลา ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการส่งพลังงานไฟฟ้าผ่านทางคลื่นวิทยุไปจ่ายให้กับบรรดาเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในอาณาบริเวณการใช้งานด้วย และเนื่องจากความแรงของคลื่นสัญญาณความถี่วิทยุที่เครื่องลูกข่ายส่งออกมามีกำลังส่งต่ำ ทำให้มีแนวโน้มว่าสัญญาณอาจส่งไปไม่ถึงเครื่องอ่าน หรืออาจส่งไปถึงแต่มีระดับสัญญาณรบกวนปะปนอยู่ด้วย เมื่อเทียบกับสัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากเครื่องอ่าน ซึ่งมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าเป็นของตนเองทำให้ส่งสัญญาณออกมาได้สูงกว่า ดังนั้นจึงต้องมีมาตรการในการสร้างความแตกต่างของสัญญาณคลื่นวิทยุที่มีการส่งออกมาจากเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่อง ให้มีเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันเพื่อให้เครื่องอ่านสามารถแยกแยะแหล่งที่มาได้อย่างถูกต้อง โดยใช้มอดูเลตสัญญาณแบบการส่งข้อมูลด้วยการมอดูเลตทางแอมพลิจูด (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549)

รูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบ Sequential (SEQ) นิยมใช้กับการทำงานของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ (Active): เป็นการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านและเครื่องลูกข่าย ที่กำหนดให้เครื่องอ่านมีการหยุดส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุเป็นช่วง ๆ ต่อเนื่อง หรือเป็นรายคาบเวลาสม่ำเสมอ ช่วงเวลาที่ไม่มีการส่งสัญญาณออกจากเครื่องอ่านจะเป็นจังหวะให้เครื่องลูกข่ายทำการส่งสัญญาณกลับมายังเครื่องอ่าน ถือเป็นการสร้างฐานเวลา (Timing) สำหรับใช้อ้างอิงภายในระบบการสื่อสารแบบอาร์เอฟไอดี ที่ประกอบไปด้วยเครื่องอ่านและกลุ่มของเครื่องลูกข่ายที่มีความเที่ยงตรงมาก แต่การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะมีข้อจำกัดอยู่ที่การจ่ายพลังงานให้กับเครื่องลูกข่าย เนื่องจากช่วงเวลาที่เครื่องอ่านหยุดส่งสัญญาณบรรดาเครื่องลูกข่ายทั้งหลายก็จะไม่ได้รับพลังงานไฟฟ้าที่ส่งผ่านทางคลื่นวิทยุไปด้วย ทำให้ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ขนาดเล็กไว้ในเครื่องลูกข่ายที่นำมาใช้กับการรับส่งข้อมูล (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549)

โดยทั่วไปหน่วยประมวลผลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริทึมที่อยู่ภายในโปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้งาน เช่น แบบมือถือมีขนาดเล็กหรือติดผนัง จนถึงขนาดใหญ่เท่าประตู เป็นต้น (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549)

2.1.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของอาร์เอฟไอดี

การทำงานของอาร์เอฟไอดีแบบแพสซีฟแท็กด้วยวิธีเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี จะทำการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กเข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่

ขั้นที่ 2 เมื่อมีแท็ก เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กจะได้รับพลังงานไฟฟ้า ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้ แท็กเริ่มทำงานและจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะ แล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก

ขั้นที่ 3 คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจากแท็กจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด, ความถี่ หรือเฟส ขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต

ขั้นที่ 4 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี จะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะ แปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

กล่าวได้ว่า หลักการทำงานเบื้องต้นของอาร์เอฟไอดีจะต้องมีตัวกลาง คือ คลื่นพาหะในการรับส่งข้อมูล ตามตัวอย่างการใช้งานแท็กและเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีตามภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การใช้งานแท็กและเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

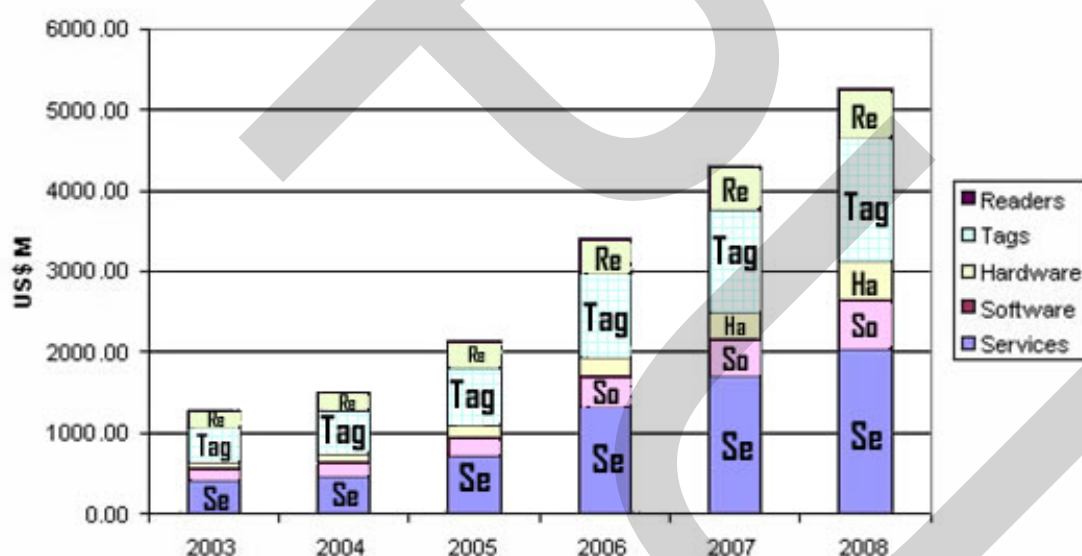
2.1.3 ประโยชน์ของอาร์เอฟไอดี

หน่วยงานไทยแลนด์อินดัสตรีคอตคอม หรือ สื่ออุตสาหกรรมออนไลน์ (2549) ได้กล่าวไว้ว่า อาร์เอฟไอดีมีประโยชน์อย่างเห็นได้ชัดและเหนือกว่ารูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดอื่นๆ ซึ่งได้แก่

- เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสามารถตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมจะใช้แรงงานคน เนื่องจากการอ่านแท็กไม่ต้องการแรงงานคนเข้ามาช่วย

- เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง
- ข้อมูลในแท็กอาร์เอฟไอดีสามารถแก้ไขซ้ำได้
- เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีไม่ต้องการรูปแบบการส่งสัญญาณแบบเส้นทางตรงระหว่างแท็กและเครื่องอ่านโดยตรง ทำให้เหมาะกับหลายแอปพลิเคชันที่บาร์โค้ดไม่สามารถดำเนินการได้

- เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสามารถใช้ร่วมกับระบบบาร์โค้ดและเครือข่ายไร้สาย
- องค์กรณ์นับพันแห่งในหลายอุตสาหกรรมใช้ประโยชน์ของอาร์เอฟไอดีเพื่อพัฒนาการตรวจสอบกระบวนการทำงาน ให้ความถูกต้องของข้อมูล ณ เวลาจริง ตลอดจนลดความต้องการด้านแรงงานด้วย ตามภาพที่ 2.5 แผนภูมิแสดงมูลค่าตลาดอาร์เอฟไอดี



ภาพที่ 2.5 มูลค่าตลาดอาร์เอฟไอดี ตั้งแต่ปี 2003-2008

(ข้อมูลจาก Venture Development Corporation สถิติของบริษัทไอบีเอ็มประเทศไทย จำกัด)

ที่มา: รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

2.1.4 คลื่นความถี่ที่ใช้อาร์เอฟไอดี

คลื่นความถี่ที่ใช้อาร์เอฟไอดี (RF Spectrum) วิทยากร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้ (2549) ได้กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบอาร์เอฟไอดีจะอยู่ในย่านความถี่พลเรือน ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานเชิงการแพทย์ วิทยาศาสตร์ และอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไปและสำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบอาร์เอฟไอดี อาจจะแบ่งออกได้เป็น 4 ย่านความถี่ใหญ่ ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz)
- ย่านความถี่สูง (High Frequency) 13.56/27.125 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency) 433/868/915 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency) 2.45/5.8 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz)

มาตรฐานคลื่นความถี่ที่จะใช้สำหรับอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีนั้น ปัจจุบันยังเป็นเรื่องค่อนข้างยากที่จะกำหนดให้เป็นมาตรฐานสากล เนื่องจากแต่ละประเทศเป็นเจ้าของคลื่นและเป็นผู้ควบคุมการใช้คลื่นความถี่เอง ดังนั้นมาตรฐานคลื่นความถี่จึงขึ้นอยู่แต่ละประเทศที่จะเป็นผู้พิจารณาจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการนำไปใช้งานประเภทต่าง ๆ

สำหรับประเทศไทยคลื่นความถี่ถูกควบคุมโดยสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ถ้าบุคคลทั่วไปใช้คลื่นความถี่มากกว่าข้อจำกัด (Power Limit) ที่ทาง กทช. ได้ตกลงไว้จะต้องมีเอกสารการขออนุญาตใช้งานคลื่นความถี่ที่มากกว่าข้อจำกัด โดยจะมีตารางแสดงข้อจำกัด (Power Limit) Unlicensed in Thailand ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อจำกัดของคลื่นความถี่ในประเทศไทย

Frequency of Operation	Power Limit
125-134 KHz	< 150 mW
13.56 MHz	< 5 mW
26.965-27.405 MHz	< 100 mW
920-925 MHz	< 0.5 W
2.45 GHz	< 100 mW

ที่มา: รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

เนื่องจากการที่ประเทศไทยกำหนดมาตรฐาน (Standardization) ออกมาใช้ภายในประเทศอย่างเป็นทางการนั้น ถ้าเข้าใจส่งผลให้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีภายในประเทศไทยมีการพัฒนาลำช้าตามไปด้วย นอกจากนี้ ถ้าเปรียบเทียบคลื่นความถี่ที่ใช้งานในแต่ละย่านความถี่ในด้านของระยะการอ่านสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4 ถึงตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.4 ระยะการอ่านที่ได้จากคลื่นความถี่ที่ใช้งาน

ความถี่	ระยะที่อ่านได้
125-134 กิโลเฮิร์ตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (10 เซนติเมตร)
13.56 เมกะเฮิร์ตซ์	น้อยกว่า 1.5 เมตร
860-960 เมกะเฮิร์ตซ์	ระยะ 2-5 เมตร (ป้ายแบบเพสซิฟแท็ก) ระยะ 1-100 เมตร (ป้ายแบบแอ็กทิฟ)
2.45 กิกะเฮิร์ตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (ป้ายแบบเพสซิฟ) ระยะ 1-15 เมตร (ป้ายแบบแอ็กทิฟ)

ที่มา: รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

ตารางที่ 2.5 ข้อพิจารณาย่านคลื่นความถี่อาร์เอฟไอดีของ Greg Leeming

ข้อพิจารณา	LF	HF	UHF	Microwave
คลื่นความถี่	125-134KHz	13.56MHz	866-915MHz	2.45-5.8GHz
ระยะอ่าน	10 เซนติเมตร	1 เมตร	2-7 เมตร	1 เมตร
ส่วนแบ่งการตลาด	74%	17%	6%	3%
ชนิดที่ใช้	Magnetic	Magnetic	Electro Magnetic	Electro Magnetic
มาตรฐานที่รองรับ	ISO 11784/85, 14223	ISO 18000-3.1, 15693, 14443 Type A/B/C	EPC C0,C1, C1G2, ISO 18000-6	ISO 18000-4

ที่มา : Greg Leeming, Intel Corporation, 2004

ตารางที่ 2.6 ข้อพิจารณาย่านคลื่นความถี่อาร์เอฟไอดีของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ข้อพิจารณา	LF	HF			UHF	Microwave
คลื่นความถี่	125-134 KHz	13.56 MHz	13.56 MHz	13.56 MHz	866-915 MHz	2.45-5.8 GHz
ระยะในการอ่าน	ถึง 1.2 ม	0.7-1.2 ม	ถึง 1.2 ม	ถึง 1.2 ม	ถึง 4 ม	ถึง 15 ม
ความเร็วในการอ่าน	ไม่เร็วมาก	น้อย	ปานกลาง	เร็วมาก	เร็ว	เร็วมาก
สภาวะที่ขึ้น	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	มีผลกระทบ	มีผลกระทบ
มาตรฐาน	ISO 11784/85, 14223	ISO 14443 A/B/C	ISO 18000-3.1, 15693	ISO 18000-3.2	EPC C0,C1, C1G2, 18000-6	ISO 18000-4

ที่มา: รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

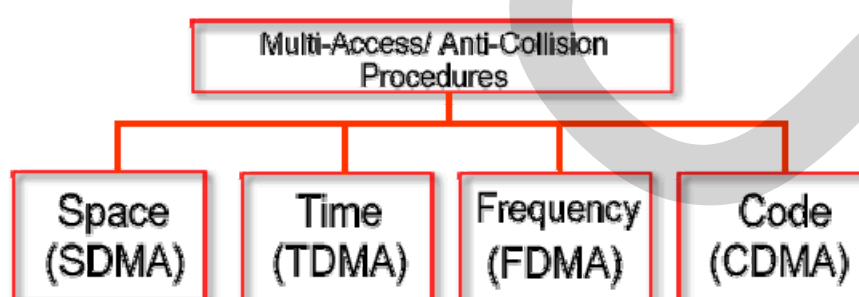
2.1.5 ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง

เอกสารงานวิจัยโครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาอาร์เอฟไอดี (RFID) สำหรับภาคอุตสาหกรรมและบริการ ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติและศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2549) ได้กล่าวถึง ระยะการรับส่งข้อมูลในระบบอาร์เอฟไอดีขึ้นอยู่กับปัจจัยของกำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล กำลังส่งของป้าย และสภาพแวดล้อม ส่วนการออกแบบสายอากาศของตัวอ่านข้อมูล จะเป็นตัวกำหนดลักษณะรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจากสายอากาศ ดังนั้นระยะการรับส่งข้อมูล อาจขึ้นกับมุมของการรับส่งระหว่างป้ายและตัวอ่านข้อมูลด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสำคัญ

ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยทั่วไปจะลดลงตามระยะทางโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง แต่ในบางสภาพแวดล้อมซึ่งอาจมีการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น โลหะ ก็อาจทำให้ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงอย่างรวดเร็วโดยอาจแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสี่ ปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่า “Multi-Path Attenuation” ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อให้ระยะการรับส่งข้อมูลสั้นลง หรือแม้กระทั่งความชื้นในอากาศก็อาจมีผลในกรณีที่ความถี่สูง ๆ ดังนั้นการนำระบบอาร์เอฟไอดี ไปใช้งานควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อม เพราะจะมีผลกระทบกับระยะการรับส่งข้อมูล และพยายามติดตั้งระบบให้ห่างไกลจากโลหะ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ และกำลังส่งของป้ายอาร์เอฟไอดีที่จะส่งกลับมายังตัวอ่านข้อมูลนั้น โดยทั่วไปจะมีกำลังต่ำเมื่อเทียบกับกำลังส่งของตัวอ่าน ดังนั้นความไวในการตรวจจับสัญญาณก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่ต้องพิจารณา (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549)

2.1.6 การป้องกันการชนกันของข้อมูล

วัชรกร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้ (2549) ได้กล่าวถึง การป้องกันการชนกันของข้อมูลไว้ว่า เมื่อมีป้ายหลาย ๆ อันเข้ามาอยู่ใกล้เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจนมีพลังเพียงพอ ป้ายแต่ละอันจะพยายามส่งข้อมูลของตัวเองมาที่เครื่องอ่านพร้อม ๆ กัน ทำให้เครื่องอ่านไม่สามารถแยกแยะข้อมูลที่ส่งมาได้ ซึ่งเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การชนกันของข้อมูล (Collision) วิธีการแก้ไขโดยการทำการเพิ่มฟังก์ชันป้องกันการชนกันบนป้ายและเครื่องอ่าน (Anti-Collision) ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การจัดคิวการอ่านป้ายโดยการแบ่งเป็นช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อป้ายทำการแล้วจะไม่มีมีการอ่านซ้ำอีก นอกจากวิธีการแบ่งเป็นช่วงเวลา TDMA: Time Division Multiple Access ก็ยังมีวิธีการอื่นๆ ได้แก่ SDMA: Space Division Multiple Access, FDMA, CDMA หรือเทคนิคขั้นสูงที่รวมวิธีการแบ่งคลื่นและเวลา FTDMA และการกระโดดความถี่ (Frequency Hopping) เป็นต้น และกล่าวสรุปการป้องกันการชนกันของข้อมูล ได้ตามภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การป้องกันการชนกันของข้อมูล

ที่มา: รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

2.1.7 มาตรฐานอาร์เอฟไอดี (RFID Standards)

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดมาตรฐานโลกของการใช้งาน เพื่อให้ผู้ผลิตหรือผู้ใช้งานสามารถบริหารจัดการการใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกระบวนการพัฒนามาตรฐานจำเป็นจะต้องเป็นที่ยอมรับและสามารถใช้งานได้ในทุกประเทศทั่วโลก และเครื่องอ่านทุกยี่ห้อสามารถทำงานได้ที่ความถี่ที่เข้ากันได้โดยการพัฒนามาตรฐานระหว่างประเทศ สำหรับการใช้งานอาร์เอฟไอดี มีหลายองค์กรหรือหลายกลุ่มได้พยายามพัฒนามาตรฐานระหว่างประเทศขึ้น อาทิเช่น

- มาตรฐาน ISO (<http://www.iso.org>)
- มาตรฐาน EPC (<http://www.epcglobalinc.org>)
- มาตรฐาน AIM Global (<http://www.aimglobal.org>)
- มาตรฐาน Global Data Synchronization Network (<http://www.uccnet.org>)
- มาตรฐาน Ubiquitous ID Center (<http://www.uidcenter.org>)

เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตได้พัฒนาระบบอาร์เอฟไอดีโดยมีมาตรฐานที่ใช้ในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับแท็กที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นกับความต้องการของตลาดเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามหลายองค์กรได้ตระหนักถึงปัญหาเรื่องมาตรฐานและได้เริ่มพัฒนามาตรฐานกลางขึ้นมาทั้งในยุโรปและอเมริกา (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2549) ทั้งนี้จะนำเสนอรายละเอียดคร่าวๆ ของแต่ละมาตรฐานซึ่งเป็นที่นิยมในการนำไปใช้งานเบื้องต้น โดยเน้นในส่วนของมาตรฐาน ISO และมาตรฐาน EPC (Electronics Product Code) โดยมาตรฐาน ISO นี้ครอบคลุมถึงมาตรฐานในประเทศอื่นๆ อีกด้วย เช่น มาตรฐาน DIN (เยอรมันนี) มาตรฐาน ANSI (สหรัฐอเมริกา) ซึ่งตัวอย่างมาตรฐานอาร์เอฟไอดี ได้แก่

2.1.7.1 มาตรฐาน International Organization for Standards :ISO

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549) ได้กล่าวถึง ISO หรือ International Organization for Standardization ไว้ว่าเป็นองค์กรระหว่างประเทศที่ว่าด้วยการมาตรฐาน ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2489 ตั้งอยู่ ณ กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เป็นองค์กรชำนาญพิเศษที่ไม่ใช่หน่วยงานรัฐบาล โดยเกิดจากการรวมตัวระหว่างองค์กรอุตสาหกรรมนานาชาติ มีพันธะสัญญาที่จะพัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยสมาชิก 110 ประเทศ แต่ละประเทศจะมีหน่วยงานทางด้านมาตรฐานหรือองค์กรมาตรฐานของประเทศนั้นๆ เป็นตัวแทน มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความร่วมมือ และการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เพื่อประโยชน์ทางการค้าระหว่างประเทศหรือเกิดระบบมาตรฐานของโลกที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไปในอนาคต

- มาตรฐานเทคโนโลยี: ISO/IEC 18000 มาตรฐานนี้กำหนดว่าด้วยเรื่องเทคโนโลยีเกี่ยวกับการใช้อาร์เอฟไอดีในการจัดการสิ่งของต่างๆ และการเชื่อมต่อผ่านทางคลื่นวิทยุ (RFID for Item Management - Air Interface) โดยมาตรฐานส่วนนี้ได้ถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

Part 1: ระบุตัวแปรสำคัญ ความหมายเพื่อใช้ในการกล่าวถึงในส่วนย่อยอื่นๆ ต่อไป

Part 2: ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ต่ำกว่า 135 kHz

Part 3: ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 13.56 MHz

Part 4: ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 2.45 GHz

Part 6: ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ระหว่าง 860-930 MHz

Part 7: ตัวแปรในการส่งข้อมูลของ RFID แบบแอ็กทีฟ (Active RFID) ด้วยคลื่นวิทยุความถี่ต่ำกว่า 433 MHz

- การใช้งานด้านระบุรหัสประจำตัวสัตว์ (Animal Identification) ส่วนนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ซึ่งระบุถึงการใช้ RFID ในการระบุรหัสประจำตัวสัตว์ คือ

- มาตรฐาน ISO/IEC 11784 – Code Structure มาตรฐานนี้ใช้ระบุโครงสร้างของข้อมูลในการระบุรหัสประจำตัวสัตว์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจำนวน 64 บิต (8 ไบต์) โดยจะระบุถึงประเทศ ชนิดของสัตว์ รหัสสัตว์ เป็นต้น

- มาตรฐาน ISO/IEC 11785 – Technical Concept มาตรฐานนี้ใช้ระบุวิธีการส่งข้อมูล (Transmission Method) ข้อมูลเชิงเทคนิคอื่นๆ ในการติดต่อระหว่างป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์กับเครื่องอ่าน โดยทั้งนี้ได้กำหนดคลื่นความถี่ในการรับ-ส่งข้อมูลคือ $134.2 \text{ kHz} \pm 1.8 \text{ kHz}$ และได้กำหนดวิธีการส่งไว้เป็น 2 ลักษณะ คือแบบ Full-Duplex ซึ่งใช้การส่งข้อมูลแบบ AM และแบบ Half-Duplex ซึ่งใช้การส่งข้อมูลแบบ FM

- มาตรฐาน ISO/IEC 14223 – Advance Transponder มาตรฐานนี้เป็นการปรับปรุงจากมาตรฐานเดิมเบื้องต้น (ISO11784/85) โดยสามารถทำให้ป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติในการทำงานที่ดีขึ้น ในแง่ของการจัดการข้อมูลในหน่วยความจำขนาดใหญ่ได้ดีมากยิ่งขึ้น

- การใช้งานด้านบัตรสมาร์ทการ์ดแบบไร้สัมผัส (Contactless Smartcard) การใช้งานอาร์เอฟไอดีเป็นบัตรสมาร์ทการ์ดแบบไร้สัมผัสนั้นปัจจุบันกำลังเป็นที่นิยมนำอย่างสูง เนื่องจากความสะดวกในการใช้ ทั้งนี้ได้มีการนำไปใช้ในหลายลักษณะ เช่น ตัวโดยสารอิเล็กทรอนิกส์ บัตรจ่ายเงินอิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ สำหรับมาตรฐานของ Contactless Smartcard นั้นที่ได้ความนิยม และ

ได้รับการรับรองจากมาตรฐาน ISO (International Organization for Standardization) โดยส่วนของมาตรฐาน High Frequency ความถี่ 13.56 MHz และ นัยวุฒิ (2549) ได้กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มีมาตรฐาน ISO Standard กำหนดไว้อย่างชัดเจน ได้แก่ มาตรฐาน ISO 14443, ISO 15693 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้กับอาร์เอฟไอดี ในแอปพลิเคชันต่างๆ โดยมาตรฐานทั้งสองใช้ความถี่พาหะที่ 13.56 MHz (± 7 kHz) ซึ่งความถี่ดังกล่าวอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial, Scientific, and Medical) ที่สามารถใช้ได้ทั่วโลก อย่างไรก็ตามขณะนี้แนวโน้มของประเทศต่างๆ ได้ให้ความสนใจกับมาตรฐานแบบ ISO/IEC 14443 มากกว่า

- มาตรฐาน ISO/IEC 14443 (Proximity Card) เป็นมาตรฐานในการใช้งานบัตรสมาร์ทการ์ดในระยะใกล้ คือสูงสุดประมาณ 10-15 เซนติเมตร ทั้งนี้ได้ระบุถึงความถี่ที่ใช้งานซึ่งมีค่า 13.56 MHz ลักษณะรูปแบบส่งข้อมูลของบัตร อัตราการส่งข้อมูล กำลังของเครื่องอ่าน การป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) ตลอดจนการเข้ารหัสเพื่อความปลอดภัยของข้อมูล โดยทั้งนี้มาตรฐาน ISO14443 ยังสามารถแบ่งย่อยออกได้อีก 3 แบบ คือ แบบ A, B และ C ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละส่วนก็จะมีรายละเอียดปลีกย่อยที่ต่างกัน ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเทคโนโลยี กล่าวคือ มาตรฐาน ISO 14443 Type A เป็นของบริษัท ฟิลิปส์ จำกัด สำหรับ Type B เป็นของบริษัท Generic และ Type C เป็นมาตรฐานทั่วไปของผู้ผลิตรายอื่นๆ ซึ่งมาตรฐาน ดังกล่าวทำให้มาตรฐานอาร์เอฟไอดี ISO 14443 ที่นำมาประยุกต์ใช้มีความปลอดภัยที่ดี สามารถนำมาใช้ในการดำเนินธุรกิจประเภท E-Purchasing ได้เป็นอย่างดี

- มาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A เป็นมาตรฐานปิดที่ถูกพัฒนาโดย Phillips ซึ่งเป็นผู้พัฒนารายแรกๆ ในโลกสำหรับ Contactless Smart Card มีผู้ใช้งานบัตรสมาร์ทการ์ดมาตรฐานนี้มากที่สุดในโลก

- มาตรฐานสำหรับงาน ISO 14443 ชนิด B เป็นมาตรฐานเปิดมีหลายบริษัทเป็นผู้ร่วมพัฒนา โดยมาตรฐานมีความใกล้เคียงกับมาตรฐาน ISO 14443A ต่างกันเฉพาะที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพเพิ่มเติมจากมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A เช่น ลักษณะการ Modulate สัญญาณซึ่งเป็นแบบ 10% ASK, BPSK (bit encoding) แต่ยังมีข้อด้อยในหลายๆ เรื่องเนื่องจากมาตรฐานในส่วนสำคัญๆ ถูกมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A บังคับอยู่ แต่ข้อดีก็คือมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด B เป็นมาตรฐานเปิดทำให้มีผู้ผลิตมากมายมีการแข่งขันด้านราคาและคุณภาพมากขึ้น

ดังนั้นสามารถเขียนตารางสรุปความแตกต่างของมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A และ ISO 14443 ชนิด B ได้ดังตารางที่ 2.7 และตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.7 การอ่านค่าตามมาตรฐาน ISO 14443 Reader (PCD) ถึงบัตร Card (PICC)

ข้อพิจารณา	มาตรฐาน ISO 14443A	มาตรฐาน ISO 14443B
การกล่าสัญญาณ	ASK 100% (Amplitude Shift Keying) Short/Middle Wave	ASK 10% การกล่าสัญญาณชนิดเปลี่ยน ขนาดของคลื่นนำ*
การแปลงสัญญาณ (Bit Coding)	Modified Miller Code	NRZ Code (Non Return to Zero Code)
การเข้ารหัส (Synchronization)	On Bit Level	1 Start & 1 Stop Bit per Byte
ความเร็วในการอ่าน	106 Kbits/วินาที	106 Kbits/วินาที

หมายเหตุ: * เมื่อบิตมีค่า 1 ขนาดของคลื่นนำสูงขึ้นกว่าปกติ เมื่อบิตมีค่า 0 ขนาดของคลื่นนำต่ำลงกว่าปกติ

ที่มา: RFID Handbook, เขียน โดย Klaus Finkenzeller

ตารางที่ 2.8 การอ่านค่ามาตรฐาน ISO 14443 Card (PICC) ถึงเครื่องอ่าน Reader (PCD)

ข้อพิจารณา	มาตรฐาน ISO 14443A	มาตรฐาน ISO 14443B
การกล่าสัญญาณ	Load – 847 kHz, ASK	Load – 847 kHz, BPSK การกล่าสัญญาณชนิดเปลี่ยน เฟสคลื่นนำ *
การแปลงสัญญาณ (Bit Coding)	Manchester	NRZ Code (Non Return to Zero Code)
การเข้ารหัส (Synchronization)	1 Bit “Frame”	1 Start & 1 Stop Bit per Byte
ความเร็วในการอ่าน	106 Kbits/วินาที	106 Kbits/วินาที

หมายเหตุ: * ทุกๆครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจาก 1 ไป 0 หรือ 0 ไป 1 จะเลื่อนเฟสของคลื่น ไป 180 องศา

ที่มา: RFID Handbook, เขียน โดย Klaus Finkenzeller

- มาตรฐาน ISO/IEC 15693 (Vicinity Card) เป็นมาตรฐานในการใช้งานบัตรสมาร์ทการ์ดในระยะที่ไกลได้ถึงประมาณ 1 เมตร โดยความถี่ที่ใช้งานมีค่า 13.56 MHz ลักษณะรูปแบบส่งข้อมูลของบัตร อัตราการส่งข้อมูล กำลังของเครื่องอ่าน การป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) ข้อแตกต่างของมาตรฐาน ISO15693 เมื่อเทียบกับมาตรฐาน ISO 14443 คือ มีอัตราการส่งข้อมูลและความปลอดภัยต่ำกว่า แต่มีระยะการใช้งานที่สูงกว่า โดยมาตรฐาน ISO 15693 นั้นเป็นมาตรฐานที่บังคับใช้กับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่มุ่งเน้นในส่วนของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีที่นำมาใช้งานด้าน Supply Chain และ Logistic

- มาตรฐาน ISO 15693 เป็นมาตรฐานที่ร่วมกันพัฒนาระหว่าง Phillips และ Texas Instrument สำหรับมาตรฐาน ISO 15693 นั้นมีจุดประสงค์ในการใช้งานเพื่อเป็นแผ่นป้ายบอกข้อมูล (RFID) มากกว่าจะเป็นสมาร์ทการ์ดแบบใช้งานทั่วไป ซึ่งจะมีลักษณะรูปร่างเป็น Label สามารถนำไปแปะบนกล่องสินค้า หรือตัวสินค้าต่างๆเพื่อใช้งานแทน บาร์โค้ด โดยสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ด้วยการโปรแกรมข้อมูลเข้าไปในตัวชิพใหม่ นอกจากนี้ตัวเครื่องอ่านยังสามารถอ่านข้อมูลจากชิพได้พร้อม ๆ กันหลายชิพ โดยใช้กรรมวิธีการแยกแยะข้อมูลจากชิพแต่ละตัวได้อย่างดี นอกจากนี้มาตรฐาน ISO 15693 ยังแตกย่อยเป็นมาตรฐานการใช้งานอีกหลายรูปแบบ เช่นเมื่อนำไปใช้งานในขบวนการสินค้าคงคลัง หรือแทนบาร์โค้ด ก็จะมีหน่วยงานมาตรฐาน EPC (Electronic Product Code) เป็นผู้กำหนดรายละเอียดปลีกย่อยลงไป เพื่อให้สามารถใช้แทนระบบบาร์โค้ดซึ่งถูกพัฒนาเป็นมาตรฐานมาก่อนหน้านี้โดยไม่มีปัญหาใดๆ ดังนั้นสามารถเขียนตารางสรุปมาตรฐาน ISO15693 ได้ดังตารางที่ 2.9 และตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.9 มาตรฐาน ISO 15693 Reader (PCD) ถึงบัตร Card (PICC)

ข้อพิจารณา	มาตรฐาน ISO 15693 : Value	มาตรฐาน ISO 15693 : Comment
การกล่าสัญญาณ	10% ASK, 100% ASK	Card Supports Both
Bit Coding การแปลงสัญญาณ	Long Distance: 1 of 256 Fast: 1 of 4	Card Supports Both
ความเร็วในการอ่าน	Long Distance: 1.65 kb/s Fast: 26.48 kb/s	-

ตารางที่ 2.10 มาตรฐาน ISO 15693 Card (PICC) ถึงเครื่องอ่าน Reader (PCD)

ข้อพิจารณา	มาตรฐาน ISO 15693 : Value	มาตรฐาน ISO 15693 : Comment
การกล่าสัญญาณ	Load Modulation with sub carrier	-
Bit Coding การแปลงสัญญาณ	Manchester, sub carrier is ASK (423 kHz) of FSK (423/485 kHz)	-
ความเร็วในการอ่าน	Long Distance: 6.62 kb/s Fast: 26.48 kb/s	แล้วแต่เครื่องอ่าน

ที่มา: RFID Handbook, เขียนโดย Klaus Finkenzeller

นอกจากมาตรฐานทั้งสองที่กล่าวมาแล้ว ส่วนของ Contactless Smartcard ยังมีมาตรฐาน ISO/IEC 10536 ซึ่งใช้ในการอ่านระยะใกล้ไม่เกิน 1 เซนติเมตร และความถี่ที่ประมาณ 4.9 MHz ซึ่งปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร ทั้งนี้ยังมีการกำหนดมาตรฐานสำหรับการทดสอบบัตรสมาร์ทการ์ดอีกด้วยซึ่งได้แก่ มาตรฐาน ISO/IEC 10373 ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบ เช่น การปรับค่าของขดลวดเหนี่ยวนำ การวัดค่าอัตราการ Modulation ของข้อมูลการทดสอบการ์ด มาตรฐาน

2.1.7.2 มาตรฐาน The Electronic Product Code (EPC Global)

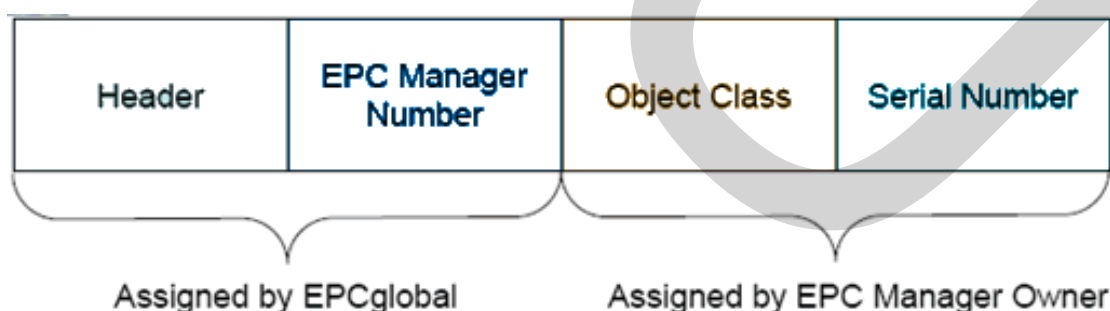
มาตรฐาน EPC Global ได้จัดตั้งเป็นองค์กรจากความร่วมมือระหว่าง The Uniform Code Council (UCC) และ EAN International เพื่อใช้ในทางการค้าทั่วโลกภายใต้สถาบันรหัสสากล โดยได้รับการสนับสนุนจากภาคอุตสาหกรรม ทำหน้าที่ในการกำหนดและพัฒนา มาตรฐานรหัสของสินค้าอิเล็กทรอนิกส์และโครงข่าย มาตรฐาน EPC นี้เป็นมาตรฐานเปิด (Open standard) พัฒนาขึ้นโดย the Auto-ID Centre ซึ่งได้รับทุนจากบริษัทขนาดใหญ่หลายบริษัทได้แก่ บริษัท Coca-Cola, Intel, Wal-Mart และ Philips Semiconductors เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการด้าน Logistic และ Supply Chain

สำหรับทางบริษัท ซึ่งคิดค้นการประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดี และฝ่ายวิจัยและพัฒนา ขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับอาร์เอฟไอดี เป็นผู้ที่จะระบุว่าอาร์เอฟไอดีนี้มีข้อจำกัดในการอ่าน ดังนั้น องค์กรที่ต้องการใช้อาร์เอฟไอดี จึงควรพิจารณาถึงข้อจำกัดและความสามารถในการอ่านป้ายของ อาร์เอฟไอดี ด้วยว่าเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของตนหรือไม่ นอกจากนี้องค์กร EPC Global ก็ยังเป็น

แกนนำในการกำหนดมาตรฐานสากลสำหรับการใช้อาร์เอฟไอดี ของทุกองค์กรทั่วโลก ส่วนกระบวนการผลิตแผ่นไมโครชิปอาร์เอฟไอดี และกระบวนการใช้แผ่นไมโครชิป ติดกับป้ายกำลังได้รับการพัฒนา ซึ่งช่วยให้ต้นทุนการใช้อาร์เอฟไอดีลดลงได้ในที่สุด

พิชญา วัชรโรทัย ผู้อำนวยการสถาบันรหัสสากล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2550) ได้กล่าวถึงมาตรฐาน EPC คือ เลขรหัสอิเล็กทรอนิกส์ เป็นโครงสร้างใหม่ในการกำหนดเลขรหัสให้กับสินค้าหรือวัตถุที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Auto-ID Center ซึ่งจะทำการกำหนดเลขรหัสเพื่อแบ่งชั้นแต่ละหน่วยย่อยมีความแตกต่างกัน ไม่ซ้ำกัน นับได้ว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าเลขรหัสบาร์โค้ดในระบบเดิม ซึ่งเลขรหัสสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นโครงสร้างเลขรหัสที่อยู่ในไมโครชิป หรือแท็ก (Tag) ที่จะใช้กับระบบ อาร์เอฟไอดี ซึ่งจะทำหน้าที่แทนแถบบาร์โค้ดบนตัวสินค้าหรือวัตถุ โดยอุปกรณ์เครื่องอ่าน (Reader) จะสามารถอ่านเลขรหัส EPC ซึ่งจะช่วยให้สามารถตรวจสอบการเคลื่อนที่ และกำหนดตำแหน่งของสินค้าหรือวัตถุนั้นได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการแบ่งข้อมูลในระบบ เพื่อนำมาบันทึกข้อมูล และประมวลผล ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยใช้ประโยชน์จากการอ่านข้อมูลครั้งละมาก ๆ ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการได้อย่างสมบูรณ์แบบ

พิชญา วัชรโรทัย ผู้อำนวยการสถาบันรหัสสากล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2550) ได้กล่าวเปรียบเทียบระบบการจัดการวัตถุในการเดินทางไว้ว่า การใช้งานบาร์โค้ด มีความถูกต้องในการทำงานอยู่ที่ 70 – 80% แต่สำหรับการใช้งานมาตรฐาน EPC/RFID จะมีความถูกต้องในการทำงานอยู่ที่ 98.6 – 99.3% และสำหรับโครงสร้างพื้นฐานเลขรหัสอิเล็กทรอนิกส์ EPC แบ่งย่อยแบบ Class ซึ่งจะเขียนอธิบายได้ตามภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างพื้นฐานเลขรหัสอิเล็กทรอนิกส์มาตรฐาน EPC

ที่มา: สถาบันรหัสสากล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เขียนโดย พิชญา วัชรโรทัย

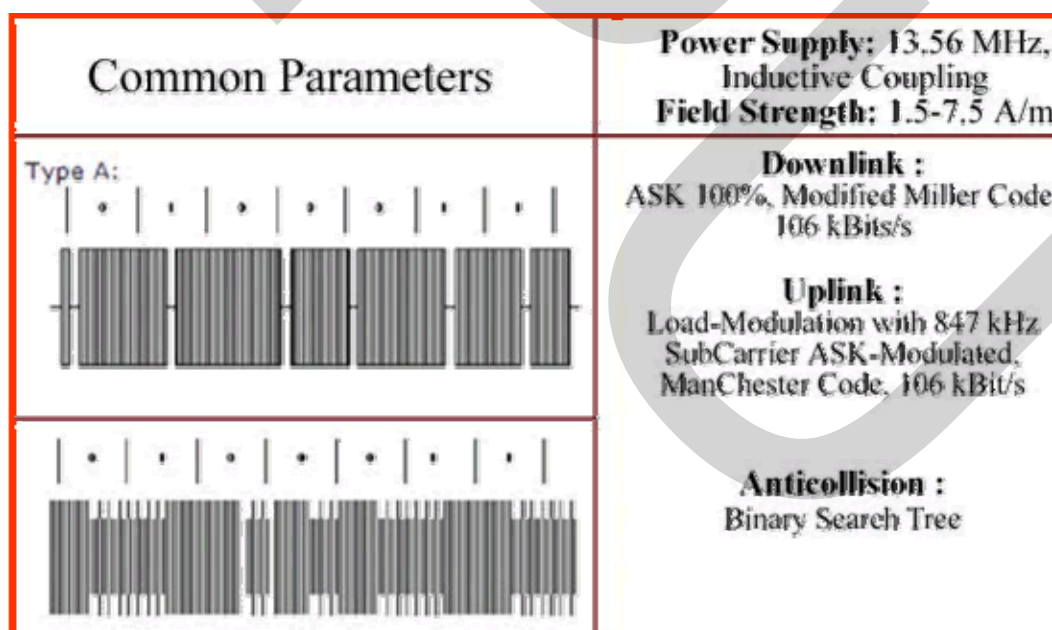
2.2 สถาปัตยกรรมมาตรฐาน ISO 14443 Type A และ ISO 18000-6 Type B

สถาปัตยกรรมมาตรฐาน ISO 14443 Type A และ ISO 18000-6 Type B มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 สถาปัตยกรรมมาตรฐาน ISO 14443 Type A

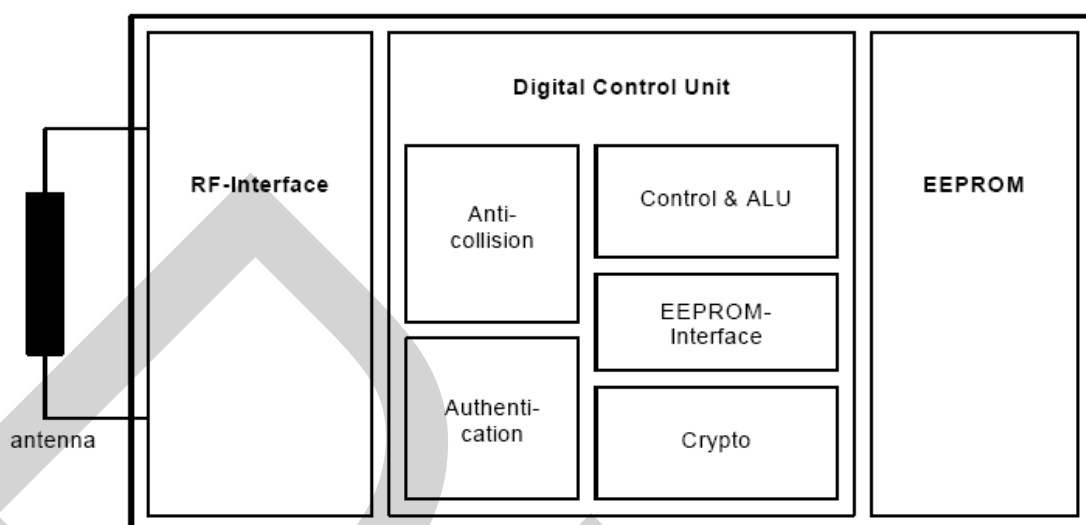
ภาพที่ 2.8 และภาพที่ 2.9 แสดงรายละเอียดของมาตรฐาน ISO 14443 Type A ได้แก่

- การรับส่งข้อมูลและพลังงานไฟฟ้าระหว่างเครื่องอ่าน/เขียน กับบัตรสมาร์ทการ์ดเป็นแบบไร้สัมผัส (Contactless) นอกจากนี้ระยะห่างระหว่างเครื่องอ่าน/เขียน กับบัตรสมาร์ทการ์ดถึง 10 เซนติเมตร (ขึ้นอยู่กับสายอากาศ)
- ส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่องอ่าน/เขียนกับบัตรสมาร์ทการ์ดด้วยความเร็ว 106 Kbit/วินาที ภายใต้อัตราความถี่วิทยุ (Radio Frequency) 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์
- ความถูกต้องของการรับส่งข้อมูลสูงด้วยเทคนิคการทำ 16 bit CRC, parity, Bit Coding และ Bit Counting
- มีระบบการป้องกันข้อมูล (True anti-collision)
- เวลาในการอ่าน/เขียนข้อมูลกับบัตรสมาร์ทการ์ดน้อยกว่า 100 มิลลิวินาที



ภาพที่ 2.8 มาตรฐานแท็ก ISO 14443A สำหรับงานบัตรสมาร์ทการ์ดแบบไร้สัมผัส

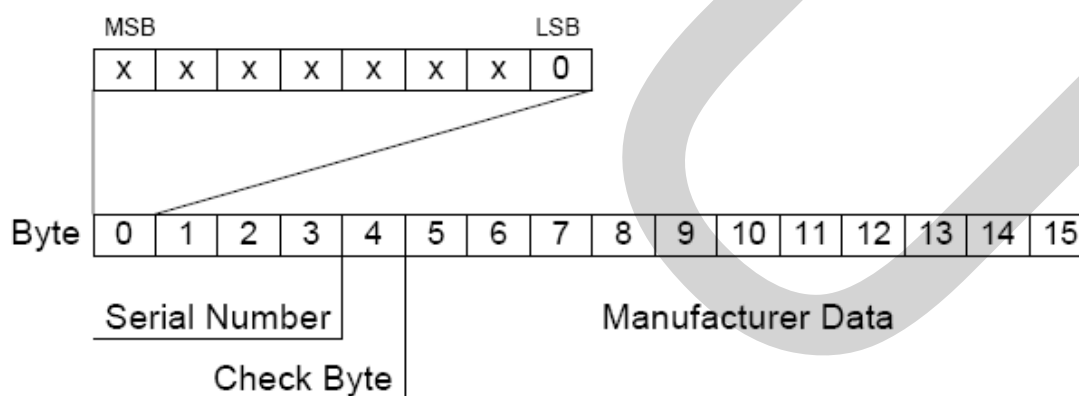
ที่มา: RFID Handbook, เขียนโดย Klaus Finkenzeller



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของ PVC Cards แท็ก ISO 14443 ชนิด A รูปแบบ Mifare Classic 1K

ที่มา: บริษัท Philips Semiconductors, เอกสาร MF1 IC S50 (2544)

ตัวอย่างมาตรฐาน Tag ISO 14443 Type A โครงสร้างหน่วยความจำเริ่มต้น BLOCK 0 หน่วยความจำของผู้ผลิต SECTOR 0 - Mifare Classic 1K (มาตรฐาน ISO 14443 Type A) PVC Cards: MF1 IC S50 มีโครงสร้างตามภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ส่วนของ BLOCK-0 และ SECTOR-0 ของแท็กมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A

ที่มา: เอกสาร MF1 IC S50 เขียนโดยบริษัท Philips Semiconductors (2544)

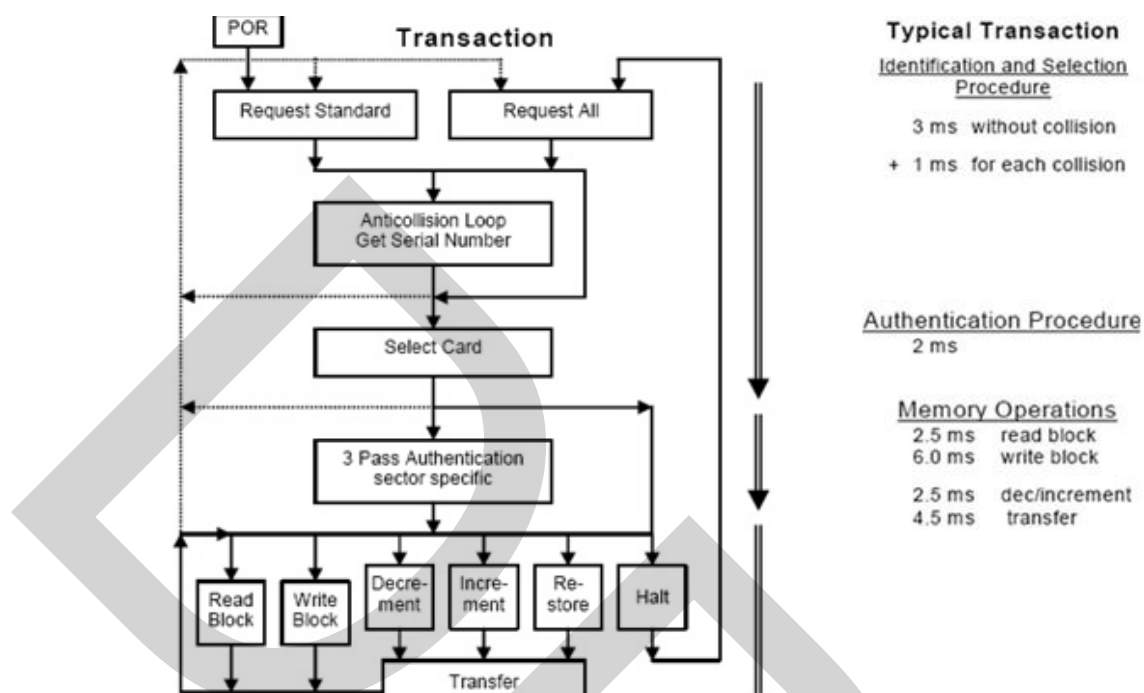
ตัวอย่างมาตรฐาน Tags ISO 14443 Type A การจัดการหน่วยความจำ Mifare Classic 1K (มาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A) : รูปแบบ MF1 IC S50 โครงสร้างตามภาพที่ 2.11

Sector	Block	Byte Number within a Block																Description
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
15	3	Key A				Access Bits				Key B								Sector Trailer 15
	2																	Data
	1																	Data
	0																	Data
14	3	Key A				Access Bits				Key B								Sector Trailer 14
	2																	Data
	1																	Data
	0																	Data
:	:																	
:	:																	
:	:																	
1	3	Key A				Access Bits				Key B								Sector Trailer 1
	2																	Data
	1																	Data
	0																	Data
0	3	Key A				Access Bits				Key B								Sector Trailer 0
	2																	Data
	1																	Data
	0																	Manufacturer Block

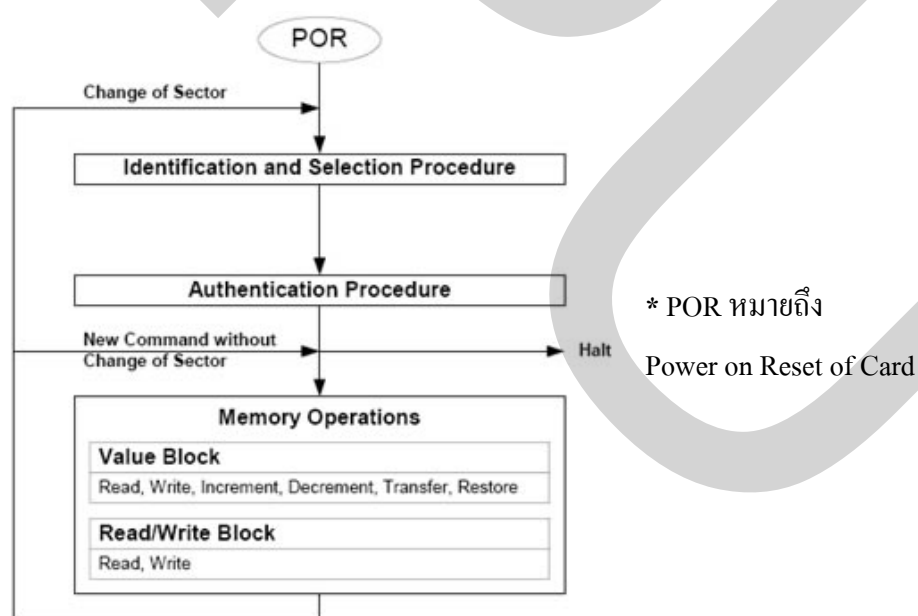
ภาพที่ 2.11 การจัดการหน่วยความจำตามโครงสร้างของแท็กมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A

ที่มา: เอกสาร MF1 IC S50 เขียนโดยบริษัท Philips Semiconductors (2544)

ตัวอย่างมาตรฐาน Tag ISO 14443 Type A สถาปัตยกรรม Three pass authentication และการประมวลผลหน่วยความจำรูปแบบ Mifare Classic 1K มาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A: รูปแบบ MF1 IC S50 มีโครงสร้างตามภาพที่ 2.12 และภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.12 โครงสร้าง Mifare (ISO 14443 ชนิด A) สถาปัตยกรรม Three Pass Authentication

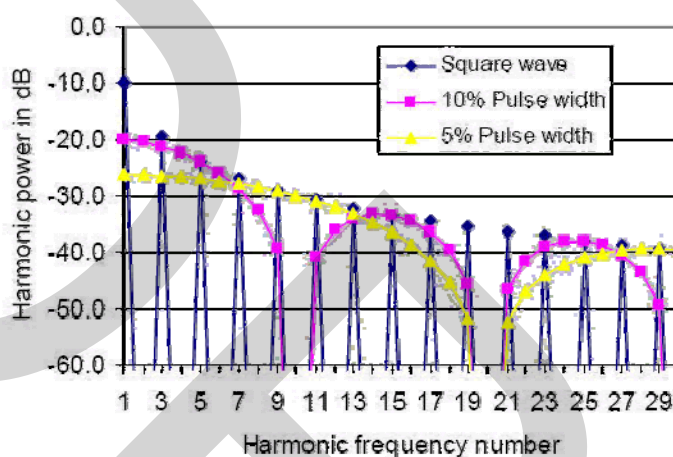


ภาพที่ 2.13 โครงสร้าง Mifare (ISO 14443 ชนิด A) การประมวลผลหน่วยความจำ

ที่มา: เอกสาร MF1 IC S50 เขียนโดยบริษัท Philips Semiconductors (2544)

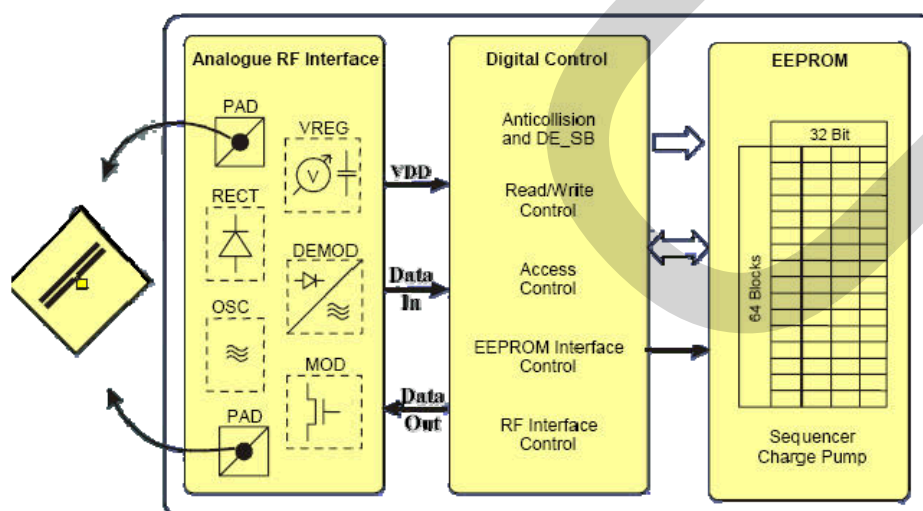
2.2.2 สถาปัตยกรรมมาตรฐาน ISO 18000-6 Type B

มาตรฐานเทคโนโลยี ISO/IEC 18000 Part 6 Type B: ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ระหว่าง 860-930 MHz โดยสามารถศึกษาได้จากตัวอย่างของ Temporal Bandwidth Mitigation และ Tag IC Block Diagram มาตรฐานเทคโนโลยี: ISO/IEC 18000 Part 6 Type B มีโครงสร้างตามภาพที่ 2.14 และภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.14 Temporal Bandwidth Mitigation (มาตรฐาน ISO/IEC 18000-6 ชนิด B)

ที่มา: The International Organization for Standardization (www.iso.org)



ภาพที่ 2.15 Tag IC Block Diagram (มาตรฐาน ISO/IEC 18000-6 ชนิด B)

ที่มา: The International Organization for Standardization (www.iso.org)

ตัวอย่าง Tag Memory Map, UID (Unique Identifier) Format และ Tag Serial Number
มาตรฐานเทคโนโลยี: ISO/IEC 18000 Part 6 Type B ได้ดังตารางที่ 2.11 ถึงตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.11 Tag Memory Map (มาตรฐานเทคโนโลยี ISO/IEC 18000 Part 6 Type B)

Bytes	Field Name	Written	Locked
0-7	Tag ID	Manufacturing	Manufacturing
8,9	Tag Manufacturer	Manufacturing	Manufacturing
10,11	Tag Hardware Type	Manufacturing	Manufacturing
12-17	Tag Memory Layout	Manufacturing or Application	As Required by Application
18 and above	User Data*	Application	As Required

ที่มา: The International Organization for Standardization (www.iso.org)

ตารางที่ 2.12 UID Format (มาตรฐานเทคโนโลยี ISO/IEC 18000 Part 6 Type B)

MSB							LSB
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
M L	M L	M L	M L	M L	M L	M L	M L
‘E0’ 8 bits	IC Mfg code acc. ISO/IEC 7816-6 8 bits	Chip Manufacturer Assigned 48 bits (Defined and managed by the chip manufacturer)					

หมายเหตุ: * MSB (Most Significant bit), LSB (Least Significant bit),

ที่มา: The International Organization for Standardization (www.iso.org)

ตารางที่ 2.13 Tag Serial Number (มาตรฐานเทคโนโลยี ISO/IEC 18000 Part 6 Type B)

MSB							LSB	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	
M	M	M	M L	M	M	M L	M L	
L	L	L		L	L			
000	Chip Manufacturer Assigned					Manufacturer	FAB	Ck
Zero	47 bits					ID 8 bits	4	2
3 bits							bits	bits
	MSB					LSB	As IC	

หมายเหตุ : * FAB 's allocated by resulting number 's unique, Ck represents the truncated sum of the bits set to '1' of the 62 bits (checksum)

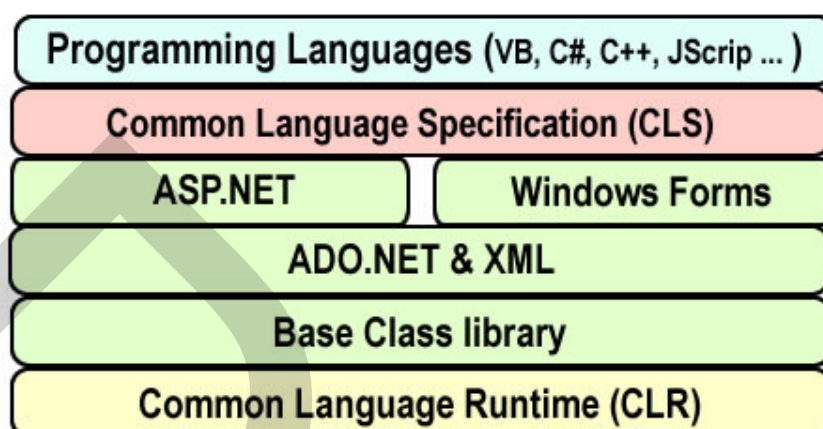
ที่มา : The International Organization for Standardization (www.iso.org)

2.3 ไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก

บริษัทไมโครซอฟท์ (2548) ได้กล่าวถึง ไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก (Microsoft.NET Framework) ไว้ว่า คือ กรอบการทำงานของกรเขียนโปรแกรมที่บริษัทไมโครซอฟท์คิดขึ้นมาเพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน (Exchange Data) หรือ แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแพลตฟอร์ม (Platform) ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยอาศัยภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแพลตฟอร์ม ไฟล์ของข้อมูลไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถถูกใช้ จากภาษาใด ๆ ก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นภาษา C#, C++, Visual Basic, Jscript, Delphi และอื่นๆ เพื่อให้สิ่งเหล่านี้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพเหล่านี้ขึ้นมาในรูปของ Version เฉพาะสำหรับไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก ได้แก่ ภาษา Managed C++, Visual Basic.Net, Jscript .Net, Borland C#, Delphi8

2.3.1 โครงสร้างภายในของไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก

โครงสร้างภายในของไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชั้นหลัก ดังแสดงในภาพที่ 2.16 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.16 โครงสร้างภายในของไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก

ที่มา: Microsoft Corporation (www.Microsoft.com)

- ภาษาโปรแกรม (Programming Languages) เนื่องจากไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กสามารถถูกใช้จากภาษาใด ๆ ก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นภาษา C#, C++, Visual Basic, Jscript, Delphi และอื่น ๆ ดังนั้นจะต้องเลือกตัวคอมไพเลอร์ ที่เหมาะสมกับภาษานั้นๆ เช่น ถ้าเขียนด้วยภาษาซีชาร์ป (C# Programming Language) ก็ต้องใช้ตัวแปลซีชาร์ป (C# Compiler)
- ภาษามาตรฐานของไมโครซอฟท์ (MSIL: Microsoft Intermediate Language) หรือเรียกสั้นๆ ว่า IL เป็นภาษามาตรฐานของไมโครซอฟท์ (CLS: Common Language Specification) เพราะฉะนั้นไม่ว่าโค้ดจะถูกเขียนด้วยภาษาใดก็ตาม ในขั้นนี้จะถูกแปลให้เป็นภาษาเดียวกันหมดนั่นคือ ภาษา IL ซึ่งภาษา IL: Intermediate Language จะถูกเก็บไว้ในไฟล์นามสกุล *.exe ทำให้ไม่สามารถทำงานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกๆ ไปที่ปราศจากไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กได้ เพราะไม่มีระบบปฏิบัติการใดอ่านภาษา Intermediate Language ได้
- คลาสไลบรารีพื้นฐาน (Base Class library) เป็นคลาสไลบรารีพื้นฐานที่โปรแกรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเขียนด้วยภาษาใดบนไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก ก็สามารถใช้ร่วมกันได้ ซึ่งในขั้นนี้จะมีการรวบรวมเอาวัตถุและคอนโทรลที่อ้างอิงถึงหรือเรียกใช้ มาตรวจสอบว่าเรียกใช้ถูกต้องตามคุณลักษณะของวัตถุหรือคอนโทรลนั้นๆ หรือไม่ถูกตรวจสอบแล้วถูกต้องก็จะส่งผ่าน ซึ่งวัตถุและคอนโทรลที่ไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กได้เตรียมไว้ นั้นแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลักๆ คือ

○ เว็บบริการ (Web Service) รวบรวมวัตถุและคอนโทรลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสร้างฟังก์ชัน (Function) หรือซับ (Subroutine) เพื่อให้บริการบนอินเทอร์เน็ตหรือที่เรียกว่าเว็บเซอร์วิส เป็นเว็บบริการช่วยให้สามารถเรียกใช้ฟังก์ชันในอินเทอร์เน็ตที่มีผู้เขียนไว้แล้วได้

○ เว็บสำหรับการแสดงผลบนอินเทอร์เน็ต (Web Forms) รวบรวมวัตถุและคอนโทรลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีภาษาเอเอสพีคอตเน็ต (ASP.NET)

○ หน้าต่างสำหรับการแสดงผลบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows Forms) รวบรวมวัตถุและคอนโทรลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Window System) ซึ่งส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมทั่วไปบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

○ การจัดการกับฐานข้อมูล (Database Class) รวบรวมวัตถุและคอนโทรลที่ใช้ติดต่อและจัดการกับฐานข้อมูลรวมถึงข้อมูลแบบภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) ด้วย

○ การทำงานขั้นพื้นฐาน (Base Class) ส่วนนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานขั้นพื้นฐานต่างๆ เช่น เรื่องของอินพุตเอาต์พุต

- เวอร์ชวลแมชีนสำหรับอ่านภาษา (CLR: Common Language Runtime) คือ เวอร์ชวลแมชีนสำหรับอ่านภาษาไอล (IL: Intermediate Language) เป็นตัวกลางระหว่างไฟล์ .exe กับระบบปฏิบัติการ กล่าวคือไฟล์นามสกุล *.EXE ที่เป็นภาษาไอล นั้นต้องอาศัย CLR ของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก ช่วยในการแปลภาษาไอลเป็นภาษาเครื่องที่ระบบปฏิบัติการเข้าใจและปฏิบัติตามได้ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของคอตเน็ตเฟรมเวิร์ก และพัฒนาตามมาตรฐานเปิด Common Language Infrastructure ที่ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาขึ้นมา ซึ่งอธิบายถึงสภาพแวดล้อมสำหรับโค้ดที่ทำงานบน CLR โดยจะรันจากไบต์โค้ดที่เรียกว่า MSIL: Microsoft Intermediate Language ซึ่งพัฒนาตามมาตรฐาน CIL ซึ่งผู้พัฒนาใช้ CLR ด้วยการเขียนโค้ดด้วยภาษาระดับสูงอย่าง ภาษาซีชาร์ป (C#) หรือภาษาวิซวลเบสิกคอตเน็ต โดยช่วงเวลาคอมไพล์ จะทำการแปลงโค้ดดังกล่าวไปเป็นโค้ด MSIL และเวลาที่รันโค้ด CLR's just-in-Time Compiler จะทำการแปลงโค้ดไปเป็นภาษาเครื่องสำหรับระบบปฏิบัติการเพื่อให้ทำงานได้ หรือหากต้องการโค้ดก็สามารถคอมไพล์ไปยังเป็นภาษาเครื่องก่อนที่จะรัน ก็ทำได้เช่นกัน ซึ่งในกรณีนี้จะทำให้การรันโค้ดค่อนข้างเร็วขึ้น เพราะไม่เสียเวลาแปลงโค้ดไปยังภาษาเครื่อง

2.3.2 ข้อดีของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก

ข้อดีของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก (Microsoft.NET Framework) ได้แก่

- ไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์กใช้ในการพัฒนาได้ทุกภาษาทำให้ไม่ต้องคอยมาศึกษาภาษาใหม่ ๆ เมื่อต้องการสร้างโปรแกรมในแต่ละครั้ง นอกจากนั้นยังสามารถเลือกใช้ภาษาที่ถนัดที่สุดในการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ได้ด้วย และสำหรับการพัฒนาบน Pocket Mobile จะเรียกว่าระบบ Microsoft .Net Compact Framework

- ไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์กเป็นระบบที่มีไลบรารีที่เป็นมาตรฐานเดียวกันเนื่องจากมีไลบรารีที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งหมดทำให้ไม่ต้องกังวลว่าภาษาที่ใช้เขียนนั้นมีไลบรารีตัวนั้นตัวนี้หรือไม่ รวมทั้งไม่ต้องคอยกังวลว่าถ้าใช้ไลบรารีของภาษาหนึ่งแล้วอีกภาษาหนึ่งจะไม่มีไลบรารีตัวนั้น สามารถนำเอาโค้ดภาษาหนึ่งที่ผ่านมาการคอมไพล์ เป็น IL: Intermediate Language แล้วไปใช้งานหรือพัฒนาต่อยอดในอีกภาษาหนึ่งได้

- ไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก ส่วนของ CLR: Common Language Runtime ทำงานได้เร็วกว่า JVM (Java Virtual Machine) เนื่องจาก CLR จะแปลภาษา IL ที่อยู่ในไฟล์ *.exe ไปเป็นภาษาเครื่องแล้วค่อยทำงาน (Compile) ในขณะที่ JVM จะแปล Byte code ในไฟล์ *.class ไปเป็นภาษาเครื่องด้วยวิธีแปลไปทำงานไป (Interpreter) นอกจากนี้ CLR ยังฉลาดพอที่จะไม่คอมไพล์ทีเดียวทั้งหมด แต่จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า JIT: Just In Time เพื่อคอมไพล์ IL เฉพาะส่วนที่จำเป็นต้องใช้งาน หลังจากนั้นเมื่อต้องใช้ส่วนใดเพิ่มเติมก็ค่อยคอมไพล์เฉพาะส่วนนั้น และจะไม่คอมไพล์ ส่วนที่เคยถูกคอมไพล์ไปแล้ว เช่น ภาษาซีชาร์ป (C#) ที่มีไวยากรณ์ และโครงสร้างของภาษาคัดลอกกับภาษาจาวา (Java) มากทำให้ผู้ที่เขียนจาวาสามารถเปลี่ยนมาใช้สภาพแวดล้อมของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์กได้ทันที

2.3.3 กลุ่มภาษาของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก

กลุ่มภาษาของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก (Microsoft .NET Framework) ได้แก่

2.3.3.1 ภาษาวิชวลเบสิกคอตเน็ต (VB.NET หรือ Visual Basic.NET)

ภาษาวิชวลเบสิกคอตเน็ต คือ ภาษาโปรแกรมที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อให้ทำงานภายใต้ไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก โดยภาษาวิชวลเบสิกคอตเน็ตได้รับการพัฒนามาจากภาษาวิชวลเบสิก ที่มีความนิยมมากจากภาษาเบสิก ซึ่งในอดีตภาษาวิชวลเบสิกมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการหน่วยความจำเมื่อใช้งานเชิงวัตถุ ดังนั้นภาษาวิชวลเบสิกคอตเน็ตจึงถูกสร้างให้เป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ (OOP: Object Oriented Programming) จากการที่อยู่ภายใต้แนวคิดของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก ทำให้ภาษาเขียนโปรแกรมต่างๆ ที่รองรับไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก สามารถใช้ความสามารถร่วมกันได้โดยการแชร์ไลบรารีซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ภาษาภาษาวิชวลเบสิกคอตเน็ตยังเป็นภาษาที่สามารถสร้างเว็บเพจด้วยภาษาภาษาแอสพีคอตเน็ต

2.3.3.2 ภาษาวิชวลซีชาร์ปคอตเน็ต (VC#.NET หรือ Visual C#.NET)

ภาษาวิชวลซีชาร์ปคอตเน็ต โดยมี Anders Hejlsberg เป็นหัวหน้าทีมพัฒนา ซึ่งต้นแบบมาจากภาษาซีบวกบวกและจาวา โดยเป็นภาษาที่ใช้รูปแบบ OOP ซึ่งภาษาที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการทำงานเฉพาะตัวที่จะคอมไพล์โค้ดเป็น MSIL โค้ดกลางที่จะต้องไปคอมไพล์กับไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก ด้วยลักษณะคำสั่ง คือ ชื่อของชนิดตัวแปรต่าง ๆ จะคล้ายกับภาษาซีบวกบวก แต่รูปแบบไวยากรณ์จะคล้ายกับภาษาจาวา และรูปแบบของภาษาซีชาร์ปจะมีการมองทุกอย่างเป็นวัตถุและสืบทอดต่อกันด้วยการสร้างคลาส ซึ่งก็คือคลาสทุกคลาสที่ถูกสร้างมาจะถือว่าเป็นวัตถุ และเมื่อนำคลาสไปให้คลาสอื่นสืบทอด คลาสที่ได้รับการสืบทอดก็จะสืบทอดความเป็นวัตถุด้วย สำหรับจุดเด่นของภาษาวิชวลซีชาร์ปคอตเน็ต คือ ทำงานได้รวดเร็วและพัฒนาได้ง่ายยังสามารถเรียกใช้ไลบรารีจากภาษาอื่นได้ ความสามารถต่าง ๆ สนับสนุนการใช้งานร่วมกับ (COM: Component Object Model) และ Windows API สร้างโปรแกรมที่มีความน่าเชื่อถือ มีระบบความปลอดภัยสำหรับการรัน โปรแกรม นอกจากนี้ยังสามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ รวมทั้งยังทำงานกับข้อมูลของระบบเก่า สนับสนุนการทำงานกับ COM+ 1.0 และเซิร์ฟเวอร์ไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก สนับสนุนภาษา XML เพื่อการทำงานกับเว็บ ช่วยให้การควบคุมดูแลโปรแกรมและการส่งมอบโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น

2.3.3.3 ภาษาวิชวลซีบวกบวกคอตเน็ต (Visual C++.NET)

ภาษาวิชวลซีบวกบวกคอตเน็ตนั้น ยุทธนา ธิลาศวัฒนกุล (2549) กล่าวไว้ว่า สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชันได้ทุกรูปแบบ ตั้งแต่โปรแกรมที่ทำงานบนระบบวินโดวส์ รวมไปถึงโปรแกรมที่ทำงานภายใต้แนวคิดของไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก โดยยึดแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโปรแกรมแบบดั้งเดิมที่เรียกว่า Native Code หรือ Unmanaged Code ข้อดีที่เห็นได้ชัดจากการพัฒนาโปรแกรม คือ จะได้โปรแกรมที่มีขนาดเล็ก ทำงานได้อิสระและรวดเร็ว เมื่อทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ DOS หรือ Windows โดยเครื่องมือของภาษาวิชวลซีบวกบวกคอตเน็ตแต่ละ โมดูล (Module) จะมีองค์ประกอบย่อยที่เรียกว่า คอมโพเนนต์ คือ คลาสภาษาและรูปแบบไลบรารี โมดูลจะเป็นแกนหลักของระบบงาน ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการสร้างแอปพลิเคชันและส่วน MFC: Microsoft Function Classes ซึ่งมีคอมโพเนนต์สนับสนุนการพัฒนาคอมโพเนนต์แอปพลิเคชันหรือเซิร์ฟเวอร์ ที่ประกอบด้วยไลบรารี และ ATL: Active Template Library, MFC คอมโพเนนต์นี้จะทำหน้าที่ติดตั้งซอร์สโค้ด ANSI และ Unicode สำหรับไลบรารีต่าง ๆ โดยไลบรารี ภาษาวิชวลซีบวกบวกคอตเน็ต Runtime โมดูลจะทำหน้าที่เก็บฟังก์ชันมาตรฐานของ ANSI C และคอมโพเนนต์ที่ใช้สำหรับติดตั้ง และวิชวลซีบวกบวกคอตเน็ต CRT คอมโพเนนต์ใช้สำหรับติดตั้งซอร์สโค้ดไลบรารี นอกจากนี้เครื่องมือภาษาวิชวลซีบวกบวก

คอตเน็ตโมดูล มีเพื่อใช้ในการตรวจสอบ วิเคราะห์หาข้อผิดพลาด รวมไปถึงการดูข้อมูลต่างๆ เป็นต้น ซึ่งโมดูลนี้ประกอบด้วยคอมโพเนนต์ย่อย ได้แก่ ActiveX Control Test Container Tool คอมโพเนนต์นี้ใช้เพื่อทดสอบ ActiveX Control, Error Lookup Tool คอมโพเนนต์นี้เป็นเครื่องมือค้นหาข้อผิดพลาด, MFC Trace Utility คอมโพเนนต์นี้ใช้ติดตามไฟล์ AFX.INI เพื่อหาข้อความที่จะถูกส่งจากการแก้ไขไปยังหน้าผลลัพธ์, Spy++ คอมโพเนนต์นี้ใช้ตรวจสอบข้อความ, SQL Debug Tool คอมโพเนนต์นี้ใช้แก้ข้อผิดพลาดใน SQL Server, Web Debug Tool คอมโพเนนต์นี้ใช้แก้ข้อผิดพลาดในเว็บเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนท์ เป็นต้น

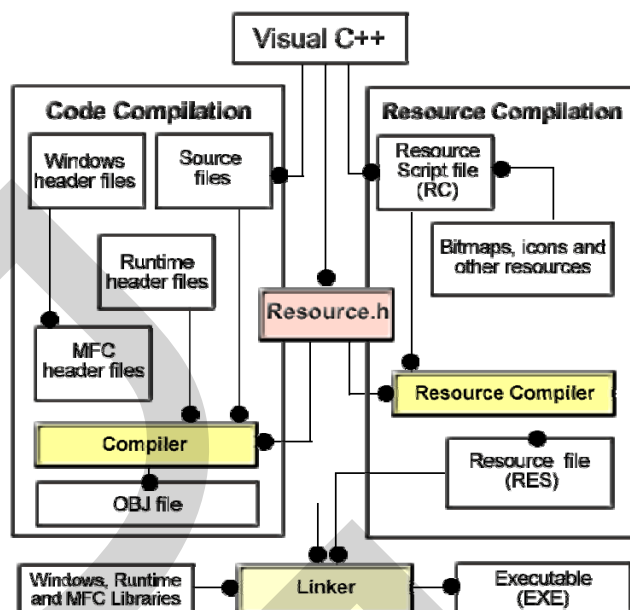
- กระบวนการทำงานของการรันโปรแกรมภาษาวิซวลชีวกบวคอตเน็ต
กระบวนการทำงานของการรันโปรแกรม หรือ คอมไพล์โปรแกรม แสดงได้ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 การรันโปรแกรมภาษาวิซวลชีวกบวคอตเน็ต (Visual C++.NET)

อินพุต	ไฟล์อิมพลิเมนต์ชั้นต่างๆ	ไฟล์เฮดเดอร์ต่างๆ
คอมไพล์	Preprocessor	คอมไพล์
	ไฟล์ออบเจกต์ (First Dialog)	ไฟล์ออบเจกต์อื่นๆ
	Linker	
เอาต์พุต	ไฟล์ EXE	ไลบรารีอื่นๆ Mfc70d.dll และ svcrtd.dll
เรียกใช้งาน	เรียกใช้งานคลิก Debug > Start without Debugging	

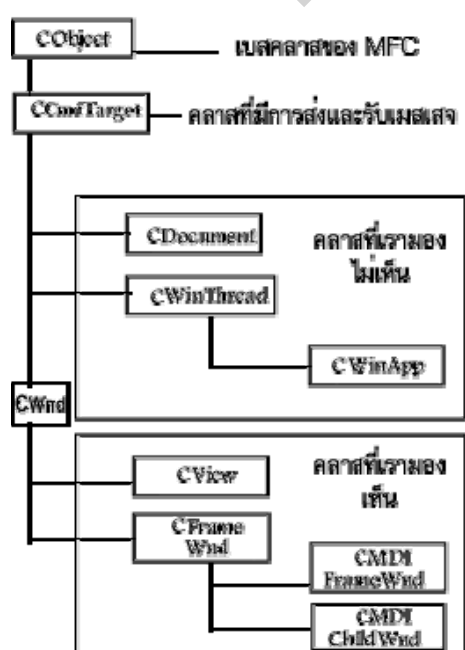
ที่มา: หนังสือคู่มือ Visual C++.NET ฉบับสมบูรณ์, เขียนโดยยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล (2549)

- สถาปัตยกรรมของ MFC (Microsoft Function Classes) ของภาษาวิซวลชีวกบวคอตเน็ต โดย ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล (2549) ได้กล่าวไว้ว่า คลาส MFC แบบเชิงวัตถุ เป็นชุดคำสั่งคลาสที่สร้างขึ้นของภาษาวิซวลชีวกบวคอตเน็ต เพื่อตัดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์แบบเก่าออกไป โดยมีแนวทางการพัฒนาให้ใช้งานในรูปแบบเดียวกับชุดคำสั่งอื่นๆ ที่พัฒนาด้วยระบบของบริษัทไมโครซอฟต์ มีผลให้นำมาพัฒนา GUI: Graphic User Interface แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ได้อย่างง่ายและรวดเร็วและสามารถดูกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันและสถาปัตยกรรมคลาสของ MFC ได้ตามภาพที่ 2.17 และภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.17 กระบวนการสร้างแอปพลิเคชันด้วย Visual C++ MFC

ที่มา: หนังสือ Visual C++.NET เขียนโดย George Shepherd and David Kruglinski



คลาส CObject = Base Class คลาสหลัก

- สนับสนุนการวิเคราะห์ทั่วไป
- สนับสนุน Run Time
- สนับสนุน Serialization

คลาส CCmdTarget สืบทอดจาก CObject มีหน้าที่รับผิดชอบเส้นทางของระบบ และอีเอนต์ของวินโดวส์เพื่อไปยังวัตถุต่างๆ

คลาส CWnd สืบทอดจาก CCmdTarget เป็นวัตถุกราฟิก GUI (Graphic User Interface) ที่เป็นพื้นฐานที่สุดใน MFC

ภาพที่ 2.18 สถาปัตยกรรมคลาสของ MFC (Microsoft Function Classes)

ที่มา: หนังสือคู่มือ Visual C++.NET ฉบับสมบูรณ์, เขียนโดยยุทธนา ลีลาวัฒน์กุล (2549)

คลาส CDocument สืบทอดจาก CCmdTarget ให้ฟังก์ชันพื้นฐานสำหรับ
คลาสเอกสาร ที่ผู้ใช้กำหนด

คลาส CWinThread สืบทอดจาก CCmdTarget แสดง Thread ของการ Execution ภายในแอปพลิเคชัน MFC

คลาส CWinApp สืบทอดจากCWinThread แสดงแอปพลิเคชันของโปรแกรม
ผลลัพธ์ที่ได้ คือ วัตถุเดียวใน MFC

คลาส CView สืบทอดจากCWnd ซึ่งได้ให้ฟังก์ชันพื้นฐานสำหรับ CView ที่
 ผู้ใช้กำหนด วิวที่ติดกับเอกสาร และกระทำเหมือนกับสื่อกลางระหว่างเอกสารและผู้ใช้ วาดภาพ
 เอกสารบนหน้าจอ หรือเครื่องพิมพ์ และตีความหมายจากค่าที่เข้ามา

คลาส CFrameWnd สืบทอดจากCWnd เป็นวินโดวที่ประกอบด้วย Menu System, Border, Status, Title bar, Minimize, Maximize รวมไปถึงวินโดววิวที่กำลังทำงานอยู่ โดยสนับสนุน SDI (Single Document Interface) แต่เมื่อเป็น MDI จะมาใช้ CMDIFrameWnd สำหรับ Workspace และ CMDIChildWnd สำหรับ วินโดวลูก MDI (Multiple Document Interface)

- กระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันของภาววิชาวลชีบวกวคคตเน็ด
โดย ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล (2549) ได้กล่าวไว้ว่ามีทั้งหมด 4 กระบวนการ การทำงานของ
แอปพลิเคชัน ตามภาพที่ 2.19 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้นเปิดโปรแกรม เรียกโกลบอลออบเจกต์และคลาส “C-WinApp” โดยเริ่มทำงานด้วยการเรียก Constructor

ขั้นที่ 2 ฟังก์ชัน “WinMain” เรียกฟังก์ชัน InitInstance ของโปรแกรม โดยจะสร้างรูปแบบไฟล์เอกสาร ซึ่งจะสร้างมุมมองไฟล์เอกสาร และวินโดวส์เฟรม จากนั้นจึงทำการโหลดไฟล์มาตรฐานจากไฟล์ Windows Registry รวมทั้งชื่อของไฟล์ที่ถูกใช้งานบ่อย รวมถึงการลงทะเบียนรูปแบบไฟล์เอกสารไว้ใน Registry สุดท้ายปิดไฟล์เอกสารใหม่ที่ถูกกำหนดไว้ใน Command line

ขั้นที่ 3 ฟังก์ชัน “WinMain” สร้างการวนลูปสำหรับการจัดการกับข้อความของระบบปฏิบัติการ Windows

ขั้นที่ 4 ฟังก์ชัน “WinMain” ออกและตัวโปรแกรมทำการสิ้นสุดการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ ฟังก์ชัน “WinMain” สิ้นสุดการทำงาน แสดงว่าผู้ใช้โปรแกรมเลือกคำสั่ง Exit หรือกดคำสั่งปิด แล้วโค้ด MFC ก็จะทำลายโปรแกรม จากนั้นไปเรียกหาฟังก์ชัน “PostQuitMessage” ซึ่งมีผลให้การวนลูปข้อความไม่มีการวนลูปต่อไป แล้วทำให้ฟังก์ชัน “WinMain” คืนค่าโค้ดออก ทำยสุดคือการทำให้แอปพลิเคชันสิ้นสุดการทำงาน

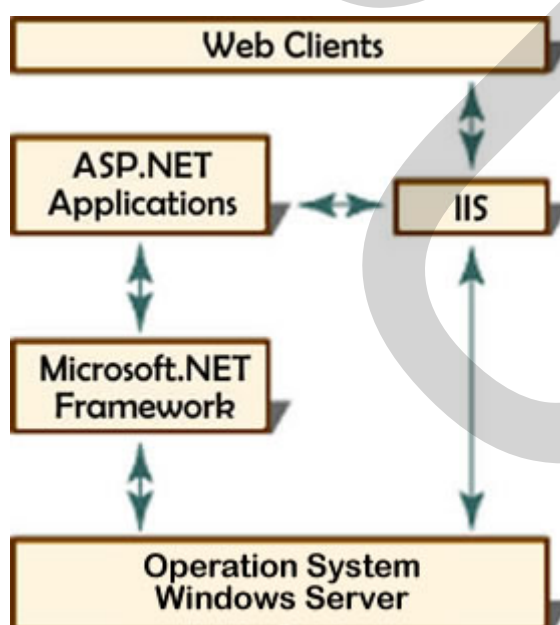
2.3.3.4 ภาษาแอสพีดอตเน็ต (Active Server Page.NET)

ภาษาแอสพีดอตเน็ตสามารถใช้ภาษาเบื้องต้น 3 ภาษา คือ C#, VB.NET และ JScript.Net ที่ออกมาเป็นมาตรฐาน และมีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรมมากขึ้น ใช้ภาษาในการเขียนได้มากกว่า 1 ภาษาภายในไฟล์เดียวกัน ทำให้สามารถเลือกรูปแบบของภาษาที่ง่ายที่สุดต่อการเขียนในแต่ละส่วนได้ อีกทั้งมีลักษณะการแปลภาษาและนามสกุลไฟล์ที่เปลี่ยนแปลง ในภาษาแอสพีรุ่นก่อนมีลักษณะ การแปลภาษาเป็นแบบอินเตอร์พรีเตอร์ คือ การจะทำคำสั่งใดค่อยแปลคำสั่งนั้น แต่ในรุ่นไมโครซอฟท์ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กจะมีลักษณะเป็นคอมไพเลอร์ คือ การแปลคำสั่งรวมทั้งโปรแกรม (มณีโชติ สมานไทย, 2546)

ภาษาแอสพีดอตเน็ตมีรูปแบบและการทำงานง่ายขึ้น รูปแบบของ Component จะเน้นไปที่ XML และการทำงานในภาษาแอสพีดอตเน็ตนั้นสามารถอัปโหลดไฟล์ไปไว้ใน Directory ที่ผู้ดูแลเครือข่ายกำหนดหลังจากนั้น Component จะติดตั้งตัวเองโดยอัตโนมัติ ลดปัญหาที่เกิดจากภาษาแอสพีรุ่นก่อน นอกจากนี้ภาษาแอสพีดอตเน็ตมี Library ให้เลือกใช้ได้มากขึ้น ซึ่งในแอสพีรุ่นก่อนนั้นแอปพลิเคชันบางอย่างสร้างได้ยาก แต่ในภาษาแอสพีดอตเน็ตนั้นได้เพิ่มตัวช่วยไลบรารีให้กลายเป็นสิ่งพื้นฐานสำหรับการใช้งาน อีกทั้งมีตัวควบคุมคอนโทรล ทำให้การใช้งานในบางอย่างง่ายขึ้น ซึ่งเป็นส่วนพิเศษที่เพิ่มเติมมาจากภาษาแอสพีรุ่นก่อนที่ไม่มีส่วนที่เรียกว่า

คอนโทรล ซึ่งจะช่วยให้สามารถสร้างเว็บไซต์ได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงไม่ต้องกังวลว่าตัวอ่านจะไม่รองรับกับภาษาที่เขียน (มณีโชติ สมานไทย, 2546)

ภาษาเอสพีคอตเน็ตสามารถเรียกขอข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายได้ ซึ่งในภาษาเอสพีรุ่นก่อน ๆ เครื่องแม่ข่ายสามารถเรียกขอข้อมูลได้จากเครื่องผู้ใช้นั้น แต่สำหรับในภาษาเอสพีคอตเน็ต เครื่องแม่ข่ายสามารถเรียกขอข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายด้วยกันได้ และเป็นระบบในคอตเน็ตเฟรมเวิร์ก ซึ่งมีคุณสมบัติของ Common Language Runtime ทำให้มีการคอมไพล์โปรแกรมเป็นภาษามาตรฐาน ที่เรียกว่า IL ก่อน ดังนั้นไม่ว่าจะใช้เครื่องพีดีเอหรือโน้ตบุ๊ก ก็ไม่เกิดปัญหา นอกจากนี้ภาษาเอสพีคอตเน็ตยังง่ายต่อการหาข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรม หากเป็นภาษาเอสพีรุ่นก่อนเวลาเกิดความผิดพลาด เครื่องจะบอกแค่ว่าเป็นความผิดพลาดชนิดใดอยู่บรรทัดไหน แต่ในภาษาเอสพีคอตเน็ตเครื่องจะแสดงรายละเอียดที่มากขึ้นพร้อมบอกแนวทางแก้ไข นอกจากนี้ภาษาเอสพีคอตเน็ตยังมีการตรวจสอบเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ภายในเว็บเพจ ตั้งแต่โหลดหน้าเว็บเพจไปจนถึงปิดหน้าเว็บเพจ ทำให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมกำหนดเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น และภาษาเอสพีคอตเน็ตแยกส่วนที่เป็นภาษามาร์กอัป (HTML: Hypertext Markup Language) กับภาษาเอสพีออกมาอย่างชัดเจน โดยภาษาเอสพีคอตเน็ตจะมีสถาปัตยกรรมตามภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.20 สถาปัตยกรรมของภาษาเอสพีคอตเน็ต

ที่มา: Microsoft Corporation (www.Microsoft.com)

2.4 การเข้ารหัสข้อมูล

บรรจง หะรังษี (2547) ได้กล่าวไว้ว่า การเข้ารหัสข้อมูล (Cryptography) โดยพื้นฐานแล้วจะเกี่ยวข้องกับวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการป้องกันข้อมูลหรือข้อความดั้งเดิมที่ต้องการส่งไปถึงผู้รับ ข้อมูลดั้งเดิมจะถูกแปรเปลี่ยนไปสู่ข้อมูลหรือข้อความอีกรูปแบบหนึ่งที่ไม่สามารถอ่านเข้าใจได้โดยใครก็ตามที่ไม่มีกุญแจสำหรับเปิดดูข้อมูลนั้น เราเรียกกระบวนการในการแปรรูปของข้อมูลดั้งเดิมว่า "การเข้ารหัสข้อมูล" (Encryption) และกระบวนการในการแปลงข้อความที่ไม่สามารถอ่านทำความเข้าใจให้กลับไปสู่ข้อความดั้งเดิมว่าการถอดรหัสข้อมูล (Decryption) ซึ่งกล่าวไว้ จุดประสงค์ที่สำคัญของการเข้ารหัสข้อมูลมีอย่างน้อย 3 ประการ ดังต่อไปนี้

- การทำให้ข้อมูลเป็นความลับ และป้องกันผู้ที่ไม่มีความสามารถเข้าถึงข้อมูลได้
- การทำให้ข้อมูลสามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ได้ ไม่มีการสูญหายหรือถูกเปลี่ยนแปลงแก้ไขใดๆ
- การทำให้สามารถพิสูจน์ตัวตนหรือระบุตัวตนของผู้ส่งข้อมูลได้

2.4.1 อัลกอริทึมในการเข้ารหัสข้อมูล

บรรจง หะรังษี ได้กล่าวไว้ว่า อัลกอริทึมในการเข้ารหัสข้อมูลมี 2 ประเภทหลัก คือ

- อัลกอริทึมแบบสมมาตร (Symmetric Key Algorithms) จะใช้กุญแจที่เรียกว่า กุญแจลับ (Secret key) ซึ่งมีเพียงหนึ่งเดียว เพื่อใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลที่ส่งไป อัลกอริทึมยังสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Block Algorithms ซึ่งจะทำให้การเข้ารหัสทีละบล็อก โดย 1 บล็อกประกอบด้วยหลายไบต์ และแบบ Stream Algorithms ซึ่งจะทำให้การเข้ารหัสทีละไบต์ สำหรับการเข้ารหัสแบบสมมาตรในปัจจุบันมีเป็นจำนวนมาก ได้แก่ อัลกอริทึม DES (Data Encryption Standard), Triple-DES, Blow fish, IDEA (International Data Encryption Algorithm), RC4, Rijindael หรือ AES เป็นต้น (บรรจง หะรังษี, 2547)

- อัลกอริทึมแบบอสมมาตร (Asymmetric Key Algorithms) เป็นอัลกอริทึมแบบกุญแจสาธารณะ แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท คือ ใช้สำหรับเข้ารหัส และใช้สำหรับการลงลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้กุญแจสาธารณะ (Public keys) ในการเข้ารหัสและใช้กุญแจส่วนตัว (Private keys) ในการถอดรหัสข้อมูล โดยกุญแจสาธารณะสามารถส่งมอบให้กับผู้อื่นได้ สำหรับกุญแจส่วนตัวต้องเก็บไว้กับเจ้าของกุญแจห้ามเปิดเผยให้ผู้อื่นทราบ นอกจากนี้ อัลกอริทึมแบบกุญแจสาธารณะยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการลงลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการพิสูจน์ความเป็นเจ้าของในการทำธุรกรรม บนอินเทอร์เน็ต วิธีการใช้งาน คือ เจ้าของกุญแจส่วนตัวลงลายมือชื่อของตนกับข้อความที่ต้องการส่งไปด้วยกุญแจส่วนตัว แล้วจึงส่งข้อความนั้นไปให้กับผู้รับ เมื่อได้ผู้รับได้รับข้อความที่ลงลายมือชื่อมาก็สามารถใช้กุญแจสาธารณะที่เป็นคู่ของ

กุญแจส่วนตัวตรวจสอบว่าเป็นข้อความที่มาจากผู้ส่งนั้นหรือไม่ สำหรับข้อเสียของระบบกุญแจสาธารณะที่สำคัญ คือ ต้องใช้เวลาในการคำนวณการเข้ารหัสและถอดรหัสเมื่อเทียบกับระบบกุญแจสมมาตร และอาจใช้เวลาเป็นพันเท่าของเวลาที่ใช้โดยระบบกุญแจสมมาตร สำหรับอัลกอริทึมของการเข้ารหัสแบบสมมาตรที่รู้จักกัน ได้แก่ อัลกอริทึม RSA, DSS (Digital Signature Standard), Message Digest เป็นต้น (บรรจง หะรังษี, 2547)

2.4.2 ปัญหาของอัลกอริทึมแบบสมมาตร

บรรจง หะรังษี (2547) ได้กล่าวไว้ว่า อัลกอริทึมแบบสมมาตรมีความสำคัญไม่ด้อยไปกว่าอัลกอริทึมแบบอสมมาตร เนื่องจากอัลกอริทึมทำงานได้รวดเร็วกว่าและง่ายต่อการใช้งาน แต่อัลกอริทึมแบบสมมาตรก็ยังมีปัญหา 3 ประการ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้งานอัลกอริทึมนี้

- อัลกอริทึมแบบสมมาตรในการใช้งานอัลกอริทึมสองกลุ่มที่ต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน จำเป็นต้องแลกเปลี่ยนกุญแจลับกันก่อน ซึ่งการแลกเปลี่ยนกุญแจนั้นอาจทำได้ยากและไม่สะดวก

- ทั้งสองกลุ่มต้องรักษากุญแจลับ ห้ามเปิดเผยให้ผู้อื่นล่วงรู้ การที่กุญแจถูกเปิดเผยออกไปสู่ผู้อื่น และอีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้รับทราบอาจก่อให้เกิดปัญหากับกลุ่มที่ไม่ทราบนี้ได้

- สำหรับสองกลุ่มที่ต้องการติดต่อกันจำเป็นต้องใช้กุญแจลับเป็นจำนวน 1 กุญแจเพื่อติดต่อกัน สมมติว่ามีผู้ที่ต้องติดต่อกันเป็นจำนวน n กลุ่ม จำนวนกุญแจลับทั้งหมดที่ต้องแลกเปลี่ยนกันคิดเป็นจำนวนทั้งหมดเท่ากับ $n(n-1)/2$ กุญแจ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนกุญแจมีมากมายเกินไป ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการรักษาความปลอดภัยให้กับกุญแจเหล่านี้

2.4.3 ความแข็งแกร่งของอัลกอริทึมสำหรับการเข้ารหัส

บรรจง หะรังษี ได้กล่าวไว้ว่า ความแข็งแกร่งของอัลกอริทึม หมายถึง ความยากในการที่ผู้บุกรุกจะสามารถถอดรหัสข้อมูลได้โดยปราศจากกุญแจที่ใช้ในการเข้ารหัส ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น การเก็บกุญแจเข้ารหัสไว้อย่างเป็นความลับ ผู้เป็นเจ้าของกุญแจลับต้องระมัดระวังไม่ให้กุญแจสูญหายหรือล่วงรู้โดยผู้อื่น อัลกอริทึมที่ดีต้องเปิดให้ผู้รู้ทำการศึกษาในรายละเอียดได้โดยไม่เกรงว่าผู้ศึกษาจะสามารถจับรูปแบบของการเข้ารหัสได้ อัลกอริทึมที่ดีต้องไม่แฝงไว้ด้วยประตูลับที่สามารถใช้เป็นทางเข้าไปสู่การใช้เพื่อทำการถอดรหัสข้อมูล ประตูลับนี้ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้กุญแจในการถอดรหัส รวมไปถึงเมื่อผู้บุกรุกทราบข้อมูลที่เป็นข้อมูลตั้งต้นซึ่งยังไม่ได้เข้ารหัส ผู้บุกรุกอาจจะสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อความทั้งสองนั้นได้ ซึ่งจะเป็นวิธีการในการถอดรหัสข้อมูลได้ ปัญหานี้เรียกกันว่า “Known Plaintext Attack” ซึ่งคำว่า Plaintext หมายถึงข้อความตั้งต้นที่ยังไม่ได้ผ่านการเข้ารหัส คุณสมบัติของข้อความตั้งต้นอาจใช้เป็นช่องทางในการถอดรหัสข้อมูล

2.4.4 ความยาวของกุญแจที่ใช้ในการเข้ารหัส

บรรจง หะรังษี (2547) ได้กล่าวไว้ว่าความยาวของกุญแจเข้ารหัสมีหน่วยนับเป็นบิต กุญแจที่มีความยาว 1 บิต ตัวเลขที่เป็นไปได้เพื่อแทนกุญแจอาจมีค่าเป็น 0 หรือ 1 กุญแจที่มีความยาว 2 บิต ตัวเลขที่เป็นไปได้จึงเป็น 0 (00), 1 (01), 2 (10) และ 3 (11) ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อเพิ่มความยาวของกุญแจทุกๆ 1 บิต ค่าที่เป็นไปได้ของกุญแจจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าตัว และสำหรับความยาวของกุญแจเข้ารหัสยิ่งจำนวนบิตของกุญแจยิ่งมาก ยิ่งทำให้การเดาเพื่อสุมหากุญแจที่ถูกต้องเป็นไปได้ยากยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่ากุญแจยิ่งมีความยาวมากโอกาสที่ผู้บุกรุกจะสามารถคาดเดากุญแจที่ตรงกับหมายเลขที่ถูกต้องของกุญแจจะยิ่งยากมากขึ้นตามลำดับ ในการที่ผู้บุกรุกลองผิดลองถูกกับกุญแจโดยใช้กุญแจที่มีหมายเลขต่างๆ กัน เพื่อหวังที่จะพบกุญแจที่ถูกต้องและสามารถใช้ถอดรหัสข้อมูลได้ การลองผิดลองถูกนี้เราเรียกกันว่า “Key search” หรือการค้นหากุญแจนั่นเอง ทฤษฎีได้กล่าวไว้ว่าการลองผิดลองถูกนี้โดยเฉลี่ยจะต้องทดลองกับกุญแจเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของกุญแจทั้งหมดก่อนที่จะพบกุญแจที่ถูกต้อง ดังนั้นความยาวของกุญแจที่มีขนาดเหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับความเร็วในการค้นหากุญแจของผู้บุกรุกและระยะเวลาที่ต้องการให้ข้อมูลมีความปลอดภัย (บรรจง หะรังษี, 2547)

2.5 การพัฒนาระบบด้วยวงจรการพัฒนาระบบ และสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล

2.5.1 กระบวนการพัฒนาระบบด้วยวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC: System Development Life Cycle)

กระบวนการพัฒนาระบบด้วยวงจรการพัฒนาระบบ โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2544) ผู้เขียนหนังสือการวิเคราะห์และออกแบบระบบ (2544) กล่าวว่า วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นวงจรที่แสดงถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งสำเร็จ วงจรการพัฒนาระบบจะทำให้เข้าใจถึงกิจกรรมพื้นฐานและรายละเอียดต่าง ๆ ในการพัฒนาระบบ โดยมีอยู่ 7 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2.15 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.15 กระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC)

หน้าที่	งานที่ต้องทำ
เข้าใจปัญหา (กำหนดปัญหา)	1. ตระหนักว่ามีปัญหาในระบบ

ตารางที่ 2.15 (ต่อ)

หน้าที่	งานที่ต้องทำ
ศึกษาความเป็นไปได้ (กำหนดปัญหา)	1. รวบรวมข้อมูลโดยศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2. คาดคะเนค่าใช้จ่าย ผลประโยชน์และอื่น 3. ตัดสินใจว่าจะเปลี่ยนแปลงระบบหรือไม่
วิเคราะห์	1. ศึกษาระบบเดิม 2. กำหนดความต้องการของระบบ 3. วิเคราะห์ระบบเก่าโดยใช้แผนภาพ 4. วิเคราะห์ต้นแบบของระบบใหม่
ออกแบบ	1. เลือกซื้อคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ 2. เปลี่ยนแผนภาพจากการวิเคราะห์เป็นแผนภาพลำดับขั้น 3. คำนึงถึงความปลอดภัยของระบบ 4. ออกแบบ Input และ Output 5. ออกแบบไฟล์ฐานข้อมูล
พัฒนา	1. เตรียมสถานที่ 2. เขียนโปรแกรม
ทดสอบ	1. ทดสอบโปรแกรม 2. เตรียมคู่มือการใช้และฝึกอบรม
นำมาใช้งานจริง (ติดตั้ง)	1. ป้อนข้อมูล 2. เริ่มใช้งานระบบใหม่
บำรุงรักษา	1. เข้าใจปัญหา และ ศึกษาสิ่งที่จะต้องแก้ไข 2. ตัดสินใจว่าจะแก้ไขหรือไม่ 3. แก้ไขเอกสาร คู่มือ 4. แก้ไขโปรแกรม 5. ทดสอบโปรแกรม และทดลองใช้งานระบบที่แก้ไขแล้ว

ที่มา: หนังสือการวิเคราะห์และออกแบบระบบ, เขียนโดย โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2544)

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (Problem Definition) เป็นขั้นตอนของการกำหนดขอบเขตของปัญหา สาเหตุของปัญหาจากการดำเนินงานในปัจจุบัน ความเป็นไปได้กับการสร้างระบบใหม่ การกำหนดความต้องการระหว่างผู้วิเคราะห์กับผู้ใช้งาน โดยข้อมูลเหล่านี้ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานต่างๆ เพื่อทำการสรุปเป็นข้อกำหนดที่ชัดเจน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์การดำเนินงานของระบบปัจจุบัน โดยการนำความต้องการที่ได้มาจากขั้นตอนแรกมาวิเคราะห์ในรายละเอียด เพื่อทำการพัฒนาเป็นแบบจำลองซึ่งประกอบด้วย แผนภาพข้อมูล คำอธิบายการประมวลผลข้อมูล ทำให้ทราบถึงรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานในระบบว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งใด

ขั้นที่ 3 ออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนการหาผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ มาพัฒนาให้สอดคล้อง โดยการออกแบบจะเริ่มจากส่วนของอุปกรณ์และเทคโนโลยีต่างๆ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาพัฒนา การออกแบบจำลองข้อมูล การออกแบบรายงาน และการออกแบบจอภาพในการติดต่อกับผู้ใช้งาน

ขั้นที่ 4 พัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมด้วยการสร้างชุดคำสั่งหรือเขียนโปรแกรมเพื่อการสร้างระบบงาน โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับเทคโนโลยีที่ใช้งานอยู่ ซึ่งในปัจจุบันภาษาระดับสูงได้มีการพัฒนาในรูปแบบของ 4GL ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกต่อการพัฒนา รวมทั้งการมี CASE (Computer Aided Software Engineering) ต่างๆ มากมายให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 5 ทดสอบ (Testing) เป็นขั้นตอนของการทดสอบระบบก่อนที่จะนำไปปฏิบัติการใช้งานจริง โดยจะทำการทดสอบข้อมูลเบื้องต้นก่อน ด้วยการสร้างข้อมูลจำลองเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็ย้อนกลับไปในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมใหม่ โดยการทดสอบระบบนี้จะมีการตรวจสอบอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ การตรวจสอบรูปแบบภาษาเขียน และการตรวจสอบวัตถุประสงค์งานตรงกับความต้องการหรือไม่

ขั้นที่ 6 ติดตั้ง (Implementation) ขั้นตอนหลังจากที่ได้ทำการทดสอบจนมีความมั่นใจแล้วว่าระบบสามารถทำงานได้จริง และตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ จากนั้นจึงดำเนินการติดตั้งระบบเพื่อใช้งานจริงต่อไป

ขั้นที่ 7 บำรุงรักษา (Maintenance) เป็นขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขระบบหลังจากที่ได้มีการติดตั้งและใช้งานแล้ว ในขั้นตอนนี้อาจเกิดปัญหาของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมเมอร์จะต้องรีบแก้ไขให้ถูกต้อง หรือเกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเพิ่มการทำงานอื่นๆ ซึ่งทั้งนี้ก็จะเกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้ใช้ที่เคยตกลงกันก่อนหน้านี้

2.5.2 กระบวนการพัฒนาระบบด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language)

กระบวนการพัฒนาระบบด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.2.1 สัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language)

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2544) ผู้เขียนหนังสือการวิเคราะห์และออกแบบระบบ กล่าวไว้ว่า สัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) คือ สัญลักษณ์มาตรฐานที่ใช้ในวิธีการออกแบบการพัฒนาเชิงวัตถุ รูปแบบของภาษายูเอ็มแอลเป็นสัญลักษณ์ที่นำไปใช้ในโมเดลต่างๆ ซึ่งยูเอ็มแอลจะมีข้อกำหนดกฎระเบียบต่างๆ โดยกฎระเบียบต่างๆ จะมีความหมายต่อการเขียนโปรแกรม (Coding) ดังนั้นการใช้ยูเอ็มแอลจะต้องทราบความหมายของ Notation ต่าง ๆ เช่น Generalize, association dependency class และ Package สิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการตีความของการออกแบบระบบ ก่อนนำไปใช้กับระบบงานจริง ในปัจจุบันมีเครื่องมือมากมายที่สามารถแปลงยูเอ็มแอลเป็นภาษาต่างๆ นอกจากนี้โมเดลยูเอ็มแอลถูกนำมาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างกว้างขวาง และทำให้การทำงานมีคุณภาพ ได้แก่

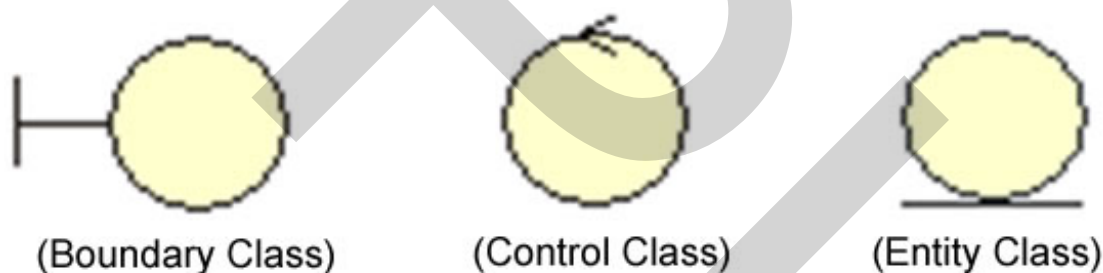
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบงาน (Shortest Development life cycle)
- ช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงาน (Increase productivity)
- ช่วยเพิ่มคุณภาพของระบบงาน (Improve software quality)
- รองรับระบบงานเดิม (Support legacy system)
- ช่วยในการสื่อสารระหว่างทีมผู้พัฒนาระบบงาน (Improve team connectivity)

การพัฒนาโครงการใด ๆ นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการสนับสนุนความต้องการของผู้ใช้ ทั้งนี้ผู้ใช้ (User) ไม่ได้หมายถึงคนเพียงอย่างเดียว จะหมายถึงระบบอื่นที่อยู่ภายนอกก็ได้ ผู้ใช้จะมีการกระทำกิจกรรมใดๆ ต่อระบบโดยการตอบสนองของระบบอย่างมีลำดับ เพื่อให้ได้งานตามต้องการ เป็นการทำงานของระบบที่ทำหน้าที่ให้ผลลัพธ์ หรืองานตามที่คุณต้องการนักพัฒนาระบบจะนำเอา Use case มาสร้างเป็น Model ที่สามารถอธิบายการทำงานของระบบได้

การไหลของระบบ (Use Case Driven) หมายถึง กระบวนการการพัฒนาระบบโดยมีการไหลของงานเกิดจากการใช้ Use Case (Derive from use case) เป็นตัวกำหนด Use case และดำเนินไปเป็นวงจร Development Life Cycle โดยโมเดลมาตรฐานยูเอ็มแอลจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- องค์ประกอบของวัตถุ (Object) ประกอบด้วย ชื่อวัตถุ โครงสร้างข้อมูล และพฤติกรรมของวัตถุ

- Object Definition หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ หรือสิ่งต่างๆ ที่สัมผัสได้ กระบวนการต่างๆ ความสัมพันธ์ คำนามต่างๆ ซึ่งสามารถกำหนดนิยามได้
- Class Definition หมายถึง กลุ่มของวัตถุ ซึ่งมีข้อมูล และมีพฤติกรรมเหมือนกัน เช่น Class ของรถยนต์ ประกอบด้วยรุ่น ยี่ห้อ เป็นต้น
- Object Orientation หมายถึง แนวความคิดพื้นฐานในการสร้างระบบ หรือ Software โดยพิจารณาปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ว่าประกอบไปด้วยวัตถุต่างๆ มาทำงานร่วมกัน การเข้าถึงข้อมูลของวัตถุใดๆ จะต้องกระทำผ่านทางพฤติกรรมของวัตถุนั้นเท่านั้น และการกำหนดประเภทพฤติกรรม/ข้อมูลของวัตถุ จะทำให้สามารถควบคุมการเข้าถึงข้อมูลจากภายนอกวัตถุได้
- ลักษณะ หมายถึง แนวคิดพื้นฐานของการวิเคราะห์ลักษณะวัตถุ (Symbol in Analysis Model) จะต้องประกอบด้วย ส่วนติดต่อผู้ใช้ (Boundary Class) ส่วนควบคุม (Control Class) ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูล (Entity Class) ตามลักษณะภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 แนวคิดของการวิเคราะห์ลักษณะตามมาตรฐานยูเอ็มแอล

ที่มา: หนังสือการวิเคราะห์และออกแบบระบบ, เขียนโดย โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2544)

2.5.2.2 การแบ่งกลุ่มสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอล

การแบ่งกลุ่มสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอลนั้น กล่าวได้ว่าสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอลสามารถแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. สัญลักษณ์ของยูเอ็มแอล (UML) Things คือ สัญลักษณ์หรือสิ่งต่างๆ ที่นำมาใช้สร้าง Diagram UML แบ่งออกเป็น 4 หมวด คือ

- Structural Things หรือ หมวดโครงสร้าง เป็นคำนำมาใช้สำหรับยูเอ็มแอล (UML) ได้แก่ Use case, Interface, Class, Collaboration, Component และ Node ตามภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 หมวดสัญลักษณ์ของโครงสร้าง (Structural Things)

ที่มา: หนังสือการวิเคราะห์และออกแบบระบบ, เขียนโดย โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2544)

- Behavioral Things หรือ หมวดพฤติกรรม ได้แก่ส่วนที่เป็น Dynamic แสดงถึงพฤติกรรมของระบบ ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ Interaction และ State-Machine

- Grouping Things หรือ หมวดการจัดกลุ่มหมู่ ได้แก่ Package
- Annotation Things หรือ หมวดคำอธิบาย ได้แก่ Note

2. ความสัมพันธ์ของยูเอ็มแอล (UML) Relationships เป็นความสัมพันธ์ในยูเอ็มแอล ซึ่งประกอบไปด้วย

- Dependency หรือ ความขึ้นอยู่กับกัน จะให้ความหมายว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ส่วนหนึ่งแล้วจะส่งผลกระทบถึงอีกส่วนหนึ่งที่ลากเส้นมาสัมพันธ์กัน เช่น การเปลี่ยนแปลงของโรงเรียนจะมีผลกระทบของนักเรียนเป็นต้น

- Association หรือ ความสัมพันธ์ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Object ความสัมพันธ์ยังสามารถแยกออกเป็นความสัมพันธ์แบบธรรมดา ความสัมพันธ์แบบ Aggregation และ Composite ทิศทางความสัมพันธ์ นอกจากนั้นยังสามารถกำหนด Multiplicity ให้กับความสัมพันธ์ได้อีกด้วย

- Generalization หรือ การสืบทอดคุณสมบัติ เป็น Inheritance
- Realization หรือ การทำให้ทำงานได้จริง เช่น Interface ถูก Realize โดย Class, Use case ถูก Realize โดย Collaboration

3. แบบจำลองของยูเอ็มแอล (UML) Diagrams ของ UML แบ่งออกได้เป็น 9 Diagram โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- Use Case Diagram ในการพัฒนาระบบงานใด ๆ นั้น การเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้มีความสำคัญมาก และจะทำในระยะแรกๆ ของการพัฒนาระบบงานเสมอ Use Case Diagram เป็น Diagram ที่ทำหน้าที่ Capture requirement หมายถึงเป็นเทคนิคในการสร้าง

แบบจำลองเพื่อใช้อธิบายหน้าที่ของระบบใหม่ หรือระบบปัจจุบัน เป็นกระบวนการสร้าง Use case เป็นแบบ Iteration โดยความต้องการของระบบจะได้จาก ลูกค้า/ผู้ใช้ กับผู้พัฒนาระบบ และองค์ประกอบที่สำคัญจะมี Use case, Actor, Use case Relationships และ System

- Sequence Diagram จะบอกลำดับการทำงานของระบบ โดยมีวัตถุและ เวลาเป็นตัวกำหนดลำดับของงาน
- Collaboration Diagram ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ Sequence Diagram แต่รูปแบบและลักษณะการเขียนจะต่างกัน หรือ อาจกล่าวได้ว่า Collaboration Diagram ก็คือรูปอีกรูปแบบหนึ่งของ Sequence Diagram เมื่อได้ Sequence Diagram แล้วเครื่องมือ (Tool) บางชนิดสามารถ Generate Collaboration Diagram ให้ได้เลย หรือ ในทางกลับกันเมื่อสร้าง Collaboration Diagram เสร็จแล้ว ก็จะสามารถ Generate Sequence Diagram ได้ โดยอัตโนมัติ ซึ่งถือว่าทั้ง 2 Diagram สะท้อนภาพกันและกันอยู่นั่นเอง
- State Diagram ประกอบด้วย State ต่างๆ ของวัตถุ (Object) และเหตุการณ์ต่างๆ ที่ทำให้สถานะของวัตถุเปลี่ยนและการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อสถานะของระบบเปลี่ยนไป สามารถบอกสถานะของวัตถุได้ โดยจะให้ความสนใจว่า ณ เวลาใดๆ และวัตถุนั้นมี สถานะ (Status) เป็นแบบใด
- Activities Diagram แสดงลำดับ กิจกรรมของการทำงาน (Flow) สามารถแสดงทางเลือกที่เกิดขึ้นได้ Activity Diagram จะแสดงขั้นตอนการทำงานในการปฏิบัติการ โดยประกอบไปด้วยสถานะต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน และผลจากการทำงานในขั้นตอนต่างๆ
- Class Diagram ประกอบด้วย Class และความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่าง Class เช่น Dependency, Generalization, Association เป็นต้น Class Diagram ยังสามารถทำการแสดงรายละเอียดภายใน Class แต่ละ Class ได้ว่ามี Method อะไรบ้าง Field และ Attribute เป็นอย่างไร
- Object Diagram ประกอบด้วยวัตถุและความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ โดยแต่ละวัตถุจะแสดง Instance ของแต่ละ Class ที่มีในระบบและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่าง Class ซึ่งจะมีชื่อและข้อมูลเก็บอยู่
- Component Diagram เป็น Diagram ซึ่งแสดงโครงสร้างทางกายภาพของ Software โดยจะประกอบด้วยองค์ประกอบซึ่งอยู่ในรูปต่างๆ เช่น Binary, Text และ Execute able ภายใน Component Diagram ก็จะมีความสัมพันธ์แสดงอยู่เช่นเดียวกับ Class Diagram, Object Diagram
- Deployment Diagram เป็น Diagram ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำการแสดงระบบสถาปัตยกรรมของอุปกรณ์และโปรแกรม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ และโปรแกรม

2.6 ความรู้เกี่ยวกับเลขทะเบียนรถยนต์

กรมการขนส่งทางบก กรุงเทพมหานคร (2522) ได้กำหนดไว้ว่า ประเภทของรถที่ใช้หมายเลขทะเบียน หมายถึง รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน และรถยนต์ส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน แต่ไม่เกินสิบสองคน และรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลที่มีน้ำหนักไม่เกินหนึ่งพันหกร้อยกิโลกรัม ซึ่งมิได้ใช้ประกอบการขนส่งเพื่อสินจ้างตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก สำหรับการออกหมายเลขทะเบียน หมายถึง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมการขนส่งทางบก กรุงเทพมหานคร กำหนดไว้ในการออกหมายเลขทะเบียนรถยนต์

2.6.1 ประเภทของรถที่ต้องจดทะเบียน

ประเภทของรถที่ต้องจดทะเบียนกรมการขนส่งทางบก กรุงเทพมหานคร (2522) ได้จัดแบ่งประเภทคำขอทะเบียนรถ คือ รถใหม่จากโรงงานหรือรถที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อจำหน่าย รถที่เคยจดทะเบียนตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ทหารหรือรถที่เคยจดทะเบียนและมีเครื่องหมายตามระเบียบที่อธิบดีกรมตำรวจกำหนด รถที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรในลักษณะ “รถยนต์ใช้แล้ว” ที่มีใช้เพื่อจำหน่าย รถที่แจ้งการไม่ใช้ตลอดไป และมีความประสงค์จะนำมาจดทะเบียนใหม่ รถที่ประกอบการขึ้นจากขึ้นส่วนบุคคลรถเก่า รถใช้งานเกษตรกรรม รถที่ซื้อจากการขายทอดตลาดของทางราชการโดยไม่มีทะเบียนหรือไม่สามารถตรวจสอบทะเบียนที่แท้จริง รถพ่วงและรถกึ่งพ่วง รถของกระทรวง ทบวง กรม เทศบาล องค์การบริหารส่วนจังหวัด สุขาภิบาล กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา และราชการส่วนท้องถิ่น รถของบุคคลในคณะผู้แทนทางการทูตและคณะผู้แทนทางกงสุล และรถของบุคคลในคณะผู้แทนองค์การระหว่างประเทศหรือกลุ่มการชำนาญพิเศษแห่งสหประชาชาติ หรือผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ ซึ่งประจำอยู่ในประเทศไทย

2.6.2 ประเภทของรถที่ไม่ต้องจดทะเบียน

ประเภทของรถที่ไม่ต้องจดทะเบียนกรมการขนส่งทางบก กรุงเทพมหานคร (2522) ได้กำหนดไว้ว่า ตามที่กรมการขนส่งทางบก กรุงเทพมหานคร ได้จัดแบ่งประเภทมี 5 ประเภท ได้แก่ รถสำหรับเฉพาะพระองค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รถของกรมตำรวจที่จดทะเบียนและมีเครื่องหมายตามระเบียบที่อธิบดีกรมตำรวจกำหนด รถของสำนักพระราชวังที่จดทะเบียนและมีเครื่องหมายตามระเบียบที่เลขาธิการพระราชวังกำหนด รถที่เจ้าของแจ้งการไม่ใช้รถ และรถที่ผู้ผลิตหรือประกอบเพื่อจำหน่าย หรือที่ผู้นำเข้าเพื่อจำหน่าย ผลิต หรือประกอบ หรือนำเข้าและยังมิได้จำหน่ายให้แก่ผู้อื่น

2.6.3 ขั้นตอนการจดทะเบียนรถ

ขั้นตอนการจดทะเบียนรถยกเว้นคำขอจดทะเบียนรถที่ประกอบขึ้นจากขึ้นส่วนบุคคลรถเก่า ให้ดำเนินการจดทะเบียนรถ ตามที่กรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ ดังนี้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 1 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสภาพรถตรวจสอบคำขอและหลักฐานประกอบคำขอ โดยให้ตรวจสอบเฉพาะเท่าที่จำเป็นต่อการตรวจสอบสภาพรถ (กรมการขนส่งทางบก, 2522)

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบสภาพรถ กรณีเป็นรถผ่านการตรวจสอบสภาพ ให้บันทึกรับรองการผ่านการตรวจสอบสภาพ พร้อมลงชื่อและวันที่ตรวจสอบสภาพ จากนั้นเก็บค่าธรรมเนียมการตรวจสอบสภาพ พร้อมออกใบเสร็จรับเงินและลงสมุดคู่มือสถิติการตรวจสอบสภาพ สุดท้ายคืนคำขอพร้อมหลักฐานประกอบคำขอให้ผู้ยื่นไปดำเนินการจดทะเบียนต่อไป โดยให้ลงชื่อรับคืนในสมุดคู่มือสถิติการตรวจสอบสภาพไว้ด้วย สำหรับกรณีเป็นรถไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพ ให้บันทึกรับรองผลไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพ และข้อบกพร่องที่รถไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพพร้อมลงชื่อ และวันที่ตรวจสอบสภาพ จากนั้นลงสมุดคู่มือสถิติการตรวจรถ โดยให้บันทึกข้อบกพร่องที่รถไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพไว้ด้วย สุดท้ายคืนคำขอและหลักฐานประกอบคำขอให้ผู้ยื่น พร้อมทั้งแจ้งให้รถไปแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำรถมาติดต่อขอรับการตรวจสอบสภาพใหม่ต่อไป โดยให้ผู้ยื่นลงชื่อรับคืนในสมุดคู่มือสถิติการตรวจสอบสภาพไว้ด้วย (กรมการขนส่งทางบก, 2522)

ขั้นตอนที่ 3 เจ้าหน้าที่ทะเบียนรถตรวจสอบหลักฐานประกอบคำขอพร้อมด้วยผลการตรวจสอบสภาพรถ เมื่อเห็นว่าถูกต้องให้ดำเนินการดังนี้ คือ ออกหมายเลขทะเบียน (เฉพาะกรณีในส่วนกลางให้ผู้ยื่นไปขอรับรองหลักฐานการส่งบัญชีและจำหน่าย ณ ฝ่ายควบคุมบัญชีรถและเครื่องยนต์) และจัดเก็บภาษีประจำปี ค่าธรรมเนียมคำขอ ค่าธรรมเนียมแผ่นป้ายทะเบียนรถ และค่าธรรมเนียมอื่นๆ จากนั้นจัดทำทะเบียนรถ ใบคู่มือจดทะเบียนรถและเครื่องหมายการเสียภาษีประจำปีเสนอขายทะเบียนลงนาม สุดท้ายจ่ายแผ่นป้ายทะเบียนรถ เครื่องหมายการเสียภาษีประจำปีและใบคู่มือจดทะเบียนรถ (กรมการขนส่งทางบก, 2522)

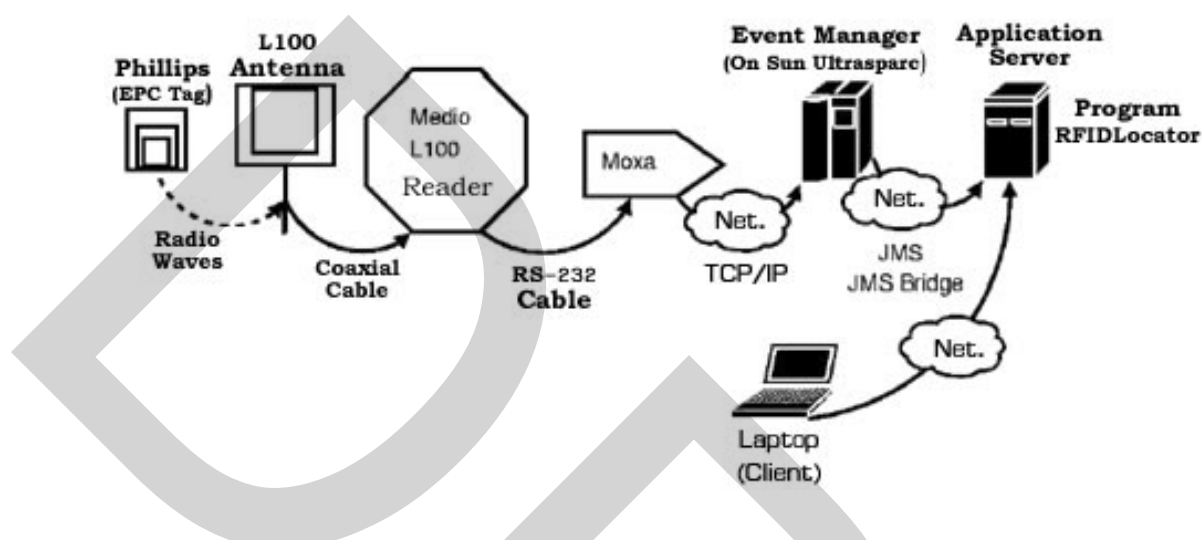
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยอาร์เอฟไอดีมิดเดิลแวร์ในการจัดการคุณภาพการบริการ (RFID Middleware: Ensuring Qualities of Service for the Internet of Objects) (2549)

Olivier Liechti and Dominique Guinard จาก University of Fribourg กล่าวสรุปการจัดการคุณภาพการบริการด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีบนมิดเดิลแวร์ไว้ว่า ควรให้ความสำคัญกับ ALE (Application Level Events) ซึ่งเป็นระบบกลางอาร์เอฟไอดี ALE Engine และไม่ควรรละเลยการทดสอบทางกายภาพ โดยมีเป้าหมายเพื่อการจัดการและการพัฒนา รวมไปถึงจนถึงเพื่อสร้างผลกำไรให้กับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

Floerkemeier and Lampe กล่าวถึงระบบกลางอาร์เอฟไอดี (RFID Middleware) ไว้ว่า โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการกับข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องอ่าน ในการช่วยกรอง และรวบรวมข้อมูล

ของอาร์เอฟไอดี รวมไปถึงการนำส่งข้อมูลให้กับผู้รับได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสามารถศึกษาโครงสร้างระบบงานได้ตามภาพที่ 2.23



ภาพที่ 2.23 ระบบอาร์เอฟไอดีมีคเคิลแวร์ในการจัดการคุณภาพการบริการ

ที่มา: University of Fribourg, เขียนโดย Olivier Liechti and Dominique Guinard

งานวิจัยแสดงอัตราการขยายตัวของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในประเทศไทย (2549)

งานวิจัยโครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาอาร์เอฟไอดี สำหรับภาคอุตสาหกรรมและบริการ ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติและศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้นำเสนออัตราการขยายตัวของอาร์เอฟไอดีในประเทศไทยเฉลี่ยระหว่างปี 2549-2550 ดังตารางที่ 2.16 และตารางที่ 2.17

ตารางที่ 2.16 อัตราการขยายตัวของอาร์เอฟไอดีเฉลี่ยระหว่างปี 2549-2550

ปี พ.ศ.	Tag	Reader	Software	System Solution
2549	40.50	31.31	21.94	19.75
2550	51.10	41.25	30.71	25.08

ที่มา: จากการสำรวจของ TESA และ NECTEC: National Electronics and Computer Technology Center, 2548

ตารางที่ 2.17 มูลค่าของผลิตภัณฑ์ของอาร์เอฟไอดีเฉลี่ยระหว่างปี 2549-2550

ปี พ.ศ.	Tag	Reader	Software	System Solution	มูลค่าตลาด
2549	520.27	419.50	89.19	265.51	1294.5
2550	786.13	592.54	116.58	332.10	1827.3

ที่มา: จากการสำรวจของ TESA และ NECTEC National Electronics and Computer Technology Center, 2548

จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐกิจของ วีระเชษฐ์ ชันเงิน และคณะผู้วิจัยฯ จากหนังสือรู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549) ในโครงการศึกษาภาพรวมและจัดทำเส้นทางเทคโนโลยีของชาติฯ ได้กล่าวไว้ว่า จากการวิจัยพบว่าโอกาสในการประสบความสำเร็จของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยพิจารณาจากด้านต่าง ๆ ประกอบดังนี้

- พิจารณาในด้านผลกระทบต่อเศรษฐกิจ จาก 5M (Man, Money, Material, Management, Market) ความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในประเทศอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง
- พิจารณาในด้านเทคโนโลยี ความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในประเทศอยู่ในระดับสูง
- พิจารณาในด้านทรัพยากรบุคคล ความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในประเทศอยู่ในระดับปานกลาง
- พิจารณาด้านงบประมาณ ความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในประเทศอยู่ในระดับสูง
- พิจารณาด้านการจัดการ ความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในประเทศอยู่ในระดับปานกลาง

จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐกิจของ วีระเชษฐ์ ชันเงิน และคณะผู้วิจัยฯ ในโครงการศึกษาภาพรวมและจัดทำเส้นทางเทคโนโลยีของชาติฯ ได้ทำการวิเคราะห์ SWOT ของอุตสาหกรรมอาร์เอฟไอดี ในประเทศไทยไว้ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.18 และหามูลค่ารวมของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจากสูตรมูลค่ารวมของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

$$= \text{มูลค่าแท็ก} + \text{มูลค่าเครื่องอ่าน} + \text{มูลค่าโปรแกรม} + \text{มูลค่าระบบและอุปกรณ์} \quad (2.1)$$

ตารางที่ 2.18 การวิเคราะห์ SWOT ของอุตสาหกรรมอาร์เอฟไอดีประเทศไทย

จุดแข็ง: Strengths	จุดอ่อน: Weaknesses
- มีเครือข่ายที่รวมตัวกันเข้มแข็งทั้งจากภาครัฐและเอกชน (RFID Cluster) - สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์อาร์เอฟไอดีได้อย่างครบวงจรภายในประเทศ - ขนาดของระบบเศรษฐกิจและตลาดภายในประเทศสามารถสนับสนุนอุตสาหกรรมอาร์เอฟไอดีในประเทศได้	- ยังต้องพึ่งพาการผลิตและนำเข้าชิ้นส่วนบางชนิดจากต่างประเทศ - บุคลากรและนักวิจัยสำหรับพัฒนาด้านเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดียังมีน้อย - การสนับสนุนผลักดันด้านมาตรฐานและกฎระเบียบจากภาครัฐยังไม่มากพอ
โอกาส: Opportunities	ภัยคุกคาม: Threats
- ตลาดอาร์เอฟไอดีทั่วโลกกำลังเติบโตอย่างมาก เนื่องจากนำอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตและการขนส่งสินค้า - ทั่วโลกให้ความสำคัญกับระบบตรวจสอบ และติดตามเส้นทางการขนส่งสินค้าเพื่อความปลอดภัย - ทั่วโลกกำลังตื่นตัวกับการกำหนดมาตรฐานคลื่นความถี่และข้อมูลเพื่อรองรับการใช้งาน	- อุตสาหกรรมอาร์เอฟไอดีมีการแข่งขันทางการค้ามากขึ้นจากประเทศในแถบเอเชีย เช่น ประเทศจีน - อาจมีเทคโนโลยีระบบตัวตนชนิดอื่นเข้ามาแย่งตลาดอาร์เอฟไอดีบางส่วน - ความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของข้อมูลและความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้

ที่มา: รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (2549)

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้หน่วยความจำแบบการ์ดในการเก็บข้อมูลของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบพกพา (2550) เขียนโดย จุฑาทิพย์ วิศาลมงคล และอนุกุล น้อยไม้ จากเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กล่าวไว้ว่า ในการใช้งานเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบติดตั้งอยู่กับที่สำหรับการอ่านรหัสประจำตัวสัตว์เพื่อทำการตรวจสอบย้อนกลับในฟาร์มปศุสัตว์นั้นก่อให้เกิดความลำบากในการที่จะเคลื่อนสัตว์ไปที่จุดอ่าน จึงมีการใช้เครื่องอ่านแบบพกพาที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ แต่เครื่องอ่านแบบพกพาก็มีวิธีการจัดเก็บข้อมูลหลายรูปแบบด้วยกัน ดังนั้นจึงออกแบบเครื่องอ่านที่ประยุกต์ใช้หน่วยความจำแบบการ์ด และนำการส่งข้อมูลความเร็วสูงแบบ Serial Peripheral Interface (SPI) มาเป็นรูปแบบในการอ่านและเขียนข้อมูล เมื่อนำหน่วยความจำแบบการ์ดมาใช้นั้นทำให้การถ่ายโอนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ทำได้สะดวกกว่า และสามารถเปลี่ยนหรือขยายความจุของการ์ดในภายหลังได้ โดยผลทดสอบการเขียนข้อมูลลงไปในการ์ดจำนวน 200 ครั้ง ก็สามารถเขียนและอ่านข้อมูลทั้งหมดได้ถูกต้อง 100% ซึ่งจุฑาทิพย์ วิศาลมงคล และอนุกุล น้อยไม้ กล่าวไว้ว่า ในการใช้งานเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบพกพาที่ใช้หน่วยความจำแบบการ์ด เมื่อการ์ดที่เก็บข้อมูลถูกใช้งานจนเต็มก็สามารถเปลี่ยนไปใช้การ์ดใหม่ได้ทันที โดยข้อมูลเก่าก็ถูกเก็บอยู่ในการ์ดอันเดิม ทั้งนี้การพกพาคอมพิวเตอร์ไปด้วยเพื่อการถ่ายโอนข้อมูลเมื่อหน่วยความจำเต็ม ในบางที่อาจทำให้เกิดความลำบากเพราะฉะนั้นเครื่องอ่านแบบพกพาที่มีหน่วยความจำแบบการ์ดจะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างมาก

การวิจัยเรื่องการใช้ระบบสารสนเทศและอาร์เอฟไอดี (RFID) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานบริหารจัดการฟาร์ม (2550) เขียนโดย วีระชัย จันทร์สุด, พุชพันธ์ เหล่าจันทร์, สิทธิพงษ์ เหล่าไกร และ นกมล ผู้มีจรรยา จากเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กล่าวไว้ว่า ระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเลี้ยงสุกรนั้นเป็นอาชีพที่มีความสำคัญ ทั้งเพื่อการบริโภคในประเทศและการส่งออก การนำระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการฟาร์มสุกร จึงถือได้ว่าเป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยแบ่งเบาภาระและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเกษตรกร ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องในการปฏิบัติงาน รวมถึงสามารถเก็บข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อทำการวิจัยและพัฒนาปรับปรุงการเลี้ยง การพัฒนาสายพันธุ์สุกร ทำให้เกิดผลิตผลและคุณภาพสำหรับผู้บริโภค ตลอดจนเพื่อความมั่นใจในการบริโภคเนื้อสุกร นอกจากนี้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดียังช่วยในการตรวจสอบข้อมูลและเพิ่มมูลค่าของเนื้อสุกรในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดย วีระชัย จันทร์สุด และคณะ ได้สรุปไว้ว่าจากการนำระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการฟาร์มสุกร ทำให้เจ้าของฟาร์มสามารถลด

ต้นทุนค่าแรงงานจากปกติเคยใช้แรงงาน 1 คนต่อสุกร 50 ตัว แต่ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นผู้ดูแล 1 คน สามารถดูแลสุกรได้ถึง 100 ตัว ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและลดค่าแรงได้ถึงครึ่งหนึ่ง รวมถึงการค้นหาข้อมูลที่รวดเร็วและถูกต้องกว่าเดิม นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้รับยังสามารถนำไปกำหนดปริมาณอาหารให้สุกรได้ ดังนั้นการสร้างระบบสารสนเทศในการบริหารจัดการฟาร์ม ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจะทำให้การบริหารจัดการฟาร์มมีประสิทธิภาพและคุณภาพ ผลผลิตเพิ่มขึ้นต่อไปในอนาคต

การวิจัยเรื่องระบบการขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (ITS : Intelligent Transport System) (2549) เขียนโดย ภาสกร ประถมบุตร จากเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ผลจากการสำรวจจากข้อมูลของ สำนักงานขนส่งทางบกเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพฯ จำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5% ต่อปี ในขณะที่ผิวการจราจรมีอัตราการเพิ่มขึ้นเพียง 1-2% ต่อปี และจากข้อมูลของกรุงเทพฯ ปี 2547 ปัญหาจราจรในกรุงเทพฯ เกิดจากประเด็นหลัก คือ ปริมาณรถยนต์มีมากถึง 5 ล้านคัน แต่มีถนนรองรับรถยนต์เพียง 6% ของพื้นที่เมือง ซึ่งมาตรฐานต้องมีเพิ่มขึ้น 15% และระบบขนส่งมวลชนไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากร นอกจากนี้ประเทศไทยเริ่มมีการนำระบบการขนส่งและจราจรอัจฉริยะเข้ามาใช้แต่ไม่เชื่อมโยงกันในแต่ละหน่วยงาน โดยภาครัฐเน้นการควบคุม และรายงานสภาพจราจร ส่วนภาคเอกชนส่วนใหญ่นำมาใช้ในอุปกรณ์นำทางในรถเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินทางและการขนส่ง ดังนั้น ภาสกร ประถมบุตร จึงสรุปไว้ว่า ประเทศไทยต้องการระบบการขนส่งและจราจรอัจฉริยะที่เหมาะสมกับสภาพสังคมและเศรษฐกิจ ซึ่งการพัฒนาการขนส่งและจราจรอัจฉริยะจะช่วยทดแทนการนำเข้าเทคโนโลยีราคาสูงจากต่างประเทศ รวมไปถึงการประหยัดพลังงานและการลดมลพิษ

การวิจัยเรื่องเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับงานตรวจนับรถยนต์ (2549) เขียนโดย จตุพร ชินรุ่งเรือง จากเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งกล่าวไว้ว่า งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การจราจรไหลได้อย่างคล่องตัว เนื่องจากประชาชนต้องการเดินทางที่อำนวยความสะดวก และมีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการจราจรจึงต้องมองสิ่งที่จำเป็นคือ การจัดการทางถนนต่อจากนั้นคือการจัดการขนส่งที่เหมาะสม การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ เพื่อควบคุมการปล่อยรถ ได้แก่ การควบคุมสัญญาณไฟอัตโนมัติ ฯลฯ สิ่งสำคัญการควบคุมบริหารการจราจร คือ การเก็บข้อมูลการจราจร เพื่อใช้ในการบริหารจัดการจราจรให้เกิดการจราจรไหล โดยใช้เทคโนโลยีตรวจสอบปริมาณการจราจรจากทิศต่างๆ กล่าวได้ว่าข้อมูลการจราจรสำคัญมากต่อการจัดการบริหาร โดยข้อมูลที่ได้นี้ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ จึงได้เกิดงานวิจัยเทคโนโลยีสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเป็นเทคโนโลยีระบบการขนส่งและ

จราจรอัจฉริยะ (ITS : Intelligent Transport System) หรือ การนำเทคโนโลยีพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์และการสื่อสารมาใช้ในการแก้ปัญหาด้านจราจรให้เกิดประสิทธิภาพ และคุณภาพ โดย จตุพร ชินรุ่งเรือง กล่าวสรุปไว้ว่า การพัฒนาระบบ ITS นี้ต้องอาศัยความร่วมมือทั้งจากภาครัฐ คือ การควบคุม และรายงานสภาพจราจร ขณะเดียวกันภาคเอกชนก็ต้องใช้อุปกรณ์นำทางในรถเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทางด้วย และคุณสมบัติสำหรับเทคโนโลยีสำหรับเก็บข้อมูลในอนาคต จะต้องมีความแม่นยำสูง ปริมาณรถที่นับได้ต้องถูกต้องมากกว่า 90% ขึ้นไป การติดตั้งควรจะรวดเร็ว เคลื่อนย้ายสะดวก ระบบควรจะมี ความคงทน น่าเชื่อถือ ข้อมูลที่ได้จะง่ายต่อการบริหาร ง่ายต่อการประมวลผล และสิ่งสำคัญ คือมีราคาถูก

การวิจัยเรื่องโปรแกรมอ่านป้ายทะเบียนรถ (2549) เขียนโดย เปรมนาถ คูเบ จากเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ปัจจุบันการตรวจสอบรถที่เข้าออกในสถานที่ต่าง ๆ เช่น ลานจอดรถของห้างสรรพสินค้า หรือ สถานที่สำคัญ ยังขาดระบบจัดเก็บฐานข้อมูลที่จะช่วยตรวจสอบรถที่เข้าออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยังขาดโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้สอดคล้องกับความต้องการ เช่น ในปัจจุบันที่ระบบการเก็บข้อมูลรถที่เข้าออกสถานที่ ระบบเดิมสามารถเก็บได้เพียงภาพเคลื่อนไหวจากกล้องวงจรปิดหรือภาพนิ่งจากกล้องถ่ายรูปดิจิทัลเท่านั้น ไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและยืดหยุ่น ไม่มีข้อมูลทะเบียนรถและเวลาเข้าหรือออก ซึ่งสามารถดึงมาใช้งานได้ทันที ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุร้าย หรือต้องการติดตามรถ เจ้าหน้าที่ต้องมาไล่ค้นหาข้อมูลจากกล้องวงจรปิดหรือภาพนิ่ง ซึ่งใช้เวลานานแทนที่จะสืบค้นในฐานข้อมูลด้วยเวลาเพียงไม่กี่วินาที สำหรับโปรแกรมอ่านป้ายทะเบียนรถ (License Plate Recognition System: LPR) ที่เปรมนาถ คูเบ ได้พัฒนาขึ้น จะทำให้คอมพิวเตอร์ค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถ พร้อมระบบฐานข้อมูลที่ช่วยแปลงข้อมูลตัวอักษรจากภาพด้วยโปรแกรมโอซีอาร์มาเป็นตัวหนังสือที่สามารถจัดเก็บในฐานข้อมูลเพื่อง่ายแก่การสืบค้น โดยใช้เพียงอุปกรณ์ง่าย ๆ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ต่อพ่วงเข้ากับกล้องวงจรปิด พร้อมด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ระบบสามารถจัดเก็บและสร้างฐานข้อมูลของรถที่เข้าและออกจากสถานที่ได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ ผู้ใช้งานยังอาจพ่วงระบบดังกล่าวเข้ากับระบบที่กั้นรถในที่จอดรถได้ด้วย ซึ่งแต่ละครั้งที่มีการเข้าและออก คอมพิวเตอร์ก็จะเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล และควบคุมให้ที่กั้นรถเปิดให้รถผ่านเองได้โดยพลอตคนควบคุม ซึ่งปัจจุบันโปรแกรมดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการทำงานราว 95% สามารถรู้จำตัวอักษรภาษาไทย “ก-ฮ” และตัวเลข “0-9” ขณะที่ประโยชน์การใช้โปรแกรม คือ สามารถนำไปปรับใช้ในงานควบคุมหลายด้าน เช่น ใช้ในการจัดการที่จอดรถอัตโนมัติ การบันทึกเวลาเข้าและออกเพื่อคำนวณค่าจอดรถโดยไม่เกิดการรื้อวโหล และ การจำแนกรถที่เข้าออกอาคารว่าเป็นรถภายในหรือรถของ

บุคคลภายนอก รวมถึงการรักษาความปลอดภัย การติดตามรถที่หายหรือรถที่มีพฤติกรรมน่าสงสัย และทำให้เกิดความประหลาดใจในการจัดการที่จอดรถ

การวิจัยเรื่องผลของสภาพอากาศต่อการแพร่กระจายคลื่นวิทยุในย่านความถี่ 220 เมกะเฮิร์ตซ์ (2543) เขียนโดย ยอร์จ แมคคอร์มิก (Macormick / W9MKE) ได้ทำการตั้ง สมมติฐานไว้ว่าสัญญาณที่รับได้อาจแปรตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น ระดับความสูงของเมฆ ความกดอากาศ และผลของดวงอาทิตย์ ซึ่ง ยอร์จ แมคคอร์มิก มีข้อค้นพบดังนี้

- ในการทดลองขณะที่อุณหภูมิในช่วงเส้นทางผ่านลดลงสัญญาณจะแรงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับความเชื่อเดิมของนักวิทยุสมัครเล่น ที่เชื่อว่าสัญญาณมักจะแรงขึ้นในฤดูหนาวและในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

- ที่ความชื้นของอากาศในเส้นทางผ่านมีค่าน้อยลงสัญญาณจะแรงขึ้นมีข้อสังเกตว่าจากผลทดลองมักจะเกิดขึ้นกับย่านความถี่ 1000 เมกะเฮิร์ตซ์ ขึ้นไป แสดงชัดว่าย่านความถี่ 220 เมกะเฮิร์ตซ์ ยังมีผลอยู่ จากการทดสอบสังเกตได้อีกว่าระหว่างช่วงที่มีความชื้นสูง เช่น วันที่มีฝนตกหรือหิมะตกสัญญาณจะมีระดับสัญญาณรบกวนสูง ทั้งๆที่ในวันที่อากาศปกติจะมีความแรงไม่น้อยกว่าระดับ 9

- ขณะที่ความกดอากาศเพิ่มขึ้น ช่วงที่อากาศแห้ง โดยทั่วไปสัญญาณจะแรงขึ้น แต่ยังไม่มีสรุปชัดเจน เนื่องจากผลคำตอบไม่แน่นอน อย่างไรก็ตามผลการทดสอบที่นักวิทยุสมัครเล่นรู้จักคือในย่านความถี่ 50 เมกะเฮิร์ตซ์นั้นการเปลี่ยนบรรยากาศระหว่างความกดดันสูงและต่ำนั้นทำให้การติดต่อระยะไกลดีขึ้น แต่ที่ผลออกมาไม่ชัดเจนเพราะการทดลองอยู่ในช่วงสั้น รวมถึงความแตกต่างทางด้านอากาศไม่มากพอที่จะทำให้สัญญาณแรงขึ้น

วิทยานิพนธ์ความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยี GPRS (General Packet Radio Service) กับกาให้บริการโทรศัพท์มือถือของไทย (2545) จาก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เขียนโดย นพพร เหลียงขวัญยืน กล่าวถึง การนำเทคโนโลยี GPRS มาประยุกต์ใช้ให้เกิดกาให้บริการในรูปแบบใหม่ของโทรศัพท์มือถือ เมื่อใช้ร่วมกับการส่งข้อมูลแบบ Packet Switching ซึ่งเป็นแนวโน้มทางด้านความรวดเร็วในการใช้งานที่ดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบ 3G ถือว่าเทคโนโลยี GPRS มีการลงทุนที่น้อยกว่า โดยความสำเร็จของการให้บริการในระบบ GPRS นั้นมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของการให้บริการที่เสนอให้กับผู้บริโภค จุดแข็งคือ มีอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลและบริการเสริมที่ดีกว่าระบบ GSM และ WAP สำหรับปัญหาและอุปสรรคที่พบได้แก่ อัตราความเร็วยังช้ากว่าระบบ 3G อยู่มาก ปัญหาเรื่องค่าบริการระบบในเมืองไทยที่ยังแพง ปัญหาการเชื่อมต่อโครงข่าย การใช้งานโครงข่ายในช่วงโมเมนต์เร่งด่วนของการใช้โทรศัพท์โทรเข้าและ

โทรออกซึ่งมีผลต่อการใช้งานระบบ GPRS รวมไปถึงระบบขาดการประชาสัมพันธ์ให้ผู้บริโภคทราบถึงประโยชน์ที่แท้จริงที่จะได้รับการใช้งาน

วิทยานิพนธ์การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพดิจิทัลแบบทันกาล (2547) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขียนโดยสุกัญญา จังเจริญจิตต์กุล กล่าวถึง การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพดิจิทัลแบบทันกาล เป็นการพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลข และจังหวัด เพื่อใช้ชี้เฉพาะรถยนต์คันนั้นๆ ในที่นี้ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพดิจิทัล จากการถ่ายภาพในทั้งมุมตรงและมุมเอียง โดยอาศัยรูปแบบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ตามมาตรฐานที่ถูกกำหนดโดยได้ใช้วิธีการแบ่งเป็น 3 ส่วนในแนวนอนเพื่อแบ่งกลุ่มตัวอักษรและตัวเลขเพื่อจำกัดปริมาณข้อมูลภาพที่ต้องการประมวลผล ในการรู้จำใช้ต้นไม่การตัดสินใจโดยแบ่งตามประเภทของช่องว่างในส่วนบนและส่วนล่างของตัวอักษรและตัวเลขโดยแบ่งประกอบด้วย 6 ประเภท โดยที่ประเภทที่ 1. ส่วนบนไม่มีช่องว่างและส่วนล่างไม่มีช่องว่าง ประเภทที่ 2 ส่วนบนไม่มีช่องว่างและส่วนล่างมีช่องว่าง 1 กลุ่ม ประเภทที่ 3 ส่วนบนมีช่องว่าง 1 กลุ่ม และส่วนล่างไม่มีช่องว่าง ประเภทที่ 4 ส่วนบนมีช่องว่าง 1 กลุ่ม และส่วนล่างมีช่องว่าง 1 กลุ่ม ประเภทที่ 5 ส่วนบนมีช่องว่าง 2 กลุ่ม และส่วนล่างไม่มีช่องว่าง ประเภทที่ 6 ส่วนบนมีช่องว่าง 2 กลุ่ม และส่วนล่างมีช่องว่าง 1 กลุ่ม ซึ่งจากการทดสอบจะได้ผลค่อนข้างดีเมื่อส่วนของป้ายทะเบียนในภาพไม่ไกลหรือใกล้เกินไป กล่าวคือขนาดความยาวของป้ายทะเบียนในภาพถ่ายมีขนาดประมาณ 20-50% ของความยาวของภาพถ่ายแบบ VGA ขนาด 640x480 พิกเซล จากภาพถ่ายดิจิทัลจำนวน 150 ภาพโปรแกรมต้นแบบสามารถตรวจหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้ถูกต้องเฉลี่ยประมาณ 95% จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ถูกต้องจากการหาตำแหน่งป้ายทะเบียนออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ การบ่งชี้ตัวอักษรและตัวเลขถูกต้องเฉลี่ย 92% และบ่งชี้ส่วนจังหวัดถูกต้องเฉลี่ยประมาณ 90% ความถูกต้องโดยรวมของการหาตำแหน่งป้ายทะเบียนและสามารถหาตำแหน่งบ่งชี้ตัวอักษร ตัวเลข จังหวัดได้ถูกต้องเฉลี่ยโดยประมาณ 89% สำหรับปัญหาและอุปสรรคที่พบ การตรวจหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนในงานวิจัยใช้ได้กับข้อมูลภาพของแผ่นป้ายทะเบียนประเภท 1-2-3 เท่านั้น หากต้องการครอบคลุมแผ่นป้ายทะเบียนประเภทอื่นควรพัฒนาในส่วนวิธีแบ่งแยกวัตถุด้วยสี ในการทำวิจัยการตรวจหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนยังพบข้อผิดพลาด ซึ่งข้อผิดพลาดจำนวนมากเกิดจากลักษณะป้ายทะเบียนในส่วนการหาความสม่ำเสมอของการเว้นช่วงตัวอักษร แต่สามารถแก้ปัญหาหากมีการพัฒนาโดยการโปรเจกชันก่อนการหาความสม่ำเสมอของการเว้นช่วงตัวอักษร นอกจากนี้เนื่องจากการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนมีข้อจำกัดด้านความยาวของแผ่นป้าย ซึ่งควรมีขนาด 20-50% ของความยาวภาพดิจิทัล

จึงควรมีการปรับปรุงให้มีการค้นหาคำแหน่งในหลายระยะ กล่าวคือ ควรมีการปรับปรุงเรื่องระยะห่างระหว่างอักษร

วิทยานิพนธ์การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ (2541) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขียนโดย ทะนงศักดิ์ ศิริทินพงษ์ กล่าวถึง การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์มีความสำคัญต่อการจำแนกรถยนต์เนื่องจากแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์มีข้อมูลที่แสดงความเป็นเอกลักษณ์ของรถยนต์ คันนั้น และจากการที่แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์แสดงถึงเอกลักษณ์ของรถยนต์การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการที่มีความเที่ยงตรงและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีความเที่ยงตรงและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมโดยอาศัยรูปแบบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ตามกฎหมายของกรมการขนส่งทางบกและใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับสี่ชั้น โดยการเรียนรู้แบบมีการสอน โดยวิธีการนี้เริ่มต้นด้วยการป้อนภาพรถยนต์ แล้วทำการประมวลผลข้อมูลภาพให้ได้ภาพสองระดับ (Binary Image) แล้วทำการกำหนดบริเวณที่คาดว่าเป็นแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยอาศัยรูปแบบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ตามกฎหมายของกรมการขนส่งทางบก เช่น สี ขนาดอัตราส่วนและรูปร่างของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ รูปแบบการเรียงของตัวอักษรและตัวเลข เป็นต้น ต่อไปทำการเปิดหน้าต่างในแต่ละพื้นที่ที่คาดว่าเป็นแผ่นป้ายทะเบียนเพื่อทำการรู้จำตัวอักษรและพิจารณารูปแบบตัวอักษรและตัวเลข (เช่น มีตัวอักษร 2 ตัวและตามด้วยตัวเลข 4 หลัก เป็นต้น) ในการรู้จำตัวอักษรบนหน้าต่างที่เปิด ก่อนอื่นทำการแบ่งตัวอักษรโดยการพิจารณาช่องว่างระหว่างตัวอักษร โดยใช้รูปแบบที่ได้จากวิธีการฉายภาพในแนวนอนและแนวตั้ง ทำให้สามารถกำหนดกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบตัวอักษรได้ ต่อไปทำการปรับขนาดแต่ละตัวอักษรในกรอบดังกล่าวจนได้ขนาด 18x13 จุดภาพ (234 จุดภาพ) แล้วนำข้อมูลภาพตัวอักษรนี้ไปป้อนเข้าโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับสี่ชั้นเพื่อทำการรู้จำตัวอักษรและตัวเลข ผลของการรู้จำโดยโครงข่ายประสาทเทียมใช้ในการยืนยันว่าเป็นแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยเทียบกับรูปแบบตามกฎหมายของกรมการขนส่งทางบก และเนื่องจากวิธีการนี้ใช้ผลของการรู้จำรูปแบบตัวอักษรในการยืนยันทะเบียนรถยนต์ทำให้สามารถหาคำแหน่งของทะเบียนรถยนต์ได้ถูกต้องยิ่งขึ้นและในขณะเดียวกันสามารถระบุทะเบียนรถยนต์ได้ด้วย และจากการทดสอบวิธีการที่เสนอกับภาพรถยนต์จริงจำนวน 70 ตัวอย่าง ปรากฏว่าสามารถรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ร้อยละ 96% และมีอัตราการรู้จำร้อยละ 92% สำหรับปัญหาและอุปสรรคที่พบ จะมีบางภาพที่ประมวลผลไม่ถูกต้องอันเนื่องมาจากความสว่างของภาพไม่เพียงพอ หรือมีสิ่งกีดขวาง เช่น มีน๊อตอยู่ระหว่างตัวอักษร สำหรับข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ สำหรับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นได้

โดยการเพิ่มลักษณะเด่นของตัวอักษร หรือการใช้อุปกรณ์ที่สมบูรณ์แบบ รวมทั้งการเพิ่มอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าประกอบ เป็นต้น

วิทยานิพนธ์การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดระบบการจราจรให้มีประสิทธิภาพในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (2544) จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เขียนโดยชนบพันธุ์ ไตรย์พีชน์ กล่าวถึง การพัฒนาการจัดระบบการจราจรและแก้ปัญหาทางด้านการจราจรและการขนส่ง เพื่อทำการศึกษประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจร ทั้งในแง่ผู้พัฒนาระบบและผู้นำไปใช้งาน ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ข้อมูลที่ได้จากเทคโนโลยีสามารถสร้างประโยชน์ได้ คือ การเดินทางสะดวก ปลอดภัย ลดมลพิษทางอากาศ การเดินทางในภาพรวมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สร้างความเชื่อมั่นในการดำเนินงานจัดการจราจรของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงจนถึงเป็นการใช้ระบบเทคโนโลยีคมนาคม มาใช้จัดการจราจรตามกลยุทธ์ที่กำหนดไว้ สำหรับข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ การที่จะนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาประยุกต์ร่วมกันควรมีอะไรและต้องปรับปรุงสิ่งใดนั้น เทคโนโลยีแต่ละตัวแต่ละระบบต่างก็ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้เพื่อประโยชน์ของหน่วยงานที่รับผิดชอบ แต่ยังไม่ได้มีการประสานในการประยุกต์รวมเทคโนโลยีทางการจราจรทั้งหมดเข้าด้วยกัน เพียงแต่นำส่วนหนึ่งที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ร่วมกันเท่านั้น ดังนั้นจึงควรปรับปรุงหรือประยุกต์เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในปัจจุบันให้สามารถรองรับเทคโนโลยีของกันและกันได้ และทำการพัฒนาเพื่อรองรับการขยายตัวของเทคโนโลยีต่าง ๆ และการเกิดใหม่ของระบบการจัดการด้านการจราจร เพื่อให้ประชาชนผู้ใช้รถใช้ถนนได้รับประโยชน์สูงสุด

บทที่ 3

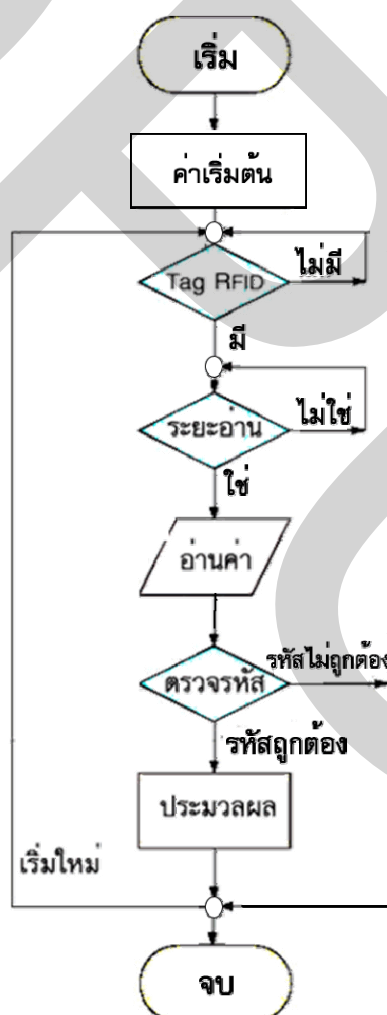
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นประเภทการวิจัยเชิงพัฒนา (Constructive Research) การเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ ซึ่งส่วนแรกเป็นงานวิจัยสำหรับการทำงานระยะใกล้จะใช้เครื่องพีดีเอร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ย่านความถี่สูง 13.56 MHz รุ่น SDiD1020 อ่านแท็กชนิดบัตรมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A และส่วนที่สองเป็นงานวิจัยสำหรับการทำงานระยะไกลจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลติดบริเวณจุดตรวจร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่ง 920-925 MHz รุ่น ST500 อ่านแท็กชนิดวัตถุพิเศษติดโลหะมาตรฐาน ISO 18000-6 ชนิด B ร่วมกับฐานข้อมูลแบบเอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ บนเว็บไซต์สำหรับทำงานกับระบบฐานข้อมูลเป็นการแสดงผลการกระทำของข้อมูลบนเว็บโดยดึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตมาประมวลผล พร้อมทั้งทำการทดสอบข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจากภายในด้วยตนเองตามรูปแบบกล่องขาว (White Box Testing) ด้วยกราฟกระแสงาน (Flow graph) พร้อมทั้งทำการทดสอบข้อบกพร่องภายนอกด้วยตนเองด้วยวิธีการหาข้อบกพร่องทั้งระบบ (Defect Testing) โดยมองสิ่งที่ต้องการจะศึกษา 3 ด้าน คือ ระยะห่าง อุณหภูมิในสภาพอากาศ และความเร็วรอบรถสำหรับระยะไกล ที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล แล้วเก็บค่าร้อยละของความสำเร็จจากการอ่านข้อมูลจากนั้นจึงทำการทดสอบคุณภาพของซอฟต์แวร์จากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 7 คน ในรูปแบบวิธีการสร้างแบบทดสอบระบบ (Alpha Test) แล้วดำเนินการวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้จำนวน 70 คน ด้วยวิธีการแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งและเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ จำนวนกลุ่มละ 35 คน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ สถิติค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ($\bar{X}$ - Simple average index (SAI)) สถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.: Standard Deviation) และสถิติค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($\bar{X}$ - Weighted average index (WAI))

สำหรับเนื้อหาของบทที่ 3 กล่าวถึง โครงสร้างของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี การวิเคราะห์ความต้องการของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ กรอบแนวคิดและแบบจำลองในการศึกษา ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือวิจัยสำหรับสำรวจความคิดเห็นของการทดลองใช้ระบบ ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย วิธีการออกแบบวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการทดสอบระบบ

3.1 โครงสร้างของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

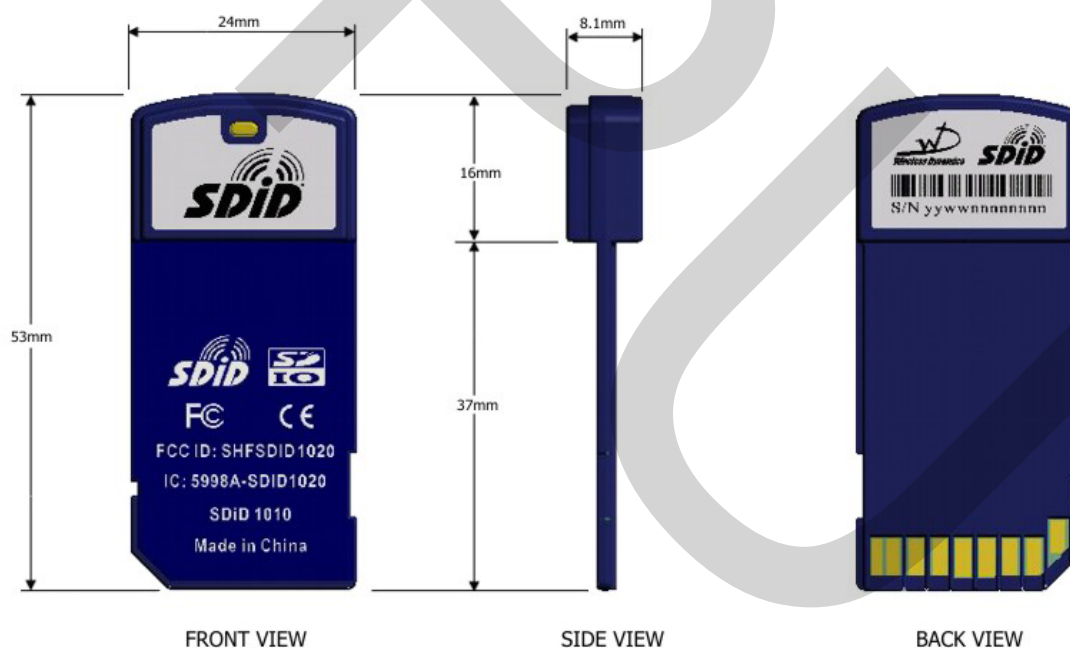
เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) ที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้จะประกอบได้ด้วย 2 เครื่องอ่าน คือ เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูง (HF) รุ่น SDiD1020 และเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF) รุ่น ST500 โดยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีทั้งสองแบบมีกระบวนการทำงานที่คล้ายกัน คือ จุดเริ่มต้นระบบจะถูกตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานเอาไว้ รอแท็กอาร์เอฟไอดีเข้ามาสู่ระบบ ตามระยะอ่านที่ถูกกำหนด เมื่อมีแท็กอาร์เอฟไอดีมาอยู่ในระยะอ่านที่กำหนดแล้วระบบจึงจะเริ่มทำการอ่านค่าบนแท็กอาร์เอฟไอดี กระบวนการในการอ่านค่าครั้งแรกคือการตรวจรหัส ถ้ารหัสผ่านไม่ถูกต้องระบบจะกลับสู่กระบวนการรอแท็กอาร์เอฟไอดี แต่ถ้ารหัสผ่านถูกต้อง ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนประมวลผลข้อมูลซึ่งสามารถศึกษาได้ตามภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

3.1.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD™ 1020 ที่นำมาใช้บนย่านความถี่สูง

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD™ 1020 ที่นำมาใช้บนคลื่นความถี่สูง (HF Reader) เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัท Wireless Dynamics นำเข้าโดยบริษัทเมทซ์พอยท์เทคโนโลยี ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายเพียงเสียบการ์ดเข้ากับเครื่องพีดีเอ (PDA) โทรศัพท์มือถือ (Smart phone) หรืออุปกรณ์ Hand-Held Device ที่มีช่องเสียบ Secure Digital (SD) Slot ระบบงานเป็นอาร์เอฟไอดีแบบอ่านและเขียนได้ สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ที่หลากหลาย อาทิเช่น โปรแกรมอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดีแท็กในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยข้อมูลในอาร์เอฟไอดีแท็กจะสามารถสื่อสารแบบทันทีทันใด (Real Time) ไปยัง Enterprise Database ผ่าน WiFi, CDMA หรือ GSM หรือ Bluetooth เปิดใช้งานภายใต้ย่านความถี่ HF 13.56MHz โดยมีระยะการอ่านมาตรฐาน ISO 14443A/B อยู่ที่ 6 เซนติเมตร และมาตรฐาน ISO 15693 อยู่ที่ 8 เซนติเมตร ตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี SDiD™ 1020: Secure Digital (SD) Card

ที่มา: เอกสารแนะนำผลิตภัณฑ์ SDiD1020 เขียนโดย บริษัท Wireless Dynamics (www.wdi.ca)

3.1.1.1 ความแตกต่างของแท็กที่ใช้กับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD™ 1020

ความแตกต่างของแท็กที่ใช้กับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี รุ่น SDiD™ 1020 โดยมีคุณสมบัติของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูง (HF) สามารถรองรับได้ 2 มาตรฐาน ISO 15693 และมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A/B โดยสรุปเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี รุ่น SDiD™ 1020 สามารถสนับสนุนมาตรฐาน Philips I-CODE®, I-CODE® SLI, Philips MIFARE DESFire® และ Texas Instrument Tag-it™ HF-I ซึ่งสรุปความแตกต่างของ ISO 14443 และ ISO 15693 ได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความแตกต่างของ ISO 14443 และ ISO 15693 Passive Tag-No Battery

ข้อพิจารณา	มาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A	มาตรฐาน ISO 15693
ปีที่ผลิต	ค.ศ. 1997	ค.ศ. 1998
ระยะห่าง	ประมาณ (6 ซม.)	ประมาณ (8 ซม.)
ความปลอดภัย ของข้อมูล	ดี	ปานกลาง
มุมมองของบัตร (Smart Card)	Processor Card	Memory Card
หน่วยความจำ (EEPROM) PVC Cards	กรณีนี Mifare Classic 1KByte [1024 Byte] (16 Sector with 4 Blocks of 16 Bytes) $16*4*16=1024$ Byte	กรณีนี I-code SLI (SL2 ICS20) [896 Byte] (28 Block of 4 Byte) $28*4*8 = 896$ Byte
การป้องกันข้อมูล (Block)	ป้องกันจากหน่วยความจำ (Memory Block)	เขียนป้องกันจากโปรแกรม Block (Write Protection)
จำนวนครั้ง เขียนทับได้ (RW)	100,000 ครั้ง	100,000 ครั้ง
อายุการใช้งาน	10 ปี	10 ปี
ความเร็ว ในการอ่าน	106 Kbits/วินาที	26.6 Kbits/วินาที
ประเภท	Aims to High Power, High Speed Applications	Aims to Low Power, Low Speed Applications

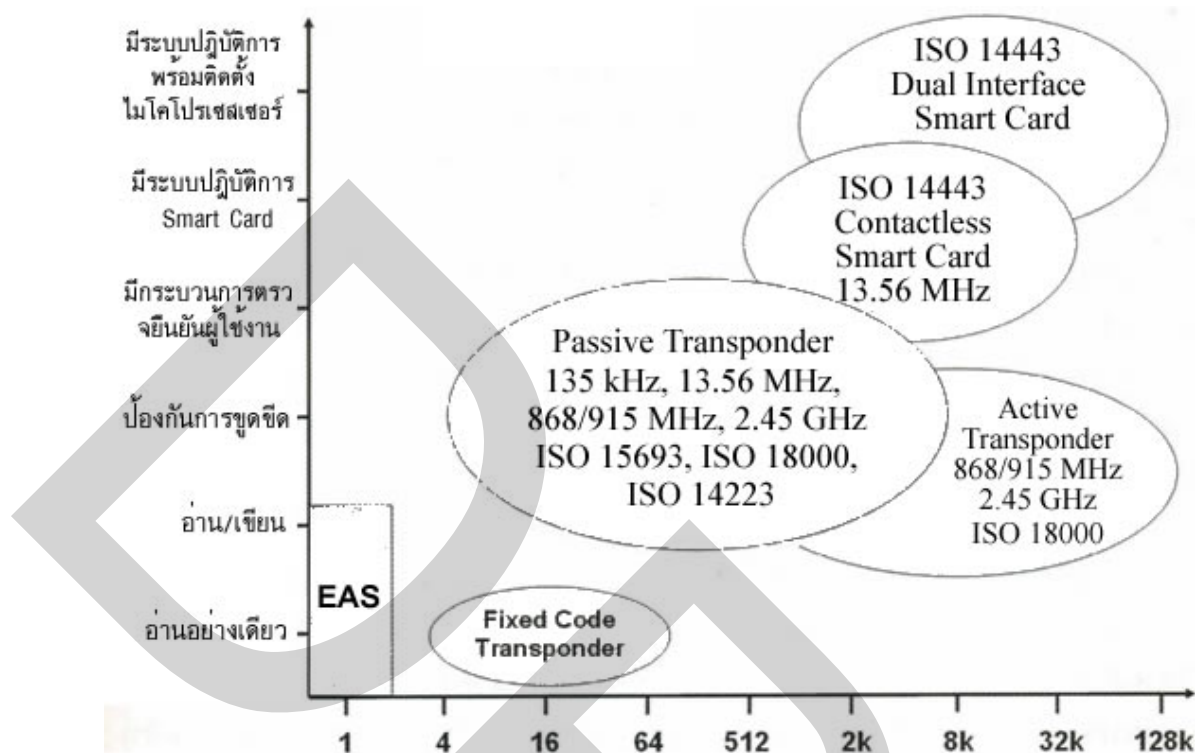
ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ข้อพิจารณา	มาตรฐาน ISO 14443A	มาตรฐาน ISO 15693
ข้อดี	1. ปลอดภัยกว่ามาตรฐาน ISO 15693 2. อ่านได้เร็วกว่ามาตรฐาน ISO 15693 3. เหมาะกับการเขียนด้วยวิธีการเข้ารหัส และป้องกันข้อมูล 4. ใช้ Serial Number เป็นตัวช่วยป้องกันความปลอดภัย 5. มีรหัสในการป้องกัน EEPROM	1. อ่านได้ไกลกว่า ISO 14443A 2. ราคาที่ประหยัดกว่า 3. ป้องกันข้อมูลในรูปแบบ Data Storage Format Identifier, Application Family Identifier, Electronic Article Surveillance
นิยมใช้บัตรกับโปรแกรมบันทึกข้อมูลต่างๆ	โปรแกรมความปลอดภัยระดับสูงได้แก่ 1. โปรแกรมควบคุมการเปิดปิดประตู 2. โปรแกรมห้องสมุด 3. โปรแกรมบัตรจ่ายเงิน 4. โปรแกรมออกตั๋ว ฯลฯ	โปรแกรมการควบคุมและประมวลผล ได้แก่ 1. โปรแกรมขนส่งสินค้า 2. โปรแกรมบันทึกเวลา 3. โปรแกรมที่จอดรถ ฯลฯ

3.1.1.2 มาตรฐานที่นำมาใช้ในการวิจัยการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยความถี่สูง

มาตรฐานที่นำมาใช้ในการวิจัยการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยความถี่สูง เป็นแท็กมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A (Mifare Classic Card) สนับสนุนการใช้งานกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD 1020 โดย ประสิทธิ์ ทัพพุดิ และ ไพโรจน์ ไวกานิชกิจ ได้กล่าวไว้ว่า กลุ่มมาตรฐาน ISO 14443 ปัจจุบันสามารถเก็บข้อมูลได้ประมาณ 1-4 Kbyte ซึ่งเป็นมาตรฐานระดับบนเป็นกลุ่มที่ภายในมีการบรรจุไมโครโปรเซสเซอร์และระบบปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการประมวลผลและการทำงานที่มีความซับซ้อนสูง ไม่ว่าจะเป็นเพื่อการตรวจยืนยันการใช้งานและการเข้ารหัสข้อมูลที่ใช้อัลกอริทึมที่มีความซับซ้อนและรัดกุมกว่าในกรณีของมาตรฐานระดับอื่นๆ

มาตรฐาน ISO 14443 เป็นอุปกรณ์เครื่องลูกข่ายอาร์เอฟไอดีที่ถือว่าเป็นระดับขั้นสูงสุดของมาตรฐานระดับบนจะมีขีดความสามารถในการทำงานสูงมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานเทคโนโลยี Dual Interface Smart Card โดยมีการเปิดโอกาสให้ติดตั้งหน่วยประมวลผลเสริม (Co-Processor) ซึ่งเครื่องลูกข่ายในกลุ่มนี้จะใช้งานเฉพาะในความถี่ 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์เท่านั้น ตามภาพที่ 3.3 แสดงการจัดแบ่งประเภทตามคุณลักษณะการใช้งาน



ภาพที่ 3.3 การจัดแบ่งประเภทของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีออกเป็นกลุ่ม Low-End และ High-End ตามคุณลักษณะการใช้งาน

ที่มา: หนังสือเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เขียนโดย ประสิทธิ์ ทิมพุดิ และไพโรจน์ ไวกวนิชกิจ (2549)

3.1.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 ที่นำมาใช้บนย่านความถี่สูงยิ่ง

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 ที่นำมาใช้บนย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF Reader) สำหรับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีคลื่นความถี่สูงยิ่ง เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าโดยบริษัท Advanced ID Asia Engineering Co.,Ltd ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนสูง โดยเป็นเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีระยะไกล ซึ่งมีระยะติดตั้งได้ตั้งแต่ 1-5 เมตร โดยเริ่มต้นย่านความถี่ที่ 920-925-925 MHz และใช้งานกับแท็กคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF Tag) เป็นแท็กอาร์เอฟไอดีชนิดพาสซีฟแท็ก (Passive Tag) ซึ่งสามารถรองรับมาตรฐานการทำงาน ได้แก่ มาตรฐาน EPC-Class-0, EPC-Class-1, EPC-Class-1 Version-1.19, EPC-Class-1 Generation-2 และ ISO-18000-6 Type B (U-Code, HSL)

สำหรับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 สามารถใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (PC or Notebook) เป็นตัวเชื่อมต่อ (Connected) โดยมีจุดเชื่อมต่อเป็นช่องเสียบ (Connector) ของ RS232 หรือทำการแปลงเป็นช่องเสียบ USB Port ในการเคลื่อนย้ายข้อมูล และสนับสนุนระบบงานเครือข่าย สำหรับจุดเด่นของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ST500 คือ มีความทนทานสูง สามารถวางไว้ภายนอกอาคารได้ สามารถดูตัวอย่างเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ST500 จากภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ความถี่สูงยิ่ง รุ่น AID UHF Read

ที่มา: เอกสารแนะนำผลิตภัณฑ์ AID UHF Read เขียนโดยบริษัท Advanced ID Asia Engineering Co.,Ltd (www.aae.co.th)

3.1.2.1 ความแตกต่างของแท็กคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF) ที่ใช้กับเครื่องอ่านรุ่น ST500

ความแตกต่างของแท็กคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF) ที่ใช้กับเครื่องอ่านรุ่น ST500 สำหรับ แท็กคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF Tag) ที่รองรับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ความแตกต่างของแท็กคลื่นความถี่สูงยิ่ง (UHF Tag) รุ่น ST500

เงื่อนไข	ค่าตัววัด	EPC Class 0	EPC Class 1	ISO 18000-6 A	ISO 18000-6 B
	คลื่นความถี่	902 MHz - 928 MHz	902 - 928 MHz	860 MHz - 930 MHz	860 MHz - 930 MHz
เชื่อมต่อ ด้านหน้า	Air Interface	AM Pulse Width Mod	AM Pulse Width Mod	Pulse Interval ASK	Manchester ASK
	Bit Period	NA: 25 μ s /12.5 μ s EU: 62.5 μ s	NA: 14.25 μ s EU: 66.67 μ s	Data '0': 20 μ s Data '1': 40 μ s	125 μ s/25 μ s
	อัตราความเร็ว	NA: 40/80 kbps EU: 16 kbps	NA: 70.18 kbps EU: 15.00 kbps	33 kbps	8/40 kbps
	Duty Cycle	Data '1' low for 6 μ s	Data '1' low for 3T ₀ /8	Data '0' low for 10 μ s	Manchester code
	Modulation Depth [Min, Max]	[20%, 100%]	[30%, 100%]	[27%, 100%]	Nom 15%: [13%, 17% Nom 99%: [90%, 100%]
เชื่อมต่อ ด้านหลัง	Air Interface	Passive Backscatter: FSK	Passive Backscatter: Pulse Interval AM	Passive Backscatter: Bi-phase Space AM	Passive Backscatter: Bi-phase Space AM
	Bit Period	NA: 25 μ s/12.5 μ s EU: 62.5 μ s	NA: 7.13 μ s EU: 33.33 μ s	25 μ s	25 μ s
	อัตราความเร็ว	NA: 40/80 kbps EU: 16 kbps	NA: 140.35 kbps EU: 30.00 kbps	40 kbps	40 kbps

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

เงื่อนไข	ค่าตัววัด	EPC Class 0	EPC Class 1	ISO 18000-6 A	ISO 18000-6 B
	Forward-to-reverse Link Turn around	Not Applicable	NA: 114 μ s EU: 534 μ s	Shall not exceed 100 μ s	Shall not exceed 100 μ s
ข้อมูล ทั่วไป	Reset Signal Duration	800 μ s (CW)	64 μ s (CW)	300 μ s (CW)	400 μ s (CW)
	Collision Arbitration	Deterministic binary tree search	Deterministic /Slotted	Adaptive	Probabilistic binary tree search
	ความเร็วใน การอ่านแท็ก	Nom: 200 tags/sec Max: 800 tags/sec	Not specified	Nom: 100 tags/sec (~10 ms/tag)	Nom: 100 tags/sec (~10 ms/tag)
	ความจุของ แท็ก	Not limited by standard	~300	~300	~300
หน่วย ความจำ	ชนิดของ หน่วยความจำ	Read-only	User program	User program	User program
	ภาพรวมของ หน่วยความจำ	EPC:64/96bit Kill Code: 24 bits Total: >=120 bits	EPC:64/96bit Kill Code: 8 bits Total: >=104 bits	Up to 256 blocks w/256 bits/block (64 kBits)	Up to 256 blocks w/8 bits/block (2 kBits)
ความ ปลอดภัย	Features	Moderate D0/ID1 + 24 bit kill passcode	None Reader broadcasts all or part of ID code. Reader can request kill passcode.	None Reader broadcasts UID/SUID. Production set block lock bits. No kill command.	None Reader broadcasts UID/SUID. Production set block lock bits. No kill command.

ที่มา: เอกสารแนะนำ UHF Read เขียนโดย RF Design Magazine (www.rfdesign.com)

3.1.2.2 มาตรฐานที่นำมาใช้ในการวิจัยการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยความถี่สูงยิ่ง เป็นแท็ก ISO18000-6 Type B

มาตรฐานที่นำมาใช้ในการวิจัยการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยความถี่สูงยิ่ง เป็นแท็กมาตรฐาน ISO18000-6 Type B ชนิดแท็กติดโลหะ (Inline container) นำมาติดป้ายทะเบียนรถเนื่องจากแท็กมาตรฐาน ISO18000-6 Type B เป็นหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลได้มากถึง 200 ตัวอักษร และการทำงานของตัวแท็กจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแรก 0x00 - 0x07 จะเป็นรหัส (UID) ขนาด 8 bytes ซึ่งเป็น Unique ID ที่ติดตั้งมาจากโรงงาน สำหรับส่วนที่สอง 0x08 - 0x09 จะเป็นรหัสผู้ผลิต (Manufacturer) และส่วนที่สาม 0x10-0x11 เป็นรหัสชนิดของอุปกรณ์ของแท็ก (Tag hardware Type) และส่วนที่สี่จาก 0x12 เป็นต้นไป จึงจะเป็นส่วนการใช้งานของข้อมูล ซึ่งจะเป็นการตั้งค่าต่างๆตามที่ผู้กำหนด เพื่อเอาไว้ใช้ในการเขียนข้อมูลบนแท็ก

3.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์

ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ตามรูปแบบของกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม โดยผู้วิจัยเขียนฟังก์ชัน (Functional Requirement) ความต้องการของระบบ (SRS: Software Requirements Specification) แล้วนำเสนอเป็นแผนภาพยูเอ็มแอล โดยใช้แนวทางของ Use Case Diagram

3.2.1 ภาพรวมของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

ภาพรวมของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเขียนเป็นแผนภาพยูเอ็มแอลการทำงานของระบบ โดยใช้รูปแบบการเขียนตามหนังสือคัมภีร์การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML เขียนโดย กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ กิตติพงษ์ กลมกล่อม ได้ตามภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ภาพรวมของระบบจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและผู้ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ในระบบ

3.2.2 บรรยายสรุปการทำงานของระบบ

บรรยายสรุปการทำงานของระบบ (Main Flow – Summary) เริ่มต้นจากผู้ขับรถจำเป็นต้องร้องขอเลขทะเบียนรถยนต์ และป้ายทะเบียนรถจากกรมการขนส่งทางบกจะต้องทำการยื่นเอกสารต่อเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถ เมื่อเจ้าหน้าที่ได้รับแบบฟอร์มการร้องขอจากผู้ขับรถ ก็จะดำเนินการออกเลขทะเบียนรถ พร้อมจัดทำข้อมูลใส่ลงในแผ่นป้ายอัจฉริยะ คือ การ์ดอาร์เอฟไอดี ติดแผ่นป้ายภาษีหน้ากระจกรถ (Tag HF ISO 14443 Type A) และแท็กอาร์เอฟไอดีแบบวัตถุติดส่วนล่างของป้ายทะเบียนรถ (Tag UHF ISO 18000-6 Type B) จากนั้นเจ้าหน้าที่ทำการบันทึกข้อมูลผู้ขับรถ ประเภทรถ และเลขทะเบียนรถลงในระบบฐานข้อมูลกลาง จนเมื่อผ่านกระบวนการทั้งหมด เจ้าหน้าที่ได้ทำการเก็บค่าภาษีรถและตรวจสอบสภาพรถของผู้ขับรถแล้ว เจ้าหน้าที่จะให้ระบบบันทึกการต่อภาษีและการผ่านการตรวจสอบรถ ลงในแท็กอาร์เอฟไอดี ร่วมกับบันทึกลงฐานข้อมูลกลางของหน่วยงานกรมการขนส่งทางบก สุดท้ายเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถ จะมอบแผ่นป้ายภาษีรถอัจฉริยะ และแผ่นป้ายทะเบียนอัจฉริยะให้ผู้ขับรถ

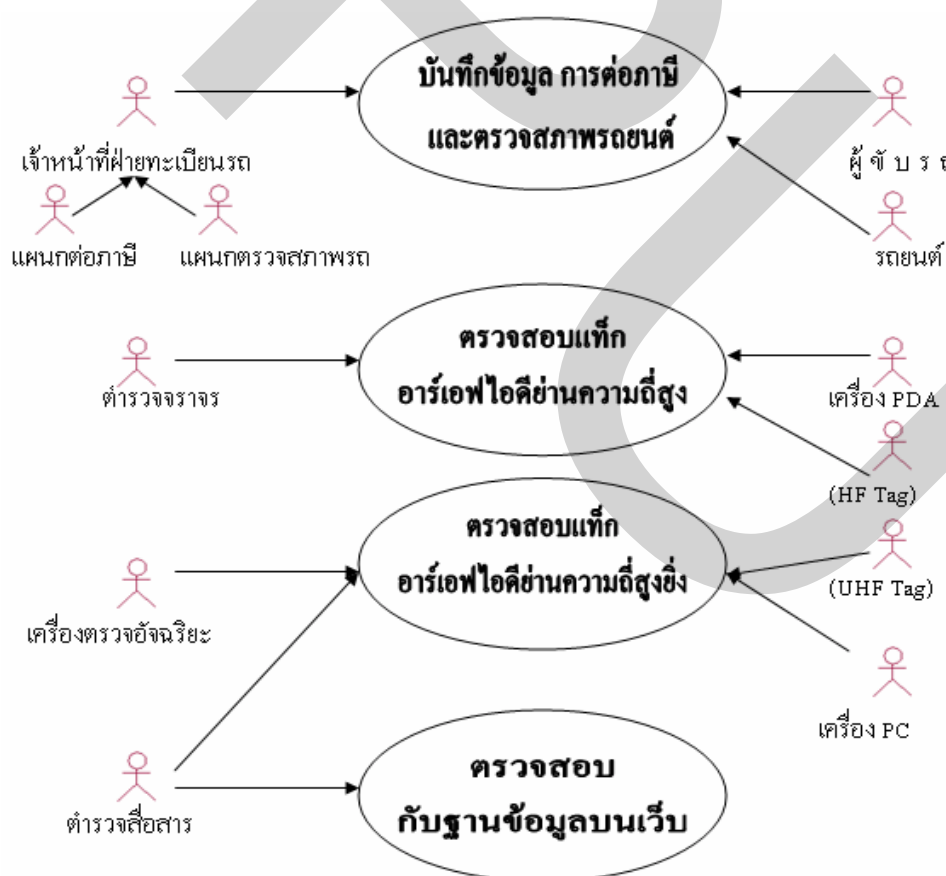
เมื่อตำรวจจราจรต้องการตรวจสอบข้อมูลรถจากผู้ขับรถจะทำการตรวจสอบจากการ์ดอาร์เอฟไอดีที่ติดหน้ารถ ด้วยอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (PDA) ติดต่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD1020 บนช่องเสียบ Secure Digital (SD) Card ภายใต้อ่านความถี่ 13.56 MHz ซึ่งเริ่มต้นตำรวจจราจรจะต้องทำการขอรหัสเข้าโปรแกรมระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF) จากผู้ดูแลระบบฐานข้อมูลกลางก่อน เมื่อตำรวจจราจรได้รับรหัสเข้าโปรแกรมแล้ว จะทำการเข้าโปรแกรมด้วยรหัสส่วนตัว ระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงจะเริ่มทำงาน โดยการส่งคลื่นแบบเหนี่ยวนำไปตรงการ์ดบนกระจกหน้ารถ เมื่อได้รับการตอบกลับ ระบบจะทำการแปลงสัญญาณเป็นข้อมูล ให้กับตำรวจจราจรทราบ ได้แก่ การสืบค้นข้อมูลรถ, ข้อมูลเจ้าของรถ, การบันทึกคะแนนการกระทำผิด รวมไปถึงการ ตรวจสอบการต่อภาษี และการผ่านการตรวจคุณภาพรถ โดยถ้าต้องการสืบค้นข้อมูลทั้งหมดและการบันทึกการกระทำก็จะมี การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเข้าฐานข้อมูลกลางบนเว็บช่องทาง HTTP ด้วยเทคโนโลยีจีพีอาร์เอส (GPRS) และสุดท้ายฐานข้อมูลกลางก็จะนำข้อมูลการกระทำมาแสดงผลบนเว็บกลาง ได้แก่ สิ่งที่ได้กระทำ ข้อมูลเวลา และเลขรหัสประจำตัวของเครื่องคอมพิวเตอร์ (IP Address)

เมื่อตำรวจต้องการตรวจสอบข้อมูลรถของผู้ขับรถที่วิ่งอยู่ตามท้องถนน โดยทำการตรวจสอบจากแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 AID บนช่องเสียบ RS 232 ภายใต้อ่านความถี่เริ่มต้น 920-925 MHz ที่อยู่ตรงป้ายทะเบียนรถ ซึ่งใช้แท็กแบบติดโลหะ โดยการใช้อุปกรณ์จุดตรวจอัจฉริยะที่ติดเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง ตำรวจจะเริ่มต้นจากการตั้งค่าระบบของอุปกรณ์จุดตรวจอัจฉริยะให้เหมาะสมกับการใช้งาน ได้แก่ การตั้ง

ค่าการส่งข้อมูล จากนั้นจึงนำอุปกรณ์จุดตรวจอัจฉริยะไปวางตามจุดที่ต้องการจะตรวจสอบ และสั่งให้ระบบตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง เริ่มต้นทำงานแบบการกระจายคลื่นความถี่ส่งและรับข้อมูลแบบอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งจะรับคลื่นความถี่จากแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง และระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งจะแปลงสัญญาณเป็นข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลเลขทะเบียนรถ และรหัสจังหวัด จากนั้นอุปกรณ์จุดตรวจอัจฉริยะจะดำเนินการส่งข้อมูลที่ได้รับ ได้แก่ เวลาที่ตรวจสอบ และเลขรหัสแท็กอาร์เอฟไอดีเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลบนเว็บด้วยเทคโนโลยีจีพีอาร์เอส จากนั้นระบบฐานข้อมูลบนเว็บจะทำการส่งข้อมูลออกไปบนเว็บ ซึ่งสามารถเปิดได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยที่มีข้อมูล คือ ระบบตรวจสอบรถที่ผ่านเครื่องตรวจและระบบเซิร์ฟเวอร์ที่มีปัญหาให้กับทางตำรวจสื่อสาร โดยที่ตำรวจสื่อสารสามารถเข้ามาดำเนินการตรวจสอบข้อมูลการกระทำผ่านเว็บได้ด้วยการเข้ารหัสส่วนตัว

3.2.3 วิเคราะห์หาขอบเขตงานที่มีอยู่ในระบบ

วิเคราะห์หาขอบเขตงานที่มีอยู่ในระบบ (System Context Model) จากภาพรวมของการวิเคราะห์หาขอบเขตงานที่มีอยู่ในระบบสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพยูเอ็มแอล ได้ตามภาพที่ 3.6



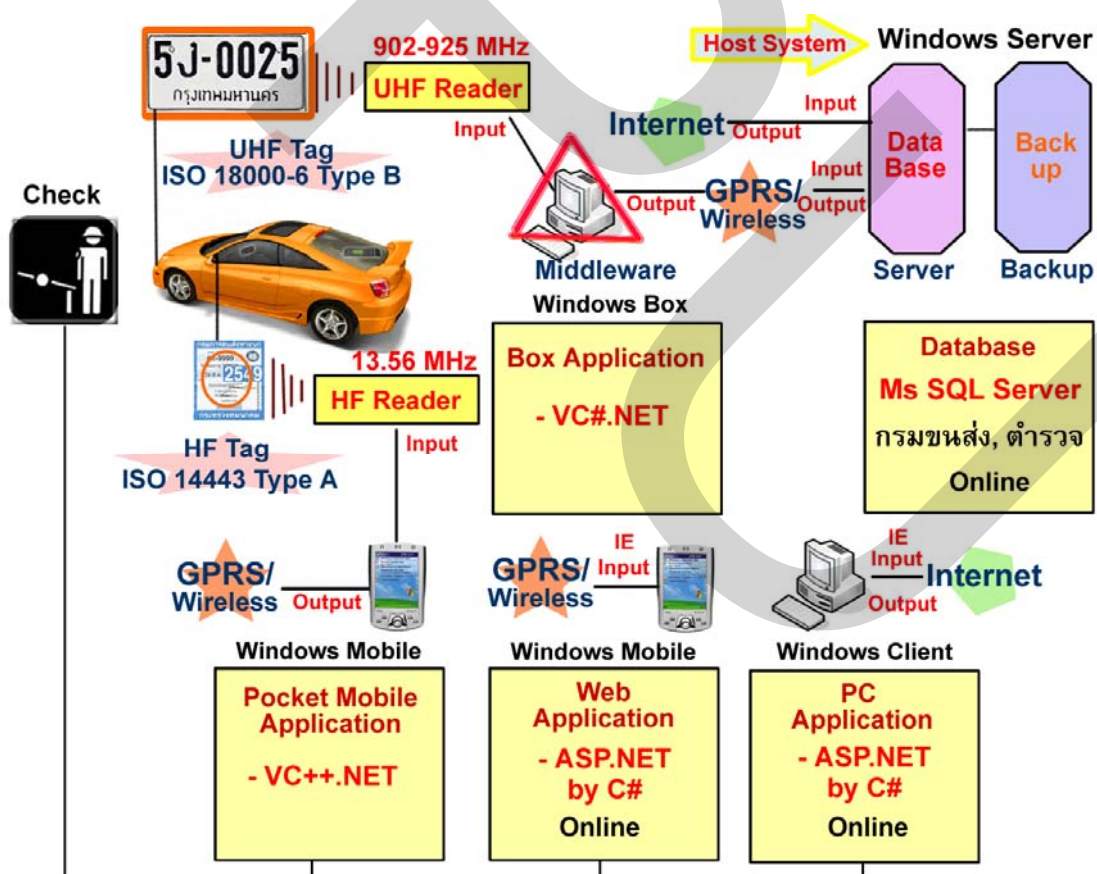
ภาพที่ 3.6 ขอบเขตการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

3.3 กรอบแนวคิดและแบบจำลองในการศึกษา

กรอบแนวคิดและแบบจำลองในการศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ภาพรวมของกรอบแนวคิดการใช้อาร์เอฟไอดีจัดการเลขทะเบียนรถยนต์

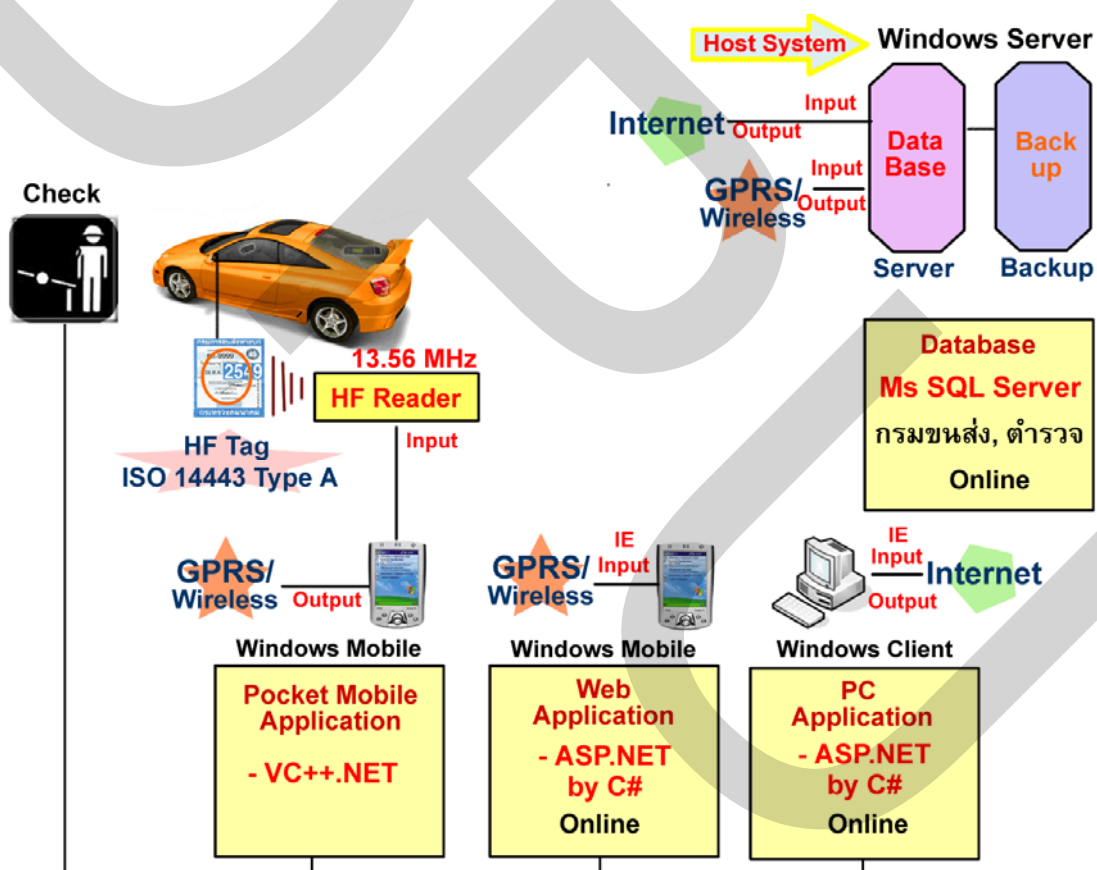
งานวิจัยการจัดการกับเลขทะเบียนรถขั้นนี้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนงานแรกการทำงานกับคลื่นความถี่สูง เพื่อจะใช้กับการทำงานแบบสุ่มตรวจ ใช้ได้ทุกสถานที่ ทุกเวลาโดยจะนำแท็กอาร์เอฟไอดีไปติดไว้กับป้ายภาษีที่อยู่หน้ากระจกรถ จากนั้นก็ใช้เครื่องอ่าน (HF Reader) เสียบเข้ากับเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบพีดีเอ และส่วนงานที่สองทำงานกับคลื่นความถี่สูงยิ่ง เพื่อจะใช้กับการทำงานแบบตรวจจับที่เป็นด่านตรวจ โดยจะนำแท็กอาร์เอฟไอดีมาติดที่ป้ายทะเบียนรถ จากนั้นก็ใช้เครื่องอ่าน (UHF Reader) ที่ฝังตัวอยู่กับจุดตรวจที่ได้จัดทำขึ้นใหม่ให้เป็นจุดตรวจอัจฉริยะ เป็นส่วนการทำงานในส่วนของคอมพิวเตอร์ที่จะคอยส่งข้อมูลรถและแจ้งเตือนไปยังศูนย์กลางของระบบ (Middleware) ซึ่งสามารถเขียนอธิบายภาพรวมของกรอบแนวคิดการใช้อาร์เอฟไอดีจัดการเลขทะเบียนรถได้ตามภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ภาพรวมของกรอบแนวคิดการใช้อาร์เอฟไอดีจัดการเลขทะเบียนรถยนต์

3.3.2 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF)

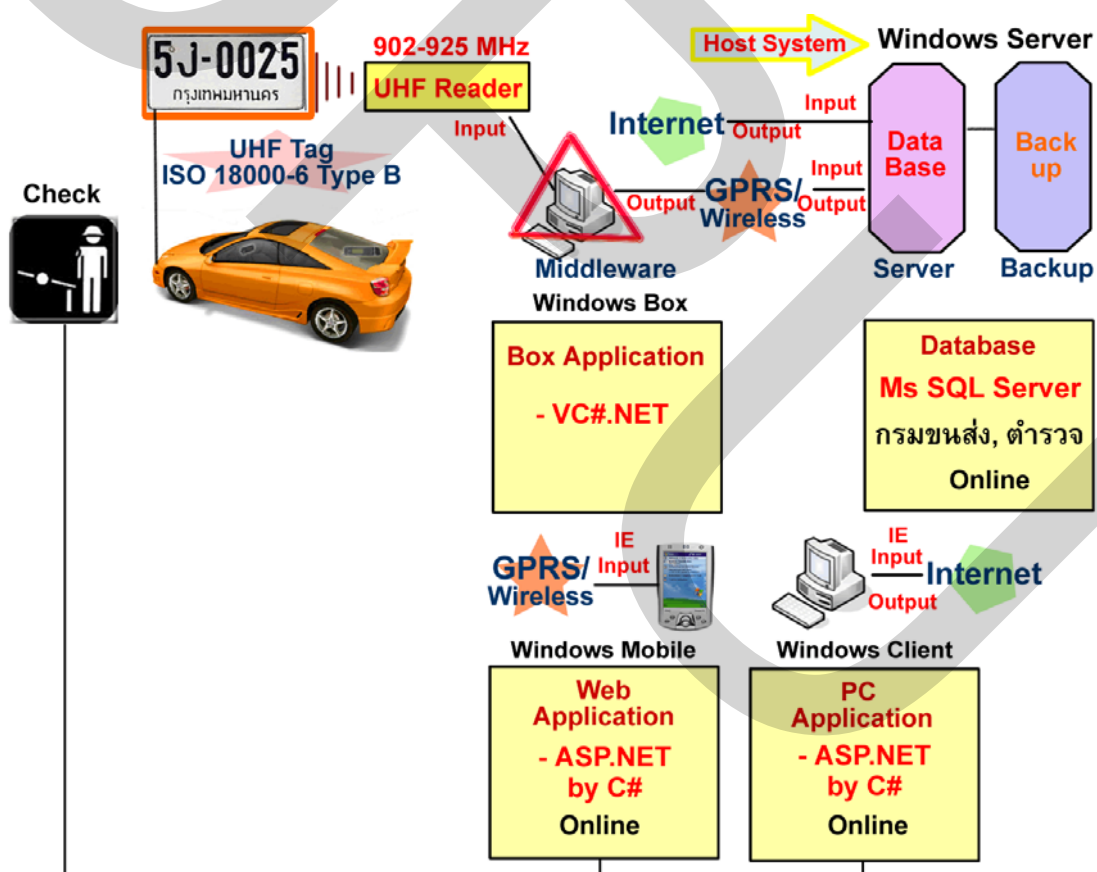
การทำงานกับคลื่นความถี่สูงเพื่อจะใช้กับการทำงานแบบสุ่มตรวจ ใช้ได้ทุกสถานที่ทุกเวลาโดยจะนำแท็กอาร์เอฟไอดี ไปติดไว้กับป้ายภาษีที่อยู่หน้ากระจกรถ จากนั้นก็ใช้เครื่องอ่าน (HF Reader) เสียบเข้ากับเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบพีดีเอ ใช้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นทำการอ่านข้อมูลของเลขทะเบียนรถ จากนั้นก็ทำการเรียกดูข้อมูลจากเครือข่ายกลางโดยผ่านช่องทางจีพีอาร์เอส หรือช่องทางเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ซึ่งเมื่อได้รับข้อมูลของเลขทะเบียนรถที่ต้องการแล้ว ผู้ใช้จะสามารถทำการบันทึกเพิ่มเติมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นได้ตามเงื่อนไขที่ได้ถูกกำหนดไว้ ซึ่งสามารถเขียนอธิบายกรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง ตามภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง

3.3.3 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF)

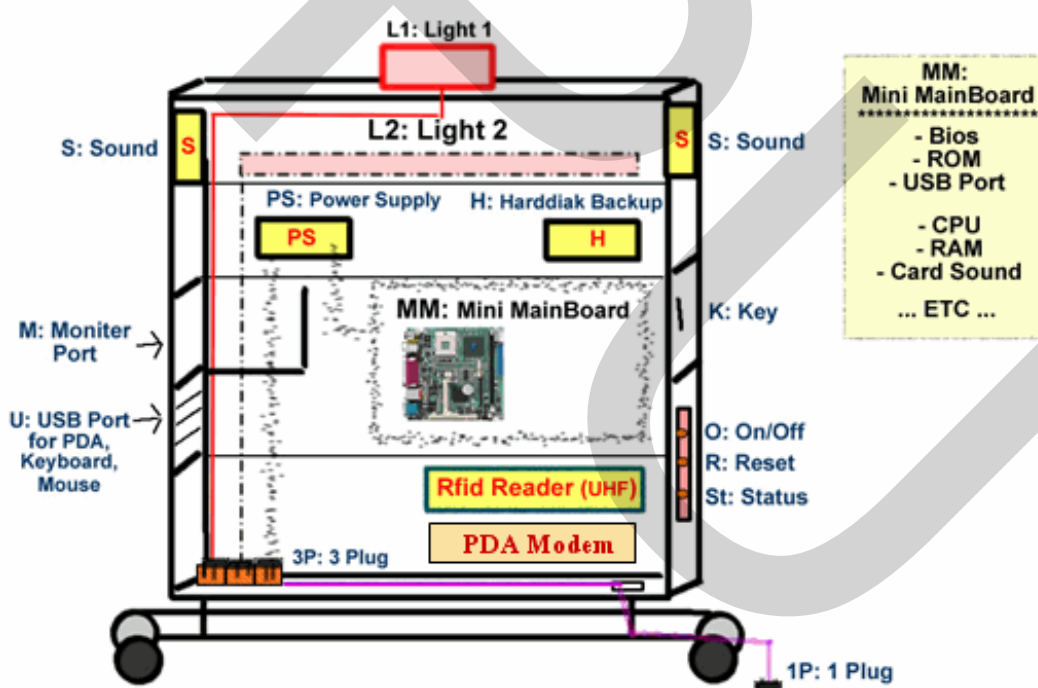
การทำงานกับคลื่นความถี่สูงยิ่งเพื่อจะใช้กับการทำงานแบบตรวจจับ ที่เป็นด้านตรวจหรือจุดตรวจ โดยจะนำแท็กอาร์เอฟไอดีมาติดที่ส่วนล่างของป้ายทะเบียนรถ จากนั้นก็ใช้เครื่องอ่าน (UHF Reader) ที่ฝังตัวอยู่กับจุดตรวจที่ได้จัดทำขึ้นใหม่ให้เป็นจุดตรวจอัจฉริยะ โดยมีส่วนการทำงานในส่วนของคอมพิวเตอร์ ด้วยระบบเชื่อมต่อ ที่จะคอยส่งข้อมูลผลและแจ้งเตือนไปยังเครือข่ายกลาง ด้วยการงานต่อเชื่อมกับเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบพีดีเอ ผ่านช่องทางจีพีอาร์เอส หรือช่องทางเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต จากนั้นเครือข่ายกลางจะส่งข้อมูลไปยังผู้ใช้ทั่วไปผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ตที่จดโดเมนทดสอบภายใต้ชื่อที่กำหนดนอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบได้อย่างทันทีทันใดได้ โดยผ่านเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลหรือพีดีเอ ได้เช่นกัน ซึ่งสามารถเขียนอธิบายกรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง ตามภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 กรอบแนวคิดของการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

3.3.4 แบบจำลองการออกแบบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

แบบจำลองการออกแบบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งเป็นป้ายจุดตรวจอัจฉริยะ เพื่อใช้กับการจัดการเลขทะเบียนรถแบบอนกประสงค์ ซึ่งตัวป้ายจุดตรวจอัจฉริยะสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ภายในตัวป้ายโดยมีการนำอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Main board แบบ All-in-One มาติดตั้งลงไป พร้อมการทำงานด้วยระบบเชื่อมต่อที่เชื่อมต่อกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (UHF Reader) พร้อมกับการจัดการส่งข้อมูลผ่านเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบพีดีเอผ่านช่องทางจีพีอาร์เอส หรือช่องทางเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเข้าสู่เครือข่ายกลางรับรหัสหมายเลขทะเบียนรถเข้ามาในระบบ สำหรับการทำงานของตัวเครื่องหรือป้ายอัจฉริยะเมื่อผู้ใช้เปิดเครื่องแล้วอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จะเริ่มทำงานเข้าสู่ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ จากนั้นระบบจะเริ่มทำการเข้าตัวโปรแกรมแบบอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขบังคับว่าระบบจะทำงานส่งข้อมูลก็ต่อเมื่อผู้ใช้ได้ทำการเชื่อมต่อกับพีดีเอ ผ่านช่องเสียบ USB Port หรือสายเสียบอินเทอร์เน็ตแล้วเท่านั้น ซึ่งสามารถเขียนภาพรวมของแบบจำลองการออกแบบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง ตามภาพที่ 3.10

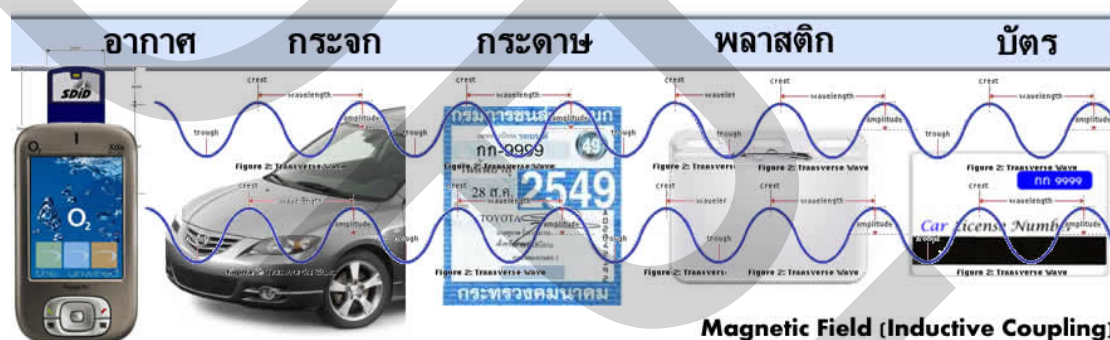


ภาพที่ 3.10 แบบจำลองการออกแบบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

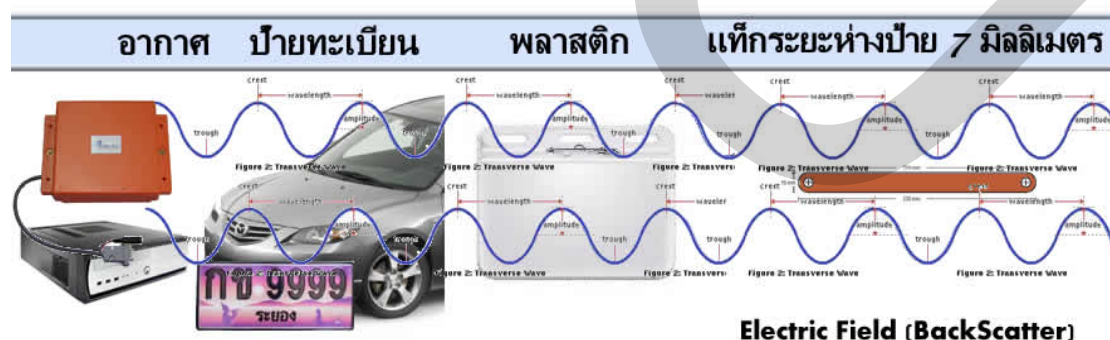
3.3.5 ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดย เฉลิมพล น้ำค้าง (2549) ผู้เขียนหนังสือเรื่องคลื่นและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้กล่าวไว้ว่า สามารถแบ่งตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับคลื่นเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ตัวกลางที่ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า (Lossless Medium or Perfect Dielectrics) เช่น อากาศ ยาง ฯลฯ ตัวกลางที่คล้ายสารกึ่งตัวนำ (Lossy Medium or Lossy Dielectrics) เช่น น้ำทะเล ฯลฯ และ ตัวกลางที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าชั้นดี (Good Conductor) เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม ฯลฯ สำหรับตัวกลางที่เหมาะสมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมากที่สุด คือ ตัวกลางที่ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า

สำหรับงานวิจัยการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจะทำงานผ่านตัวกลางในส่วนของการส่งคลื่นความถี่สูงและสูงยิ่งมีดังต่อไปนี้ ตามภาพที่ 3.11 และภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.11 ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง



ภาพที่ 3.12 ตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

3.4 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบ

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบ มีดังต่อไปนี้

3.4.1 กลุ่มประชากร

ประชากรเป็นกลุ่มผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยผู้วิจัยแบ่งประชากรเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ทดลองใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก และกลุ่มผู้ทดลองใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ

3.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของผู้ทดลองใช้จำนวน 70 คน ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกจากประชากรทั้งสองกลุ่ม โดยกำหนดวัดความคิดเห็นจากผู้ทดลองใช้จำนวนกลุ่มละ 35 คน ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

3.4.3 เครื่องมือสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบ

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) เกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทางตำรา และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แล้วทำการวิเคราะห์สิ่งที่ต้องการเพื่อนำมากำหนดเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

- การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี ด้านความสามารถนำมาใช้งานจริง ประโยชน์ต่อการใช้งาน ความปลอดภัยของข้อมูลที่เพิ่มขึ้น ค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว และช่วยลดระยะเวลาการทำงาน
- การวิเคราะห์การออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี ความสะดวกในการใช้งาน มีความทันสมัย ความสวยงามในรูปลักษณ์ ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม ความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม
- การวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล ความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล ความน่าเชื่อถือ สามารถให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้ และสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้

แล้วจึงดำเนินการสร้างแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์ และตรวจสอบความถูกต้องโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญญา ปานเจริญ รองผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และตรวจสอบแบบสอบถามก่อนการนำไปใช้จริงโดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก นางกฤษณา รุ่งปิ่น หัวหน้างานรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน และเจ้าหน้าที่กองบังคับการตำรวจจราจร ร.ต.ต.อดิชาติ หงษาพล ตำแหน่งงาน รอง สว. (ธุรการ/กำลังพล) บก.จร. ตรวจ

โดยแบบสอบถามจะใช้การกำหนดมาตรวัดออกแบบ 5 ระดับความคิดเห็น (Rating Scale) ดังต่อไปนี้ ระดับเห็นด้วยมากที่สุด (ค่าการประเมิน 5) ระดับเห็นด้วยมาก (ค่าการประเมิน 4) ระดับเห็นด้วยปานกลาง (ค่าการประเมิน 3) ระดับเห็นด้วยน้อย (ค่าการประเมิน 2) และระดับเห็นด้วยน้อยที่สุด (ค่าการประเมิน 1) แล้วผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้มาประมวลผลตามระเบียบวิธีทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) Version 13 หาสถิติค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก โดยแปลความหมายของค่าเฉลี่ยได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ข้อกำหนดของการแปลผลโดยใช้เกณฑ์การแบ่งของลิเคอร์ท (Likert Scale)

ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น (คะแนน 5 – 1 /หารจำนวนช่วง 5 = 0.8)	ความหมาย	
	วัดคุณภาพ	วัดความพึงพอใจ
5.00 – 4.24	มีคุณภาพดีมาก	พึงพอใจมากที่สุด
4.23 – 3.43	มีคุณภาพดี	พึงพอใจมาก
3.42 – 2.62	มีคุณภาพปานกลาง	พึงพอใจปานกลาง
2.61 – 1.81	มีคุณภาพน้อย	พึงพอใจน้อย
1.00 – 1.80	มีคุณภาพน้อยที่สุด	พึงพอใจน้อยที่สุด

3.4.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบสอบถามวัดความคิดเห็น

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวัดความคิดเห็นจากแบบสอบถาม ศึกษาจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้น เขียนโดย บุญชม ศรีสะอาด โดยสถิติที่นำมาใช้ได้แก่

ค่าร้อยละ (Percentage)

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3.1)$$

โดยที่ P คือ ร้อยละ

f คือ ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N คือ จำนวนความถี่ทั้งหมด

ค่าเฉลี่ยอย่างง่าย $\bar{X}$ (SAI: Simple Average Index)

$$SAI = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3.2)$$

โดยที่ X คือ คะแนนประเมินของเจ้าหน้าที่แต่ละคน
 n คือ จำนวนของเจ้าหน้าที่ที่ตอบแบบสอบถาม

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.: Standard Deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.3)$$

โดยที่ X คือ คะแนนประเมินของเจ้าหน้าที่แต่ละคน
 n คือ จำนวนของเจ้าหน้าที่ที่ตอบแบบสอบถาม

$\sum X$ คือ ผลรวม

ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก $\bar{X}$ (WAI: Weighted Average Index)

$$WAI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (3.4)$$

โดยที่ X คือ คะแนนประเมินของเจ้าหน้าที่แต่ละคน
 n คือ จำนวนของเจ้าหน้าที่ที่ตอบแบบสอบถาม
 W คือ น้ำหนักของกลุ่มหรือจำนวนของกลุ่มที่มี

3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นี้ ใช้หลักการคิดการดำเนินงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการพัฒนาระบบ เป็นกระบวนการในการทำงาน โดยมีขั้นตอน การดำเนินงานดังต่อไปนี้

1) ศึกษาถึงสภาพแวดล้อมการใช้งานเลขทะเบียนรถ รูปแบบแผ่นป้ายรถและรูปแบบของแผ่นป้ายทะเบียนรถของกรมการขนส่งทางบก ประเทศไทย

2) ศึกษาทฤษฎีเทคโนโลยีของอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงและย่านความถี่สูงยิ่ง โดยทำการรวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีที่เหมาะสมในการใช้งานกับการขนส่งทางบก

3) ศึกษาวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ควบคุมเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี โดยจัดการเอกสารวิเคราะห์งานวิจัยด้วยแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ และวิธีการวิเคราะห์การออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแผนภาพเชิงวัตถุ

4) ออกแบบฐานข้อมูลและพัฒนาซอฟต์แวร์อาร์เอฟไอดี โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกโปรแกรมตรวจย่านความถี่สูงสำหรับรถหยุดวิ่งแบบสุ่มตรวจ ส่วนที่สองโปรแกรมตรวจย่าน

ความถี่สูงยิ่งสำหรับร่ว้งแบบส่งข้อมูล และส่วนที่สามโปรแกรมตรวจผ่านเว็บสำหรับตรวจสอบการกระทำที่เกิดขึ้น

5) ทำการทดสอบระบบและแก้ไขโปรแกรมโดยการวิเคราะห์ และพิจารณาความถูกต้องของการประมวลผล

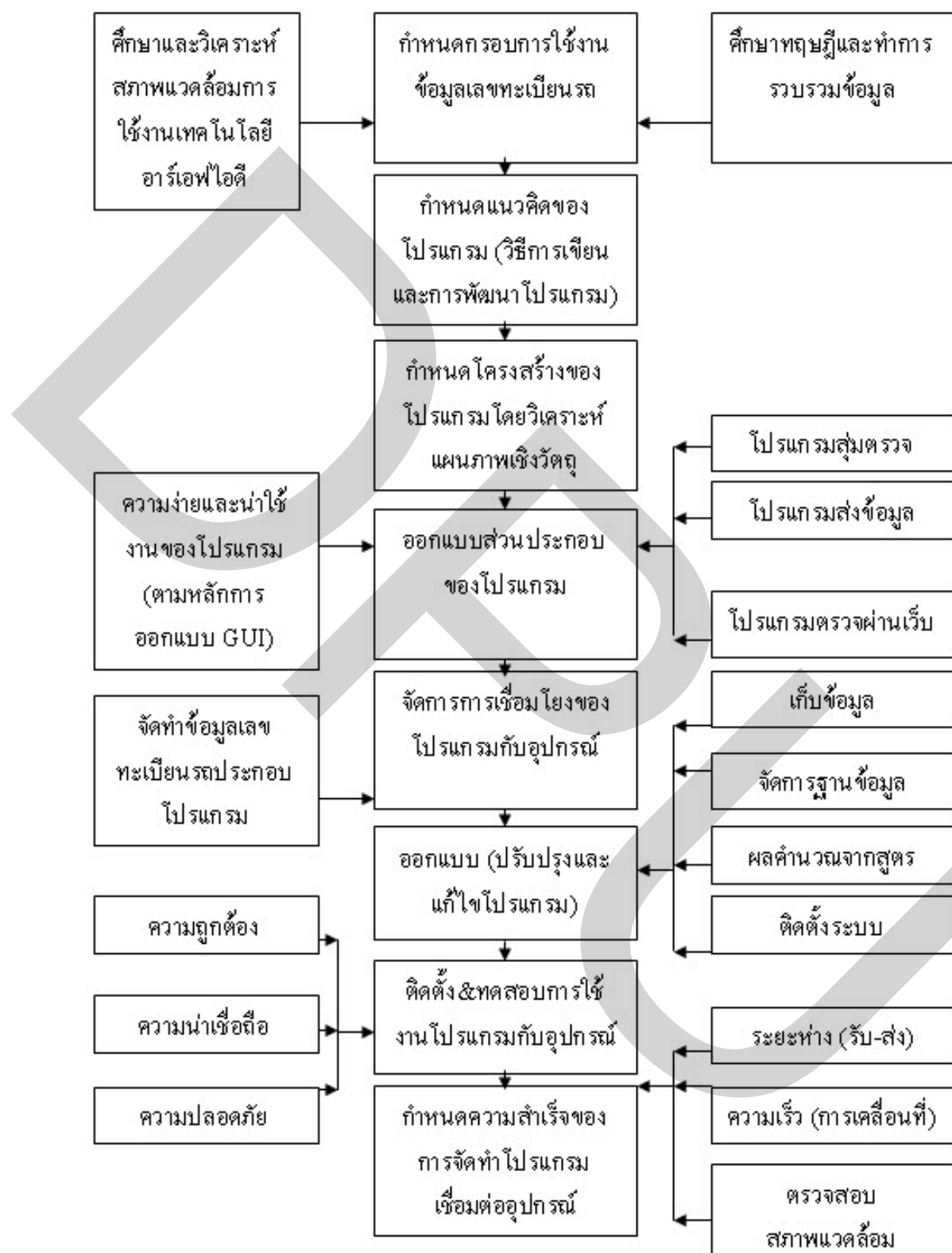
6) สํารวจความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โดยใช้แบบสอบถาม

7) วิเคราะห์สรุปผลงานวิจัย ประเมินผลการดำเนินงาน จัดทำคำอธิบาย ข้อเสนอแนะ และเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

จากข้อ 3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนำมาสู่การเขียนระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย (Time Line) เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 ดังแสดงในตารางที่ 3.4 โดยมีกระบวนการพิจารณาตามภาพที่ 3.13

ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย (Time Line)

ID	ขั้นตอน การดำเนินงานวิจัย	เดือนที่ เริ่ม 1/10/2550 – 31/11/2551							
		1	2	4	6	8	10	12	14
1.	ศึกษาระบบงานเดิม รวบรวมข้อมูล และขั้นตอนการปฏิบัติงาน	←	→						
2.	ศึกษาทฤษฎี และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย		←	→					
3.	วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบระบบ		←	→					
4.1	พัฒนาโปรแกรมอาร์เอฟไอดี สำหรับการทำงานย่านความถี่สูง		←	→					
4.2	พัฒนาโปรแกรมอาร์เอฟไอดี สำหรับการทำงานย่านความถี่สูงยิ่ง			←	→				
4.3	พัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูลบนเว็บ สำหรับการตรวจสอบผ่านเว็บ				←	→			
5.	ทดสอบการทำงานและปรับปรุงแก้ไขระบบ					←	→		
6.	สำรวจความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบ						←	→	
7.	สรุปผลการวิจัย และเรียบเรียงวิทยานิพนธ์							←	→



ภาพที่ 3.13 กระบวนการในการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์

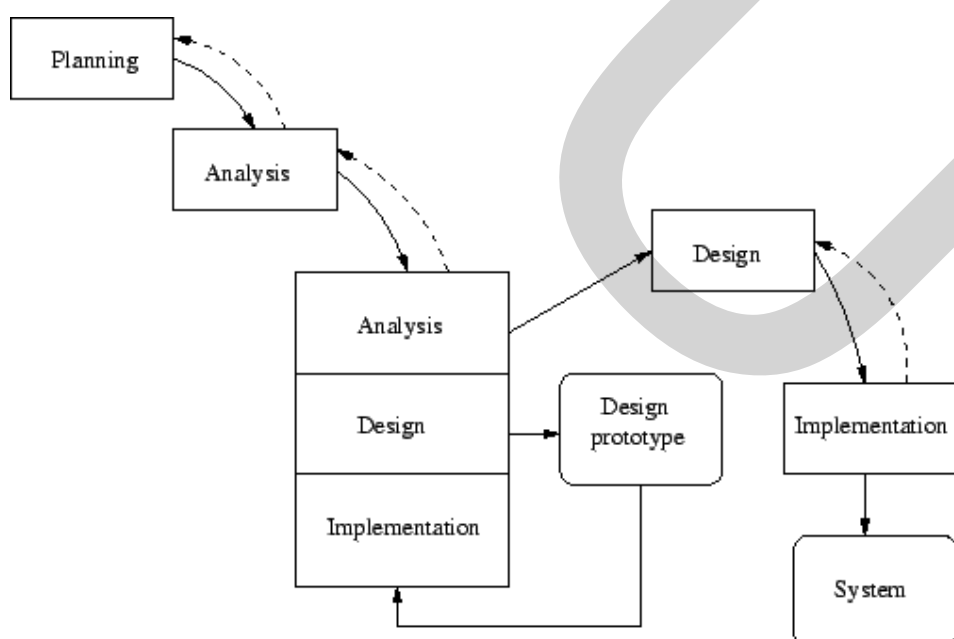
3.6 วิธีการออกแบบวงจรการพัฒนาระบบ

วิธีการออกแบบวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

3.6.1 โมเดลการพัฒนาหรือการจัดทำต้นแบบ

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ โดยใช้โมเดลในรูปแบบของ Rapid Application Development (RAD) Methodologies ซึ่งเป็น Methodology ที่ว่าด้วยการปรับระยะในวงจรการพัฒนาระบบ ให้มีขั้นตอนการทำงานที่รวบรัดมากขึ้น มีการเลือกเครื่องมือ (Tools) และเทคนิค (Techniques) ต่างๆ เพื่อช่วยในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจนั้น ดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งผู้ใช้ระบบยังสามารถทดลองใช้โปรแกรมต้นแบบเพื่อบอกนักพัฒนาระบบได้ว่า ระบบที่ออกแบบมานั้นถูกต้องหรือไม่ และมีข้อผิดพลาดใดเกิดขึ้นบ้าง ซึ่งกล่าวได้ว่าโมเดลในรูปแบบ RAD เหมาะที่จะนำมาใช้กับการทำงานวิจัยชิ้นนี้ที่คำนึงถึงการออกแบบเป็นสำคัญ เนื่องจากโปรแกรมต้นแบบสามารถแก้ไข และปรับเปลี่ยนได้โดยง่ายตามความต้องการของผู้ใช้

โดยใช้โมเดลในรูปแบบของ RAD แบบต้นแบบใช้แล้วทิ้ง Throwaway Prototyping ซึ่งข้อดีของต้นแบบใช้แล้วทิ้ง Throwaway Prototyping-based คือ ทำเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นและความต้องการของผู้ใช้ ช่วยให้นักพัฒนาหรือนักวิจัยมั่นใจว่าระบบที่ออกแบบมาตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด และผลงานวิจัยที่ได้มีความน่าเชื่อถือสูง สำหรับรูปแบบของ Throwaway Prototyping ตามภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 โมเดลการพัฒนาแบบ Throwaway Prototyping

กลุ่มที่ (2) เลขประจำตัวผู้ถือกรรมสิทธิ์ ชื่อผู้ถือกรรมสิทธิ์ ชื่อสกุลผู้ถือกรรมสิทธิ์ วันเดือนปีเกิด ที่อยู่ สัญชาติ อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์

กลุ่มที่ (3) เลขประจำตัวผู้ครอบครอง วันที่ครอบครอง ชื่อผู้ครอบครอง ชื่อสกุลผู้ครอบครอง สัญชาติ ที่อยู่ วันเดือนปีเกิด อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์ สถานภาพรถ สถานภาพการอาศัย สถานภาพโคนใบสั่ง วันที่เสียภาษีครั้งสุดท้าย

3.6.2.3 การออกแบบ (Design)

ออกแบบจากการวิเคราะห์ระบบปัจจุบัน และทำการรวบรวมเอกสาร ลำดับวิธีการดำเนินการ มองปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบเดิม ความต้องการระบบใหม่ๆ นำมาวิเคราะห์และออกแบบความต้องการของระบบใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาของระบบงานเดิม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ออกแบบความสามารถของระบบแบบ HF: High Frequency

- ระบบตรวจสอบเลขทะเบียนรถด้วยอาร์เอฟไอดีง่ายสำหรับเจ้าหน้าที่ ในการดำเนินการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อรักษาความปลอดภัย เช่น การตรวจเช็คสภาพรถ ตรวจเช็คการกระทำผิดเกี่ยวกับการใช้รถ การจ่ายภาษีทะเบียนรถประจำปี รวมถึงการตรวจเช็คฐานข้อมูลบนเว็บ

- ระบบง่ายต่อการสืบค้นข้อมูลรถ ระบุความเป็นเจ้าของ ช่วยในการรักษาความปลอดภัยของรถ ยกต่อการปลอมแปลง เช่น การระบุประเภทของรถและเจ้าของ ฯลฯ

- ระบบช่วยในการตรวจสอบรายละเอียดต่างๆของเจ้าของรถที่ประสบอุบัติเหตุได้

- ระบบใช้งานผ่านเครื่องพีดีเอ (PDA) ในการเพิ่มคะแนนกระทำผิด แทนการใช้กระดาษบันทึกข้อมูลเวลาจะได้ตามความเป็นจริงที่ได้กระทำผิด

ออกแบบความสามารถของระบบแบบ UHF: Ultra High Frequency

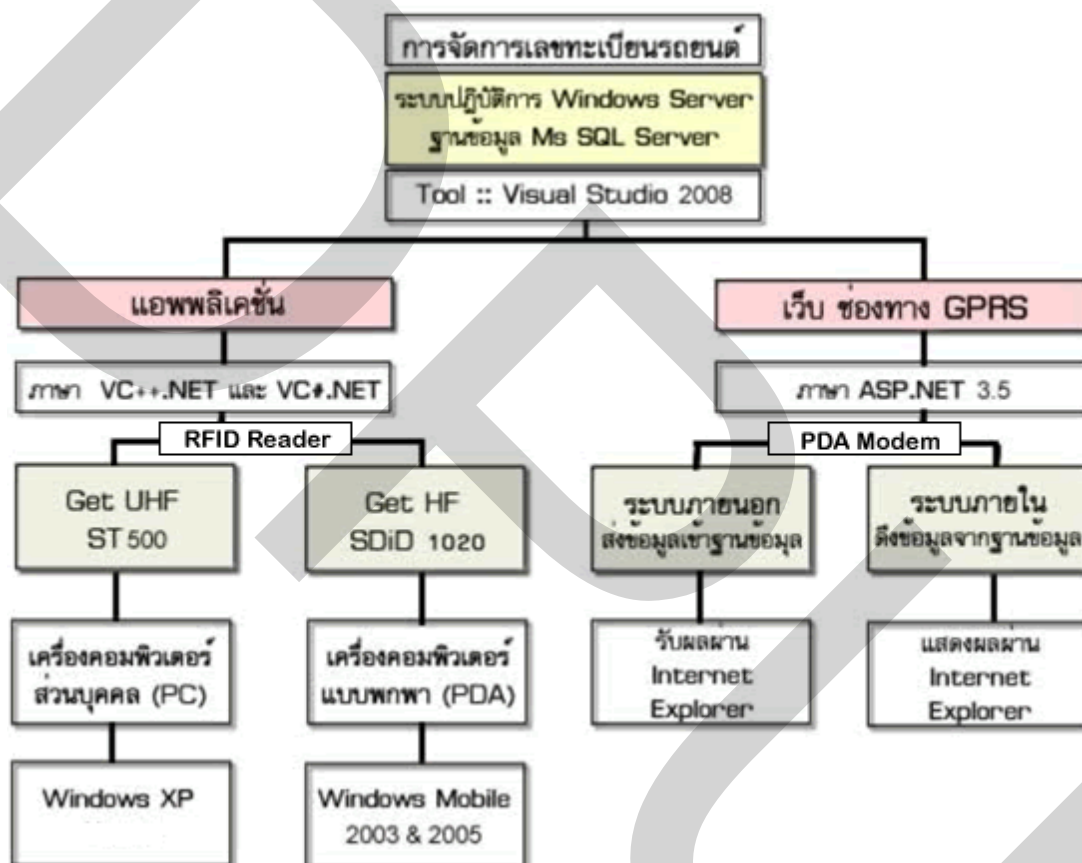
- ระบบสามารถบันทึกข้อมูลรถทั้งหมด รวมถึงเวลาที่ผ่าน ณ จุดตรวจที่กำหนด เช่น จำนวนรถ ชื่อเจ้าของรถ ทะเบียนรถ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ต่อ ยี่ห้อรถ ประเภทรถ ฯลฯ

- ระบบช่วยติดตามรถ โดยติดตั้งระบบไว้ตามจุดสำคัญ ตรวจสอบและเปรียบเทียบหมายเลขทะเบียนรถที่วิ่งผ่านกับทะเบียนรถที่ถูกขโมย ซึ่งจะมีการแจ้งเตือนไปยังเจ้าหน้าที่ตำรวจโดยอัตโนมัติ และสามารถบอกจุดที่รถวิ่งผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

- ระบบช่วยลดเวลา ทำให้รถไม่ต้องหยุดตรวจ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และความรวดเร็วในการทำงาน

3.6.2.4 การพัฒนา (Development)

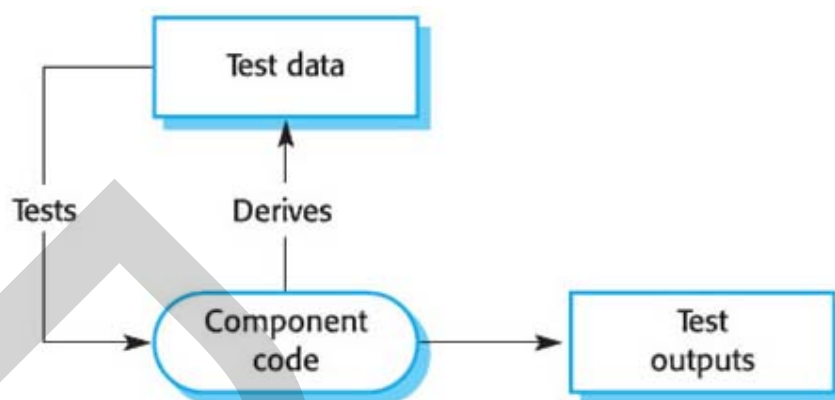
งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นี้ มุ่งเน้นการพัฒนาโปรแกรมที่เหมาะสมกับเลขทะเบียนรถ โดยนำผลการวิเคราะห์ความสามารถของระบบมาออกแบบโดยมีโครงสร้างของโปรแกรม โดยจำแนกโปรแกรมออกตามประเภทของเทคโนโลยีที่ใช้ ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมตามเทคโนโลยีที่ใช้

3.6.2.5 การทดสอบ (Testing)

ทำการทดสอบระบบเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้ทำการพัฒนาแล้วตามกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งใช้แนวคิดตามกระบวนการตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของระบบงาน V&V (Verification & Validation) โดยทำการทดสอบโปรแกรม (Software Testing) คือ การตรวจสอบว่าการพัฒนาระบบทำอย่างถูกต้องหรือไม่ (Verification) โดยใช้วิธีทดสอบจากโครงสร้างของโปรแกรม (White Box Testing) ตามรูปแบบ Flow graph ซึ่งทดสอบโปรแกรมด้วยตัวผู้พัฒนาโปรแกรมเอง ดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17 วิธีทดสอบจากโครงสร้างของโปรแกรม (White Box Testing)

วิธีทดสอบจากโครงสร้างของโปรแกรม เป็นการทดสอบเพื่อดูโครงสร้างของโปรแกรม หรือทางเดินในโปรแกรม ต้องสร้างชุดทดสอบเฉพาะสำหรับการทดสอบในเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งชุดทดสอบจะต้องประกอบด้วยชุดที่สามารถประมวลผลอย่างปกติและไม่ปกติ จากนั้นทำการทดสอบระบบ (System Testing) ที่จัดทำขึ้น ด้วยการตรวจสอบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นถูกต้องหรือไม่ (Validate) โดยใช้วิธีการทดสอบข้อบกพร่อง (Defect Testing) เป็นการออกแบบเพื่อเปิดเผยหรือแสดงผลกระทบ (Errors) ในระบบ ซึ่งวิธีทดสอบ ได้แก่ วิธีการใช้โปรแกรมนับจำนวนต่อความสำเร็จในการรับส่งคลื่น หาข้อมูลระยะห่างต่อความสำเร็จในการรับส่งคลื่น หาข้อมูลสภาพอากาศต่อความสำเร็จในการรับส่งคลื่น หาข้อมูลความเร็วรอบรถสำหรับระยะไกลต่อความสำเร็จในการรับส่งคลื่น แล้วทำการทดสอบขั้นสุดท้ายก่อนที่ระบบจะถูกยอมรับได้ว่าสามารถทำงานได้จริง (Acceptance Testing) ด้วยการทดสอบความสมบูรณ์ของระบบแบบ Alpha จากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดทดสอบภาพรวมของระบบใน 3 ด้าน คือ การทดสอบประสิทธิภาพ การทดสอบการออกแบบของระบบ การทดสอบความถูกต้องของการทำงานของสภาพแวดล้อมการทำงานกับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มีความครบถ้วนถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด เป้าหมายเพื่อตรวจสอบภาพรวมการทำงานของระบบที่ได้พัฒนาขึ้นให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ให้มากที่สุด โดยทำการทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุด

3.6.2.6 การติดตั้ง (Implementation)

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นี้ แบ่งการจำลองการติดตั้งเป็น 2 ส่วน คือ การติดตั้งฮาร์ดแวร์ และการติดตั้งซอฟต์แวร์

- การติดตั้งฮาร์ดแวร์ คือ การทำแท็กอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงไปติดตั้งกับป้ายภาษีรถหน้ากระจกและการทำแท็กอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยังไปติดตั้งที่ส่วนล่างของป้ายทะเบียนรถ

- การติดตั้งซอฟต์แวร์ คือ การลงโปรแกรมการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ส่วนแรกทำการลงโปรแกรมระยะใกล้แบบย่านความถี่สูง เพื่อใช้กับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีบนเครื่องพีดีเอ ในรูปแบบการสแกน และส่วนที่สองโปรแกรมระยะไกลแบบย่านความถี่สูงยิ่งที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ติดตั้งกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในจุดตรวจอัจฉริยะ นอกจากนี้ยังลงโปรแกรมดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลกลางสำหรับการติดต่อผ่านสื่ออินเทอร์เน็ตภายใต้ชื่อโดเมนที่กำหนด

เมื่อผ่านขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด ผู้วิจัยจะนำผลการทำงานของโปรแกรมมาเขียนสรุป และตรวจสอบความถูกต้องของงานวิจัยว่าตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ จากนั้นจึงจะจัดทำเป็นรายงานนำเสนอข้อคิดเห็นที่ควรเพิ่มเติม แล้วสุดท้ายก็จัดทำเป็นเอกสารประกอบการวิจัยเพื่อเผยแพร่ต่อผู้สนใจ ให้สามารถนำการวิจัยชิ้นนี้ไปใช้งานได้จริง หรือประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยสำหรับงานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นี้ประกอบด้วย

3.7.1 อุปกรณ์เลือกใช้เครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบพีดีเอ (PDA) ใช้งานร่วมกับเครื่องอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD1020 อ่านแท็ก ISO 14443 A และเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ใช้งานร่วมกับเครื่องอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 อ่านแท็ก ISO 18000-6 B

3.7.2 การออกแบบเลือกใช้แผนภาพเชิงสัญลักษณ์ (UML: Unified Modeling Language) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบระบบการตรวจสอบเลขทะเบียนรถ โดยเลือกใช้ Use Case Diagram, Class Diagram, Sequence Diagram และ Activity Diagram

3.7.3 การจำลองระบบฐานข้อมูลเลือกใช้ระบบด้วยฐานข้อมูลไมโครซอฟท์ซีควิลเซิร์ฟเวอร์ (Microsoft SQL Server 2005 Express) และมีระบบปฏิบัติการเครื่องแม่ข่าย (Server) เป็น Microsoft Windows Server จำลองระบบ Website และ FTP ด้วย IIS (Internet Information Service)

3.7.4 การสร้างโปรแกรมเลือกใช้เครื่องมือของค่ายไมโครซอฟท์คอตเน็ต (Microsoft Visual Studio 2008) ได้แก่ ภาษาวิซวลซีบวกบวคอตเน็ต (Visual C++.Net) ภาษาวิซวลซีชาร์ปคอตเน็ต (Visual C#.NET) และภาษาเอเอสพีคอตเน็ต (Active Server Page.NET by C#)

3.8 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการทดสอบ

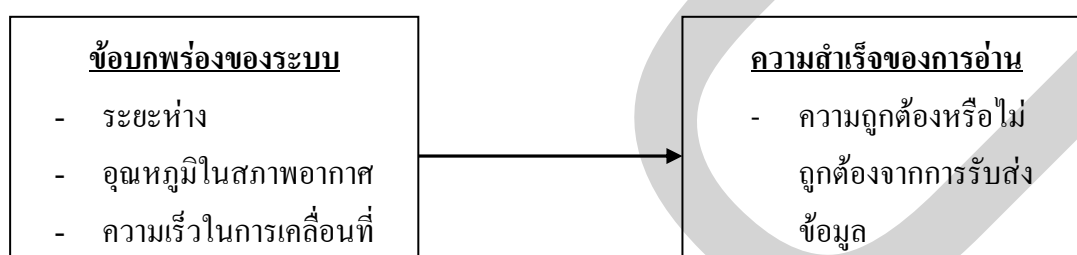
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการทดสอบระบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.8.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำมาพัฒนาโปรแกรม

ด้วยวิธีการค้นคว้าเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการเลขทะเบียนรถ โดยใช้เอกสารของกรมการขนส่งทางบก ได้แก่ คู่มือปฏิบัติงานด้านทะเบียนและภาษีรถตามพระราชบัญญัติรถ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางเอกสาร คือ การจดบันทึกและการทำสำเนา นอกจากนี้ยังใช้วิธีสอบถามความต้องการของเจ้าหน้าที่เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงโปรแกรม เครื่องมือที่ใช้ คือ การจดบันทึก

3.8.2 การเก็บข้อมูลอุปกรณ์เพื่อทดสอบความถูกต้องจากการรับส่งข้อมูล

ด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี SDiD 1020 ย่านความถี่สูง 13.56 MHz และเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ST500 ย่านความถี่สูงยิ่ง 920-925 MHz ด้วยวิธีการทดสอบการไหลของข้อมูลจากภายในด้วยตนเองตามรูปแบบ Flow graph จากนั้นทดสอบความถูกต้องจากการรับส่งข้อมูลจากวิธีทดสอบข้อบกพร่องแบบ Defect Test ของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงและเครื่องย่านความถี่สูงยิ่งโดยใช้สถิติหาค่าร้อยละของความสำเร็จจากการอ่านเข้ามาช่วยเก็บข้อมูล เพื่อหาความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์และโปรแกรม ซึ่งทำสถิติเปรียบเทียบความถูกต้องของการรับส่งข้อมูล ด้วยการศึกษาถึงอุปสรรค 3 ด้าน ที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จในการรับส่งข้อมูลของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งเขียนเป็นกรอบความคิดได้ ตามภาพที่ 3.18

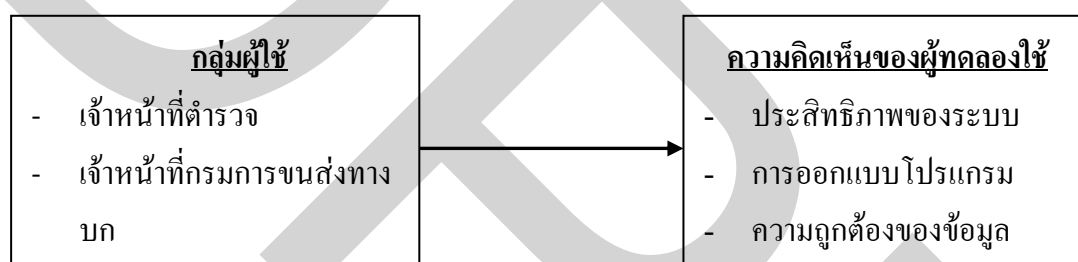


ภาพที่ 3.18 กรอบความคิดที่ใช้วัดความถูกต้องของการรับส่งข้อมูล

3.8.3 การเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้

สำหรับวิธีการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการทดสอบโปรแกรมจากภายนอกเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันตามแบบ Alpha ว่าสามารถนำมาใช้งานได้จริงจากการทดสอบในรูปแบบตามที่ผู้วิจัยได้คาดหวังเอาไว้ โดยการทดลองใช้เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี SDiD 1020 ย่านความถี่สูง 13.56 MHz

และเครื่อง ST500 ย่านความถี่สูงยิ่ง 920-925 MHz ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ทดลองใช้งานทำการทดสอบเพื่อยอมรับระบบงานเป็นการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้กับการสอบถาม 3 ด้าน เพื่อใช้ประเมินผล คือ ประสิทธิภาพของระบบ การออกแบบโปรแกรม และความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นจึงใช้สถิติมาเก็บข้อมูลความคิดเห็นจากผู้ใช้งาน 70 คน มีกลุ่มตัวอย่างละ 35 คนต่อกลุ่ม คือ สถิติค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ($\bar{X}$ - Simple average index (SAI)) เพื่อหาค่าเฉลี่ยอย่างง่ายเกี่ยวกับระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม สถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.: Standard Deviation) เพื่อหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการตอบแบบสอบถาม และสถิติวัดค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($\bar{X}$ - Weighted average index (WAI)) เพื่อหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเกี่ยวกับระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเขียนกรอบความคิด ตามภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 กรอบความคิดที่ใช้วัดความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ในเนื้อหาของบทที่ 4 กล่าวถึง การศึกษาและวิเคราะห์ระบบงาน การวิเคราะห์และออกแบบด้วยแผนภาพสัญลักษณ์ยูเอ็มแอล การวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล และการออกแบบอุปกรณ์เพื่อการทำงานกับระบบจัดการเลขทะเบียนรถด้วยอาร์เอฟไอดี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1. การศึกษาและวิเคราะห์ระบบงาน

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและบทความทางอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเลขทะเบียนรถที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขั้นตอนการจดทะเบียนรถของกรมการขนส่งในปัจจุบัน การวิเคราะห์เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อนำมาใช้ในระบบงาน การวิเคราะห์ข้อมูลเลขทะเบียนรถเพื่อสร้างรหัสมาตรฐานกลางในการพัฒนาโปรแกรม ดังต่อไปนี้

4.1.1 การศึกษาขั้นตอนการจดทะเบียนรถของกรมการขนส่งในปัจจุบัน

ขั้นตอนการจดทะเบียนรถ ให้ดำเนินการจดทะเบียนรถ ตามที่กรมการขนส่งทางบกกำหนดไว้ แต่ยกเว้นค่าของจดทะเบียนรถที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนอุปกรณ์รถเก่า ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสภาพรถตรวจสอบคำขอและหลักฐานประกอบคำขอ โดยให้ตรวจสอบเฉพาะเท่าที่จำเป็นต่อการตรวจสอบสภาพรถ (กรมการขนส่งทางบก, 2522)

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบสภาพ กรณีเป็นรถผ่านการตรวจสอบสภาพ ให้บันทึกรับรองการผ่านการตรวจสอบสภาพ พร้อมลงชื่อและวันที่ตรวจสอบสภาพ จากนั้นเก็บค่าธรรมเนียมการตรวจสอบสภาพ พร้อมออกใบเสร็จรับเงินและลงสมุดคู่มือสถิติการตรวจสอบสภาพ สุดท้ายคืนคำขอพร้อมหลักฐานประกอบคำขอให้ผู้ยื่นไปดำเนินการจดทะเบียนต่อไป โดยให้ลงชื่อรับคืนในสมุดคู่มือสถิติการตรวจสอบสภาพได้ด้วย สำหรับกรณีเป็นรถไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพ ให้บันทึกรับรองผลไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพ และข้อบกพร่องที่รถไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพพร้อมลงชื่อ และวันที่ตรวจสอบสภาพ จากนั้นลงสมุดคู่มือสถิติการตรวจสอบรถ โดยให้บันทึกข้อบกพร่องที่รถไม่ผ่านการตรวจสอบสภาพได้ด้วย สุดท้ายคืนคำขอและหลักฐานประกอบคำขอให้ผู้ยื่น พร้อมทั้งแจ้งให้รถไปแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำรถมาติดต่อขอรับการตรวจสอบสภาพใหม่ต่อไป โดยให้ผู้ยื่นลงชื่อรับคืนในสมุดคู่มือสถิติการตรวจสอบสภาพได้ด้วย (กรมการขนส่งทางบก, 2522)

ขั้นตอนที่ 3 เจ้าหน้าที่ทะเบียนรถตรวจสอบหลักฐานประกอบคำขอพร้อมด้วยผลการตรวจสภาพรถ เมื่อเห็นว่าถูกต้องให้ดำเนินการดังนี้ คือ ออกหมายเลขทะเบียน (เฉพาะกรณีในส่วนกลางให้ผู้ยื่นไปขอรับรองหลักฐานการส่งบัญชีและจำหน่าย ณ ฝ่ายควบคุมบัญชีรถและเครื่อง) และจัดเก็บภาษีประจำปี ค่าธรรมเนียมคำขอ ค่าธรรมเนียมแผ่นป้ายทะเบียนรถ และ ค่าธรรมเนียมอื่นๆ จากนั้นจัดทำทะเบียนรถ ใบคู่มือจดทะเบียนรถและเครื่องหมายการเสียภาษีประจำปีเสนอขายทะเบียนลงนาม สุดท้ายจ่ายแผ่นป้ายทะเบียนรถ เครื่องหมายการเสียภาษีประจำปี และใบคู่มือจดทะเบียนรถ (กรมการขนส่งทางบก, 2522)

4.1.2 การวิเคราะห์เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อนำมาใช้ในระบบงาน

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ขับรื้อขอลเลขทะเบียนรถและป้ายทะเบียนรถต่อเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถ เจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถเมื่อได้รับเอกสารจากผู้ขับรถแล้วจะดำเนินการออกเลขทะเบียนรถ จัดทำข้อมูลใส่ลงในป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ของแท็กย่านความถี่สูง (Tag HF) และป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของแท็กย่านความถี่สูงยิ่ง (Tag UHF) จากนั้นเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถบันทึกข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูลกลางที่อยู่บนเว็บ สิ้นสุดการบันทึกเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถจะทำการเก็บค่าภาษีรถและใบตรวจสอบสภาพรถของผู้ขับรถ พร้อมบันทึกการจ่ายเงินและบันทึกการผ่านการตรวจสอบรถลงในแท็กอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูง ร่วมกับบันทึกลงระบบฐานข้อมูลกลางบนเว็บ สุดท้ายเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถมอบป้ายภาษีอาร์เอฟไอดีติดหน้ารถ และแผ่นป้ายทะเบียนรถอาร์เอฟไอดีให้ผู้ขับรถ

ขั้นตอนที่ 2 กรณีของป้ายภาษีอาร์เอฟไอดี ตำรวจจราจรจะเริ่มต้นด้วยการร้องขอรหัสเข้าโปรแกรมระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงจากตำรวจสื่อสาร จากนั้นจะทำการเข้าโปรแกรมด้วยรหัสส่วนตัว เพื่อใช้ระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงบนเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูง ด้วยเครื่องพีดีเอที่ติดต่อกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงทำการส่งคลื่นแบบเหนี่ยวนำไปยังป้ายภาษีอาร์เอฟไอดีที่เป็นแท็กอาร์เอฟไอดีแบบความถี่สูง และเมื่อได้รับการตอบกลับจากแท็กอาร์เอฟไอดีแบบความถี่สูง ระบบจะทำการแปลงสัญญาณเป็นข้อมูลให้กับตำรวจจราจรเพื่อช่วยในการตรวจสอบข้อมูลรถ จากนั้นตำรวจจราจรเอาข้อมูลที่ได้รับเข้าระบบฐานข้อมูลกลางบนเว็บ

ขั้นตอนที่ 3 กรณีของแผ่นป้ายทะเบียนรถ ตำรวจจราจรจะเริ่มต้นจากการตั้งค่าระบบของอุปกรณ์จุดตรวจอัจฉริยะและนำไปวางตามจุดที่ต้องการตรวจสอบโดยสั่งให้ระบบตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง เริ่มต้นทำงานส่งและรับข้อมูลแบบอัตโนมัติบนเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งจะรับคลื่นความถี่แบบการกระจายคลื่นความถี่จากแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

เมื่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีอ่านความถี่สูงยิ่ง เมื่อได้รับสัญญาณระบบจะสั่งให้แปลงสัญญาณเป็นข้อมูลให้กับอุปกรณ์จุดตรวจอัจฉริยะ จากนั้นจุดตรวจอัจฉริยะจะดำเนินการส่งข้อมูลที่ได้รับ เวลาที่ตรวจสอบ พร้อมด้วยข้อมูลรหัสแท็ก จากนั้นระบบส่งข้อมูลไปบนเว็บผ่านทาง HTTP โดยที่เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถเข้ามาดำเนินการตรวจสอบข้อมูลรถจากอุปกรณ์จุดตรวจอัจฉริยะได้ด้วยการเข้ารหัสส่วนตัวบนเว็บ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ตำรวจสืบค้นข้อมูลรถที่ต้องการจากระบบฐานข้อมูลกลางบนเว็บ

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทะเบียนรถเพื่อสร้างรหัสมาตรฐานกลางในการพัฒนาโปรแกรมอ่านความถี่สูงและสูงยิ่ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทะเบียนรถเพื่อสร้างรหัสมาตรฐานกลางในการพัฒนาโปรแกรมอ่านความถี่สูงและสูงยิ่ง จำแนกโดยรหัสประเภทและรหัสลักษณะตาม พ.ร.บ.กรมการขนส่งทางบก พ.ศ.2522 แสดงได้ดังตารางที่ 4.1 ไปจนถึงการออกแบบรหัสจังหวัด อ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1099-2535 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 4.2 รวมถึงนำเสนอตัวอย่างการออกแบบรหัสป้ายทะเบียนดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการออกแบบรหัสป้ายทะเบียนและรหัสลักษณะ

ประเภท	รายละเอียด	รหัสประเภท	สีป้าย	ลักษณะ	รหัสลักษณะ
รย. 1	รถนั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	A1	ขาว-ดำ	แก๊งตอนเดียว แก๊งสองตอน แก๊งสองตอนแวน แก๊งสามตอน แก๊งสามตอนแวน นั่งสองตอน นั่งสองตอนแวน นั่งสามตอน นั่งสามตอนแวน นั่งสองแถว นั่งสองแถวสองตอน นั่งสองตอนท้ายบรรทุก ประทุนตอนเดียว ประทุนสองตอน ตู้นั่งสามตอน รถเฉพาะกิจ	1-01 ถึง 1-16

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเภท	รายละเอียด	รหัสประเภท	สีป้าย	ลักษณะ	รหัสลักษณะ
รย. 2	รถนั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	A2	ขาว-น้ำเงิน	เก๋งสามตอน เก๋งสามตอนแวน นั่งสามตอน นั่งสามตอนแวน นั่งสองตอนสองแถว นั่งสองแถว ตู้นั่งสามตอน ตู้นั่งสี่ตอน รถเฉพาะกิจ	2-01 ถึง 2-09
รย. 3	รถบรรทุกส่วนบุคคล	B1	ขาว-เขียว	เก๋งบรรทุก, กระบะบรรทุกพื้นเรียบ, กระบะบรรทุกไม่มีหลังคา กระบะบรรทุกมีหลังคา กระบะบรรทุก เสริมกระบะข้าง กระบะบรรทุก มีหลังคาด้านข้าง ตู้บรรทุก รถดับเพลิง รถเฉพาะกิจ	3-01 ถึง 3-09
รย. 4	รถสามล้อส่วนบุคคล	C1	ขาว-แดง	ประทุนสองตอน ประทุนสามตอน ประทุนสามแถว บรรทุกพื้นเรียบ กระบะบรรทุกไม่มีหลังคา กระบะบรรทุกมีหลังคา กระบะบรรทุก เสริมกระบะข้าง กระบะบรรทุก มีหลังคาด้านข้าง ตู้บรรทุก	4-01 ถึง 4-09
รย. 5	รถรับจ้างระหว่างจังหวัด	D1	เหลือง-แดง	เก๋งสองตอน เก๋งสองตอนแวน เก๋งสามตอน เก๋งสามตอนแวน นั่งสองตอน นั่งสองตอนแวน นั่งสามตอน นั่งสามตอนแวน	5-01 ถึง 5-08

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเภท	รายละเอียด	รหัสประเภท	สีป้าย	ลักษณะ	รหัสลักษณะ
รย. 6 (รถแท็กซี่)	รถรับจ้างบรรทุกทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน	D2	เหลือง-ดำ	เก๋งสองตอน เก๋งสองตอนแวน เก๋งสามตอน เก๋งสามตอนแวน นั่งสองตอน นั่งสองตอนแวน นั่งสามตอน นั่งสามตอนแวน	6-01 ถึง 6-08
รย. 7	รถสี่ล้อเล็กรับจ้าง	D3	เหลือง-น้ำเงิน	นั่งสองตอน	7-01
รย. 8	รถรับจ้างสามล้อ	D4	เหลือง-เขียว	ประทุนสองตอน ประทุนสองแถว	8-01 ถึง 8-02
รย. 9	รถบริการธุรกิจ	E1	สีเขียว-ขาว	เก๋งสองตอน เก๋งสองตอนแวน เก๋งสามตอน เก๋งสามตอนแวน นั่งสองตอน นั่งสองตอนแวน นั่งสามตอน นั่งสามตอนแวน	9-01 ถึง 9-08
รย. 10	รถบริการทัศนาจร	E2	สีเขียว-ขาว	-	-
รย. 11	รถบริการให้เช่า	E3	สีเขียว-ขาว	-	-
รย. 12	จักรยาน	F1	ขาว-ดำ	จักรยาน จักรยานพ่วงข้าง	12-01 ถึง 12-02
รย. 13	รถแทรกเตอร์	G1	ส้ม-ดำ	แทรกเตอร์ ไถนา/เกยตร	13-01 ถึง 13-02
รย. 14	รถบดถนน	H1	ส้ม-ดำ	-	-
รย. 15	รถใช้งานเกษตรกรรม	I1	ส้ม-ดำ	-	-
รย. 16	รถพ่วง	J1	ส้ม-ดำ	-	-
รย. 17	รถจักรยานสาธารณะ	K1	เหลือง-ดำ	-	-

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างการออกแบบรหัสจังหวัด อ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1099-2535 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ตัวอย่าง รหัสจังหวัด	ชื่อจังหวัด	
	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
10	กรุงเทพมหานคร	Krung Thep Maha Nakhon
11	สมุทรปราการ	Samut Prakan
91	สตูล	Satun
92	ตรัง	Trang

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการออกแบบรหัสป้ายทะเบียนรถ

รหัสป้าย	รายละเอียด
A1,A2, AX(สีอิสระ) B1,C1 รย. 1-4	สำหรับรหัส A1 A2 B1 และ C1 พื้นแผ่นป้ายเป็นสีขาวสะท้อนแสง ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรบอกชื่อจังหวัด และขอบแผ่นป้ายของ A1 เป็นสีดำ A2 เป็นสีน้ำเงิน B1 เป็นสีเขียว และ C1 เป็นสีแดง ส่วน A1 A2 และ B1 ที่ใช้หมายเลขทะเบียนที่กฎกระทรวงกำหนดให้เป็นหมายเลขทะเบียนซึ่งเป็นที่ยินยอมจะมีสีของพื้นแผ่นป้าย ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรบอกชื่อจังหวัด และขอบแผ่นป้ายแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ก็ได้
D1-D4 รย. 5-8	สำหรับรหัส D1 D2 D3 และ D4 พื้นแผ่นป้ายเป็นสีเหลืองสะท้อนแสง ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรบอกชื่อจังหวัด และขอบแผ่นป้ายของ D1 เป็นสีแดง, D2 เป็นสีดำ, D3 เป็นสีน้ำเงิน และ D4 เป็นสีเขียว
EX (สีเขียว-ขาว) รย. 9-11	สำหรับรหัส E1 E2 และ E3 พื้นแผ่นป้ายเป็นสีเขียวสะท้อนแสง ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรบอกชื่อจังหวัด และขอบแผ่นป้ายเป็นสีขาว
F1 รย. 12	สำหรับรหัส F1 พื้นแผ่นป้ายเป็นสีขาว ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรบอกชื่อจังหวัด และขอบแผ่นป้ายเป็นสีดำ
MX(สี อิสระ) รย. 13-16	สำหรับรหัส G1 H1 I1 และ J1 พื้นแผ่นป้ายเป็นสีส้มสะท้อนแสง ตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรบอกชื่อจังหวัด และขอบแผ่นป้ายเป็นสีดำ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รหัสป้าย	รายละเอียด
K1 รย. 17	สำหรับรหัส K1 พื้นแผ่นป้ายเป็นสีเหลืองสะท้อนแสงตัวอักษรประจำหมวด หมายเลขทะเบียน ตัวอักษรบอกชื่อจังหวัด และขอบแผ่นป้ายเป็นสีดำ
YY พิเศษ	สำหรับรหัส YY รถยนต์ของบุคคลในคณะผู้แทนทางการทูต พื้นแผ่นป้ายเป็นสี ขาวตัวอักษร ตัวเลข และขีดเป็นสีดำ
VV พิเศษ	สำหรับรหัส VV รถยนต์ของบุคคลในหน่วยงานพิเศษของสถานทูตต่าง ๆ รถยนต์ของบุคคลในคณะผู้แทนทางกงสุล และรถยนต์ของบุคคลในองค์การ ระหว่างประเทศ หรือทบวงการชำนัญพิเศษแห่งสหประชาชาติซึ่งประจำอยู่ใน ประเทศไทย พื้นแผ่นป้ายเป็นสีฟ้า ตัวอักษร ตัวเลข และขีดเป็นสีขาว
- พิเศษ	สำหรับรถจักรยานยนต์ของบุคคลในคณะผู้แทนทางการทูต บุคคลในหน่วยงาน พิเศษของสถานทูตต่าง ๆ บุคคลในคณะผู้แทนทางกงสุล และบุคคลในองค์การ ระหว่างประเทศ ให้มีสีแล้วแต่กรณี
ZZ	สำหรับรหัส ZZ รถใหม่ป้ายแดง ตัวอักษรดำ

4.2 การวิเคราะห์และออกแบบด้วยแผนภาพสัญลักษณ์ยูเอ็มแอล

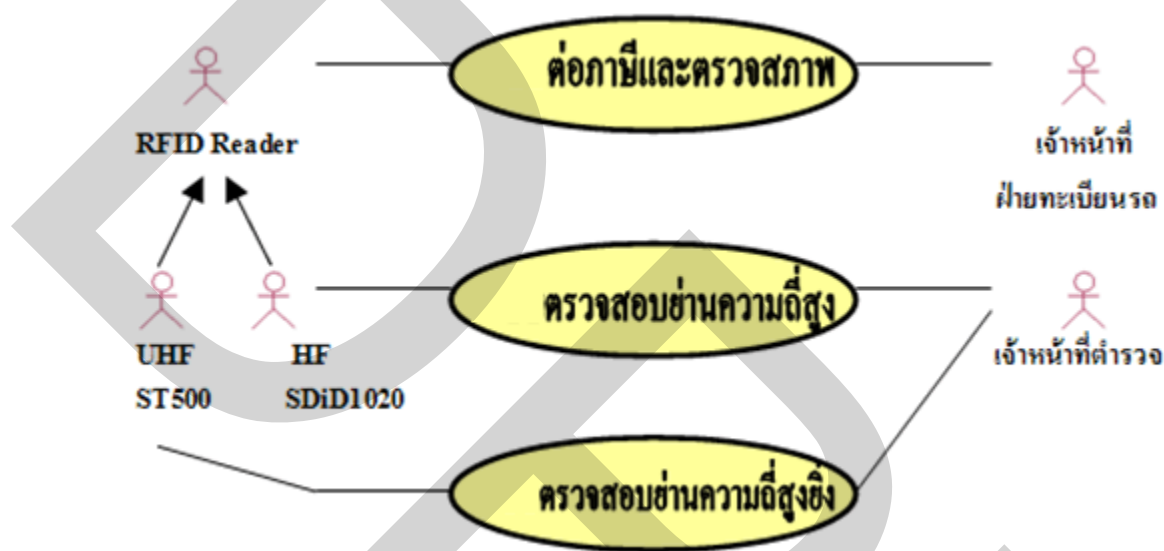
ผู้วิจัยศึกษาแผนภาพสัญลักษณ์ยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) จากหนังสือคู่มือการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วยยูเอ็มแอล ของกิตติ ภัคดีวัณณะกุล กับหนังสือ System Analysis and Design with UML version 2.0. ของ Alan Dennis, Barbara Haley Wixom และ David Tegarden แล้วเลือกรูปแบบที่ใช้วิเคราะห์และออกแบบแผนภาพสัญลักษณ์ 4 แบบ คือ แผนภาพ Use Case แผนภาพ Sequence แผนภาพ Activity และแผนภาพ Class โดยอธิบายได้ดังนี้

4.2.1 แผนภาพ Use Case

แผนภาพ Use Case ทำหน้าที่กำหนดความต้องการของระบบจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี และช่วยสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบายหน้าที่ของระบบงาน รวมถึงความต้องการของระบบจะได้จากผู้ใช้งานระบบ โดยแผนภาพทั้งหมดจะมี Use case, Actor, Use case Relation และ System

4.2.1.1 แผนภาพ Use Case แสดงการแสดงความสัมพันธ์การรับส่งข้อมูลอาร์เอฟไอดี

แผนภาพ Use Case แสดงการแสดงความสัมพันธ์การรับส่งข้อมูลอาร์เอฟไอดี โดยผู้วิจัยจะนำเสนอการแสดงความสัมพันธ์ 3 แผนภาพ ของระบบบันทึกข้อมูลการต่อภาษีและการตรวจสอบสภาพรถ ระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงและระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง ตามภาพที่ 4.1



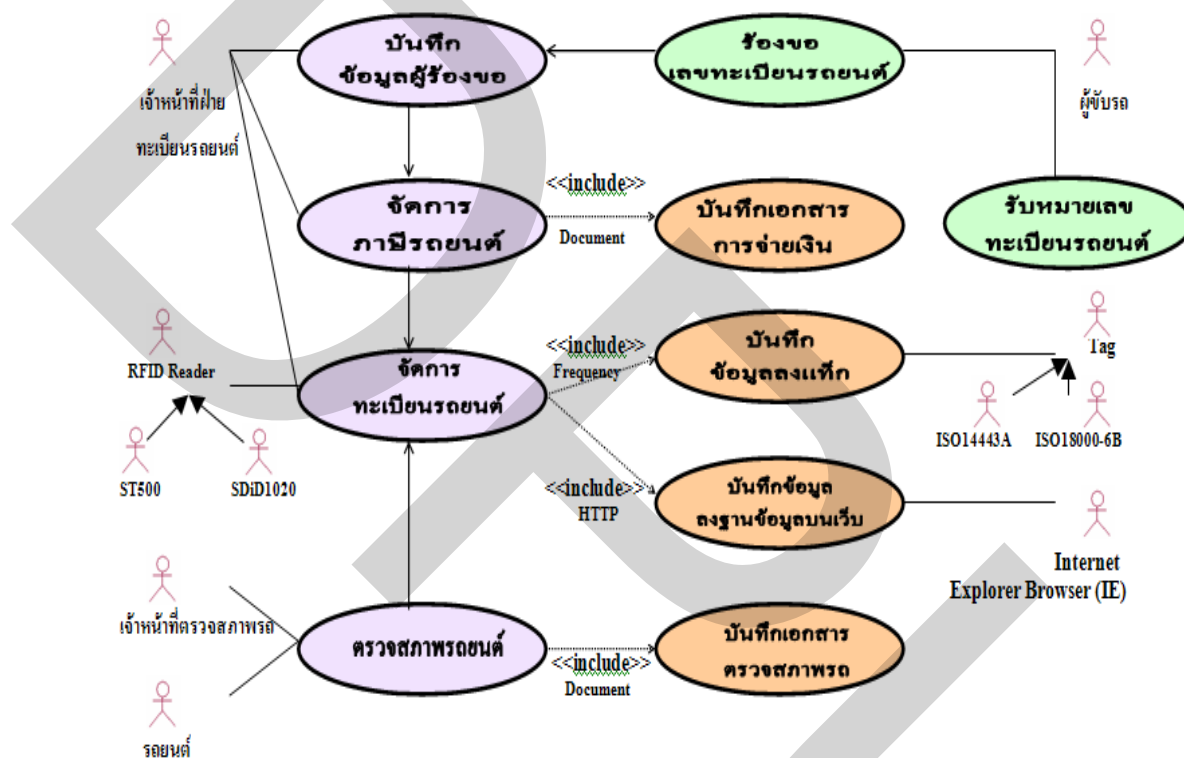
ภาพที่ 4.1 Use Case Diagram แสดงความสัมพันธ์การรับส่งข้อมูลอาร์เอฟไอดีระหว่างคลื่นความถี่สูงและคลื่นความถี่สูงยิ่ง

เมื่อวิเคราะห์ระบบตามแผนภาพที่ 3.6 และแผนภาพที่ 4.1 เพื่อหาขอบเขตของงานวิจัยการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ได้นำมาสู่การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ ซึ่งเขียนอธิบายได้ตามข้อที่ 4.2.1.2 ถึงข้อที่ 4.2.1.4

4.2.1.2 แผนภาพ Use case แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษี และการตรวจสอบสภาพรถ

แผนภาพ Use case แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษี และการตรวจสอบสภาพรถ โดยมีลำดับขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้ เริ่มต้นจากผู้ขับรถใหม่ร้องขอหมายเลขทะเบียนรถจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถ เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลผู้ร้องขอหมายเลขทะเบียนรถลงฐานข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก เมื่อเจ้าหน้าที่ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องจากผู้ขับรถ โดยทราบว่ารอดผ่านการตรวจสอบสภาพจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบสภาพรถจากการบันทึกเอกสารการตรวจสอบสภาพ แล้วเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนรถจะเรียกเก็บภาษีรถจากผู้ขับรถ เมื่อเจ้าหน้าที่ได้รับเงินก็จะดำเนินการบันทึกเอกสารการจ่ายเงินค่าภาษีรถ จากนั้นจึงดำเนินการจัดการทะเบียนรถ โดยการจัดการป้ายภาษีรถจากการบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงด้วยเครื่องอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD1020 ลงแท็ก ISO 14443 ชนิด A และ

การจัดการป้ายทะเบียนรถจากการบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่งด้วยเครื่องอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 ลงแท็ก ISO 18000-6 ชนิด B ร่วมกับบันทึกเอกสารทั้งหมดของผู้ขับรถลงฐานข้อมูลกรมการขนส่งทางบกบนเว็บ สุดท้ายผู้ขับรถจะได้รับหมายเลขทะเบียนรถพร้อมแท็กอาร์เอฟไอดีติดรถตรงป้ายภาษีรถและป้ายทะเบียนรถ จากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก ตามภาพที่ 4.2

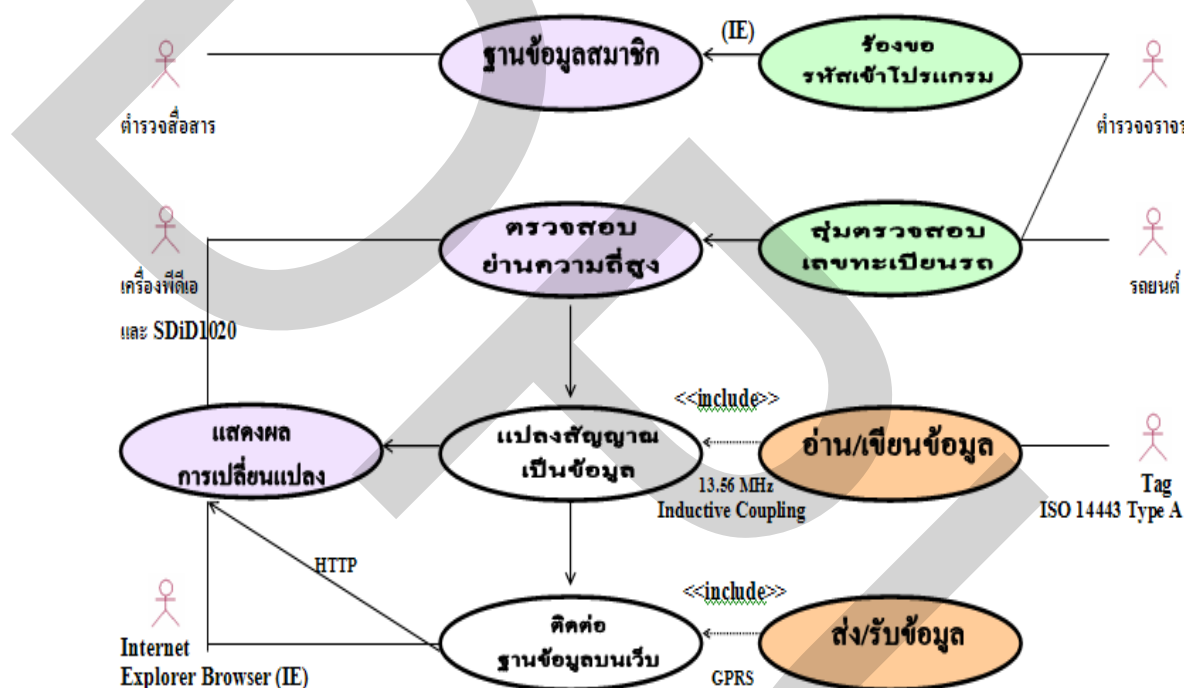


ภาพที่ 4.2 Use case Diagram แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษี และการตรวจสอบสภาพรถ

4.2.1.3 แผนภาพ Use case แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง

แผนภาพ Use case แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (Tag HF) โดยมีลำดับขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้ เริ่มต้นจากตำรวจจราจรเตรียมใช้งานระบบย่านความถี่สูง โดยตำรวจจราจรดำเนินการร้องขอรหัสเข้าโปรแกรมฐานข้อมูลสมาชิกบนเว็บ ซึ่งต้องสมัครสมาชิกบนเว็บเพื่อให้ตำรวจสื่อสารทราบว่ามีผู้ใช้เครื่องคือใครและใครคือผู้ดำเนินการบันทึกข้อมูลบนเว็บ เมื่อตำรวจจราจรได้รับรหัสผ่านสำหรับใช้งานบนเว็บแล้วก็ดำเนินการสมัครใช้งานกับรถที่จอดตามพื้นถนนแบบด้วยระบบสุ่มตรวจสอบเลขทะเบียนรถบนเครื่องพีดีเอที่ติดตั้งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงรุ่น SDiD1020 เพื่อตรวจสอบข้อมูลย่านความถี่สูงในแท็กอาร์เอฟไอดีรูปแบบป้ายภาษีรถลักษณะชนิดบัตร เมื่อพบแท็กแล้วจะดำเนินการแปลงสัญญาณเป็นข้อมูล ตาม

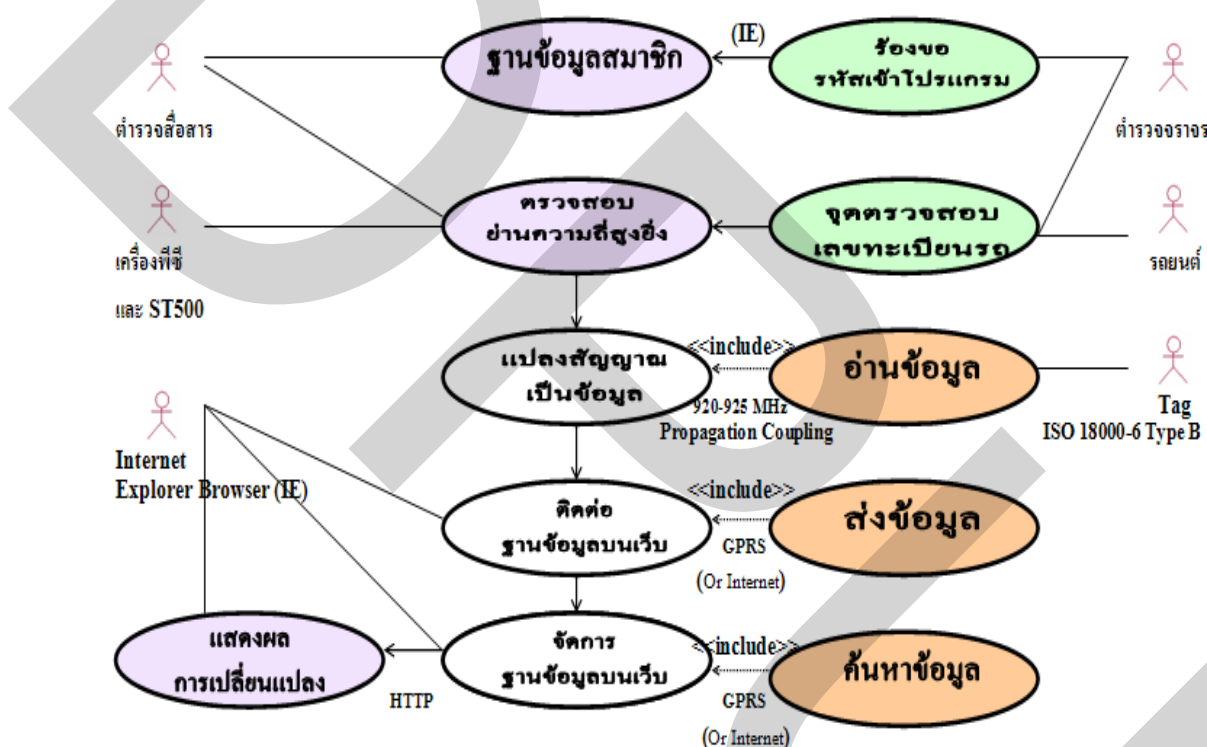
วิธีการติดต่อแท็กเพื่อการอ่านและเขียนบันทึกด้วยรูปแบบของย่านความถี่สูง Inductive Coupling โดยผู้วิจัยจะเลือกใช้แท็กที่มีความปลอดภัยสูงมาตรฐาน ISO14443 ชนิด A บนย่านความถี่ 13.56MHz จากนั้นเมื่อแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นระบบจึงนำข้อมูลจากแท็กอาร์เอฟไอดีมาแสดงผลบนหน้าจอพีดีเอให้ตำรวจจราจรทราบ และเมื่อตำรวจจราจรมีการบันทึกคดีการกระทำผิด หรือ ค้นหาข้อมูลสำคัญทางเว็บ ระบบจะสามารถติดต่อฐานข้อมูลบนเว็บได้ด้วยเทคโนโลยีพีอาร์เอส ผ่านช่องทาง Internet Explorer Browser ของ Windows Mobile ตามภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 Use case Diagram แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง

4.2.1.4 แผนภาพ Use case แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

แผนภาพ Use case แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (Tag UHF) โดยมีลำดับขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้ เริ่มต้นจากตำรวจจราจรเตรียมใช้งานระบบย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) โดยตำรวจจราจรดำเนินการร้องขอรหัสเข้าโปรแกรมฐานข้อมูลสมาชิกบนเว็บ ซึ่งต้องสมัครสมาชิกบนเว็บเพื่อให้ตำรวจจราจรทราบว่าผู้ใช้เครื่องคือใครและใครคือผู้ดำเนินการบันทึกข้อมูลบนเว็บ เมื่อตำรวจจราจรได้รับรหัสผ่านสำหรับใช้งานบนเว็บแล้ว ก็ดำเนินการสมัครใช้งานกับรถที่เคลื่อนที่ตามพื้นถนนด้วยระบบจุดตรวจสอบเลขทะเบียนรถ เพื่อตรวจสอบป้ายทะเบียนรถที่ติดแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง โดยระบบจะทำงานบนเครื่อง

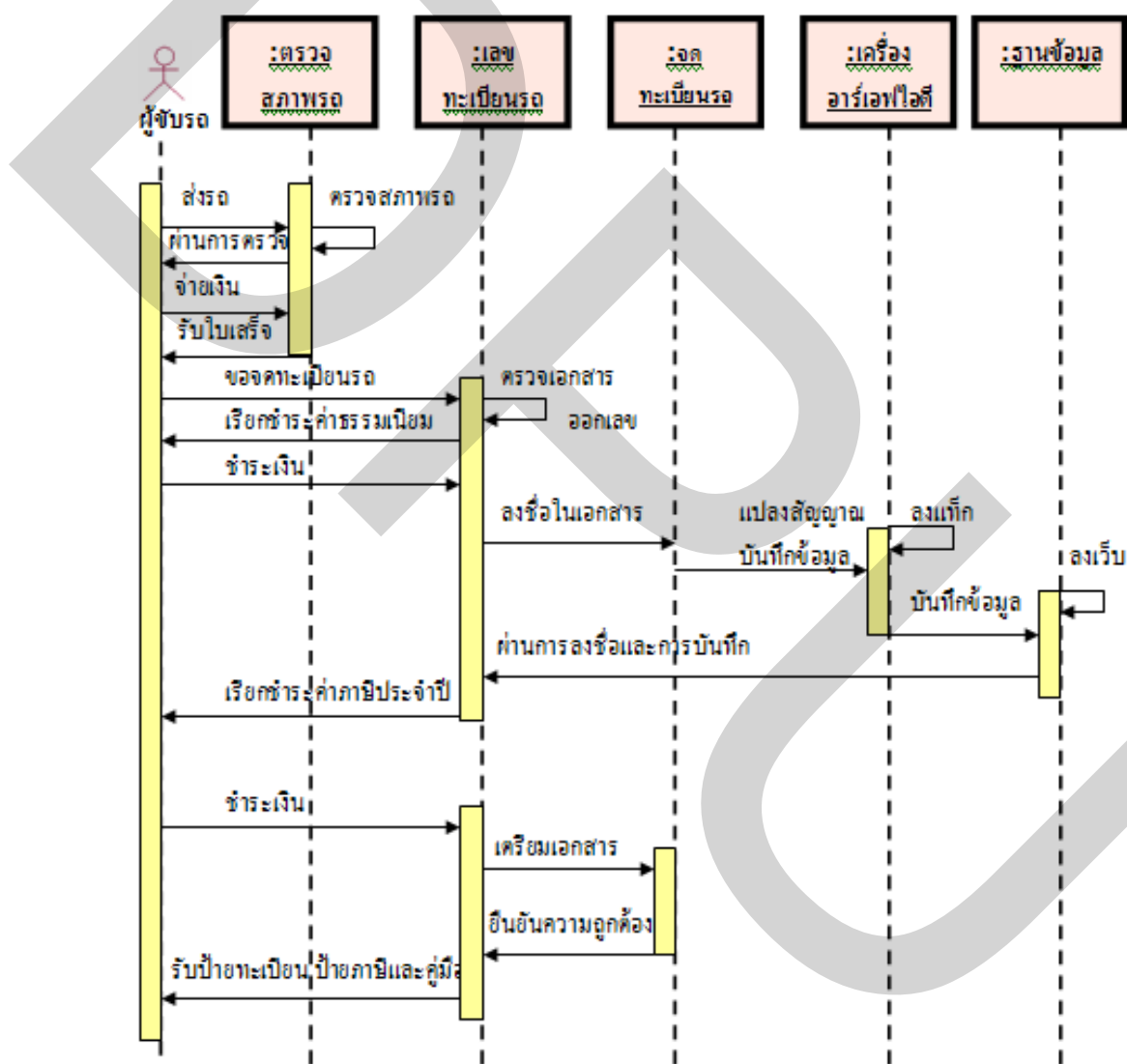


ภาพที่ 4.4 Use case Diagram แสดงระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

แผนภาพ Sequence เป็นการอธิบายรายละเอียดการทำงานภายใน Use Cases ด้วยภาพ ซึ่งจะแสดงถึงการโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้งานกับระบบที่กำลังพัฒนา ในลักษณะการตอบสนองของระบบตามลำดับของเหตุการณ์ก่อน-หลัง โดยที่แผนภาพ Sequence เองจะแสดงถึงกลุ่มของวัตถุต่างๆ ที่ผู้วิจัยคาดว่าต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาโปรแกรม ตามภาพที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8

4.2.2.1 แผนภาพ Sequence แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษีและการตรวจสอบสภาพรถ

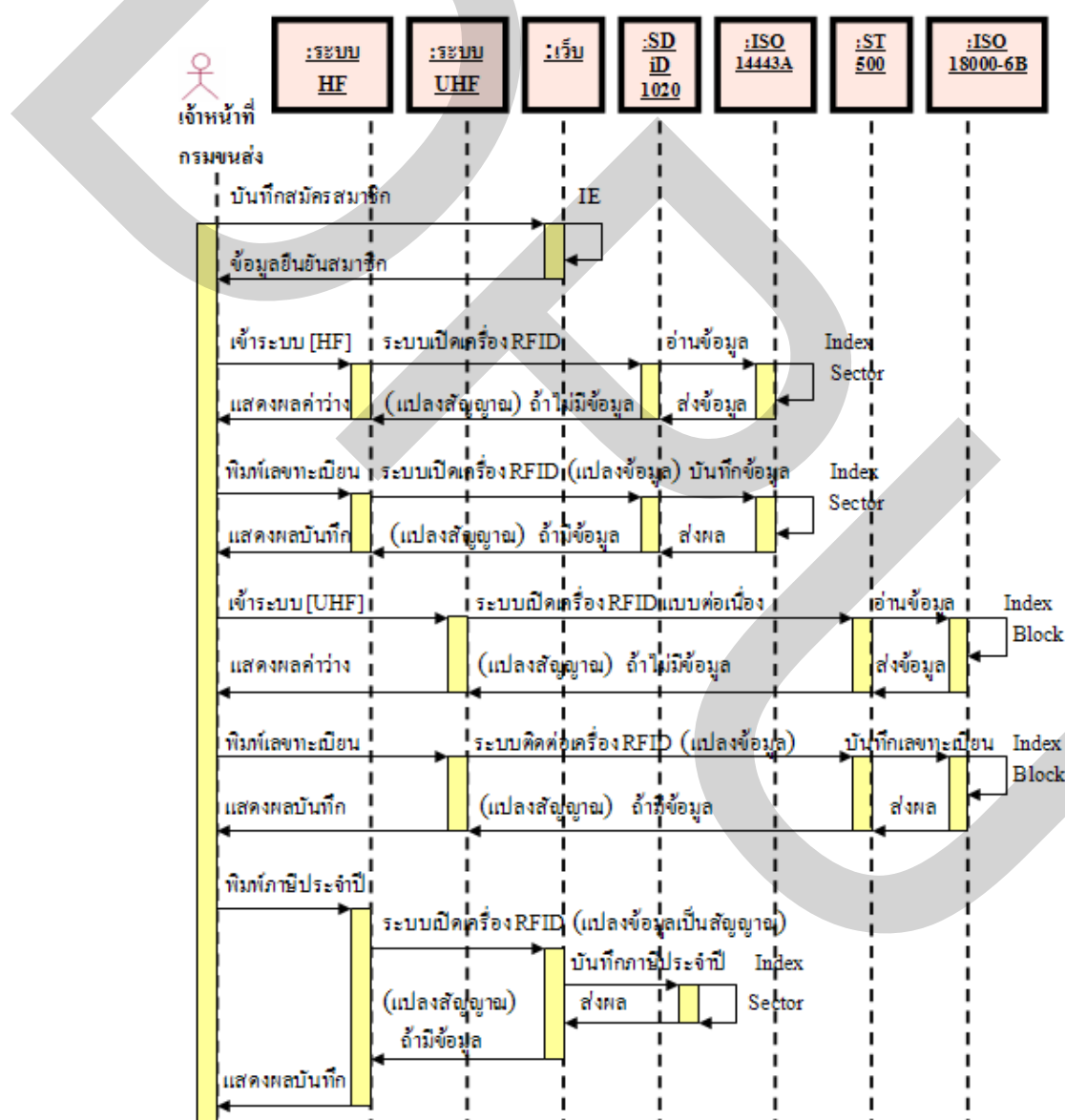
แผนภาพ Sequence แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษี และการตรวจสอบสภาพรถ โดยวิเคราะห์จากภาพที่ 4.2 แล้วนำมาเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภาพ Sequence โดยขอเสนอกระบวนการที่เป็นลำดับการทำงานสำหรับผู้ขับรถที่ต้องการจะขอจดทะเบียนรถใหม่ ตามภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 Sequence Diagram แสดงระบบบันทึกข้อมูล การต่อภาษี และการตรวจสอบสภาพรถ

4.2.2.2 แผนภาพ Sequence แสดงตัวอย่างกระบวนการการทำงานของระบบบันทึกข้อมูลทะเบียนและต่อภาษีลงแท็กอาร์เอฟไอดี

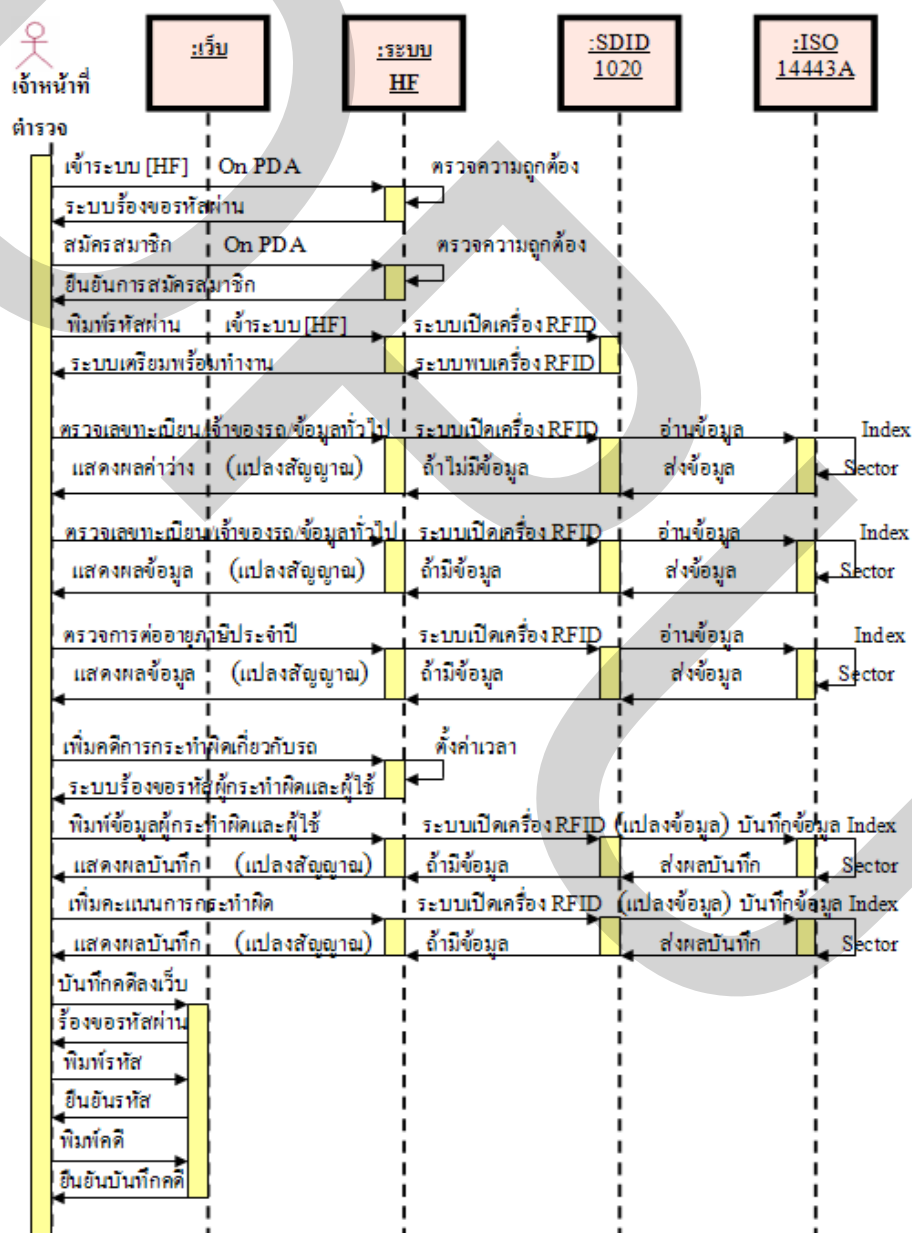
แผนภาพ Sequence แสดงตัวอย่างกระบวนการการทำงานของระบบบันทึกข้อมูลทะเบียนและต่อภาษีลงแท็กอาร์เอฟไอดี โดยวิเคราะห์จากภาพที่ 4.2 เริ่มต้นจากเจ้าหน้าที่กรมขนส่งบันทึกสมัครสมาชิก จากนั้นจึงมาดำเนินการเข้าระบบย่านความถี่สูงและย่านความถี่สูงยิ่งเพื่อบันทึกข้อมูลลงแท็ก โดยกำหนดเก็บรายละเอียดข้อมูลสำคัญกับเก็บการต่อภาษีลงในแท็กย่านความถี่สูง ส่วนแท็กย่านความถี่สูงยิ่งเก็บเพียงเลขทะเบียนรถกับชื่อจังหวัด ตามภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 Sequence Diagram แสดงตัวอย่างกระบวนการการทำงานของระบบบันทึกข้อมูลทะเบียนและต่อภาษีลงแท็กอาร์เอฟไอดี

4.2.2.3 แผนภาพ Sequence แสดงตัวอย่างลำดับการทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง

แผนภาพ Sequence แสดงตัวอย่างลำดับการทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (Tag HF) โดยวิเคราะห์จากภาพที่ 4.3 เริ่มต้นจากการเข้าระบบย่านความถี่สูงบนเครื่องพีดีเอ การสมัครสมาชิก การตรวจสอบข้อมูลในแท็ก รวมไปถึงการเพิ่มคดีการกระทำผิดเกี่ยวกับรถ ตามภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 Sequence Diagram แสดงตัวอย่างลำดับการทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง

4.2.2.4 แผนภาพ Sequence แสดงตัวอย่างลำดับการทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

แผนภาพ Sequence แสดงตัวอย่างลำดับการทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (Tag UHF) โดยวิเคราะห์จากภาพที่ 4.4 เริ่มต้นจากการเข้าระบบย่านความถี่สูงยิ่งบนเครื่องพีซี การกำหนดการเชื่อมต่อ การรับเลขทะเบียนรถจากแท็ก การติดตามรถ รวมไปถึงการครูดที่ผ่าน ณ จุดตรวจ ตามภาพที่ 4.8



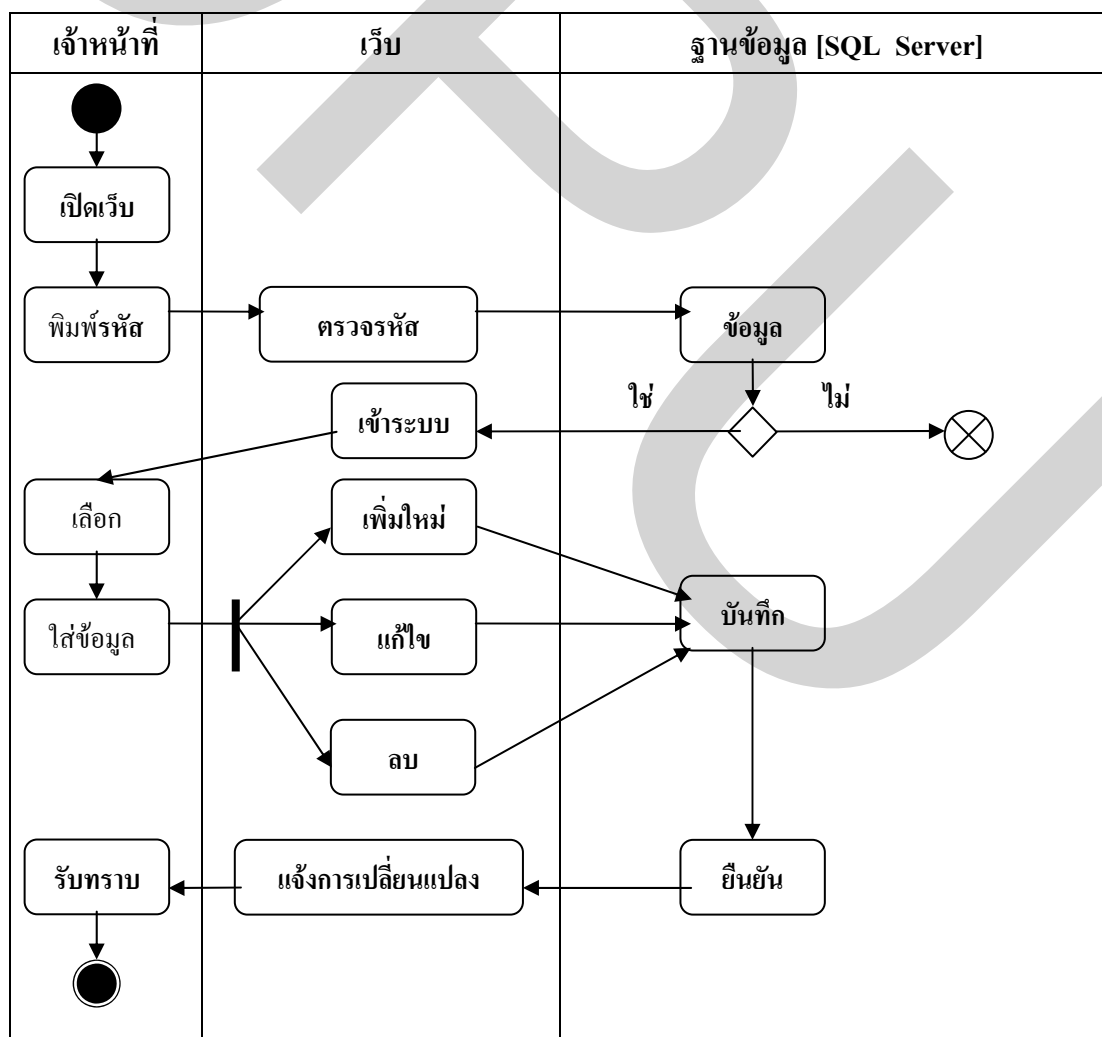
ภาพที่ 4.8 Sequence Diagram แสดงตัวอย่างลำดับการทำงานของระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

4.2.3 แผนภาพ Activity

แผนภาพ Activity แสดงลำดับกิจกรรมของระบบจัดการเลขทะเบียนรถด้วยอาร์เอฟไอดี โดยสามารถบอกทางเลือกที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการทำงานในการปฏิบัติการ จะประกอบไปด้วยสถานะต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาโปรแกรมและผลจากการทำงานในขั้นตอนต่างๆ โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอเสนอเพียงแผนภาพบางส่วนของการทำงานในระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (Tag HF) และระบบการตรวจสอบแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง (Tag UHF) ซึ่งได้ยกตัวอย่างอธิบายไว้ดังนี้

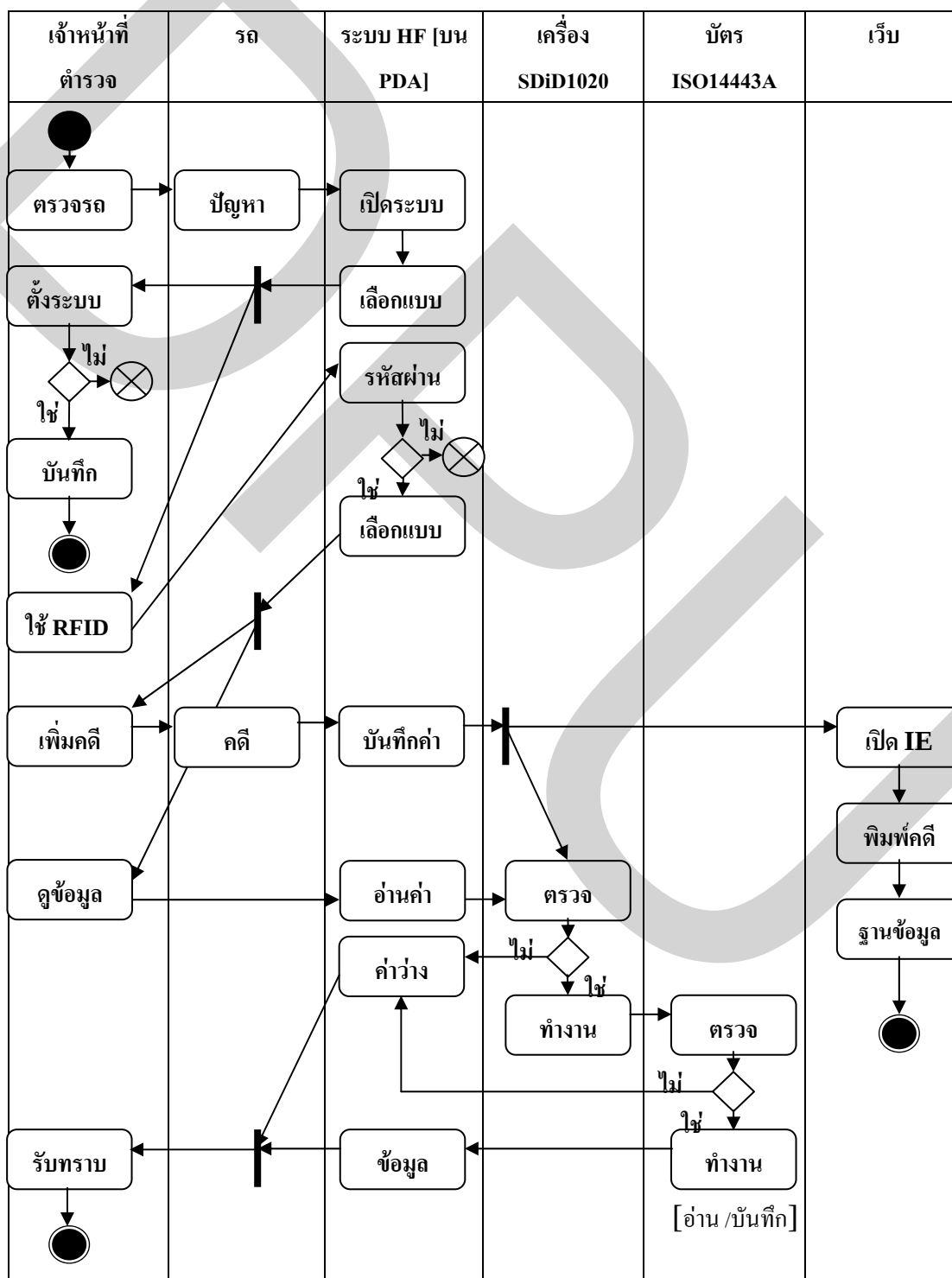
ตัวอย่างลำดับการจัดการฐานข้อมูลเลขทะเบียนรถบนเว็บด้วยวิธีการเพิ่มใหม่ แก้ไข และลบ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลำดับการจัดการฐานข้อมูลเลขทะเบียนรถบนเว็บด้วยวิธีการเพิ่มใหม่ แก้ไข และลบ



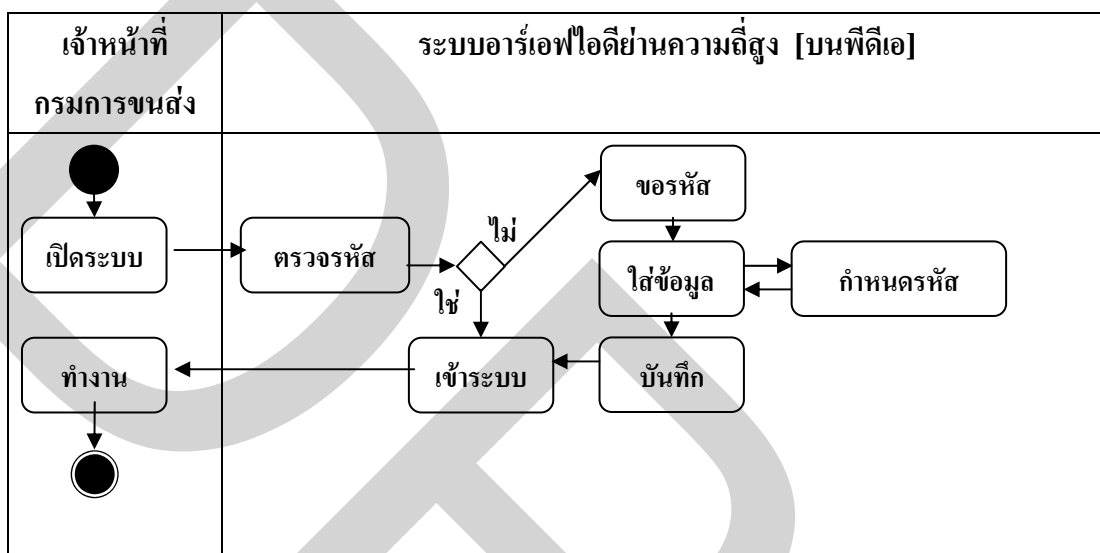
ตัวอย่างลำดับการตรวจสอบข้อมูลในป้าาณียิเล็กทรอนิกส์่านความถี่สูง (HF) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ลำดับการตรวจสอบข้อมูลในป้าาณียิเล็กทรอนิกส์่านความถี่สูง (HF)



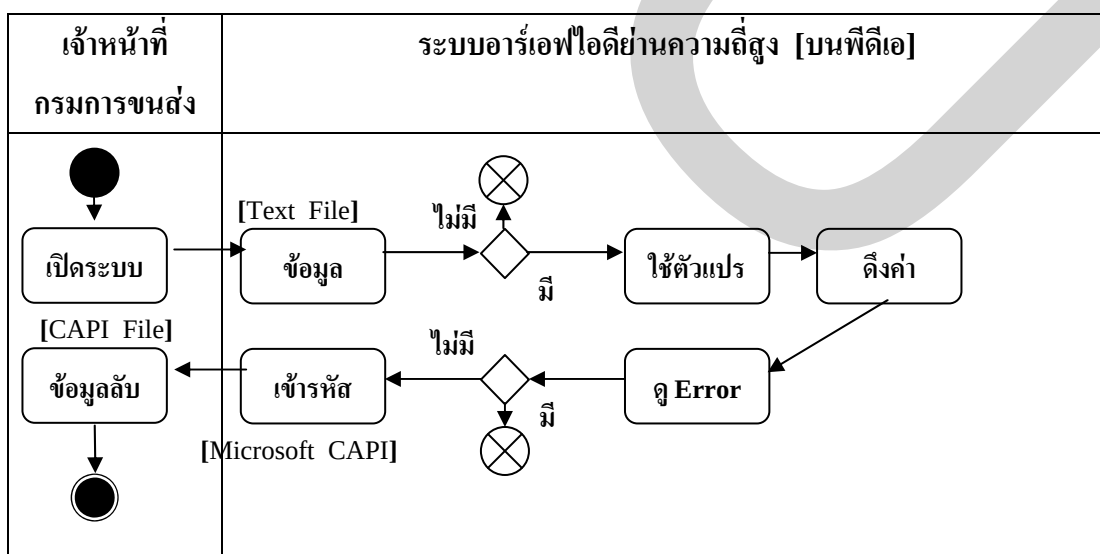
ตัวอย่างลำดับการเข้ารหัสเพื่อใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ลำดับการเข้ารหัสเพื่อใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (HF)



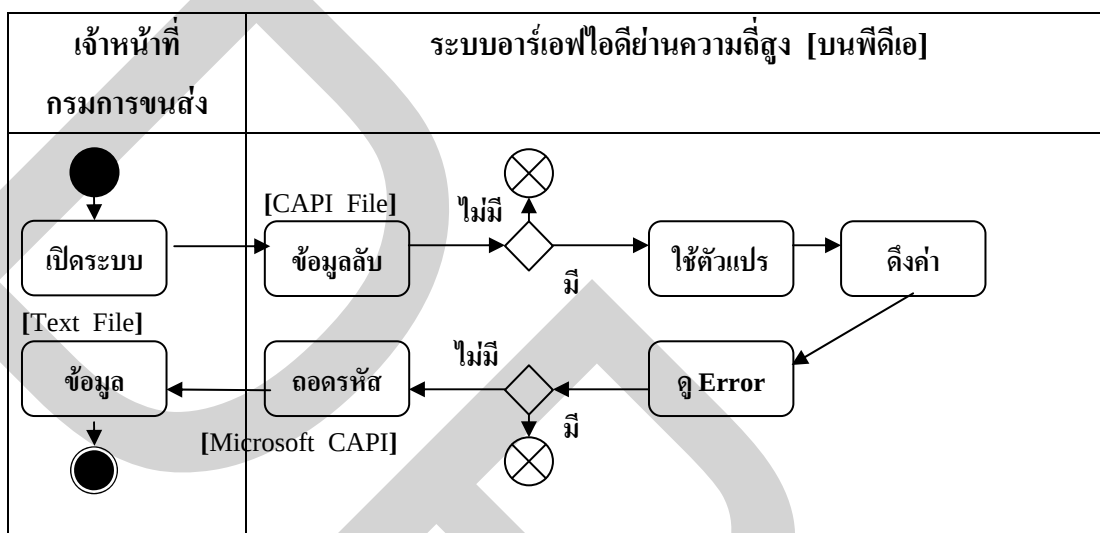
ตัวอย่างลำดับการเข้ารหัสด้วย Cryptography Application Programming Interface เพื่อรักษาความปลอดภัยของเอกสารในเครื่องพีดีเอ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ลำดับการเข้ารหัสด้วย Cryptography Application Programming Interface



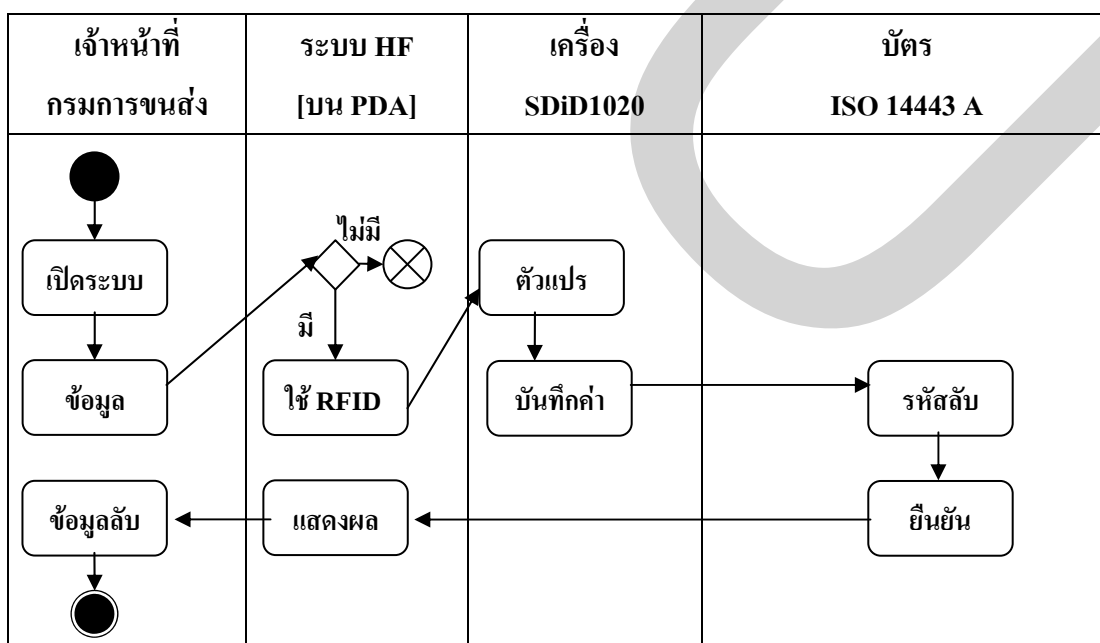
ตัวอย่างลำดับการถอดรหัสด้วย Cryptography Application Programming Interface เพื่อถอดรหัสของเอกสารลับในเครื่องพีดีเอ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ลำดับการถอดรหัสด้วย Cryptography Application Programming Interface



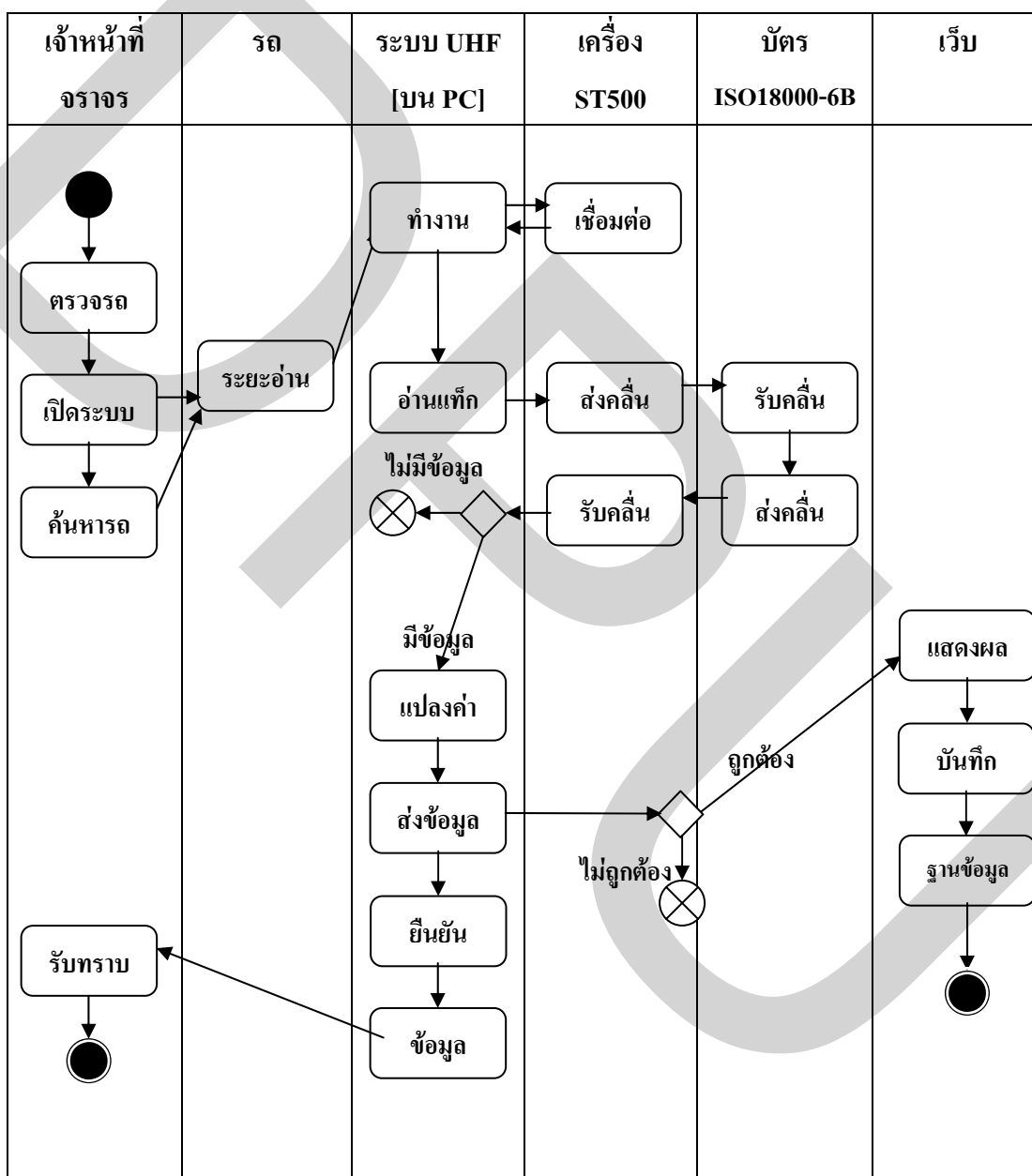
ตัวอย่างลำดับการเข้ารหัสบัตรมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A ดังที่แสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ลำดับการเข้ารหัสบัตรมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A



ตัวอย่างลำดับการตรวจสอบข้อมูลในป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ลำดับการตรวจสอบข้อมูลในป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF)



4.2.4 แผนภาพ Class

แผนภาพ Class จะใช้อธิบายมุมมองของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่กำลังจะพัฒนาเพื่อจัดการกับฐานข้อมูลบนเว็บ จากการศึกษาข้อมูลในเอกสารและบทความทางอินเทอร์เน็ตของทางกรมการขนส่งทางบกและหน่วยงานตำรวจจราจร ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ โดยการแบ่งการจัดการข้อมูลสำคัญออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

- ส่วนแรกการวิเคราะห์ข้อมูลที่กรมการขนส่งต้องการ คือ

กลุ่มที่ (1) ชื่อเจ้าของรถ อายุ สัญชาติ ที่อยู่ จังหวัด เบอร์โทรศัพท์

กลุ่มที่ (2) ลักษณะรถ รหัสโครงรถ เลขเครื่อง ประเภทรถ

กลุ่มที่ (3) วันเดือนปีที่สิ้นอายุภาษี

กลุ่มที่ (4) การตรวจสภาพรถว่า ผ่านหรือไม่ผ่าน

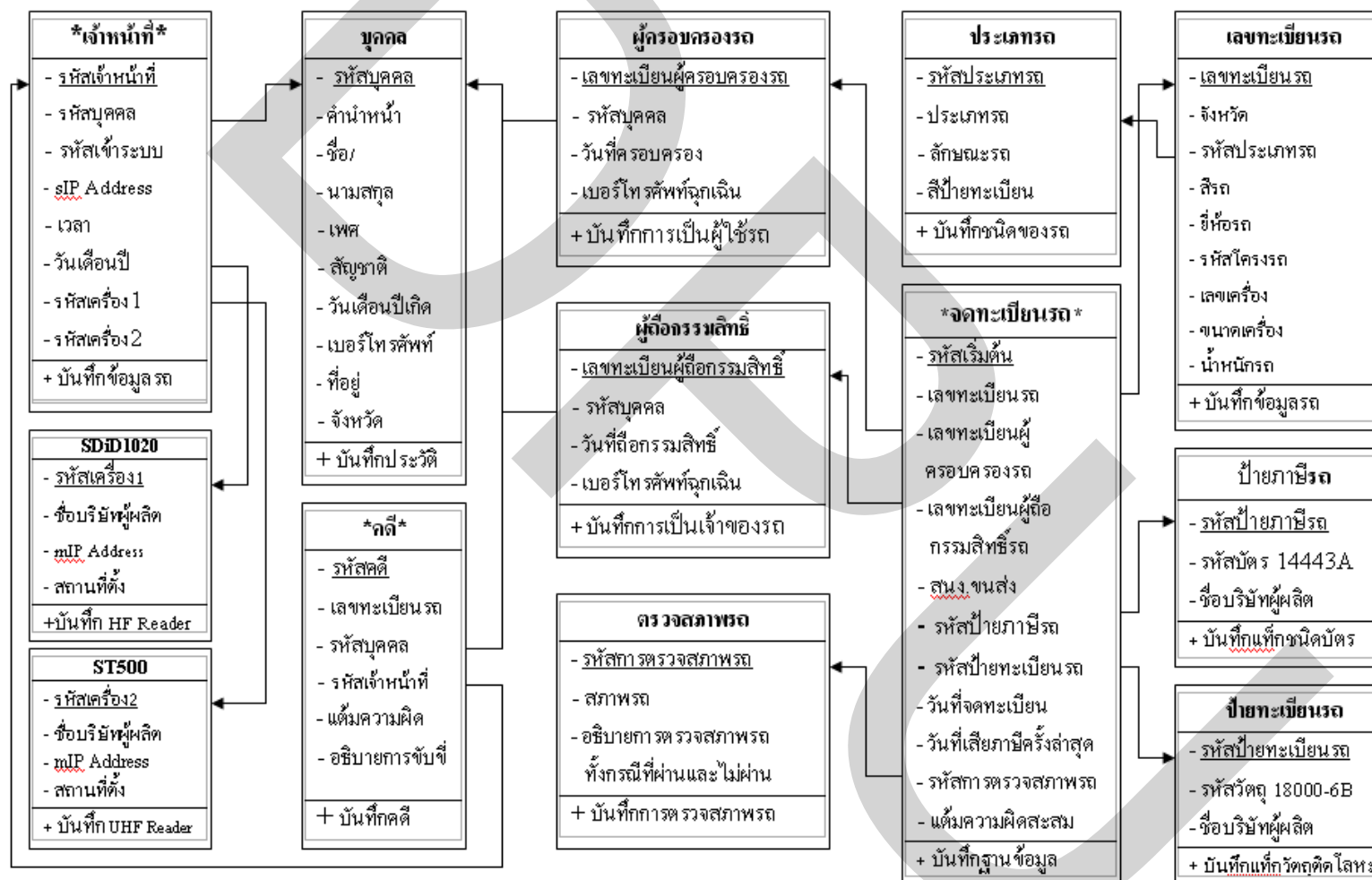
- ส่วนแรกการวิเคราะห์ข้อมูลที่เจ้าหน้าที่ตำรวจต้องการ คือ

กลุ่มที่ (1) สำนักงานขนส่งจังหวัด ช่วงวันที่จดทะเบียน ถึงวันที่จดทะเบียน ประเภทรถ ขนาดเครื่อง ทะเบียนรถ เลขเครื่อง ยี่ห้อรถ เลขตัวรถ ทะเบียนรถเดิม จังหวัดของรถ สีรถ และลักษณะของรถ

กลุ่มที่ (2) เลขประจำตัวผู้ถือกรรมสิทธิ์ ชื่อผู้ถือกรรมสิทธิ์ ชื่อสกุลผู้ถือกรรมสิทธิ์ วันเดือนปีเกิด ที่อยู่ สัญชาติ อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์

กลุ่มที่ (3) เลขประจำตัวผู้ครอบครอง วันที่ครอบครอง ชื่อผู้ครอบครอง ชื่อสกุลผู้ครอบครอง สัญชาติ ที่อยู่ วันเดือนปีเกิด อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์ สถานภาพรถ สถานภาพการอาศัย สถานภาพโดนใบสั่ง วันที่เสียภาษีครั้งสุดท้าย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามทางเอกสารและบทความทางอินเทอร์เน็ตที่ทางหน่วยงานกรมการขนส่งและเจ้าหน้าที่ตำรวจต้องการทั้งสองส่วนแล้ว โดยสถานภาพการอาศัยมาจากคะแนนของดั้มสะสมความผิดที่เกิดกำหนด และสถานภาพโดนใบสั่งเป็นการอธิบายการจับที่ทำความผิดกฎหมายจราจร ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำมาเขียนอธิบายในรูปแบบของฐานข้อมูลกลางบนเว็บได้ด้วยวิธีการแจกแจงข้อมูลร่วมกับความเหมาะสมที่เกี่ยวข้องของการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยตารางเก็บข้อมูลที่สำคัญดังต่อไปนี้ ตารางจดทะเบียนรถ ตารางเลขทะเบียนรถ ตารางประเภทรถ ตารางการตรวจสภาพรถ ตารางผู้ครอบครองรถ ตารางผู้ถือกรรมสิทธิ์ ตารางเก็บข้อมูลแท็ก ตารางเก็บข้อมูลเครื่องอาร์เอฟไอดี ตารางเจ้าหน้าที่ รวมไปถึงตารางการบันทึกคดีการกระทำผิดเกี่ยวกับรถ เขียนอธิบายตามภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 Class Diagram แสดงระบบฐานข้อมูลการจัดการเลขทะเบียนรถ

4.3. การวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล

การวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลของระบบจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบ่งเป็น 3 ฐานข้อมูลหลัก คือ ฐานข้อมูลบนเว็บ ฐานข้อมูลในแท็ก และฐานข้อมูลชั่วคราวที่บันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถอธิบายเบื้องต้นได้ดังนี้

4.3.1 การออกแบบฐานข้อมูลบนเว็บ

การออกแบบฐานข้อมูลบนเว็บเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลหลักในการจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถ ซึ่งมีประโยชน์ในการอำนวยความสะดวก อันได้แก่ การประมวลผลและจัดการข้อมูลทางไกล สำหรับการออกแบบตารางสำหรับสร้างฐานข้อมูลบนเว็บศึกษาจากแผนภาพ Class ตามหัวข้อ 2.4 ผู้วิจัยสามารถนำมาสร้างตารางสำหรับการจัดการข้อมูลได้ โดยมีแนวคิดดังต่อไปนี้

4.3.1.1 การออกแบบตารางสำหรับสร้างฐานข้อมูลบนเว็บเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลหลัก

การออกแบบตารางสำหรับสร้างฐานข้อมูลบนเว็บเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลหลัก ซึ่งการออกแบบตารางสำหรับสร้างฐานข้อมูลบนเว็บศึกษาจากแผนภาพ Class ข้อ 2.4 ผู้วิจัยสามารถนำมาสร้างตารางสำหรับการจัดการข้อมูลได้ ดังตารางการจดทะเบียนรถเป็นตารางหลักของระบบ ที่ใช้เก็บข้อมูลเลขทะเบียนรถ เลขทะเบียนผู้ครอบครองรถ เลขทะเบียนผู้ถือกรรมสิทธิ์รถ ชื่อสำนักงานขนส่งที่จดทะเบียน รหัสป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ รหัสป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ วันที่จดทะเบียนครั้งแรกวันที่เสียภาษีครั้งล่าสุด รหัสการตรวจสภาพรถ และแต้มความผิดสะสม ดังที่แสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตารางการจดทะเบียนรถ

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
IdMainData	nvarchar(50)	NO	รหัสเริ่มต้น
NumberOfCar	nvarchar(10)	Yes	เลขทะเบียนรถ
NumberOfUser	nchar(13)	Yes	เลขทะเบียนผู้ครอบครองรถ
NumberOfOwner	nchar(13)	Yes	เลขทะเบียนผู้ถือกรรมสิทธิ์รถ
OfficeName	nvarchar(150)	Yes	ชื่อสำนักงานขนส่งที่จดทะเบียน
IdSticker	nchar(10)	Yes	รหัสป้ายภาษี (ลำดับป้ายภาษี)
IdLicenseNumber	nchar(10)	Yes	รหัสป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์
DateOfNumber	nvarchar(30)	Yes	วันที่จดทะเบียนครั้งแรก
DateOfTax	nvarchar(30)	Yes	วันที่เสียภาษีครั้งล่าสุด
CodeOfStatus	nvarchar(10)	Yes	รหัสการตรวจสภาพรถ
Points	nvarchar(50)	Yes	แต้มความผิดสะสม

4.3.1.2 การออกแบบตารางเลขทะเบียนรถ

การออกแบบตารางเลขทะเบียนรถ เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลเลขทะเบียนรถ จากตารางการจดทะเบียนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลเลขทะเบียนรถ ชื่อจังหวัด รหัสประเภทรถ สีของรถ ยี่ห้อของรถ รหัสโครงรถ เลขเครื่อง ขนาดเครื่อง และน้ำหนักรถ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางเลขทะเบียนรถ

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
NumberOfCar	nvarchar(10)	NO	เลขทะเบียนรถ
Province	nvarchar(150)	Yes	ชื่อจังหวัด
IdTypeCar	nvarchar(6)	Yes	รหัสประเภทรถ
CarColor	nvarchar(50)	Yes	สีของรถ
CarBrandName	nvarchar(50)	Yes	ยี่ห้อของรถ
IdCarStructure	nvarchar(20)	Yes	รหัสโครงรถ
NumberOfDevice	nvarchar(20)	Yes	เลขเครื่อง
SizeOfDevice	nvarchar(50)	Yes	ขนาดเครื่อง
WeightOfDevice	nchar(10)	Yes	น้ำหนักรถ

4.3.1.3 การออกแบบตารางประเภทรถ

การออกแบบตารางประเภทรถ เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลประเภทรถ จากตารางเลขทะเบียนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสประเภทรถ ประเภทรถ ลักษณะรถ และสีของป้ายทะเบียน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ตารางประเภทรถ

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
IdTypeCar	nvarchar(6)	NO	รหัสประเภทรถ
TypeCar	nvarchar(MAX)	Yes	ประเภทรถ
Character	nvarchar(MAX)	Yes	ลักษณะรถ
ColorSignBoard	nvarchar(MAX)	Yes	สีของป้ายทะเบียน

4.3.1.4 การออกแบบตารางข้อมูลผู้ครอบครองรถ

การออกแบบตารางข้อมูลผู้ครอบครองรถ เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลผู้ครอบครองรถจากตารางการจดทะเบียนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลเลขทะเบียนผู้ครอบครองรถ รหัสประจำตัวบุคคล วันที่ครอบครองและเบอร์โทรศัพท์เงิน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ตารางข้อมูลผู้ครอบครองรถ

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
NumberOfUser	nchar(13)	NO	<u>เลขทะเบียนผู้ครอบครองรถ</u>
IdPeople	nvarchar(13)	Yes	รหัสประจำตัวบุคคล
DateOfUser	nvarchar(30)	Yes	วันที่ครอบครอง
HTelephone	nvarchar(50)	Yes	เบอร์โทรศัพท์เงิน

4.3.1.5 การออกแบบตารางข้อมูลผู้ถือกรรมสิทธิ์

การออกแบบตารางข้อมูลผู้ถือกรรมสิทธิ์ เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลผู้ถือกรรมสิทธิ์ จากตารางการจดทะเบียนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลเลขทะเบียนผู้ถือกรรมสิทธิ์ รหัสประจำตัวบุคคล วันที่ถือกรรมสิทธิ์และเบอร์โทรศัพท์เงิน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ตารางข้อมูลผู้ถือกรรมสิทธิ์

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
NumberOfOwner	nchar(13)	NO	<u>เลขทะเบียนผู้ถือกรรมสิทธิ์</u>
IdPeople	nvarchar(13)	Yes	รหัสประจำตัวบุคคล
DateOfUser	nvarchar(30)	Yes	วันที่ถือกรรมสิทธิ์
HTelephone	nvarchar(50)	Yes	เบอร์โทรศัพท์เงิน

4.3.1.6 การออกแบบตารางแท็กอาร์เอฟไอดีติดป้ายภาษีรถ

การออกแบบตารางแท็กอาร์เอฟไอดีติดป้ายภาษีรถเป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลแท็กที่ติดเป็นป้ายภาษีรถ จากตารางการจดทะเบียนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสป้ายภาษีรถ รหัสบัตร Tag ISO 14443A และชื่อบริษัทผู้ผลิตแท็ก ดังที่แสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ตารางแท็กติดป้ายภาษีรถ

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
IdSticker	nchar(10)	NO	รหัสป้ายภาษีรถ (ลำดับป้ายภาษีรถ)
IdTagISO14443A	nvarchar(50)	Yes	รหัสบัตร Tag ISO 14443A
TagOfficeName	nvarchar(150)	Yes	ชื่อบริษัทผู้ผลิตแท็ก

4.3.1.7 การออกแบบตารางแท็กอาร์เอฟไอดีติดป้ายทะเบียนรถ

การออกแบบตารางแท็กอาร์เอฟไอดีติดป้ายทะเบียนรถ เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลแท็กที่ติดป้ายทะเบียนรถ จากตารางการจดทะเบียนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสป้ายทะเบียนรถ รหัสวัตถุ Tag ISO 18000-6B และชื่อบริษัทผู้ผลิตแท็ก ดังที่แสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ตารางแท็กติดป้ายทะเบียนรถ

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
IdLicenseNumber	nchar(10)	NO	<u>รหัสป้ายทะเบียนรถ</u> (ลำดับป้ายทะเบียน)
IdTagISO180006B	nvarchar(50)	Yes	รหัสวัตถุ Tag ISO 18000-6B
TagOfficeName	nvarchar(150)	Yes	ชื่อบริษัทผู้ผลิตแท็ก

4.3.1.8 การออกแบบตารางการตรวจสภาพรถ

การออกแบบตารางการตรวจสภาพรถ เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลการตรวจสภาพรถ จากตารางการจดทะเบียนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสการตรวจสภาพรถ สถานะสภาพรถ อธิบายการตรวจสภาพรถทั้งกรณีที่ผ่านมาและไม่ผ่านดังที่แสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ตารางการตรวจสภาพรถ

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
CodeOfStatus	nvarchar(10)	NO	รหัสการตรวจสภาพรถ
StatusOfCar	nvarchar(50)	Yes	สถานะสภาพรถ
DetailOfStatus	nvarchar(MAX)	Yes	อธิบายการตรวจสภาพรถ

4.3.1.9 การออกแบบตารางคดี

การออกแบบตารางคดีหรือตารางบันทึกการกระทำผิด เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลเจ้าหน้าที่ตำรวจ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสคดี เลขทะเบียนรถ รหัสประจำตัวบุคคล รหัสประจำตัวเจ้าหน้าที่ แด้มความผิด และอธิบายความผิดของการใช้รถ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ตารางบันทึกการกระทำผิด

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
IdCase	nvarchar(50)	NO	รหัสคดี
LicenseNumber	nvarchar(50)	Yes	เลขทะเบียนรถ
IdPeople	nvarchar(13)	Yes	รหัสประจำตัวบุคคล
IdOfficer	nvarchar(50)	Yes	รหัสประจำตัวเจ้าหน้าที่
Point	nvarchar(10)	Yes	แด้มความผิด
DetailPoint	nvarchar(MAX)	Yes	อธิบายความผิดของการใช้รถ

4.3.1.10 การออกแบบตารางข้อมูลเจ้าหน้าที่

การออกแบบตารางข้อมูลเจ้าหน้าที่ เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลเจ้าหน้าที่ จากตารางบันทึกการกระทำผิด ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสประจำตัวเจ้าหน้าที่ รหัสประจำตัวบุคคล รหัสสำหรับใช้เข้าระบบ บันทึกรหัสของเครื่องที่ใช้ เวลาเข้าระบบ วันเดือนปีที่เข้าระบบ รหัสเครื่องระยะใกล้ และรหัสเครื่องระยะไกล ดังที่แสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ตารางข้อมูลเจ้าหน้าที่

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
IdOfficer	nvarchar(50)	NO	<u>รหัสประจำตัวเจ้าหน้าที่</u>
IdPeople	nvarchar(13)	Yes	รหัสประจำตัวบุคคล
IdSystem	nvarchar(30)	Yes	รหัสสำหรับใช้เข้าระบบ
SIpAddress	nvarchar(50)	Yes	บันทึกรหัสของเครื่องที่ใช้เข้าระบบ
Time	nvarchar(50)	Yes	เวลาเข้าระบบ
DateOfSystem	nvarchar(50)	Yes	วันเดือนปีที่เข้าระบบ
IdRfidHf	nvarchar(30)	Yes	รหัสเครื่องระยะใกล้
IdRfidUhf	nvarchar(30)	Yes	รหัสเครื่องระยะไกล

4.3.1.11 การออกแบบตารางข้อมูลบุคคล

การออกแบบตารางข้อมูลบุคคล เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลบุคคล จากตารางเจ้าหน้าที่ ตารางผู้ครอบครองรถ ตารางผู้ถือกรรมสิทธิ์ และ ตารางบันทึกการกระทำผิด ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรหัสประจำตัวบุคคล คำนานหน้านาม ชื่อ นามสกุล เพศ สัญชาติวันเดือนปีเกิด เบอร์โทร ที่อยู่ติดต่อได้ และชื่อจังหวัด ดังที่แสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ตารางข้อมูลบุคคล

ชื่อตัวแปร	ชนิด	Allow Nulls	คำอธิบาย
IdPeople	nvarchar(13)	NO	<u>รหัสประจำตัวบุคคล</u>
preName	nvarchar(6)	Yes	คำนำหน้านาม
Name	nvarchar(50)	Yes	ชื่อ
LastName	nvarchar(50)	Yes	นามสกุล
Sex	nvarchar(10)	Yes	เพศ
Citizen	nvarchar(30)	Yes	สัญชาติ
BirthDay	nvarchar(30)	Yes	วันเดือนปีเกิด
Telephone	nvarchar(50)	Yes	เบอร์โทรศัพท์
Address	nvarchar(150)	Yes	ที่อยู่ติดต่อได้
Province	nvarchar(50)	Yes	ชื่อจังหวัด

4.3.2 การออกแบบฐานข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูงและย่านความถี่สูงยิ่ง

ผู้วิจัยเลือกใช้แท็กย่านความถี่สูงชนิดมาตรฐาน ISO 14443A และแท็กย่านความถี่สูงยิ่งชนิดควัตถุมาตรฐาน ISO 18000-6B โดยมีรายละเอียดของการออกแบบดังต่อไปนี้

4.3.2.1 การออกแบบฐานข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูง

การออกแบบฐานข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูง โดยวิเคราะห์จากแผนภาพที่ 4.9 สามารถเขียนอธิบายการเก็บข้อมูลสำคัญ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 การออกแบบหน่วยความจำบนแท็กย่านความถี่สูงมาตรฐาน ISO 14443 A

กลุ่ม	ข้อ	หน่วยความจำ		เรื่อง	รายละเอียด
		พื้นที่	ไบต์		
0	0.1	23	2	สีป้าย	สีป้ายรถ 17 ชนิด ตาม พ.ร.บ.รถ เก็บข้อมูลเป็นรหัสสีป้าย
	0.2		2	ประเภทรถ	ประเภทรถ 17 ชนิด ตาม พ.ร.บ.รถ เก็บข้อมูลเป็นรหัสประเภทรถ
	0.3		10	เลขทะเบียน	เลขทะเบียนรถ 17 ชนิด ตาม พ.ร.บ.รถ เก็บ ข้อมูลเป็นเลขทะเบียน
	0.4		2	จังหวัดรถ	76 จังหวัดเก็บข้อมูลเป็นรหัสจังหวัด อ้างอิง เลขรหัส มอก. 1099-2535
	0.5		5	ลักษณะรถ	ลักษณะรถ 17 ชนิด ตาม พ.ร.บ.รถ เก็บข้อมูลเป็นรหัสลักษณะรถ
	0.6		2	สีรถ	สีตัวรถเก็บข้อมูลเป็นรหัสสีรถ
1	1.1	43	15	ชื่อเจ้าของรถ	เก็บข้อมูลชื่อเจ้าของรถ
	1.2		15	นามสกุลเจ้าของรถ	เก็บข้อมูลนามสกุลเจ้าของรถ
	1.3		1	เพศ	เก็บข้อมูลรหัสเพศของเจ้าของรถ
	1.4		2	จังหวัดเจ้าของรถ	เก็บข้อมูลรหัสจังหวัดของเจ้าของรถ
	1.5		10	เบอร์โทรศัพท์	เก็บข้อมูลเบอร์ติดต่อเจ้าของรถ
2	2.1	32	32	รหัสโครงรถ	เก็บข้อมูลรหัสโครงรถ
3	3.1	6	2	วันสิ้นอายุภาษี	เก็บข้อมูลวันสิ้นอายุภาษี
	3.2		2	เดือนสิ้นอายุภาษี	เก็บข้อมูลเดือนสิ้นอายุภาษี
	3.3		2	ปีสิ้นอายุภาษี	เก็บข้อมูลปีสิ้นอายุภาษี
4	4.1	1	1	ผลตรวจสภาพรถ	เก็บข้อมูลรหัสผลตรวจสภาพรถ
5	5.1	20	4	จดทะเบียนครั้งแรก	เก็บข้อมูลการจดทะเบียนรถครั้งแรก
	5.2		16	ยี่ห้อรถ	เก็บข้อมูลยี่ห้อรถ
6	6.1	13	13	เลขประจำตัว ผู้ถือกรรมสิทธิ์	ข้อมูลเลขประจำตัวประชาชน หรือเลขหนังสือ รับรองบริษัทของเจ้าของรถ
7	7.1	13	13	เลขประจำตัวผู้ ครอบครอง	เก็บข้อมูลเลขประจำตัวประชาชนของผู้ใช้รถ

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

			Byte Number within a Block															
S	R	B	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	-	3	Key A						Access Bits					Key B				
	13	2	*	ยี่ห้อรถ														
	12	1	จดทะเบียน				เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน											
	11	0	เลขประจำตัวผู้ครอบครอง															
3	-	3	Key A						Access Bits					Key B				
	10	2	เลขประจำตัวผู้ถือกรรมสิทธิ์															
	9	1																
	8	0	รหัสโครงรถ															
2	-	3	Key A						Access Bits					Key B				
	7	2	*	รหัสโครงรถ														
	6	1	เพศ	จังหวัด	เบอร์โทรศัพท์													
	5	0																
1	-	3	Key A						Access Bits					Key B				
	4	2	*	นามสกุลเจ้าของรถ														
	3	1																
	2	0	*	ชื่อเจ้าของรถ														
0	-	3	Key A						Access Bits					Key B				
	1	2	ลักษณะ					สี										
	0	1	สีป้าย	ประเภท	เลขทะเบียน													จังหวัด
		0	Serial Number				C	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

*หมายเหตุ: ความหมายของอักษรย่อ มีดังนี้

อักษร S = Sector / B = Block / R = Number / M = Manufacturer Block / C = Check Byte

4.3.2.2 การออกแบบฐานข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูงยิ่ง

การออกแบบฐานข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูงยิ่ง มีรูปแบบของมาตรฐานแท็ก ISO 18000-6 ชนิด B เริ่มต้นจาก Tag ID มี 13 Byte ในรูปแบบของแท็ก คือ Byte 0-12 โดยมี Byte 0-7 เป็น UID / Byte 8-9 เป็น Manufacturer / Byte 10-11 เป็น Hardware Type และ Byte 12 เป็น Embedded Application Code ส่วน Byte 13 และ 14 เป็น Customer Specific Memory Allocation Code โดยมาตรฐานของแท็กกำหนด Byte 13 ถึง 17 เป็น Tag Memory Allocation Map สุดท้ายพื้นที่ที่ผู้วิจัยนำมาใช้บันทึกข้อมูลเลขทะเบียนรถ คือ Byte 18 ขึ้นไป ซึ่งถูกกำหนดเป็น Tag Application memory โดยการออกแบบแท็กดังที่แสดงในตารางที่ 4.25 และ 4.26

ตารางที่ 4.25 แผนผังหน่วยความจำอาร์เอฟไอดีมาตรฐาน ISO 18000-6B

Memory mapping in RFID tag Type ISO18000-6B			
Unique ID (UID)	System Memory	User memory	
		Car plat stored sector	Exam: People Name – Brand Name - Car Color - etc
Use 8 bytes	Use 10 bytes	Use 13 bytes	Free
0-7	8-17	18-30	31-2000

ตารางที่ 4.26 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเลขทะเบียนรถ (Car plat stored sector)

Car plat stored sector (เก็บได้ 6 ตัวอักษร)											
Character 1	Character 2	Character 3	Character 4	Character 5	Character 6	Province number (01-76)					
2 byte	2 byte	2 byte	2 byte	2 byte	2 byte	1 byte					
น	ภ	1	2	3	4	2					
		0000	0001	0000	0010	0000	0011	0000	0100	0010	

4.3.3 การออกแบบฐานข้อมูลชั่วคราว

การสร้างฐานข้อมูลชั่วคราวเป็นการบันทึกเอกสารหรือข้อมูลสำคัญจากหน้าจอโปรแกรมลงเครื่องเพื่อรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยเลือกการเก็บเอกสารในเครื่องพีดีเอเป็น Text File และในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นเอกสาร XML โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.3.1 บันทึกข้อมูลสำคัญลงในเครื่องพีดีเอที่ใช้ระบบ “Windows Mobile” สำหรับระบบบนโปรแกรมย่านความถี่สูง ใช้การบันทึกเป็นเอกสาร Text File (*.txt)

บันทึกข้อมูลสำคัญลงในเครื่องพีดีเอ ตัวอย่างได้แก่

- การเก็บเอกสารสมัครรหัสเข้าระบบบนเครื่องพีดีเอ ผู้วิจัยสร้างโปรแกรมให้ยิธรหัสประจำตัวเป็นชื่อไฟล์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ สมมติรหัสประจำตัวผู้ใช้ รหัส 123 ชื่อผู้สมัคร นภัทร ตั้งรหัสเข้าระบบ 456 เบอร์โทร 074722337 และ Email: webmaster@siamsign.com ดังนั้นชื่อไฟล์จะได้ 123.txt ในเอกสารจะแสดงดังนี้ “123นภัทร456074722337webmaster@siamsign.com”

- ตัวอย่างการเก็บเอกสารบันทึกเลขทะเบียนรถกำหนดชื่อเป็น m_add1.txt จะเขียนได้ดังนี้ “E1(รถบริการธุรกิจ)EX(เขียว-ขาว)ตจ345691(สตูล)” โดย E1 และ EX เป็นรหัสพิเศษที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น ส่วนเลขทะเบียนรถ คือ ตจ3456 จังหวัดสตูล รหัสไปรษณีย์ 91000

- ตัวอย่างการเก็บเอกสารบันทึกคดีการกระทำผิดเกี่ยวกับรถ โดยยึดรหัสผู้กล่าวหาและรหัสผู้ต้องหาเป็นชื่อไฟล์ สมมติรหัสผู้กล่าวหาคือ 123 รหัสผู้ต้องหา คือ 456 จาก 123456.txt เขียนได้ดังนี้ “12345610/01/2005(รุนแรง)” โดยที่คดีนี้เริ่มวันที่ 10/01/2005

4.3.3.2 บันทึกข้อมูลสำคัญลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้ระบบ “Windows XP” สำหรับระบบบนโปรแกรมอ่านความถี่สูงยิ่ง ใช้การบันทึกเป็นเอกสาร XML File (*.xml)

บันทึกข้อมูลสำคัญลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างได้แก่

- ตัวอย่างสำหรับฐานข้อมูลรถเข้าออกทั้งหมด C:\RfidDataBase1.xml เขียนได้ดังนี้

```
- <DataSetNote xmlns="http://tempuri.org/DataSetNote.xsd">
- <CarPlatIn><tagID>รถตล225</tagID> <carPlatNumber>รถตล
225</carPlatNumber> <province>กรุงเทพฯ</province>
<DateTime>21/6/2551 12:01:31</DateTime>
</CarPlatIn> </DataSetNote>
```

- ตัวอย่างสำหรับฐานข้อมูลรถเข้าออกล่าสุด C:\RfidDataBaseLast Update.xml ดังนี้

```
- <DataSetNote xmlns="http://tempuri.org/DataSetNote.xsd">
- <CarPlatIn><tagID>รถตล225</tagID> <carPlatNumber>รถตล
225</carPlatNumber> <province>กรุงเทพฯ</province>
<DateTime>21/6/2551 12:01:31</DateTime>
</CarPlatIn> </DataSetNote>
```

- ตัวอย่างสำหรับฐานข้อมูลการติดตามรถ C:\chat.xml เขียนได้ดังนี้

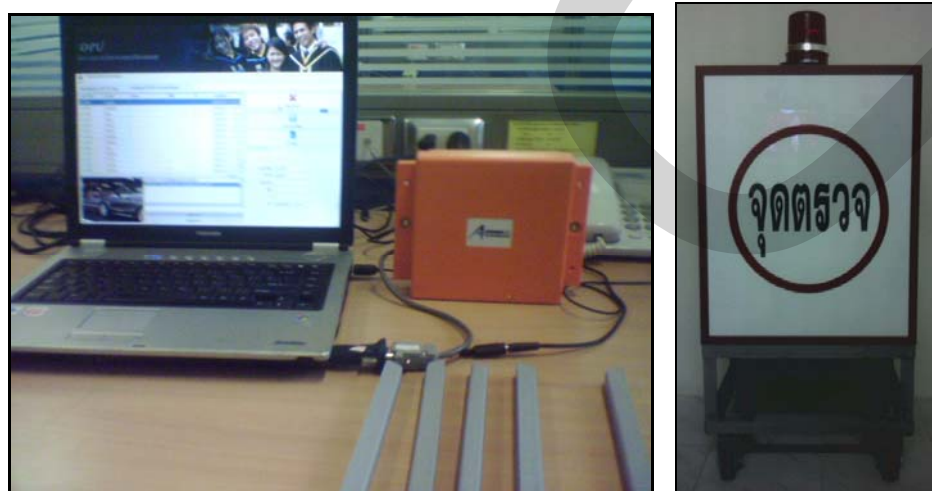
```
- <DataSetChat xmlns="http://tempuri.org/DataSetChat.xsd">
- <Chat><Message>[21/6/2551 7:02:43][Master]%ยน
7896</Message></Chat> </DataSetChat>
```

4.4 การออกแบบอุปกรณ์เพื่อการทำงานกับระบบจัดการเลขทะเบียนรถด้วยอาร์เอฟไอดี

สำหรับอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงการออกแบบให้กับระบบจัดการเลขทะเบียนรถได้อย่างเหมาะสมนั้น ผู้วิจัยนำเสนอการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงติดต่อกันระหว่างเครื่องอาร์เอฟไอดี SDiD 1020 ย่านความถี่สูงกับเครื่องพีดีเอ รวมไปถึงการออกแบบป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แท็กมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A ซึ่งผู้วิจัยแสดงไว้ในภาพที่ 4.10 สำหรับอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยัง มีการออกแบบตู้จุดตรวจสำหรับอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง โดยภายในตู้จุดตรวจจะมีเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ST500 ย่านความถี่สูงยิ่งติดตั้งอยู่ เพื่อจะตรวจแท็กมาตรฐาน ISO 18000-6 ชนิด B ตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.10 ภาพรวมการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง และการออกแบบป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์สำหรับอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง



ภาพที่ 4.11 ภาพรวมการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง และการออกแบบตู้จุดตรวจสำหรับอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

บทที่ 5

ผลการจัดทำโปรแกรมและการทดสอบระบบ

เนื้อหาบทที่ 5 กล่าวถึง การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องพีดีเอสำหรับการทำงานกับระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง 13.56 MHz การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการทำงานกับระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง 920–925 MHz การพัฒนาระบบจัดการกับฐานข้อมูลบนเว็บ เมื่อพัฒนาโปรแกรมแล้วจึงทำการวางแผนทดสอบระบบ การทดสอบงานวิจัยแบบการทดสอบแบบกล่องขาว (White-Box Test) ด้วยกราฟกระแสงาน (Flow graph) การทดสอบวิธีการหาข้อบกพร่องทั้งระบบ (Defect Test) ด้วยการเก็บค่าความสำเร็จจากการอ่านแท็กตามรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นทดสอบภาพรวมของระบบแบบ System Test ด้วยวิธีการการทดสอบระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธีการสร้างแบบทดสอบระบบ (Alpha Test) สุดท้ายจึงเก็บค่าสถิติเพื่อวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกและสำนักงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ รวมจำนวน 70 คน ตามวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยผู้วิจัยเลือกใช้สถิติค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ($\bar{X}$ - Simple average index (SAI)) สถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.: Standard Deviation) และสถิติวัดค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($\bar{X}$ - Weighted average index (WAI))

5.1 การพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมจัดทำบน Microsoft Visual Studio 2008 แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกการพัฒนาโปรแกรมเพื่ออ่านป้ายภาษีรถระยะใกล้ด้วยภาษา VC++.NET ร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows Mobile 2003 & 2005 SDK บนเครื่องพีดีเอ ย่านความถี่สูง 13.56 MHz ทำงานด้วย Microsoft .NET Compact Framework 3.5 ติดต่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD1020 ใช้แท็กชนิดบัตรมาตรฐาน ISO14443 ชนิด A ส่วนที่สองการพัฒนาโปรแกรมเพื่ออ่านป้ายทะเบียนรถระยะไกลด้วยภาษา VC#.NET ร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows XP บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลย่านความถี่สูงยิ่ง 920–925 MHz ทำงานด้วย Microsoft .NET Framework 3.5 ติดต่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 ใช้แท็ก ชนิดติดโลหะมาตรฐาน ISO18000-6 ชนิด B และส่วนที่สามการพัฒนาโปรแกรมบนเว็บเพื่อเชื่อมต่อข้อมูลพัฒนาด้วยภาษา ASP.NET by C# กับฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2005 โดยจำลองระบบด้วย IIS ส่งข้อมูลผ่าน Web Sites และ FTP Sites โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

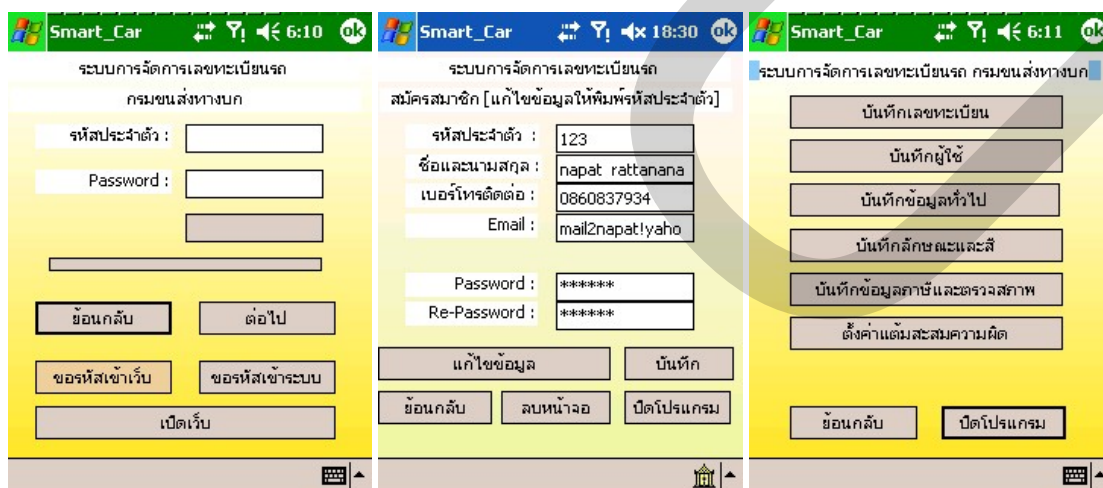
5.1.1 การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องพีดีเอชความถี่สูง 13.56 MHz

5.1.1.1 การทำงานของระบบจะเริ่มตั้งแต่เปิดเครื่องเข้าระบบ

การทำงานของระบบจะเริ่มตั้งแต่เปิดเครื่องเข้าระบบเมื่อเข้าระบบครั้งแรกต้องเข้าสู่กระบวนการใส่รหัสผ่านที่มาพร้อมกับแผ่นโปรแกรม จากนั้นบันทึกข้อมูลผู้รับผิดชอบอุปกรณ์ เพื่อเป็นเอกสารให้ทราบข้อมูลเจ้าของเครื่อง ดังแสดงตามภาพที่ 5.1 และภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.1 หน้าจอเริ่มต้นเข้าระบบ หน้าจอการใส่รหัสผ่าน และหน้าจอบันทึกข้อมูลผู้รับผิดชอบอุปกรณ์



ภาพที่ 5.2 หน้าจอใส่รหัสเข้าระบบ หน้าจอสมัครสมาชิก และหน้าจอการจัดการข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก

5.1.1.2 การพัฒนาโปรแกรมจัดการข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูง

การพัฒนาโปรแกรมจัดการข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูง เริ่มต้นจากการจัดการข้อมูลบนหน้าจอจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถ หน้าจอที่แสดงการจัดการข้อมูลเจ้าของรถ และหน้าจอที่สามการจัดการข้อมูลทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 5.3 จากนั้นเข้าสู่หน้าจอจัดการข้อมูลลักษณะรถ หน้าจอจัดการข้อมูลภาษีรถและตรวจสภาพรถ และหน้าจอเริ่มต้นเปิดใช้เต็มระบบความผิด ดังแสดงในภาพที่ 5.4

The figure shows three screenshots of the Smart_Car application interface. The first screenshot displays the 'กรณชนสงทางบก - บันทึกข้อมูล' (Land Transport - Record Information) screen, where users can input vehicle details such as license plate type (E1), owner name (EX), and registration details. The second screenshot shows the 'กรณชนสงทางบก - บันทึกข้อมูล' (Land Transport - Record Information) screen, where users can input owner details such as name (แซ่เจีย), address (วังดาล), and phone number (0860837934). The third screenshot shows the 'กรณชนสงทางบก - บันทึกข้อมูล' (Land Transport - Record Information) screen, where users can input vehicle details such as make (CADILLAC), model (2542), and license plate number (3919900117430).

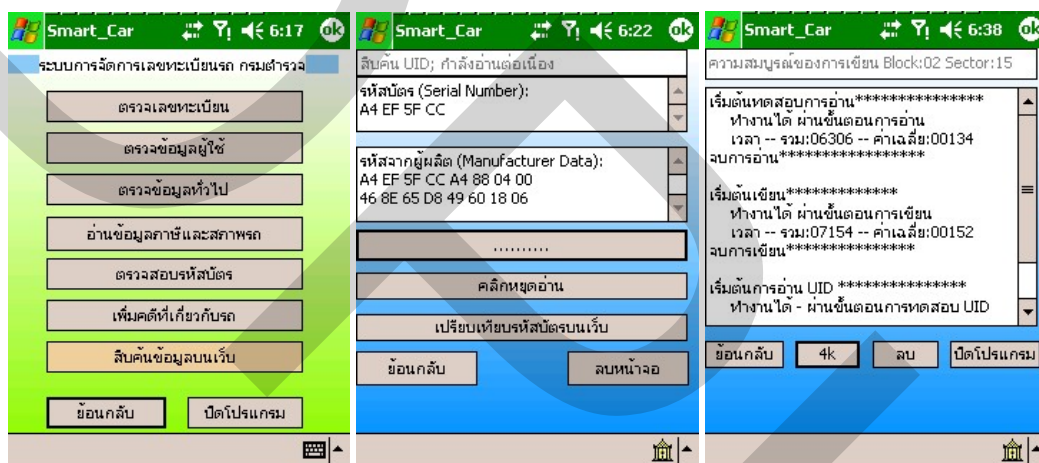
ภาพที่ 5.3 หน้าจอจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถ หน้าจอจัดการข้อมูลเจ้าของรถ และหน้าจอจัดการข้อมูลทั่วไป

The figure shows three screenshots of the Smart_Car application interface. The first screenshot displays the 'บันทึกลักษณะและสีรถ' (Record Vehicle Characteristics and Color) screen, where users can input vehicle details such as license plate type (9-03), color (สีทอง), and make (รถย.9/รถยนตบริการธุรกิจ). The second screenshot shows the 'ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถ' (Vehicle Registration Management System) screen, where users can input vehicle details such as license plate type (04), make (กมภาพันธ), and model (53(พ.ศ.2553)). The third screenshot shows the 'ตั้งค่าแต้มสะสม เริ่มต้นคลิกปุ่ม อ่านข้อมูล' (Set Accumulated Points, Click Button to Read Information) screen, where users can input their username (000), password (**#), and confirm their password (0).

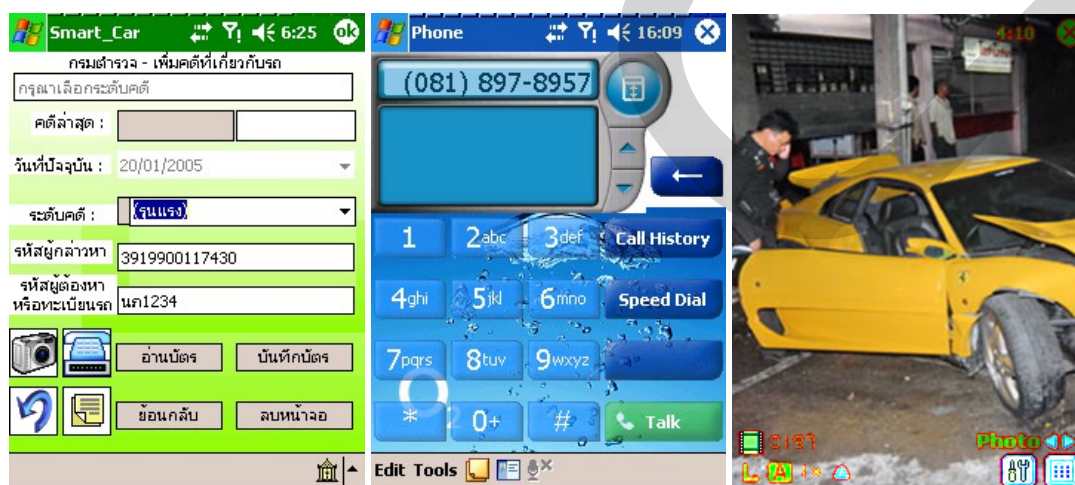
ภาพที่ 5.4 หน้าจอจัดการข้อมูลลักษณะรถ หน้าจอจัดการข้อมูลภาษีรถและตรวจสภาพรถ และหน้าจอเริ่มต้นเปิดใช้เต็มระบบความผิด

5.1.1.3 การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบแท็กและเพิ่มเต็มสะสมความผิดปกติยกานความถี่สูง

การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบแท็กและเพิ่มเต็มสะสมความผิดปกติยกานความถี่สูง เริ่มต้นจากการตรวจสอบข้อมูลด้วยหน้าจอการจัดการข้อมูลของเจ้าหน้าที่ตำรวจ จากนั้นเข้าสู่หน้าจอการตรวจรหัสของบัตร และหน้าจอตรวจสอบคุณภาพของบัตรดังแสดงในภาพที่ 5.5 เมื่อเจ้าหน้าที่ตำรวจต้องการเพิ่มเต็มสะสมความผิดปกติก็จะเข้าสู่หน้าจอเริ่มต้นของการบันทึกความผิด ซึ่งต้องบันทึกความรุนแรงของคดี รหัสผู้กล่าวหาที่รหัสผู้ต้องหา โดยโปรแกรมมีระบบเสริมช่วยในการโทรออกฉุกเฉิน ไปจนถึงการบันทึกภาพของคดีที่เกี่ยวข้องรถ จากนั้นจึงดำเนินการเพิ่มเต็มสะสมความผิด จากกลุ่มคดีการกระทำผิดที่เกี่ยวข้องรถ ดังแสดงในภาพ 5.6 และภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.5 หน้าจอการจัดการข้อมูลของเจ้าหน้าที่ตำรวจ หน้าจอตรวจรหัสของบัตร และหน้าจอตรวจสอบคุณภาพของบัตร



ภาพที่ 5.6 หน้าจอเริ่มต้นของการบันทึกความผิด หน้าจอโทรศัพท์ออกฉุกเฉิน และหน้าจอการบันทึกภาพของคดีที่เกี่ยวข้องรถ

The figure shows three screenshots of the Smart_Car application interface. The first screenshot shows the 'เพิ่มแต้มสะสมความผิดเกี่ยวกับการใช้รถ' (Add points for vehicle violation) screen, which includes a table for adding points for different violations (e.g., 10 points for driving on the wrong side of the road). The second screenshot shows the 'ลบแต้มสะสมความผิดเกี่ยวกับการใช้รถ' (Subtract points for vehicle violation) screen, which includes a table for subtracting points for different violations (e.g., 10 points for driving on the wrong side of the road). The third screenshot shows the 'ข้อหาที่ต้องดำเนินการบันทึก (10 คะแนน)' (Violations to be recorded (10 points)) screen, which lists various violations (A. Driving on the wrong side of the road, B. Driving on the wrong side of the road without a license, C. Driving on the wrong side of the road without a license, D. Driving on the wrong side of the road without a license, E. Driving on the wrong side of the road without a license, F. Driving on the wrong side of the road without a license, G. Driving on the wrong side of the road without a license) and a 'ยืนยัน' (Confirm) button.

ภาพที่ 5.7 หน้าจอเพิ่มเติมสะสมความผิด หน้าจอลดแต้มสะสมความผิด และหน้าจอรายละเอียดของคดีการกระทำผิดที่เกี่ยวข้องกับรถ

5.1.1.4 การพัฒนาโปรแกรมจัดการข้อมูลบนเว็บผ่านเครื่องพีดีเอด้วยช่องทางจีพีอาร์เอส

การพัฒนาโปรแกรมจัดการข้อมูลบนเว็บผ่านเครื่องพีดีเอด้วยช่องทางจีพีอาร์เอส โดยเริ่มต้นทุกครั้งผู้ใช้งานจะต้องเข้าสู่หน้าจอการเข้ารหัสบนเว็บ แล้วจึงนำไปสู่หน้าจอการบันทึกคดีบนเว็บผ่านระบบจีพีอาร์เอส ดังแสดงในภาพที่ 5.8

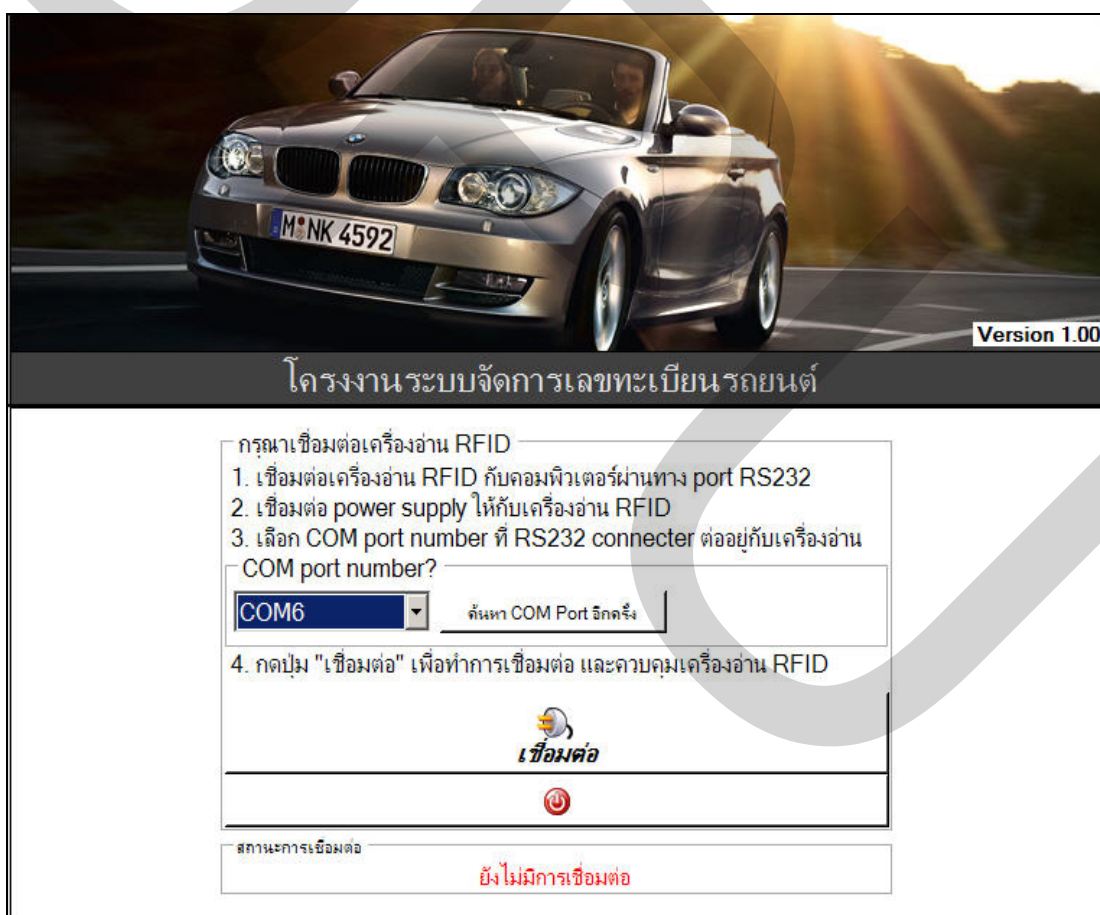
The figure shows three screenshots of the web application interface. The first screenshot shows the login screen with fields for 'Car License Number Management', 'Username', and 'Password', and a 'Sign In' button. The second screenshot shows the 'หน้าบันทึกสำหรับพนักงาน' (Case management screen for staff) with a table of cases (Id Case, Number-car, Id-People, Id-User, Point, Detail) and a 'Logout' button. The third screenshot shows the 'หน้าบันทึกสำหรับพนักงาน' (Case management screen for staff) with a table of cases (Id Case, Number-car, Id-People, Id-User, Point, Detail) and a 'Logout' button.

ภาพที่ 5.8 หน้าจอการเข้ารหัสบนเว็บผ่านระบบจีพีอาร์เอส หน้าจอข้อมูลคดีย้อนหลังบนเว็บ และหน้าจอการบันทึกคดีบนเว็บ

5.1.2 การพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ย่านความถี่สูงยิ่ง 920–925 MHz

5.1.2.1 การสร้างโปรแกรมสำหรับการจัดการข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูงยิ่ง

การสร้างโปรแกรมสำหรับการจัดการข้อมูลบนแท็กย่านความถี่สูงยิ่ง เริ่มต้นจากการเข้าสู่หน้าจอการเชื่อมต่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทำการเชื่อมต่อสายผ่านช่องเสียบ Port RS 232 เมื่อระบบพบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแล้วจึงกดปุ่มเชื่อมต่อ และผู้ใช้สามารถทราบผลการเชื่อมต่อได้จากสถานะการเชื่อมต่อ ดังที่แสดงในภาพที่ 5.9 จากนั้นจึงเข้าสู่หน้าจอระบบบันทึกข้อมูลลงแท็กด้วยอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง สำหรับเตรียมบันทึกข้อมูลทะเบียนรถลงแท็ก ISO 18000-6B ดังที่แสดงในภาพที่ 5.10 และเมื่อเจ้าหน้าที่ตำรวจต้องการตรวจแท็กที่วิ่งผ่านก็ให้เข้าสู่หน้าจอระบบตรวจแท็กด้วยอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งสุดท้ายกดปุ่มเริ่มการอ่านแท็ก หรือถ้าต้องการหยุดระบบก็กดปุ่มหยุดการอ่าน ดังแสดงในภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.9 หน้าจอเริ่มต้นสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

http://localhost/cartracking/ | ออก

เขียนข้อมูลลง RFID Tag | อ่านข้อมูล RFID จากระบบเข้าออก

เลขทะเบียน	จังหวัด	เจ้าของ	ยี่ห้อ	สี
นก1234	สตูล	นภัทร จิตเนติพันธ์	โตโยต้า	ทอง

แก้ไขข้อมูล

ลบแถวที่เลือก

ล้างข้อมูล

กรุณาสืบข้อมูลจาก

เลขทะเบียน* นก1234

จังหวัด สตูล

เจ้าของจาก นภัทร จิตเนติพันธ์

ยี่ห้อ โตโยต้า

สี ทอง

สถานะการเขียนข้อมูล

การเขียนข้อมูลสำเร็จ

เริ่มเขียนข้อมูลลง RFID Tag



ภาพที่ 5.10 หน้าจอระบบบันทึกข้อมูลลงแท็กด้วยอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

http://localhost/cartracking/ | ออก

เขียนข้อมูลลง RFID Tag | อ่านข้อมูล RFID จากระบบเข้าออก

เลขทะเบียน	จังหวัด	เจ้าของ	ยี่ห้อ	สี	เวลาเข้าออก
จตล225	กรุงเทพมหานคร				8/7/2551 19:14:18
นก1234	สตูล	นภัทร จิตเนติพันธ์	โตโยต้า	ทอง	8/7/2551 19:14:07
นก1234	สตูล	นภัทร จิตเนติพันธ์	โตโยต้า	ทอง	8/7/2551 19:14:07
ยน7896	พิจิตร				1/7/2551 14:39:28
จตล225	กรุงเทพมหานคร				1/7/2551 14:39:19
ยน7896	พิจิตร				1/7/2551 14:39:11
ยน7896	พิจิตร				1/7/2551 14:38:46
จตล225	กรุงเทพมหานคร				1/7/2551 14:38:39
ยน7896	พิจิตร				1/7/2551 14:38:38
ยน7896	พิจิตร				1/7/2551 14:38:19
จตล225	กรุงเทพมหานคร				1/7/2551 14:38:18

หยุดการใช้งาน

back up ข้อมูล

ล้างข้อมูล

ข้อมูลเข้าออกล่าสุด

เลขทะเบียน จตล225

จังหวัด กรุงเทพมหานคร

เจ้าของจาก

ยี่ห้อ

สี

เวลา 8/7/2551 19:14:18

พบรถคันที่ค้นหา

ส่งข้อความ

ล้างข้อความ



ภาพที่ 5.11 หน้าจอระบบตรวจจับแท็กด้วยอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งแสดงผลการค้นหารถ

5.1.2.2 การสร้างโปรแกรมสำหรับแสดงการทำงานบนเว็บ

การสร้างโปรแกรมสำหรับแสดงการทำงานบนเว็บ ซึ่งหน้าจอการทำงานบนเว็บของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง ผู้วิจัยสร้างเอาไว้ 3 แบบ คือ การดูข้อมูลเข้าออกของรถคันล่าสุด การดูข้อมูลเข้าออกของรถทุกคัน การค้นหาข้อมูลของรถเข้าออกพร้อมกับการติดต่อเจ้าหน้าที่ที่จุดตรวจแบบออนไลน์ โดยอธิบายไว้ดังนี้

(1) การดูข้อมูลรถคันล่าสุดผ่านเข้าออก ณ จุดตรวจ

การดูข้อมูลรถคันล่าสุดผ่านเข้าออก ณ จุดตรวจ ซึ่งมีการนำข้อมูลมาใช้แสดงบนหน้าเว็บ เป็น รหัสแท็ก เลขทะเบียนรถ ชื่อจังหวัด ชื่อเจ้าของรถ ชื่อยี่ห้อรถ สีของรถ รวมไปถึงวันที่และเวลาเข้าออก และข้อมูลจะถูกปรับปรุงทุก 5 วินาที ตามภาพที่ 5.12

ข้อมูลรถคันล่าสุดที่เข้าออก						
tagID	carPlatNumber	province	owner	brand	color	DateTime
0E190E20003100320033003433	นภ1234	สตูล	นภัทร รัตน นาคินทร์	โตโย ต้า	ทอง	27/8/2551 15:58:45

ที่อยู่ สำนักงานตำรวจ อำเภอเมืองหาดใหญ่ ณ จุดตรวจ ท่าแยกเกาะยอ

ภาพที่ 5.12 การดูข้อมูลรถคันล่าสุดผ่านเข้าออก ณ จุดตรวจ

(2) การดูข้อมูลเข้าออกของรถทุกคัน

การดูข้อมูลเข้าออกของรถทุกคัน ซึ่งมีการนำข้อมูลมาใช้แสดงบนหน้าเว็บเป็น รหัสแท็ก เลขทะเบียนรถ ชื่อจังหวัด ชื่อเจ้าของรถ ชื่อยี่ห้อรถ สีของรถ รวมไปถึงวันที่และเวลาเข้าออก และข้อมูลจะเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่มีแท็กวิ่งผ่านดังแสดงในภาพที่ 5.13

ค้นหาจากเลขทะเบียน นภ1234						
แสดงผล						
tagID	carPlatNumber	province	owner	brand	color	DateTime
0E190E20003100320033003433	นภ1234	สตูล	นภัทร รัตน นาคินทร์	โตโย ต้า	ทอง	8/7/2551 19:14:07
0E190E20003100320033003433	นภ1234	สตูล	นภัทร รัตน นาคินทร์	โตโย ต้า	ทอง	8/7/2551 19:14:07
0E190E20003100320033003433	นภ1234	สตูล	นภัทร รัตน นาคินทร์	โตโย ต้า	ทอง	8/7/2551 19:16:17

ภาพที่ 5.13 การดูข้อมูลเข้าออกของรถทุกคัน

(3) การค้นหาข้อมูลของรถเข้าออกพร้อมกับการติดต่อเจ้าหน้าที่ ณ จุดตรวจแบบออนไลน์

การค้นหาข้อมูลของรถเข้าออกพร้อมกับการติดต่อเจ้าหน้าที่ ณ จุดตรวจแบบออนไลน์ เป็นระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นบนเว็บให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลรถเข้าออกได้จากการพิมพ์เลขทะเบียนรถและข้อความที่ต้องการส่งเข้าสู่โปรแกรมย่านความถี่สูงยิ่ง ที่อยู่ ณ จุดตรวจ จนระบบตรวจสอบแท็กพบเลขทะเบียนรถที่ต้องการค้นหาแล้ว โปรแกรมย่านความถี่สูงยิ่งจะขึ้นข้อความแสดงให้ผู้ใช้ทราบว่าพบรถที่ต้องการและจะส่งกลับข้อมูลเข้ามาแสดงบนหน้าเว็บ โดยมีข้อมูลที่ใช้แสดงบนหน้าเว็บ คือ รหัสแท็ก เลขทะเบียนรถ ชื่อจังหวัด ชื่อเจ้าของรถ ชื่อยี่ห้อรถ สีของรถ รวมไปถึงจนถึงวันที่และเวลาเข้าออกของรถผ่านจุดตรวจ ดังตัวอย่างผู้วิจัยต้องการค้นหาเลขทะเบียนรถ “นก1234” ส่งข้อความจากเว็บเข้าจุดตรวจ โดยที่จุดตรวจแจ้งกลับให้ผู้วิจัยทราบว่าค้นพบรถคันนี้ในวันที่ 8/7/2551 เวลา 19:16:18 ตามตัวอย่างแสดงในภาพที่ 5.14

[27/8/2551 16:02:18][เจ้าหน้าที่นภัทร - แจ้ง นก1234 ยับรถเร็วเกินกฎหมายกำหนด]%นก1234

tagID	carPlatNumber	province	owner	brand	color	DateTime
0E190E20003100320033003433	นก1234	สตูล	นภัทร รัตน์ นาคินทร์	โตโย ต้า	ทอง	27/8/2551 15:58:45

ที่อยู่
สำนักงานตำรวจ อำเภอเมืองหาดใหญ่ ณ จุดตรวจ ห้าแยกเกาะยอ

พบรถ นก1234 ที่ต้องการจะสืบค้น ณ ห้าแยกเกาะยอ

โปรดกรอกชื่อและรายละเอียดการกระทำผิด

เจ้าหน้าที่นภัทร - แจ้ง นก1234 ยับรถเร็วเกินกฎหมายกำหนด

ระบบแจ้งเตือนให้พิมพ์ % แล้วตามด้วย หมายเลขทะเบียนรถ - จากนั้นจึงคลิกส่ง

ส่ง

\ย้อนกลับ\

ภาพที่ 5.14 การค้นหาข้อมูลของรถเข้าออกพร้อมกับการติดต่อเจ้าหน้าที่แบบออนไลน์

5.1.3 การพัฒนาระบบจัดการกับฐานข้อมูลบนเว็บ

การพัฒนาระบบจัดการกับฐานข้อมูลบนเว็บ มีไว้เพื่อใช้เป็นศูนย์กลางสำหรับจัดการเลขทะเบียนรถและดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเลขทะเบียนรถในแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงกับแท็กอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง เริ่มต้นผู้ใช้งานจะต้องทำการเปิดระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อเข้าเว็บที่กำหนดไว้ และต้องทำการใส่รหัสผ่านทุกครั้งก่อนใช้งานระบบ โดยมีหน้าจอหลักที่จะเข้าสู่หน้าจอแสดงข้อมูลสำคัญ ตามภาพที่ 5.15 และมีหน้าจอสำหรับการจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถที่สามารถค้นหาข้อมูลเลขทะเบียนรถที่ต้องการจะสืบค้นข้อมูลได้ ซึ่งระบบมีการจัดการข้อมูลได้แก่ การจดทะเบียนรถ ข้อมูลเลขทะเบียนรถ ประเภทรถ ป้ายภาษีรถ ป้ายทะเบียนรถ การตรวจสอบสภาพรถ ข้อมูลผู้ครอบครองรถ ข้อมูลผู้ถือกรรมสิทธิ์ ข้อมูลพนักงาน ข้อมูลคดี รวมไปถึงข้อมูลของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี โดยผู้วิจัยขอแนะนำเพียงหน้าจอการจดทะเบียนรถและหน้าจอเพิ่มข้อมูลการจดทะเบียนรถ ดังภาพที่ 5.16 และภาพที่ 5.17

-รถระบุตัวตน-

- + หน้าหลัก
- + ข้อมูล
- + คอมพิวเตอร์
- + พื้ดเกิดพีซี
- + ศาลา
- + ติดต่อ

8:42:16 PM

Phone: + (66) 086 083 7934 / Email: id-car@live.com



ระบบจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ (Car License Number)

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถยนต์ โดยอาศัยรูปแบบของเลขทะเบียนรถยนต์ตามกฎหมายของกรมการขนส่งทางบก หากหลักการทางงาน การประยุกต์ใช้งานข้อมูลเลขทะเบียนรถยนต์ มาช่วยในการจัดทำโปรแกรมอาร์เอฟไอดีให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง ทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อวงการขนส่งทางบกของประเทศไทยต่อไป.

Log In

User Name:

Password:

id people

id hf

id uhf

☐ Remember me next time.

ดูข้อมูลการเข้าออกของรถคันล่าสุด
ดูข้อมูลการเข้าออกของรถทุกคัน
ค้นหาข้อมูลของรถเข้าออก
ติดต่อเจ้าหน้าที่แบบ online

เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง :

กรมขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม | สำนักงานตำรวจแห่งชาติ | มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช |
 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ | ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ภาพที่ 5.15 ตัวอย่างหน้าจอหลักที่จะนำเข้าสู่การจัดการเลขทะเบียนรถ

ระบบ : บันทึกรายการหลัก : จดทะเบียนรถ Logout

- ▼ บันทึกรายการหลัก
 - ▶ [จดทะเบียนรถ](#)
 - ▶ เลขทะเบียนรถ
 - ▶ ประเภทรถ
 - ▶ สตีกเกอร์ภาษี
 - ▶ ป้ายทะเบียนรถ
 - ▶ ตรวจสอบสภาพรถ
 - ▶ ผู้ครอบครองรถ
 - ▶ ผู้ถือกรรมสิทธิ์
- ▶ บุคคล
- ▶ พนักงาน
- ▶ คดี
- ▼ RFID
 - ▶ RFIDhf
 - ▶ RFIDUhf
- ▼ ส่งออกไฟล์ text
 - ▶ เลขทะเบียนรถ
 - ▶ บันทึกผู้ใช้

ค้นหาเลขทะเบียนรถ	ค้น	ย้อนกลับ
รหัสเริ่มต้น	1	
เลขทะเบียนรถ	นภ1233	
เลขทะเบียนผู้ครอบครองรถ	3919900117430	
เลขทะเบียนผู้ถือกรรมสิทธิ์รถ	3919900117430	
สำนักงานขนส่งรถ	ขนส่งทางบกกรุงเทพ	
รหัสสตีกเกอร์ภาษีรถ	6C238B29	
รหัสป้ายทะเบียนรถ	6C238B29	
วันที่จดทะเบียน	2 สิงหาคม 2545	
วันที่เสียภาษีครั้งสุดท้าย	22 ตุลาคม 2550	
รหัสตรวจสอบ	Fนภ1234	
แก้ไข ลบ เพิ่มใหม่		

1 2 3

ภาพที่ 5.16 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลการจดทะเบียนรถ

ระบบ : บันทึกรายการหลัก : จดทะเบียนรถ Logout

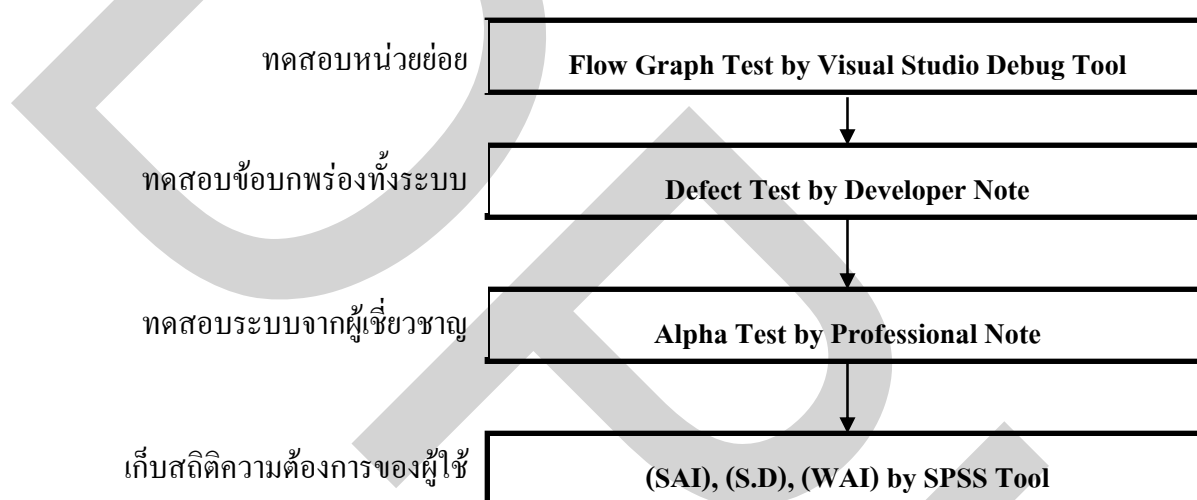
- ▼ บันทึกรายการหลัก
 - ▶ [จดทะเบียนรถ](#)
 - ▶ เลขทะเบียนรถ
 - ▶ ประเภทรถ
 - ▶ สตีกเกอร์ภาษี
 - ▶ ป้ายทะเบียนรถ
 - ▶ ตรวจสอบสภาพรถ
 - ▶ ผู้ครอบครองรถ
 - ▶ ผู้ถือกรรมสิทธิ์
- ▶ บุคคล
- ▶ พนักงาน
- ▶ คดี
- ▼ RFID
 - ▶ RFIDhf
 - ▶ RFIDUhf
- ▼ ส่งออกไฟล์ text
 - ▶ เลขทะเบียนรถ
 - ▶ บันทึกผู้ใช้

ค้นหาเลขทะเบียนรถ	ค้น	ย้อนกลับ
รหัสเริ่มต้น		
เลขทะเบียนรถ	นภ1234	
เลขทะเบียนผู้ครอบครองรถ	3919900117430	
เลขทะเบียนผู้ถือกรรมสิทธิ์รถ	3919900117430	
สำนักงานขนส่งรถ		
รหัสสตีกเกอร์ภาษีรถ	6C238B29	
รหัสป้ายทะเบียนรถ	E00427EC	
วันที่จดทะเบียน		
วันที่เสียภาษีครั้งสุดท้าย		
รหัสตรวจสอบ	Fนภ1234	
เพิ่ม ยกเลิก		

ภาพที่ 5.17 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มข้อมูลการจดทะเบียนรถ

5.2 การวางแผนทดสอบระบบ

การวางแผนทดสอบระบบจากจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจัดทำขึ้นเพื่อช่วยประเมินและปรับปรุงคุณภาพของระบบจากการตรวจหาข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้ยึดการทดสอบตามแนวคิดต้นแบบ (Prototyping) ตามภาพที่ 3.15 โดยจะทดสอบจากหน่วยย่อยไปจนสู่การทดสอบภาพรวมของระบบ (Bottom-up) ซึ่งสามารถอธิบายตามภาพที่ 5.18 ได้ดังนี้



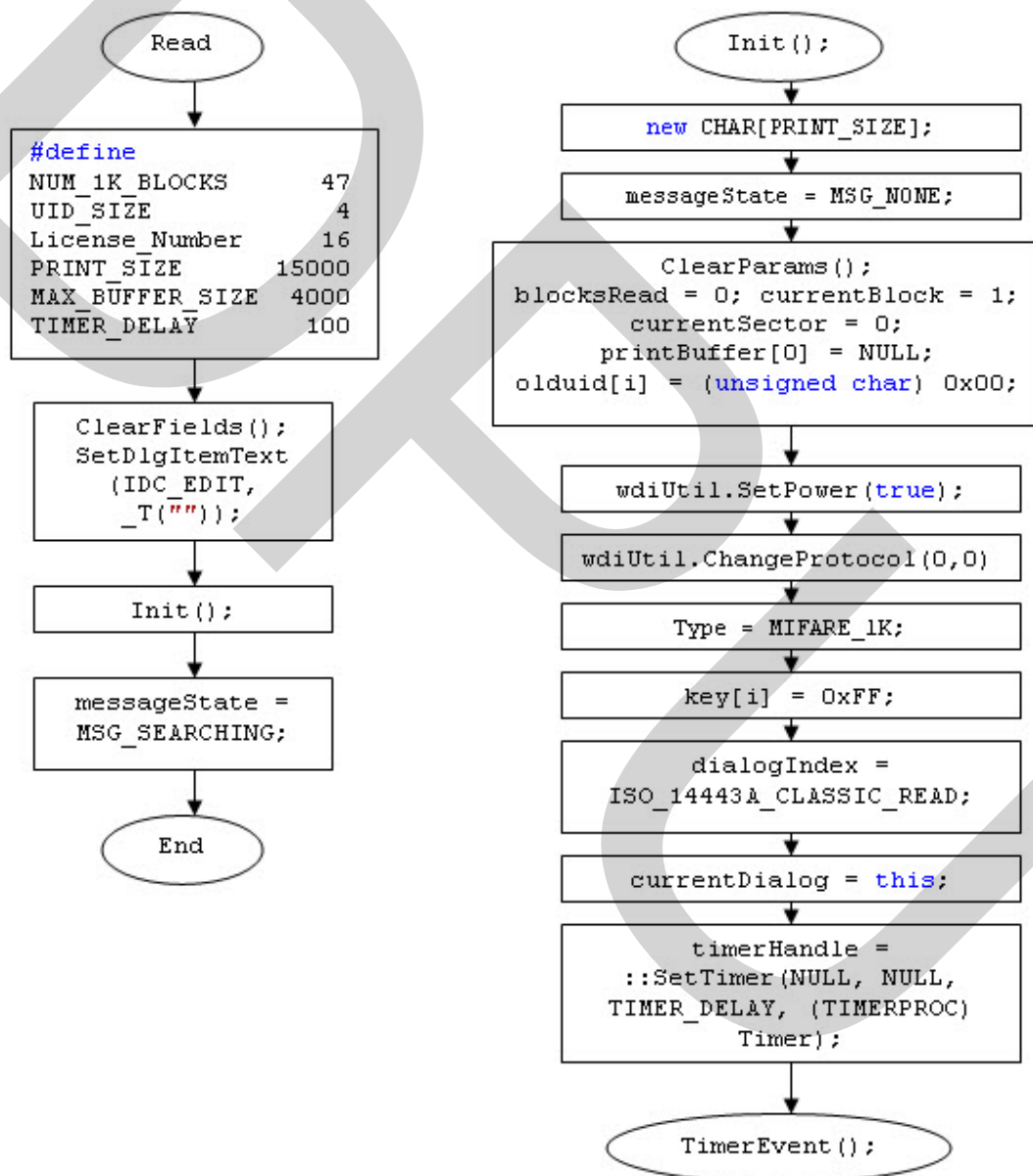
ภาพที่ 5.18 การวางแผนทดสอบระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยอาร์เอฟไอดี

5.2.1 การทดสอบแบบกล่องขาวด้วยกราฟกระแสงาน

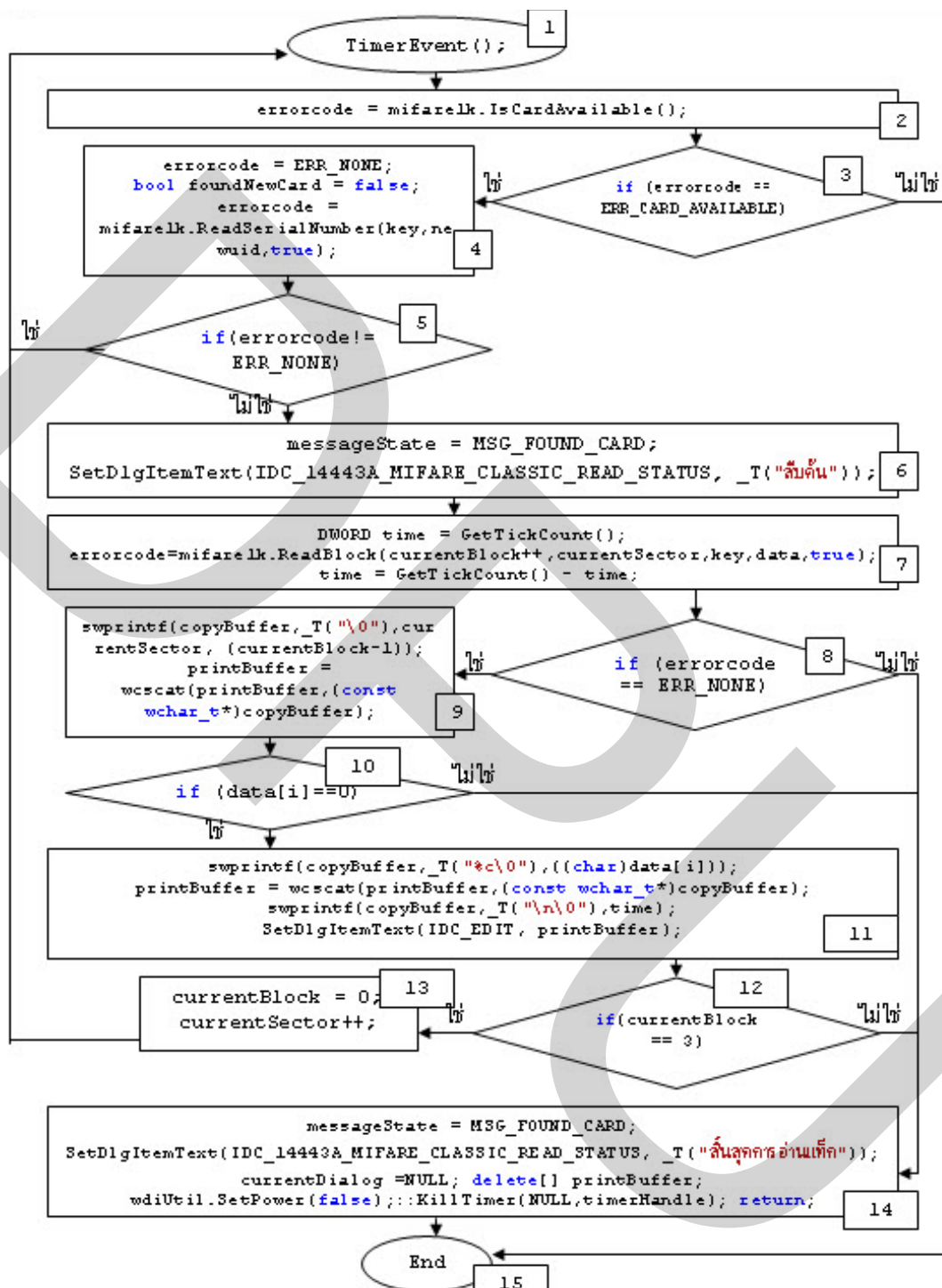
ผู้วิจัยเลือกใช้การทดสอบตามหนังสือวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ทฤษฎี หลักการ และการประยุกต์ใช้ (Software Engineering) ของ Roger S. Pressman แปลและเรียบเรียงโดย ผศ.ดร.พรฤดี เนติโสภาคกุล ซึ่งเป็นการทดสอบโครงสร้างภายในระบบแบบกล่องขาว (White-Box Test) หรือที่เรียกว่าการทดสอบแบบโครงสร้าง (Structural Testing) เป็นการทดสอบเกี่ยวกับตรรกะภายในโปรแกรม โดยมีการเลือกข้อมูลการอ่านและเขียนเป็นกรณีทดสอบเพื่อให้โปรแกรมทำงานตามเส้นทางผ่านคำสั่งในโปรแกรม ด้วยการนำเสนอเป็นแผนภาพผังงาน (Flow Chart) สุ่วิธีการสร้างกราฟกระแสงาน (Flow graph Notation) เพื่อเป็นการทดสอบหน่วยย่อยของระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ผู้วิจัยนำเสนอระบบเพียงการทำงานสำหรับการอ่านและบันทึกข้อมูลของย่านความถี่อาร์เอฟไอดีระยะใกล้และไกล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1.1 การทดสอบทางแยกของการอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงระยะใกล้

การทดสอบทางแยก (Branch) ของการอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงระยะใกล้ (HF) ด้วยการนำเสนอเป็นแผนภาพผังงาน (Flow Chart) ตามภาพที่ 5.19 วิธีการสร้างกราฟกระแสนงาน (Flow graph Notation) ภาพที่ 5.20 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5.19 ผังงานกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูง



ภาพที่ 5.19 (ต่อ)

จากภาพที่ 5.19 มีส่วนการไหลของระบบผังงาน (Flow Chart) โดยจะทราบจำนวนเส้นทางด้วยการคำนวณความซับซ้อนไซโคลแมติก (Cyclomatic Complexity) ซึ่งเป็นหน่วยวัดซอฟต์แวร์ตามหนังสือวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ทฤษฎี หลักการและการประยุกต์ใช้ เขียนโดย พรฤดี เนติโสภาคกุล นิยามดังนี้

$$V(G) = \text{Predicate Node} + 1 = 5 + 1 \quad (4.1)$$

โดยที่ Predicate Node คือ เงื่อนไขหลัก

$V(G)$ คือ ความซับซ้อน

หรือ

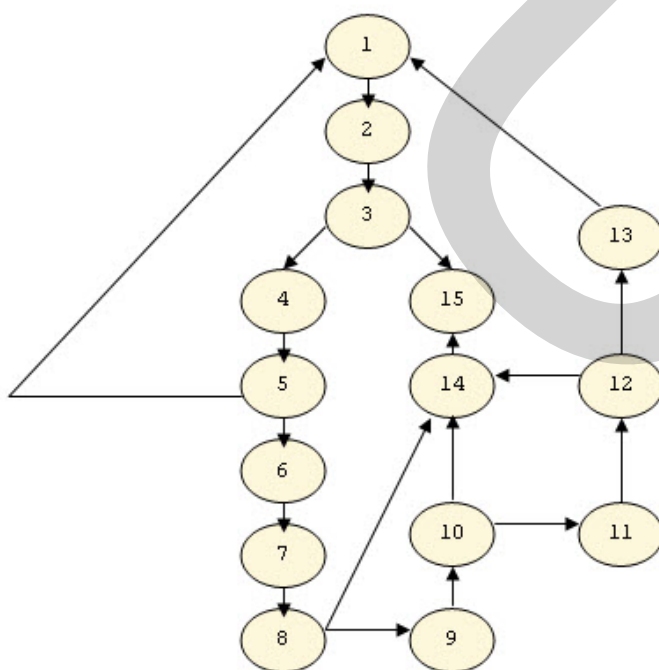
$$V(G) = \text{Edge} - \text{Node} + 2 = 19 - 15 + 2 \quad (4.2)$$

โดยที่ Edge คือ เส้นทางของการไหลของข้อมูล

Node คือ กลุ่มของการกระทำ

$V(G)$ คือ ความซับซ้อน

กระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงนั้นคือ ส่วน 1: 1, 2, 3, 15 ส่วน 2: 1, 2, 3, 4, 5, 1 ส่วน 3: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15 ส่วน 4: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15 ส่วน 5: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 และส่วน 6: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 1 ดังนั้นสามารถแปลงเป็นกราฟกระแสน้ำได้ตามภาพที่ 5.20 แล้วสรุปผลทดสอบลงในตารางทดสอบกราฟกระแสน้ำ ดังตารางที่ 5.1



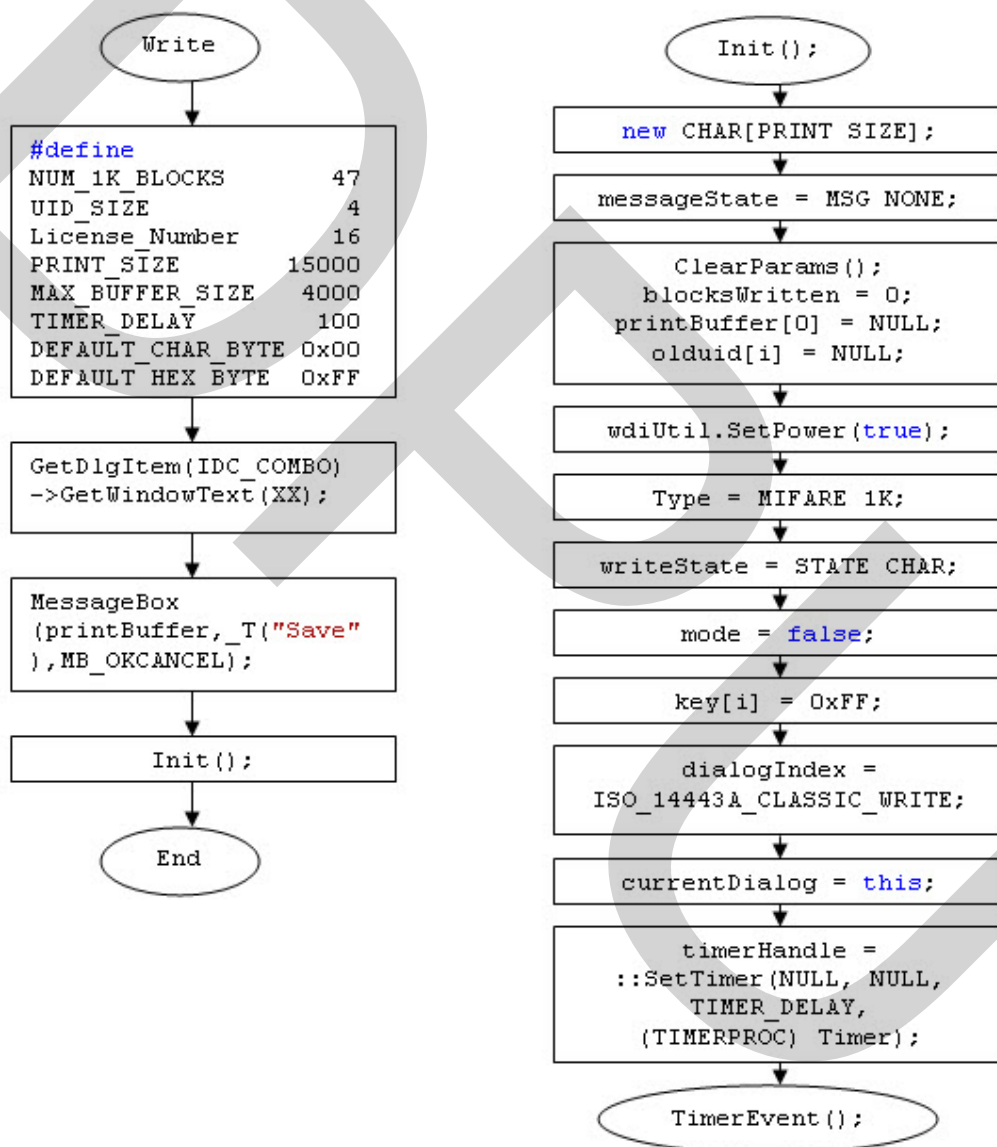
ภาพที่ 5.20 กราฟกระแสน้ำกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูง

ตารางที่ 5.1 ทดสอบกราฟกระแสนตามกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลด้วยความถี่สูง

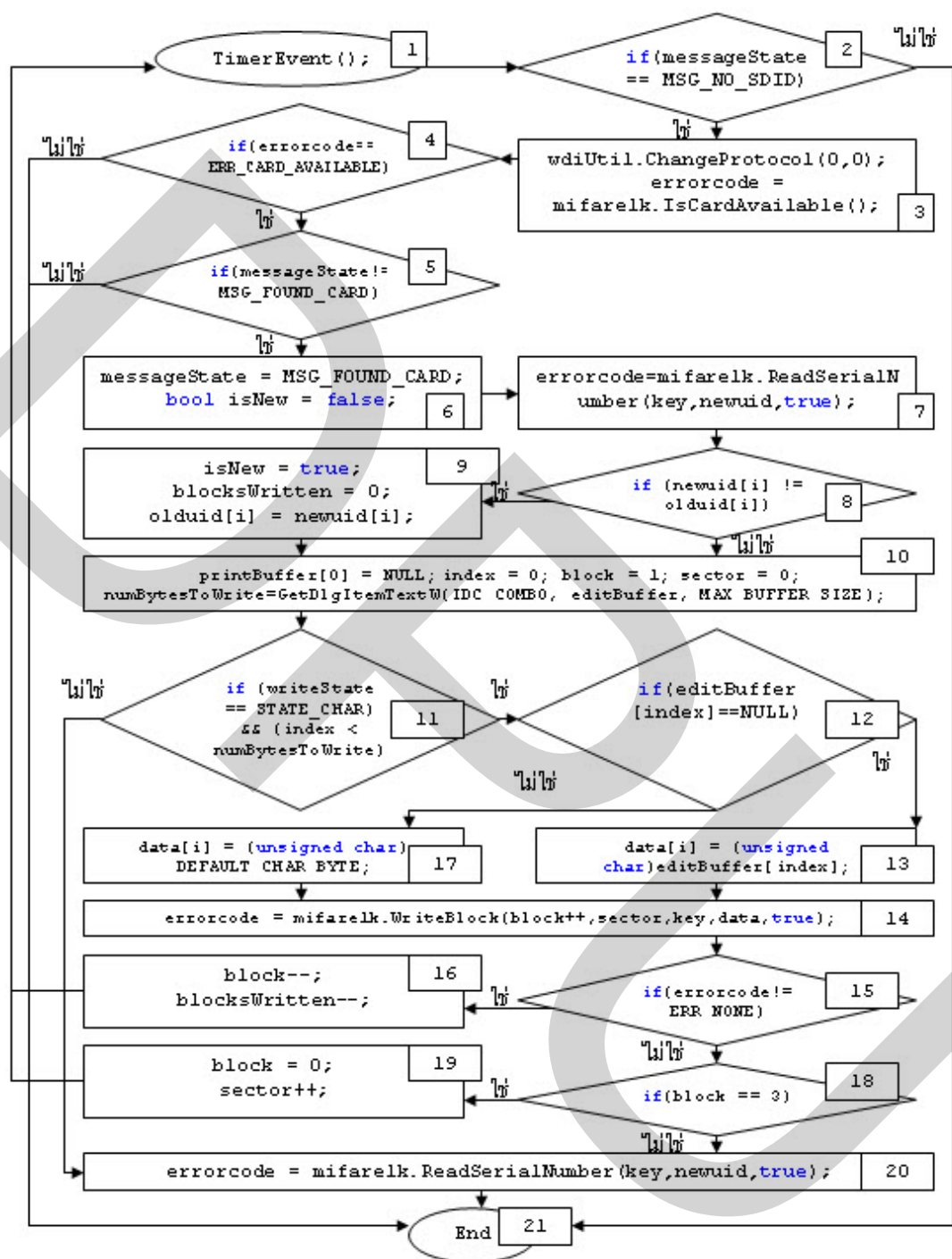
จุด ทดสอบ	เงื่อนไข	เหตุการณ์สมมติ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
การอ่าน ข้อมูล	ส่วนที่ 1 ตรวจสอบเช็คแท็ก if (errorCode == ERR_CARD_AVAILABLE)	errorCode != ERR_CARD_AVAILABLE;	/	/
		errorCode == ERR_CARD_AVAILABLE;	/	/
	ส่วนที่ 2 ใส่ข้อมูลใน errorCode if(errorCode!= ERR_NONE)	errorCode == ERR_NONE;	/	/
		errorCode != ERR_NONE;	/	/
	ส่วนที่ 3 ถ้าไม่พบข้อผิดพลาด if (errorCode==ERR_NONE)	errorCode!=ERR_NONE;	/	/
		errorCode==ERR_NONE;	/	/
	ส่วนที่ 4 ตั้งจุดเริ่มต้นอ่านที่ byte 0 if (data[i]==0)	data[i] != 0;	/	/
		data[i] == 0;	/	/
	ส่วนที่ 5 ถ้าวานลูไปถึง Block 3 if(currentBlock == 3)	currentBlock != 3;	/	/
		currentBlock == 3;	/	/
	ส่วนที่ 6 ทดสอบทั้งกระบวนการ Read TimerEvent();	ทำซ้ำ ตามเงื่อนไขส่วนที่ 1 - 5	/	/

5.2.1.2 การทดสอบทางแยกของการบันทึกข้อมูลความถี่สูงระยะใกล้

การทดสอบทางแยก (Branch) ของการบันทึกข้อมูลความถี่สูงระยะใกล้ (HF) ด้วยการนำเสนอเป็นแผนภาพผังงาน (Flow Chart) ตามภาพที่ 5.21 ส่ววิธีการสร้างกราฟกระแสนงาน (Flow graph Notation) ภาพที่ 5.22 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5.21 ผังงานกระบวนการเริ่มต้นบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูง

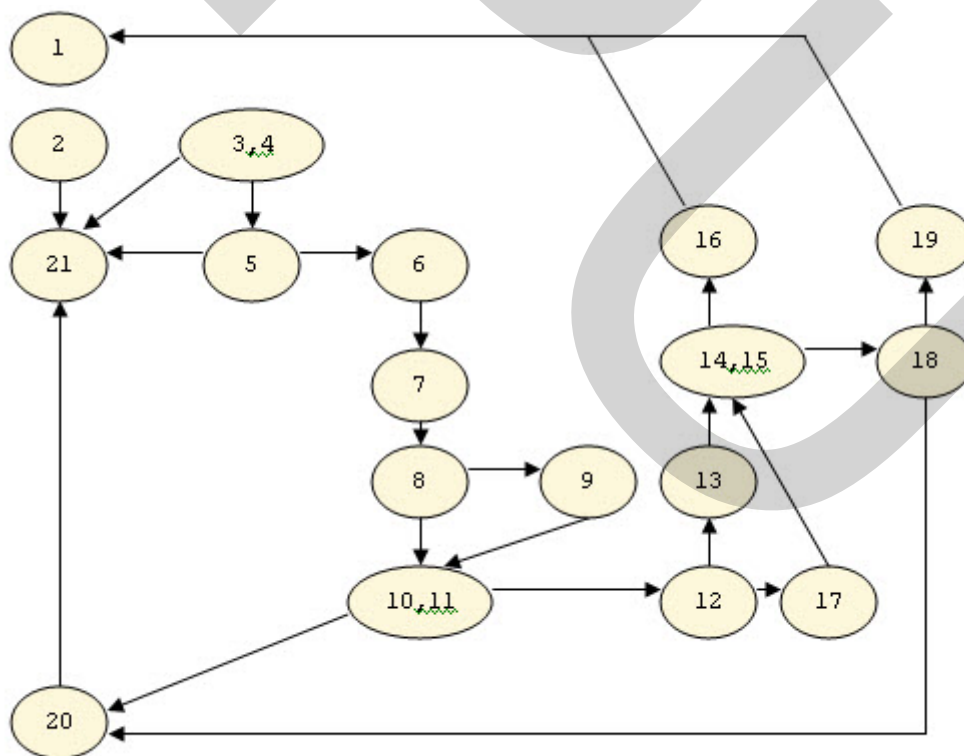


ภาพที่ 5.21 (ต่อ)

จากภาพที่ 5.21 มีส่วนการไหลของระบบผังงาน (Flow Chart) กระบวนการเริ่มต้นบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูง โดยจะทราบจำนวนเส้นทางด้วยการคำนวณความซับซ้อนไซโคลแมติก (Cyclomatic Complexity) ซึ่งเป็นหน่วยวัดซอฟต์แวร์

นิยามดังนี้ $V(G) = \text{Predicate Node} + 1 = 8 + 1$ หรือ $V(G) = E - N + 2 = 25 - 18 + 2$

กระบวนการเริ่มต้นบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงนั้นคือ ส่วน 1: 1, 2, 21 ส่วน 2: 1, 2, 3, 4, 21 ส่วน 3: 1, 2, 3, 4, 5, 21 ส่วน 4: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 20, 21 ส่วน 5: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 20, 21 ส่วน 5-2: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 1 ส่วน 5-3: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 14, 15, 16, 1 ส่วน 5-4: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 1 ส่วน 5-5: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 21 ส่วน 6: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 1 ส่วน 7: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 14, 15, 16, 1 ส่วน 7-2: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 14, 15, 18, 19, 1 ส่วน 7-3: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 14, 15, 18, 20, 21 ส่วน 8: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 1 ส่วน 9: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 21 ดังนั้นสามารถแปลงเป็นกราฟกระแสน้ำได้ตามภาพที่ 5.22 แล้วสรุปผลทดสอบลงในตารางทดสอบสัญลักษณ์กราฟกระแสน้ำ ดังตารางที่ 5.2



ภาพที่ 5.22 กราฟกระแสน้ำกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูง

ตารางที่ 5.2 ทดสอบกราฟกระแสงานกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูง

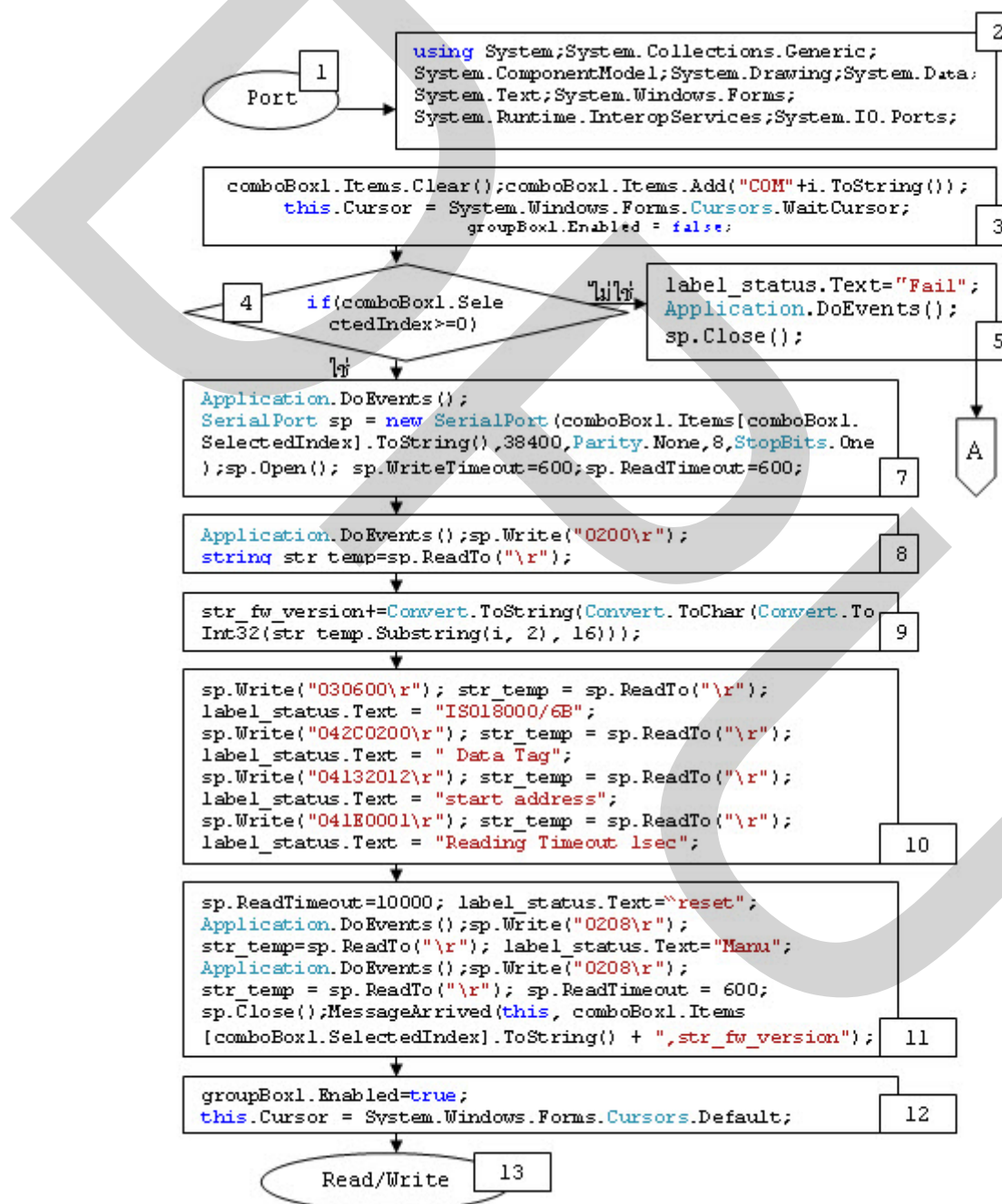
จุดทดสอบ	เงื่อนไข	เหตุการณ์สมมติ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
การบันทึกข้อมูล	ส่วน 1: สืบค้นเครื่องอ่าน if(messageState == MSG_NO_SDID)	messageState != MSG_NO_SDID	/	/
		messageState == MSG_NO_SDID	/	/
	ส่วนที่ 2 ตรวจการทำงาน if(errorcode == ERR_CARD_AVAILABLE)	errorcode != ERR_CARD_AVAILABLE	/	/
		errorcode == ERR_CARD_AVAILABLE	/	/
	ส่วนที่ 3 สืบค้นแท็ก if(messageState != MSG_FOUND_CARD)	messageState == MSG_FOUND_CARD	/	/
		messageState != MSG_FOUND_CARD	/	/
	ส่วนที่ 4 ตรวจรหัสของแท็ก if (newuid[i] != olduid[i])	newuid[i] == olduid[i]	/	/
		newuid[i] != olduid[i]	/	/
	ส่วนที่ 5 ตั้งค่าเพื่อเขียนแท็ก if (writeState == STATE_CHAR) &&(index < numBytesToWrite)	(writeState != STATE_CHAR) && (index > numBytesToWrite)	/	/

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

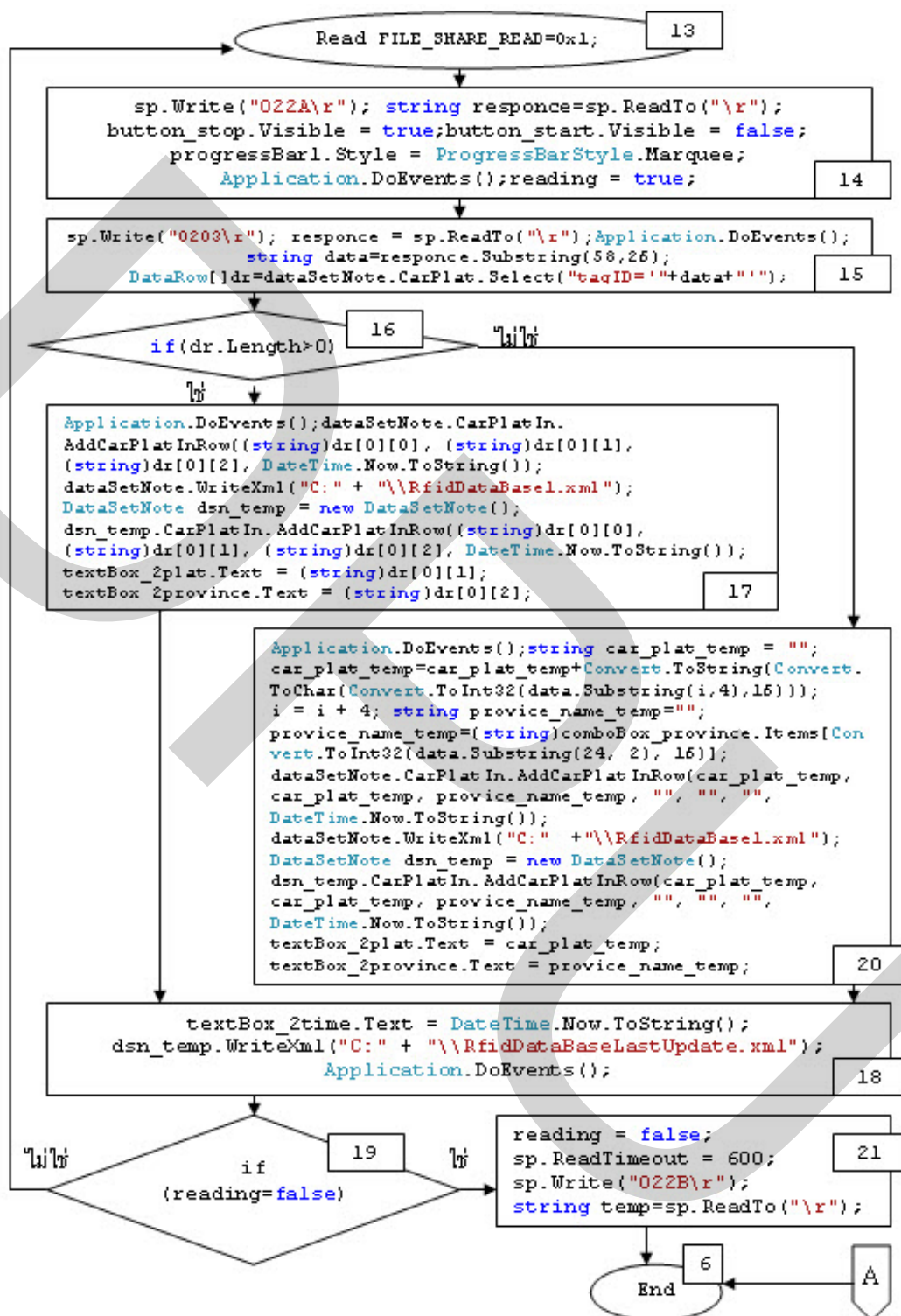
จุดทดสอบ	เงื่อนไข	เหตุการณ์สมมติ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
การบันทึกข้อมูล		(writeState != STATE_CHAR) && (index < numBytesToWrite)	/	/
		(writeState == STATE_CHAR) && (index > numBytesToWrite)	/	/
		(writeState == STATE_CHAR) && (index < numBytesToWrite)	/	/
	ส่วนที่ 6 ตรวจสอบข้อมูลที่จะเขียน if(editBuffer [index]==NULL)	editBuffer [index]!=NULL	/	/
		editBuffer [index]==NULL	/	/
	ส่วนที่ 7 ตรวจสอบข้อผิดพลาด if(errorcode!= ERR_NONE)	Errorcode!= ERR_NONE	/	/
		Errorcode== ERR_NONE	/	/
	ส่วนที่ 8 ถ่วงลูปถึง Block 3 if(block == 3)	block != 3	/	/
		block == 3	/	/
	ส่วนที่ 9 Write TimerEvent();	ทำซ้ำ ตามเงื่อนไขส่วนที่ 1 - 8	/	/

5.2.1.3 การทดสอบทางแยกของการอ่านข้อมูลความถี่สูงยิ่งระยะไกล

การทดสอบทางแยก (Branch) ของการอ่านข้อมูลความถี่สูงยิ่งระยะไกล (UHF) ด้วยการนำเสนอเป็นแผนภาพผังงาน (Flow Chart) ตามภาพที่ 5.23 และภาพที่ 5.24 ส่ววิธีการสร้างกราฟกระแสนงาน (Flow graph Notation) ตามภาพที่ 5.25 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5.23 ผังงานกระบวนการเริ่มต้นเชื่อมต่ออุปกรณ์ย่านความถี่สูงยิ่ง

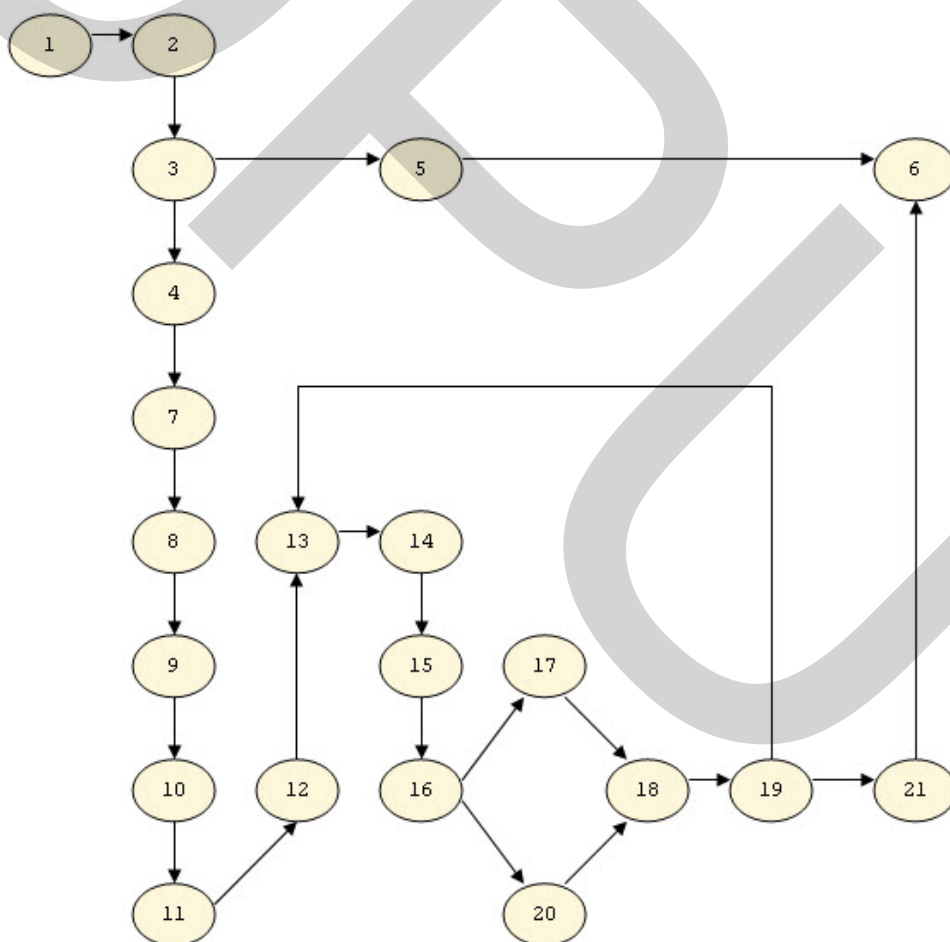


ภาพที่ 5.24 ฟังก์ชันกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง

จากภาพที่ 5.23 และ 5.24 มีส่วนการไหลของระบบผังงาน (Flow Chart) โดยจะทราบจำนวนเส้นทางด้วยการคำนวณความซับซ้อนไซโคลแมติก (Cyclomatic Complexity) ซึ่งเป็นหน่วยวัดซอฟต์แวร์ นิยามดังนี้

$$V(G) = \text{Predicate Node} + 1 = 3 + 1 \text{ หรือ } V(G) = \text{Edge} - \text{Node} + 2 = 23 - 21 + 2$$

ผังงานกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่งนั้นคือ ส่วน 1: 1, 2, 3, 4, 5, 6 ส่วน 2-1: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 6 ส่วน 2-2: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 13 ส่วน 3: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 18, 19, 21, 6 ส่วน 4: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 18, 19, 13 ดังนั้นสามารถแปลงเป็นกราฟกระแสน้ำได้ตามภาพที่ 5.25 แล้วสรุปผลทดสอบลงในตารางทดสอบกราฟกระแสน้ำ ดังตารางที่ 5.3



ภาพที่ 5.25 กราฟกระแสน้ำกระบวนการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง

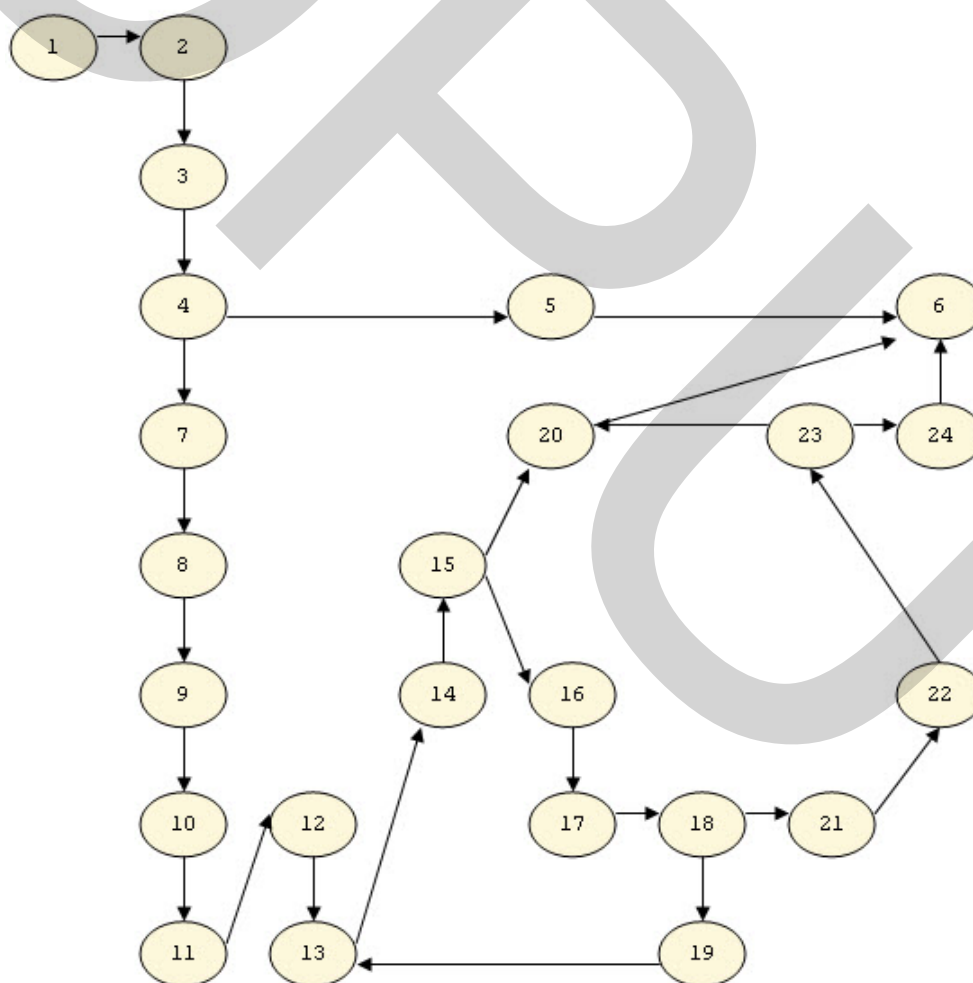
ตารางที่ 5.3 ทดสอบกราฟกระแสนการบวการภายในสำหรับอ่านข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง

จุดทดสอบ	เงื่อนไข	เหตุการณ์สมมติ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
การอ่านข้อมูล	ส่วนที่ 1 ตรวจเช็คอุปกรณ์ if(comboBox1. SelectedIndex >= 0)	if(comboBox1. SelectedIndex < 0)	/	/
		if(comboBox1. SelectedIndex >= 0)	/	/
	ส่วนที่ 2 ตรวจข้อมูลในแท็ก if(dr.Length > 0)	if(dr.Length < 0)	/	/
		if(dr.Length == 0)	/	/
		if(dr.Length > 0)	/	/
	ส่วนที่ 3 ตรวจการอ่านข้อมูล if(reading=false)	if(reading=true)	/	/
		if(reading=false)	/	/
	ส่วนที่ 4 Read function()	ทำซ้ำ ตามเงื่อนไขส่วนที่ 1 - 3	/	/

จากภาพที่ 5.23 และภาพที่ 5.26 มีส่วนการไหลของระบบผังงาน (Flow Chart) โดยจะทราบจำนวนเส้นทางด้วยการคำนวณความซับซ้อนไซโคลแมติก (Cyclomatic Complexity) ซึ่งเป็นหน่วยวัดซอฟต์แวร์ นิยามดังนี้

$$V(G) = \text{Predicate Node} + 1 = 4 + 1 \text{ หรือ } V(G) = \text{Edge} - \text{Node} + 2 = 27 - 24 + 2$$

กระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่งนั้น คือ ส่วน 1: 1, 2, 3, 4, 5, 6 ส่วน 2: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 6 ส่วน 3: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 13 ส่วน 4: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 20, 6 ส่วน 4: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 6 ดังนั้นสามารถแปลงเป็นกราฟกระแสงาน (Flow graph) ได้ตามภาพที่ 5.27 แล้วสรุปผลการทดสอบกราฟกระแสงาน ดังตารางที่ 5.4



ภาพที่ 5.27 กราฟกระแสงานกระบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง

ตารางที่ 5.4 ทดสอบกราฟกระแสนการบวนการภายในสำหรับบันทึกข้อมูลย่านความถี่สูงยิ่ง

จุดทดสอบ	เงื่อนไข	เหตุการณ์สมมติ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
การบันทึกข้อมูล	ส่วนที่ 1 ตรวจสอบเงื่อนไข if(comboBox1. SelectedIndex >= 0)	if(comboBox1. SelectedIndex < 0)	/	/
		if(comboBox1. SelectedIndex >= 0)	/	/
	ส่วนที่ 2 ตรวจสอบค่าว่างก่อนบันทึก if(textBox_Plat.Text != "")	if(textBox_Plat.Text == "")	/	/
		if(textBox_Plat.Text != "")	/	/
	ส่วนที่ 3 ตรวจสอบข้อมูลในแท็บ if(dr.Length > 0)	if(dr.Length < 0)	/	/
		if(dr.Length == 0)	/	/
		if(dr.Length > 0)	/	/
	ส่วนที่ 4 ตรวจสอบการบันทึก if(response. Substring(4,2=="01")	if(response. Substring(4,2 != "01")	/	/
		if(response. Substring(4,2 == "01")	/	/
	ส่วนที่ 5 Write function()	ทำซ้ำ ตามเงื่อนไขส่วนที่ 1 - 4	/	/

5.2.2 การทดสอบวิธีการหาข้อบกพร่องทั้งระบบ

การทดสอบวิธีการหาข้อบกพร่องทั้งระบบ (Defect Test) ด้วยการเก็บค่าความสำเร็จจากการอ่านแท็กตามรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ทั้งระยะใกล้และระยะไกลที่

นำมาใช้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบทดสอบตามเงื่อนไขของเอกสารคุณภาพอุปกรณ์ โดยต้องการจะทราบว่ามีความบกพร่องจากการอ่านข้อมูลของระบบหรือไม่ ซึ่งจะประกอบด้วย เงื่อนไขแรกระยะห่างระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก เงื่อนไขที่สองอุณหภูมิในสภาพอากาศที่ทำการอ่านแท็ก และเงื่อนไขที่สามสำหรับอาร์เอฟไอดีระยะไกลวัดความเร็วรอบรูดจากการเคลื่อนที่นำมาใช้กับฐานจุดตรวจ โดยทำการเก็บร้อยละของความสำเร็จจากการอ่านแท็กซึ่งศึกษาจากภาพที่ 3.18 ดังต่อไปนี้ การหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงด้วยเครื่อง SDiD1020 กับ ISO14443 ชนิด A ดังตารางที่ 5.5 พร้อมกับการหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่งด้วยเครื่อง ST500 กับ ISO18000-6 ชนิด B เมื่อนำมาใช้กับตู้จุดตรวจที่เหมาะสมกับการทำงานแบบดักหนักรูด ดังตารางที่ 5.6 และ การหาค่าของคลื่นระยะไกลเมื่อนำมาใช้กับฐานจุดตรวจที่เหมาะสมกับการจับสัญญาณได้ทั้งรูด ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.5 การหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงด้วยเครื่อง SDiD1020 กับ ISO 14443A

ระยะห่าง	อุณหภูมิ ในสภาพอากาศ	จำนวน ครั้ง	จำนวนครั้งที่อ่านสำเร็จ	ความสำเร็จ (ร้อยละ)
1 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
1 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
1 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
2 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
2 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
2 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
3 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
3 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
3 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
4 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
4 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
4 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
5 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
5 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
5 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100

ตารางที่ 5.6 การหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่งด้วยเครื่อง ST500 กับ ISO18000-6B เมื่อนำมาใช้กับตู้ตรวจวัดที่เหมาะสมกับการทำงานแบบดักหนัารถ

ระยะห่าง	อุณหภูมิ ในสภาพอากาศ	จำนวน ครั้ง	จำนวนครั้ง ที่อ่านสำเร็จ	ความสำเร็จ (ร้อยละ)
10 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
10 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
10 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
30 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
30 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
30 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
50 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
50 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
50 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
70 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
70 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
70 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
90 เซนติเมตร	24-27 C	10	10	100
90 เซนติเมตร	28-30 C	10	10	100
90 เซนติเมตร	31-32 C	10	10	100
100 เซนติเมตร/ 1 เมตร	24-27 C	10	10	100
100 เซนติเมตร/ 1 เมตร	28-30 C	10	10	100
100 เซนติเมตร/ 1 เมตร	31-32 C	10	10	100
200 เซนติเมตร/ 2 เมตร	24-27 C	10	10	100
200 เซนติเมตร/ 2 เมตร	28-30 C	10	10	100
200 เซนติเมตร/ 2 เมตร	31-32 C	10	10	100

ตารางที่ 5.7 การหาค่าของคลื่นระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่งด้วยเครื่อง ST500 กับ ISO18000-6B เมื่อนำมาใช้กับฐานจุดตรวจที่เหมาะสมกับการจับสัญญาณได้ทั้งรถ

ระยะห่าง	อุณหภูมิ ในสภาพอากาศ	ความเร็ว รอบรถ	จำนวน ครั้ง	จำนวนครั้ง ที่อ่านสำเร็จ	ความสำเร็จ (ร้อยละ)
10 เซนติเมตร	24-27 C	10 km/hr	10	10	100
10 เซนติเมตร	24-27 C	30 km/hr	10	10	100
10 เซนติเมตร	28-30 C	10 km/hr	10	10	100
10 เซนติเมตร	28-30 C	30 km/hr	10	10	100
10 เซนติเมตร	31-32 C	10 km/hr	10	10	100
10 เซนติเมตร	31-32 C	30 km/hr	10	10	100
30 เซนติเมตร	24-27 C	10 km/hr	10	10	100
30 เซนติเมตร	24-27 C	30 km/hr	10	10	100
30 เซนติเมตร	28-30 C	10 km/hr	10	10	100
30 เซนติเมตร	28-30 C	30 km/hr	10	10	100
30 เซนติเมตร	31-32 C	10 km/hr	10	10	100
30 เซนติเมตร	31-32 C	30 km/hr	10	10	100
50 เซนติเมตร	24-27 C	10 km/hr	10	10	100
50 เซนติเมตร	24-27 C	30 km/hr	10	10	100
50 เซนติเมตร	28-30 C	10 km/hr	10	10	100
50 เซนติเมตร	28-30 C	30 km/hr	10	10	100
50 เซนติเมตร	31-32 C	10 km/hr	10	10	100
50 เซนติเมตร	31-32 C	30 km/hr	10	10	100

หมายเหตุ: พบว่าจำนวนข้อมูลในแท็กมีผลต่อการอ่านและระยะห่าง และการทดสอบข้อบกพร่องของระบบนี้เน้นเฉพาะการทดสอบการอ่านข้อมูลของระบบในสภาวะต่างๆ ที่ผู้วิจัยสร้างตามเงื่อนไขของเอกสารคุณภาพอุปกรณ์ที่บริษัทผู้พัฒนาอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีระยะไกลและระยะไกลเป็นผู้จัดทำขึ้น เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่เอกสารคุณภาพของอุปกรณ์กำหนดไว้

5.2.3 การทดสอบระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธีการสร้างแบบทดสอบระบบ

การทดสอบระบบจากผู้เชี่ยวชาญ (Acceptance Testing) ด้วยวิธีการสร้างแบบทดสอบระบบ (Alpha Test) เป็นรูปแบบการทดสอบที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการทดสอบระบบ 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ การวิเคราะห์การออกแบบโปรแกรม การวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ ที่เป็นอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจ จำนวน 7 คน เป็นผู้ทดลองใช้และช่วยประเมินคะแนนให้กับระบบ โดยมีคะแนนประเมินตั้งแต่ 0-10 คะแนนและมีสูตรคิดร้อยละ ดังนี้ [คะแนนรวมx10/จำนวนรวม] จะได้ $[70 \times 10 / 7] = 100$ ตามตารางที่ 5.8 และตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.8 ผลการประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์สำหรับการทำงานย่านความถี่สูงระยะใกล้จาก ผู้เชี่ยวชาญ

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งาน	1	2	3	4	5	6	7	ร้อยละ
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้								
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	10	8	10	9	8	10	9	91
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	9	10	10	10	10	10	9	97
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	9	9	8	8	8	10	8	86
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	8	10	9	8	8	8	9	86
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	9	10	10	8	8	9	9	90
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้								
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	9	9	10	10	7	9	10	91
2.2 ระบบมีความทันสมัย	9	10	10	9	9	9	10	94
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	9	10	10	9	8	9	10	93
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	9	9	10	9	9	9	8	90
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	9	9	10	9	9	9	8	90
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้								
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	9	9	8	9	8	9	8	86

ตารางที่ 5.8 (ต่อ)

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งาน	1	2	3	4	5	6	7	ร้อยละ
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้								
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	9	9	8	9	7	9	10	87
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	9	9	8	9	8	9	9	87
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	9	10	10	9	8	9	10	93
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	9	10	10	9	8	9	8	90
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	9	9	10	9	8	9	9	90

ตารางที่ 5.9 ผลการประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์สำหรับการทำงานย่านความถี่สูงยิ่งระยะไกลจากผู้เชี่ยวชาญ

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งาน	1	2	3	4	5	6	7	ร้อยละ
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล								
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	9	9	9	10	8	9	9	90
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	9	10	10	10	10	9	9	96
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	9	10	9	8	8	9	8	87
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	9	9	8	8	8	9	8	84
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	9	10	8	9	10	9	9	91
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล								
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	9	10	9	9	10	9	10	94
2.2 ระบบมีความทันสมัย	9	10	10	9	10	9	10	96
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	9	9	10	10	10	9	8	93
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	9	9	10	10	8	9	8	90
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	9	9	9	10	8	9	9	90

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งาน	1	2	3	4	5	6	7	ร้อยละ
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล								
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	9	9	10	9	8	9	8	89
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	9	9	8	9	8	9	8	86
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	9	9	8	9	8	9	9	87
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	9	9	10	9	8	9	10	91
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	9	10	10	9	8	9	9	91
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะไกล	9	9	9	9	9	9	9	90

5.2.4 การประเมินผลทางสถิติเพื่อหาความเหมาะสมของซอฟต์แวร์

การประเมินผลทางสถิติเพื่อหาความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ($\bar{X}$ - Simple average index (SAI)) สถิติความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D - Standard Deviation) และสถิติวัดค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($\bar{X}$ - Weighted average index (WAI)) ศึกษาจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้น เขียนโดย บุญชม ศรีสะอาด มีรายละเอียดดังนี้

5.2.4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ทดลองใช้

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ทดลองใช้จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็นเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก และหน่วยงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ กลุ่มละ 35 คน ตามตารางที่ 5.10 โดยแบ่งเป็นเพศชายจำนวนร้อยละ 54.3 และเป็นเพศหญิงจำนวนร้อยละ 45.7 ตามตารางที่ 5.11 โดยผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนร้อยละ 52.9 มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 40-49 ปี ตามตารางที่ 5.12 ส่วนใหญ่การศึกษาจำนวนร้อยละ 75.7 อยู่ในระดับปริญญาตรี ตามตารางที่ 5.13 ซึ่งมีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนร้อยละ 81.4 มีประสบการณ์ในการทำงานเฉลี่ยมากกว่า 5 ปีขึ้นไป ตามตารางที่ 5.14 มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์จำนวนร้อยละ 62.9 เฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ตามตารางที่ 5.15 และผู้ตอบมีความรู้ทางด้านเลขทะเบียนรถจำนวนร้อยละ 52.9 เฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ตามตารางที่ 5.16 ซึ่งจะแสดงข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.10 กลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่ม (GROUP)		จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1. เจ้าหน้าที่ กรรมการ ขนส่งทาง บก	35	50.0	100.0	100.0
	2. เจ้าหน้าที่ ตำรวจ	35	50.0		
รวม		70	100.0		

ตารางที่ 5.11 เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ (SEX)		จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 > ชาย	38	54.3	54.3	54.3
	2 > หญิง	32	45.7	45.7	100.0
รวม		70	100.0	100.0	

ตารางที่ 5.12 อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุ (AGE)		จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 > 20-29 ปี	5	7.1	7.2	7.2
	2 > 30-39 ปี	24	34.3	34.8	42.0
	3 > 40-49 ปี	37	52.9	53.6	95.7
	4 > 50 ปีขึ้นไป	3	4.3	4.3	100.0
รวม		69	98.6	100.0	
ไม่ตอบ	System	1	1.4		
รวม		70	100.0		

ตารางที่ 5.13 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

การศึกษา (EDUCATE)		จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 > ต่ำกว่าปริญญาตรี	12	17.1	17.1	17.1
	2 > ปริญญาตรี	53	75.7	75.7	92.9
	3 > ปริญญาโท	5	7.1	7.1	100.0
	รวม	70	100.0	100.0	

ตารางที่ 5.14 ประสบการณ์การทำงานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประสบการณ์การทำงาน (EXPERIENC)		จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 > น้อยกว่า 1 ปี	1	1.4	1.5	1.5
	2 > 1-2 ปี	2	2.9	3.0	4.5
	3 > 3-4 ปี	6	8.6	9.0	13.4
	4 > 5 ปีขึ้นไป	57	81.4	85.1	98.5
	5 > -	1	1.4	1.5	100.0
	รวม	67	95.7	100.0	
ไม่ตอบ	System	3	4.3		
รวม		70	100.0		

ตารางที่ 5.15 ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

การใช้คอมพิวเตอร์ (COMPUTER)		จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 > มาก	8	11.4	11.4	11.4
	2 > ปานกลาง	44	62.9	62.9	74.3
	3 > น้อย	15	21.4	21.4	95.7
	4 > น้อยที่สุด	3	4.3	4.3	100.0
	รวม	70	100.0	100.0	

ตารางที่ 5.16 ความรู้เรื่องการจัดการเลขทะเบียนรถของผู้ตอบแบบสอบถาม

การจัดการเลขทะเบียนรถ (Car Number)		จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 > มาก	3	4.3	4.3	4.3
	2 > ปานกลาง	37	52.9	52.9	57.1
	3 > น้อย	24	34.3	34.3	91.4
	4 > น้อยที่สุด	6	8.6	8.6	100.0
	รวม	70	100.0	100.0	

5.2.4.2 ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้จำนวน 70 คน ที่มีต่อระบบระยะใกล้และระบบระยะไกล จากข้อกำหนดของการแปลผลโดยใช้เกณฑ์การแบ่งของลิเคิร์ต (Likert Scale) ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นโดยแบ่งดังนี้ ตั้งแต่ 5.00 – 4.24 มีคุณภาพดีมาก ตั้งแต่ 4.23 – 3.43 มีคุณภาพดี ตั้งแต่ 3.42 – 2.62 มีคุณภาพปานกลาง ตั้งแต่ 2.61 – 1.81 มีคุณภาพน้อย ตั้งแต่ 1.00 – 1.80 มีคุณภาพน้อยที่สุด ซึ่งจะนำมาสู่ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อระบบ อันได้แก่ สถิติรวมของผู้ทดลองใช้ระบบระยะใกล้ (HF Descriptive Statistics) กับระบบระยะไกล (UHF Descriptive Statistics) จำนวน 70 คน ตามตารางที่ 5.17 และตารางที่ 5.18 สถิติของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกต่อระบบระยะใกล้กับระบบระยะไกล จำนวน 35 คน ตามตารางที่ 5.19 และตารางที่ 5.20 สถิติของหน่วยงานตำรวจสน.ทุ่งสองห้อง ต่อระบบระยะใกล้กับระบบระยะไกล จำนวน 35 คน ตามตารางที่ 5.21 และตารางที่ 5.22 จากนั้นจึงให้ผู้ทดลองใช้ระบบประเมินคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อระบบ ตามตารางที่ 5.23 ซึ่งจะแสดงข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.17 สถิติรวมของผู้ทดลองใช้ระบบระยะใกล้ (HF Descriptive Statistics) จำนวน 70 คน

ระยะใกล้ (HF)	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	คุณภาพ
V1 > ด้านประสิทธิภาพ						
V1.1 > มีความสามารถนำมาใช้งานจริง	70	2	5	3.53	.847	ดี
V1.2 > มีประโยชน์ต่อการใช้งาน	70	3	5	3.96	.690	ดี
V1.3 > มีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	69	3	5	3.91	.636	ดี
V1.4 > มีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	70	2	5	4.04	.751	ดี
V1.5 > สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	69	2	5	4.06	.745	ดี
V2 > ด้านการออกแบบ						
V2.1 > มีความสะดวกในการใช้งาน	69	2	5	3.77	.689	ดี
V2.2 > มีความทันสมัย	70	3	5	4.17	.613	ดี
V2.3 > สวยงามในรูปลักษณ์ของปรกรณ์	70	2	5	3.60	.646	ดี
V2.4 > มีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	70	3	5	3.56	.673	ดี
V2.5 > ง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	70	1	5	3.59	.771	ดี
V3 > ด้านความถูกต้อง						
V3.1 > มีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	70	2	5	3.80	.694	ดี
V3.2 > มีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	70	2	5	3.81	.728	ดี
V3.3 > มีความน่าเชื่อถือ	70	3	5	3.76	.690	ดี
V3.4 > ให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	70	2	5	3.74	.695	ดี
V3.5 > สามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	70	2	5	3.71	.640	ดี

ตารางที่ 5.18 สถิติรวมของผู้ทดลองใช้ระบบระยะไกล (UHF Descriptive Statistics) จำนวน 70 คน

ระยะไกล (UHF)	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	คุณภาพ
W1 > ด้านประสิทธิภาพ						
W1.1 > มีความสามารถนำมาใช้งานจริง	70	2	5	3.33	.737	ปานกลาง
W1.2 > มีประโยชน์ต่อการใช้งาน	70	2	5	3.87	.721	ดี
W1.3 > มีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	70	2	5	3.79	.679	ดี
W1.4 > มีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	70	3	5	3.94	.634	ดี
W1.5 > สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	70	3	5	3.97	.589	ดี
W2 > ด้านการออกแบบ						
W2.1 > มีความสะดวกในการใช้งาน	70	2	5	3.76	.690	ดี
W2.2 > มีความทันสมัย	70	3	5	4.16	.754	ดี
W2.3 > สวยงามในรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	70	3	5	3.74	.652	ดี
W2.4 > มีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	70	2	5	3.61	.644	ดี
W2.5 > ง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	70	2	5	3.53	.653	ดี
W3 > ด้านความถูกต้อง						
W3.1 > มีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	70	3	5	3.86	.643	ดี
W3.2 > มีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	70	3	5	3.90	.745	ดี
W3.3 > มีความน่าเชื่อถือ	70	3	5	3.76	.711	ดี
W3.4 > ให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	70	2	5	3.83	.701	ดี
W3.5 > สามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	70	2	5	3.71	.684	ดี

ตารางที่ 5.19 สถิติของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกต่อระบบระยะใกล้ จำนวน 35 คน

ระยะใกล้ (HF)	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	คุณภาพ
V1 > ด้านประสิทธิภาพ						
V1.1 > มีความสามารถนำมาใช้งานจริง	35	2	5	3.77	.808	ดี
V1.2 > มีประโยชน์ต่อการใช้งาน	35	3	5	4.06	.639	ดี
V1.3 > มีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	34	3	5	4.03	.627	ดี
V1.4 > มีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	35	3	5	4.34	.684	ดีมาก
V1.5 > สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	34	2	5	4.26	.751	ดีมาก
V2 > ด้านการออกแบบ						
V2.1 > ความสะดวกในการใช้งาน	35	2	5	3.91	.658	ดี
V2.2 > มีความทันสมัย	35	3	5	4.31	.530	ดีมาก
V2.3 > สวยงามในรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	35	3	5	3.57	.608	ดี
V2.4 > มีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	35	3	5	3.66	.725	ดี
V2.5 > ง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	35	2	5	3.60	.736	ดี
V3 > ด้านความถูกต้อง						
V3.1 > มีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	35	2	5	3.91	.781	ดี
V3.2 > มีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	35	2	5	4.06	.802	ดี
V3.3 > มีความน่าเชื่อถือ	35	3	5	4.03	.664	ดี
V3.4 > ให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	35	2	5	3.80	.719	ดี
V3.5 > สามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	35	2	5	3.80	.677	ดี

ตารางที่ 5.20 สถิติของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกต่อระบบระยะไกล จำนวน 35 คน

ระยะไกล (UHF)	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	คุณภาพ
W1 > ด้านประสิทธิภาพ						
W1.1 > มีความสามารถนำมาใช้งานจริง	35	2	5	3.46	.701	ดี
W1.2 > มีประโยชน์ต่อการใช้งาน	35	2	5	4.03	.747	ดี
W1.3 > มีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	35	2	5	3.83	.747	ดี
W1.4 > มีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	35	3	5	4.09	.702	ดี
W1.5 > สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	35	3	5	4.09	.612	ดี
W2 > ด้านการออกแบบ						
W2.1 > มีความสะดวกในการใช้งาน	35	2	5	3.86	.733	ดี
W2.2 > มีความทันสมัย	35	3	5	4.34	.684	ดีมาก
W2.3 > สวยงามในรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	35	3	5	3.74	.741	ดี
W2.4 > มีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	35	3	5	3.66	.684	ดี
W2.5 > ง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	35	3	5	3.57	.655	ดี
W3 > ด้านความถูกต้อง						
W3.1 > มีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	35	3	5	4.03	.664	ดี
W3.2 > มีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	35	3	5	4.06	.765	ดี
W3.3 > มีความน่าเชื่อถือ	35	3	5	3.94	.725	ดี
W3.4 > ให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	35	2	5	3.89	.758	ดี
W3.5 > สามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	35	2	5	3.74	.780	ดี

ตารางที่ 5.21 สถิติของหน่วยงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง ต่อระบบระยะใกล้ จำนวน 35 คน

ระยะใกล้ (HF)	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	คุณภาพ
V1 > ด้านประสิทธิภาพ						
V1.1 > มีความสามารถนำมาใช้งานจริง	35	2	5	3.29	.825	ปานกลาง
V1.2 > มีประโยชน์ต่อการใช้งาน	35	3	5	3.86	.733	ดี
V1.3 > มีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	35	3	5	3.80	.632	ดี
V1.4 > มีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	35	2	5	3.74	.701	ดี
V1.5 > สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	35	3	5	3.86	.692	ดี
V2 > ด้านการออกแบบ						
V2.1 > มีความสะดวกในการใช้งาน	34	2	5	3.62	.697	ดี
V2.2 > มีความทันสมัย	35	3	5	4.03	.664	ดี
V2.3 > สวยงามในรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	35	2	5	3.63	.690	ดี
V2.4 > มีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	35	3	5	3.46	.611	ดี
V2.5 > ง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	35	1	5	3.57	.815	ดี
V3 > ด้านความถูกต้อง						
V3.1 > มีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	35	3	5	3.69	.583	ดี
V3.2 > มีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	35	3	5	3.57	.558	ดี
V3.3 > มีความน่าเชื่อถือ	35	3	5	3.49	.612	ดี
V3.4 > ให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	35	3	5	3.69	.676	ดี
V3.5 > สามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	35	3	5	3.63	.598	ดี

ตารางที่ 5.22 สถิติของหน่วยงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง ต่อระบบระยะไกล จำนวน 35 คน

ระยะไกล (UHF)	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	คุณภาพ
W1 > ด้านประสิทธิภาพ						
W1.1 > มีความสามารถนำมาใช้งานจริง	35	2	5	3.20	.759	ปานกลาง
W1.2 > มีประโยชน์ต่อการใช้งาน	35	3	5	3.71	.667	ดี
W1.3 > มีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	35	3	5	3.74	.611	ดี
W1.4 > มีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	35	3	5	3.80	.531	ดี
W1.5 > สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	35	3	5	3.86	.550	ดี
W2 > ด้านการออกแบบ						
W2.1 > มีความสะดวกในการใช้งาน	35	3	5	3.66	.639	ดี
W2.2 > มีความทันสมัย	35	3	5	3.97	.785	ดี
W2.3 > สวยงามในรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	35	3	5	3.74	.561	ดี
W2.4 > มีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	35	2	5	3.57	.608	ดี
W2.5 > ง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	35	2	5	3.49	.658	ดี
W3 > ด้านความถูกต้อง						
W3.1 > มีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	35	3	5	3.69	.583	ดี
W3.2 > มีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	35	3	5	3.74	.701	ดี
W3.3 > มีความน่าเชื่อถือ	35	3	5	3.57	.655	ดี
W3.4 > ให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	35	3	5	3.77	.646	ดี
W3.5 > สามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	35	3	5	3.69	.583	ดี

ตารางที่ 5.23 ความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ระบบ

ระบบ	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	คุณภาพ
ความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ระบบ จำนวน 70 คน						
V_V > ระบบระยะใกล้	70	3	5	3.70	.598	มาก
W_W > ระบบระยะไกล	70	3	5	3.66	.657	มาก
ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกเมื่อใช้ระบบ จำนวนกลุ่มละ 35 คน						
V_V > ระบบระยะใกล้	35	3	5	3.83	.568	มาก
W_W > ระบบระยะไกล	35	3	5	3.74	.657	มาก
ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ตำรวจเมื่อใช้ระบบ จำนวนกลุ่มละ 35 คน						
V_V > ที่มีต่อระบบระยะใกล้	35	3	5	3.57	.608	มาก
W_W > ที่มีต่อระบบระยะไกล	35	3	5	3.57	.655	มาก

หมายเหตุ

ตัวอย่างการใช้สถิติเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยอย่างง่ายและค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของผู้ทดลองใช้ระบบระยะใกล้

ตัวอย่างการใช้สถิติเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยอย่างง่ายและค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของผู้ทดลองใช้ระบบระยะใกล้ (HF Descriptive Statistics) จำนวน 70 คน ซึ่งเริ่มต้นจากผลรวมของค่าเฉลี่ยอย่างง่าย (Mean) คือ การเก็บค่าจากแบบสอบถามแล้วหาค่าเฉลี่ยกลางของผู้ตอบตามที่แบ่งกลุ่มไว้ 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน โดยกลุ่มแรกข้อมูลตามตารางที่ 5.19 สถิติของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกต่อระบบระยะใกล้ จำนวน 35 คน จากตัวอย่างข้อ V1.1

ข้อ V1.1

$$SAI = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

จะสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ซึ่งข้อ V1.1 คะแนนรวมกรมการขนส่ง แล้วจะได้เท่ากับ 132 คะแนน

ดังนั้นเอามาหารจำนวน n ทั้งหมด คือ 35 จะได้ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายเท่ากับ 3.77 (จากนั้นคำนวณแบบเดิมกับข้อมูลของกลุ่มที่ 2 หน่วยงานตำรวจจำนวน 35 คนในตารางที่ 5.21 จะได้ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายเท่ากับ 3.29) แล้วมาหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WAI) จากสูตร

ข้อ V1.1

$$WAI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

จะสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

จากจำนวนคนของกรมการขนส่งทางบกจำนวน 35 คน มีคะแนนเฉลี่ย 3.77 และหน่วยงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ จำนวน 35 คน มีคะแนนเฉลี่ย 3.29 เมื่อได้ข้อมูลแล้วจะสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเพื่อหาข้อมูลของผู้ตอบทั้งหมดจำนวน 70 คนได้ดังต่อไปนี้ $[(35 \times 3.77) + (35 \times 3.29)] / (35 + 35) = 131.95 + 115.15 / 70 = 247.1 / 70 = 3.53$

เมื่อทดสอบเบื้องต้นแล้วพบว่า การคำนวณจะได้ตามผลการวิเคราะห์ข้อมูลรวม คือผลรวมค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในข้อ V1.1 จะได้ 3.53 ตามที่ผลคำนวณของโปรแกรม SPSS แสดงไว้ ซึ่งมีค่าดังตารางที่ 5.17 ในข้อ V1.1 สถิติรวมของผู้ทดลองใช้ระบบระยะใกล้ (HF Descriptive Statistics) จำนวน 70 คน

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

เนื้อหาบทที่ 6 กล่าวถึง สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์งานวิจัย สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล การอภิปรายผลการศึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับสภาพการใช้งาน หลักการทำงาน และขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ เพื่อออกแบบด้วยวิธีการใช้แผนภาพเชิงวัตถุและพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบสำหรับการจัดการเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ เพื่อนำซอฟต์แวร์ต้นแบบของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถที่พัฒนาขึ้นมาช่วยในการประเมินความคิดเห็นที่เหมาะสมจากกลุ่มของผู้ใช้งาน โดยแบ่งการอธิบายสรุปตามวัตถุประสงค์งานวิจัยดังต่อไปนี้

6.1.1 ศึกษาแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับสภาพการใช้งาน หลักการทำงาน และขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถ ซึ่งผู้วิจัยศึกษาการจัดการเลขทะเบียนรถของกรมการขนส่งทางบก กับการตรวจสอบรถของเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้องเขตหลักสี่ เพื่อหาแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับสภาพการใช้งาน พร้อมกับศึกษาหลักการทำงานของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี 2 ยานความถี่ คือ การประยุกต์ใช้ย่านความถี่สูงนำมาใช้กับป้ายภาษีรถในระยะใกล้สำหรับรถที่ไม่เคลื่อนที่ ใช้แท็กชนิดมาตรฐาน ISO14443 ชนิด A และการประยุกต์ใช้ย่านความถี่สูงยังนำมาใช้กับป้ายทะเบียนรถในระยะไกลสำหรับรถที่เคลื่อนที่ ใช้แท็กชนิดดิลโหะมาตรฐาน ISO18000-6 ชนิด B

6.1.2 การออกแบบด้วยวิธีการใช้แผนภาพเชิงวัตถุ และพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบสำหรับการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แผนภาพสัญลักษณ์เชิงวัตถุ 4 แบบ คือ แผนภาพ Use Case แสดงกระบวนการทำงานของระบบทั้งหมด แผนภาพ Sequence แสดงรายละเอียดของกระบวนการทำงานของระบบ แผนภาพ Activity แสดงแนวทางการพัฒนาโปรแกรม และแผนภาพ Class แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ ส่วนแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบผู้วิจัยเลือกวิธีการพัฒนาระบบต้นแบบโดยใช้โมเดล RAD

แบบ Throwaway Prototyping เพื่อให้ได้ความต้องการที่แท้จริงของผู้ทดลองใช้ระบบ โดยทำงานร่วมกับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ โครงการโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

6.1.3 นำซอฟต์แวร์ต้นแบบของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับเลขทะเบียนรถที่พัฒนาขึ้นมาช่วยในการประเมินความคิดเห็นที่เหมาะสมจากกลุ่มของผู้ใช้งาน โดยทำการทดสอบการทำงานของระบบเบื้องต้นเฉพาะการอ่านและการเขียนภายในระบบแบบกล่องขาว (White-Box Test) ด้วยกราฟกระแสงาน จากนั้นจึงใช้แบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์จากผู้เชี่ยวชาญ และแบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ

6.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จากการศึกษาแบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์และแบบสอบถามวัดความคิดเห็น โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ชุด และแบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้จำนวน 70 ชุด จากนั้นทำการใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

6.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ชุด โดยการหาค่าร้อยละ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 5.8 เกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง 13.56 MHz กับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น SDiD1020 ติดต่อกับเครื่องพีดีเอ ใช้งานกับแท็กอาร์เอฟไอดีมาตรฐาน ISO14443A รูปแบบบัตร ผลจากการวิจัยโดยคิดเป็นหาสถิติค่าร้อยละ จะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับความสามารถนำมาใช้งานจริงร้อยละ 91 ประโยชน์ต่อการใช้งานร้อยละ 97 ความปลอดภัยร้อยละ 86 การค้นหาข้อมูลร้อยละ 86 และการลดระยะเวลาร้อยละ 90 จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(91+97+86+86+91)/5 = 90.2$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านประสิทธิภาพ คือ ร้อยละ 90.2

- ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความสะดวกในการใช้งานร้อยละ 91 ความทันสมัยร้อยละ 94 ความสวยงามในรูปลักษณ์ของอุปกรณ์ร้อยละ 93 ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรมร้อยละ 90 และความง่ายต่อการใช้งาน

หน้าจอร้อยละ 90 จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้ $(91+94+93+90+90)/5 = 91.6$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านการออกแบบโปรแกรม คือ ร้อยละ 91.6

- ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลร้อยละ 86 ความแม่นยำของการประมวลผลร้อยละ 87 ความน่าเชื่อถือร้อยละ 87 ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการร้อยละ 93 และระบบช่วยในการตัดสินใจร้อยละ 90 จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ $(86+87+87+93+90)/5 = 88.6$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ ร้อยละ 88.6

ผลการประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้จากผู้เชี่ยวชาญ ด้านประสิทธิภาพ คือ ร้อยละ 90.2 ด้านการออกแบบโปรแกรม คือ ร้อยละ 91.6 ด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ ร้อยละ 88.6 เมื่อนำมาคำนวณจะได้ $(90.2+91.6+88.6)/3 = 90.13$ ดังนั้นเมื่อสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ คือ ร้อยละ 90.13 มีความสอดคล้องกับคะแนนความพึงพอใจของภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ไว้ที่ร้อยละ 90 โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับคะแนนด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ต่อการใช้งาน และด้านการออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยีเป็นสำคัญ

6.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ชุด โดยการหาค่าร้อยละ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 5.9 เกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง 920-925 MHz กับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีรุ่น ST500 ติดต่อกับเครื่องพีซีหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ใช้งานกับแท็กอาร์เอฟไอดีมาตรฐาน ISO18000-6B รูปแบบติดโลหะ ผลจากการวิจัยโดยคิดเป็นหาสถิติค่าร้อยละจะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความสามารถนำมาใช้งานจริงร้อยละ 90 ประโยชน์ต่อการใช้งานร้อยละ 96 ความปลอดภัยร้อยละ 87 การค้นหาข้อมูลร้อยละ 84 และการลดระยะเวลาร้อยละ 91 จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(90+96+87+84+91)/5 = 89.6$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านประสิทธิภาพ คือ ร้อยละ 89.6

- ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความสะดวกในการใช้งานร้อยละ 94 ความทันสมัยร้อยละ 96 ความสวยงามในรูปลักษณะของ

อุปกรณ์ร้อยละ 93 ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรมร้อยละ 90 และความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอ ร้อยละ 90 จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้ $(94+96+93+90+90)/5 = 92.6$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกล ด้านการออกแบบโปรแกรม คือ ร้อยละ 92.6

- ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลร้อยละ 89 ความแม่นยำของการประมวลผลร้อยละ 86 ความน่าเชื่อถือร้อยละ 87 ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการร้อยละ 91 และระบบช่วยในการตัดสินใจ ร้อยละ 91 จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ $(89+86+87+91+91)/5 = 88.8$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกล ด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ ร้อยละ 88.8

ผลการประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านประสิทธิภาพ คือ ร้อย ละ 89.6 ด้านการออกแบบโปรแกรม คือ ร้อยละ 92.6 ด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ ร้อยละ 88.8 เมื่อนำมาคำนวณจะได้ $(89.6+92.6+88.8)/3 = 90.33$ ดังนั้นเมื่อสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มี ต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกล คือ ร้อยละ 90.33 มีความสอดคล้องกับคะแนนความพึงพอใจของ ภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะไกลที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ไว้ที่ร้อยละ 90 โดยผู้เชี่ยวชาญให้ ความสำคัญกับคะแนนด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ต่อการใช้งาน และด้านการ ออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยีเป็นสำคัญ

6.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถามวัดความคิดเห็นระบบระยะไกล จำนวน 70 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดของผู้ตอบจากตารางที่ 5.17 เกี่ยวกับแบบสอบถามวัด ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อระบบระยะไกลจำนวน 70 ชุด ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่าน ความถี่สูง 13.56MHz โดยใช้แบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่กรมการ ขนส่งทางบกกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ข้อมูลที่ได้จะใช้สถิติความ เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และสถิติวัดค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($\bar{X}$ - Weighted average index (WAI)) จะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความสามารถนำมาใช้งานจริงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.53 อยู่ในเกณฑ์ดี, ประโยชน์ต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 3.96 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.91 อยู่ในเกณฑ์ดี, การค้นหาข้อมูลมี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.04 อยู่ในเกณฑ์ดี และการลดระยะเวลามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถ คำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(3.53+3.96+3.91+4.04+4.06)/5 = 3.90$

ดังนั้นความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านประสิทธิภาพ คือ 3.90 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความสะดวกในการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.77 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความทันสมัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.17 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.60 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56 อยู่ในเกณฑ์ดี และความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.59 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้ $(3.77+4.17+3.60+3.56+3.59)/5 = 3.74$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านการออกแบบโปรแกรม คือ 3.74 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.80 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความแม่นยำของการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.81 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความน่าเชื่อถือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.76 อยู่ในเกณฑ์ดี, ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบช่วยในการตัดสินใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71 อยู่ในเกณฑ์ดี, จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ $(3.80+3.81+3.76+3.74+3.71)/5 = 3.76$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ 3.76 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

ผลการวัดความคิดเห็นของซอฟต์แวร์ระยะใกล้จากผู้ทดลองใช้ ด้านประสิทธิภาพมีค่าเฉลี่ย คือ 3.90 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านการออกแบบโปรแกรมมีค่าเฉลี่ย คือ 3.74 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย คือ 3.76 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี เมื่อนำมาคำนวณจะได้ $(3.90+3.74+3.76)/3 = 3.80$ ดังนั้นเมื่อสรุปความคิดเห็นจากผู้ทดลองใช้ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ คือ 3.80 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี มีความสอดคล้องกับคะแนนค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้ที่ผู้ทดลองใช้ทั้งหมดได้ให้ไว้ที่ 3.70 ซึ่งอยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก โดยผู้ทดลองส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยี และ ด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการลดระยะเวลาในการทำงานเป็นสำคัญ

6.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถามวัดความคิดเห็นระบบระยะใกล้จำนวน 70 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดของผู้ตอบจากตารางที่ 5.18 เกี่ยวกับแบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อระบบระยะใกล้จำนวน 70 ชุด ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง 920-925 MHz โดยใช้แบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่

กรมการขนส่งทางบกกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ข้อมูลที่ได้จะใช้ สถิติความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และสถิติวัดค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($\bar{X}$ - Weighted average index (WAI)) จะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความสามารถนำมาใช้งานจริงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.33 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง, ประโยชน์ต่อการใช้งานมี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.87 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.79 อยู่ในเกณฑ์ดี, การค้นหาข้อมูล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.94 อยู่ในเกณฑ์ดี และการลดระยะเวลามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.97 อยู่ในเกณฑ์ดี จึง สามารถคำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(3.33+3.87+3.79+3.94+3.97)/5 = 3.78$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านประสิทธิภาพ คือ 3.78 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความสะดวกในการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.76 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความทันสมัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความ สวยงามในหน้าจอโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.61 อยู่ในเกณฑ์ดี และความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอมี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.53 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ ดังต่อไปนี้ $(3.76+4.16+3.74+3.61+3.53)/5 = 3.76$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อ คุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านการออกแบบโปรแกรม คือ 3.76 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.86 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความแม่นยำของ การประมวลผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.90 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความน่าเชื่อถือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.76 อยู่ในเกณฑ์ดี, ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.83 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบช่วยในการตัดสินใจมี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71 อยู่ในเกณฑ์ดี, จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ ดังต่อไปนี้ $(3.86+3.90+3.76+3.83+3.71)/5 = 3.81$ ดังนั้นความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่มีต่อ คุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ 3.81 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

ผลการวัดความคิดเห็นของซอฟต์แวร์ระยะไกลจากผู้ทดลองใช้ ด้านประสิทธิภาพมี ค่าเฉลี่ย คือ 3.78 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านการออกแบบโปรแกรมมีค่าเฉลี่ย คือ 3.76 ซึ่งอยู่ใน ระดับมีคุณภาพดี ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย คือ 3.81 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี เมื่อ นำมาคำนวณจะได้ $(3.78+3.76+3.81)/3 = 3.78$ ดังนั้นเมื่อสรุปความคิดเห็นจากผู้ทดลองใช้ที่มีต่อ คุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกล คือ 3.78 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี มีความใกล้เคียงกับคะแนนค่าเฉลี่ย ความพึงพอใจของภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะไกลที่ผู้ทดลองใช้ทั้งหมดได้ให้ไว้ที่ 3.66 ซึ่ง

อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก โดยผู้ทดลองส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยี และ ด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการลดระยะเวลาในการทำงานเป็นสำคัญ

6.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบแบ่งกลุ่มแบบสอบถามวัดความคิดเห็นระบบระยะใกล้จากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกและเจ้าหน้าที่ตำรวจ กลุ่มละ 35 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยอย่างง่ายและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบแบ่งกลุ่มจากตารางที่ 5.19 และ 5.21 แบบสอบถามวัดความคิดเห็นระบบระยะใกล้แบ่งเป็นจากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกและเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯจำนวนกลุ่มละ 35 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ($\bar{X}$ - Simple average index (SAI)) และสถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) จะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- จากตารางที่ 5.19 เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกใช้มีความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับความสามารถนำมาใช้งานจริงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.77 อยู่ในเกณฑ์ดี ประโยชน์ต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03 อยู่ในเกณฑ์ดี, การค้นหาข้อมูลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.34 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และการลดระยะเวลามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.26 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(3.77 + 4.06 + 4.03 + 4.34 + 4.26)/5 = 4.09$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านประสิทธิภาพ คือ 4.09 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.21 เจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ มีความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับความสามารถนำมาใช้งานจริงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.29 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง, ประโยชน์ต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.86 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.80 อยู่ในเกณฑ์ดี, การค้นหาข้อมูลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี และการลดระยะเวลามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.86 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(3.29+3.86+3.80+3.74+3.86)/5 = 3.71$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านประสิทธิภาพ คือ 3.71 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.19 เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกใช้มีความคิดเห็นด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความสะดวกในการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.91 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความทันสมัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.31 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก, ความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.66 อยู่

ในเกณฑ์ดี และความง่ายต่อการใช้งานหน้าจามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.60 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้ $(3.91+4.31+3.57+3.66+3.60)/5 = 3.81$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านการออกแบบโปรแกรม คือ 3.81 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.21 เจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ มีความคิดเห็นด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความสะดวกในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.62 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความทันสมัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในรูปแบบลักษณะของอุปกรณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.63 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.46 อยู่ในเกณฑ์ดี และความง่ายต่อการใช้งานหน้าจามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้ $(3.62 + 4.03 + 3.63 + 3.46 + 3.57)/5 = 3.66$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านการออกแบบโปรแกรม คือ 3.66 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.19 เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกมีความคิดเห็นด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.91 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความแม่นยำของการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความน่าเชื่อถือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03 อยู่ในเกณฑ์ดี, ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.80 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบช่วยในการตัดสินใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.80 อยู่ในเกณฑ์ดี, จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ $(3.91+4.06+4.03+3.80+3.80)/5 = 3.92$ ดังนั้นความคิดเห็นของ เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ 3.92 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.21 เจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ มีความคิดเห็นด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.69 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความแม่นยำของการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความน่าเชื่อถือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.49 อยู่ในเกณฑ์ดี, ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.69 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบช่วยในการตัดสินใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.63 อยู่ในเกณฑ์ดี, จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ $(3.69 + 3.57 + 3.49 + 3.69 + 3.63)/5 = 3.61$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ 3.61 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

ผลการวัดความคิดเห็นของซอฟต์แวร์ระยะใกล้แบบแบ่งกลุ่มจากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก ด้านประสิทธิภาพมีค่าเฉลี่ย คือ 4.09 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านการออกแบบ

โปรแกรมมีค่าเฉลี่ย คือ 3.81 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย คือ 3.92 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี เมื่อนำมาคำนวณจะได้ $(4.09+3.81+3.92)/3 = 3.94$ และข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ด้านประสิทธิภาพมีค่าเฉลี่ย คือ 3.71 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านการออกแบบโปรแกรมมีค่าเฉลี่ย คือ 3.66 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย คือ 3.61 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี เมื่อนำมาคำนวณจะได้ $(3.71+3.66+3.61)/3 = 3.66$ ดังนั้นเมื่อสรุปความคิดเห็นจากผู้ทดลองใช้ทั้งสองกลุ่มที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ คือ 3.94 และ 3.66 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี มีความใกล้เคียงกับคะแนนค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้ที่ผู้ทดลองใช้ทั้งหมดได้ให้ไว้ที่ 3.83 และ 3.57 ซึ่งอยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก โดยเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับคะแนนด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว ช่วยลดระยะเวลาการทำงาน และด้านการออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยี เป็นสำคัญ ส่วนเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยี และ ด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ต่อการใช้งาน การลดระยะเวลาในการทำงานเป็นสำคัญ

6.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบแบ่งกลุ่มแบบสอบถามวัดความคิดเห็นระบบระยะไกลจากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกและเจ้าหน้าที่ตำรวจ กลุ่มละ 35 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบแบ่งกลุ่มจากตารางที่ 5.20 และ 5.22 แบบสอบถามวัดความคิดเห็นระบบระยะไกลแบ่งเป็นจากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกและเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ จำนวนกลุ่มละ 35 ชุด โดยการหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ($\bar{X}$ - Simple average index (SAI)) และสถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) จะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- จากตารางที่ 5.20 เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกมีความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับความสามารถนำมาใช้งานจริงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.46 อยู่ในเกณฑ์ดี, ประโยชน์ต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.83 อยู่ในเกณฑ์ดี, การค้นหาข้อมูลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.09 อยู่ในเกณฑ์ดี และการลดระยะเวลามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.09 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(3.46+4.03+3.83+4.09+4.09)/5 = 3.90$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะใกล้ด้านประสิทธิภาพ คือ 3.90 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.22 เจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ มีความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับความสามารถนำมาใช้งานจริงมี

ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.20 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง, ประโยชน์ต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี, การค้นหาข้อมูลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.80 อยู่ในเกณฑ์ดี และการลดระยะเวลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.86 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านประสิทธิภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้ $(3.20+3.71+3.74+3.80+3.86)/5 = 3.66$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านประสิทธิภาพ คือ 3.66 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.20 เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกมีความคิดเห็นด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความสะดวกในการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.86 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความทันสมัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.34 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก, ความสวยงามในรูปแบบลักษณะของอุปกรณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.66 อยู่ในเกณฑ์ดี และความง่ายต่อการใช้งานหน้าจามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้ $(3.86+4.34+3.74+3.66+3.57)/5 = 3.83$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านการออกแบบโปรแกรม คือ 3.83 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.22 เจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ มีความคิดเห็นด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความสะดวกในการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.66 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความทันสมัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.97 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในรูปแบบลักษณะของอุปกรณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความสวยงามในหน้าจอโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57 อยู่ในเกณฑ์ดี และความง่ายต่อการใช้งานหน้าจามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.49 อยู่ในเกณฑ์ดี จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้ $(3.66 + 3.97 + 3.74 + 3.57 + 3.49)/5 = 3.69$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านการออกแบบโปรแกรม คือ 3.69 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.20 เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกมีความคิดเห็นด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความแม่นยำของการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความน่าเชื่อถือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.94 อยู่ในเกณฑ์ดี, ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.89 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบช่วยในการตัดสินใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี, จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ $(4.03+4.06+3.94+3.89+3.74)/5 = 3.93$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ 3.93 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

- จากตารางที่ 5.22 เจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ มีความคิดเห็นด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล สำหรับ ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.69 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความแม่นยำของการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 อยู่ในเกณฑ์ดี, ความน่าเชื่อถือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57 อยู่ในเกณฑ์ดี, ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.77 อยู่ในเกณฑ์ดี และระบบช่วยในการตัดสินใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.69 อยู่ในเกณฑ์ดี, จึงสามารถคำนวณคะแนนด้านความถูกต้องของข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ $(3.69 + 3.74 + 3.57 + 3.77 + 3.69)/5 = 3.69$ ดังนั้นความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกลด้านความถูกต้องของข้อมูล คือ 3.69 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี

ผลการวัดความคิดเห็นของซอฟต์แวร์ระยะไกลแบบแบ่งกลุ่มจากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกด้านประสิทธิภาพมีค่าเฉลี่ย คือ 3.90 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านการออกแบบโปรแกรมมีค่าเฉลี่ย คือ 3.83 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย คือ 3.93 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี เมื่อนำมาคำนวณจะได้ $(3.90+3.83+3.93)/3 = 3.89$ และข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ด้านประสิทธิภาพมีค่าเฉลี่ย คือ 3.66 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านการออกแบบโปรแกรมมีค่าเฉลี่ย คือ 3.69 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย คือ 3.69 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี เมื่อนำมาคำนวณจะได้ $(3.66+3.69+3.69)/3 = 3.68$ ดังนั้นเมื่อสรุปความคิดเห็นจากผู้ทดลองใช้ทั้งสองกลุ่มที่มีต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ระยะไกล คือ 3.89 และ 3.68 ซึ่งอยู่ในระดับมีคุณภาพดี มีความใกล้เคียงกับคะแนนค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะไกลที่ผู้ทดลองใช้ทั้งหมดได้ให้ไว้ที่ 3.74 และ 3.57 ซึ่งอยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก โดยเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยี และด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว กับการลดระยะเวลาในการทำงานเป็นสำคัญ ส่วนเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบกส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับคะแนนด้านการออกแบบโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับความทันสมัยของเทคโนโลยี และ ด้านประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการลดระยะเวลาในการทำงานเป็นสำคัญ

6.3 การอภิปรายผลการศึกษา

การอภิปรายผลการศึกษากการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นั้นจากประโยชน์ที่ว่าเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมีผลต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ในอนาคต ทั้งนี้เพราะระบบอาร์เอฟไอดีที่พัฒนาขึ้นในการจัดการเลขทะเบียนรถเป็นระบบการเก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความสามารถในการคำนวณ การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และ

การรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแทนการสัมผัสทางกายภาพ ดังนั้นระบบนี้จึงช่วยลดขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังจากเอกสารในรูปแบบเดิมได้ดียิ่งขึ้น

6.3.1 การนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงชนิดแพสซีฟรูปแบบบัตรมาใช้กับป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในการบริหารและจัดการเลขทะเบียนรถ ซึ่งเป็นแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง ชนิดแพสซีฟรูปแบบบัตร มาใช้กับป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ติดกระจกหน้ารถ เพื่อใช้ในการบริหารและจัดการกับข้อมูลเลขทะเบียนรถแบบทันทีทันใด ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องพีดีเอ (PDA) ร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีระยะใกล้รุ่น SDiD1020 ย่านความถี่สูง กับแท็กตามมาตรฐาน ISO 14443 ชนิด A สามารถใส่หน่วยความจำในบัตรได้ถึง 1 พันตัวอักษร เป็นระบบต้นแบบสำหรับใช้ตรวจสอบข้อมูลรถแบบสุ่มตรวจสำหรับรถที่ไม่เคลื่อนที่ รวมไปถึงการใช้งานใช้บันทึกข้อหาการกระทำผิดเกี่ยวกับรถสำหรับช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจทำงานได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากการทำงานบนแท็กอาร์เอฟไอดีแล้ว ระบบยังสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลแบบเอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์บนเว็บได้ สำหรับงานวิจัยนี้มีเป้าหมายพัฒนาระบบงานต้นแบบของการบริหารและจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ ทำให้ช่วยลดระยะเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ ป้องกันการปลอมแปลงป้ายภาษีรถ และเพิ่มคุณภาพในการตรวจสอบรถของเจ้าหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงระยะใกล้ที่พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบเหมาะที่จะใช้งานกับรถที่ไม่เคลื่อนที่ ในการพัฒนาระบบประยุกต์การบริหารและจัดการเลขทะเบียนรถบนป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันย่านความถี่สูงสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ว่าระบบงานคลื่นความถี่สูงที่ใช้เครื่องพีดีเอกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี SDiD1020 มีแท็กอาร์เอฟไอดีมาตรฐาน ISO 14443A ติดรณันใช้หลักการแบบเหนี่ยวนำคลื่น ทำให้สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ดีในระยะไม่เกิน 5 เซนติเมตรและอ่านได้ครั้งละแท็กเท่านั้น ไม่สามารถอ่านผ่านวัตถุที่เป็นโลหะหรือวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วได้ แต่สามารถอ่านผ่านน้ำได้ดี รวมไปถึงอ่านได้ดีเมื่ออ่านผ่านกระจกที่มีความหนาไม่เกิน 5 เซนติเมตร โดยมีจุดเด่นที่สำคัญ คือ ข้อมูลที่เก็บลงในแท็กเก็บได้จำนวนมาก มีความทนทานและปลอดภัยสูง อีกทั้งยังจะช่วยเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการตรวจสอบเลขทะเบียนรถและเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่านข้อมูล ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินการตรวจสอบรถสั้นลง พร้อมกับเสนอทางเลือกใหม่แทนการทำงานระบบเก่าที่ยังเป็นกระดาษ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบการใช้งานรถของประชาชนในชีวิตประจำวัน ทำให้มีความก้าวหน้าด้านการจัดการเลขทะเบียนรถมากยิ่งขึ้น คาดว่าจะเพิ่มคุณภาพด้านการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะยาว อีกทั้งยังช่วยในการเข้าถึงข้อมูลเลขทะเบียนรถตาม

แนวคิดของรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายสื่อสารเข้ามาบริหารจัดการกับข้อมูล กล่าวสรุปได้ว่างานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบระหว่างเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับความถี่สูงกับเลขทะเบียนรถ ที่สามารถนำไปประยุกต์ในงานระยะใกล้กับรถที่ไม่เคลื่อนที่ด้านระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะต่อไปในอนาคต

6.3.2 การนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีระยะไกลชนิดแพสซีฟ รูปแบบติดโลหะมาใช้เป็นป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในการบริหารและจัดการเลขทะเบียนรถตามกฎหมายของกรมการขนส่งทางบก โดยมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีระยะไกลชนิดแพสซีฟ รูปแบบติดโลหะมาใช้เป็นป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบเวลาที่รถวิ่งผ่านและช่วยติดตามรถหาย ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ออกแบบจุดตรวจที่จะติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีระยะไกลย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) รุ่น ST500 ใช้งานกับแท็กอาร์เอฟไอดีตามมาตรฐาน ISO 18000-6 ชนิด B พร้อมกับสามารถติดต่อฐานข้อมูลแบบเอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์บนเว็บไซต์ สำหรับงานวิจัยนี้มีเป้าหมายพัฒนาระบบงานต้นแบบของการบริหารและจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีระยะไกล ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบรถที่วิ่งผ่านแบบทันทีทันใดจากในระยะไกล โดยที่รถไม่ต้องจอดเพื่อหยุดตรวจ ทำให้ช่วยลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติการของเจ้าหน้าที่ และเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเดินทางแก่ผู้ใช้รถเป็นอย่างมาก

ระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่งระยะไกลที่พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบเหมาะที่จะใช้งานกับรถที่เคลื่อนที่ ในการพัฒนาระบบประยุกต์การบริหารและจัดการเลขทะเบียนรถบนป้ายทะเบียนรถอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันย่านความถี่สูงยิ่งสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เมื่อเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกับเครื่องอาร์เอฟไอดี ST500 มีแท็กมาตรฐาน ISO 18000-6B เป็นแท็กชนิดพิเศษแบบติดโลหะนำมาติดกับป้ายทะเบียนรถนั้นใช้หลักการแบบกระจายคลื่นทำให้สามารถอ่านและเขียนข้อมูลทำงานได้ดีในสภาพอากาศโปร่งและไม่มียวัตถุขวางกั้น แต่จะไม่สามารถอ่านได้ถ้ามีวัตถุที่เป็นโลหะมาบังขวางระหว่างแท็กกับเครื่องอ่าน เนื่องจากเป็นแท็กชนิดพิเศษจึงสามารถอ่านผ่านน้ำได้ในระดับพอใช้ กำลังในการอ่านจะอ่านได้ดีในระยะทางไม่เกิน 2 เมตร (ระยะทางเป็นข้อจำกัดของอุปกรณ์ รุ่น ST500 ดังนั้นระยะทางขึ้นอยู่กับกำลังการกระจายคลื่นของอุปกรณ์เป็นสำคัญ) แต่มีข้อดี คือ อ่านได้พร้อมกันหลายแท็ก ส่วนคุณภาพของการอ่านข้อมูลขึ้นอยู่กับการจัดวางเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีกับแท็ก ปัญหาที่พบคือแท็กสามารถเก็บข้อมูลได้ปริมาณน้อยเมื่อต้องการใช้ระยะไกล ซึ่งส่วนใหญ่นิยมอ่านเพียงรหัสแท็ก โดยมีข้อดีคือการอ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านกับแท็กจะอ่านได้ต่อเนื่อง สะดวกรวดเร็วในการ

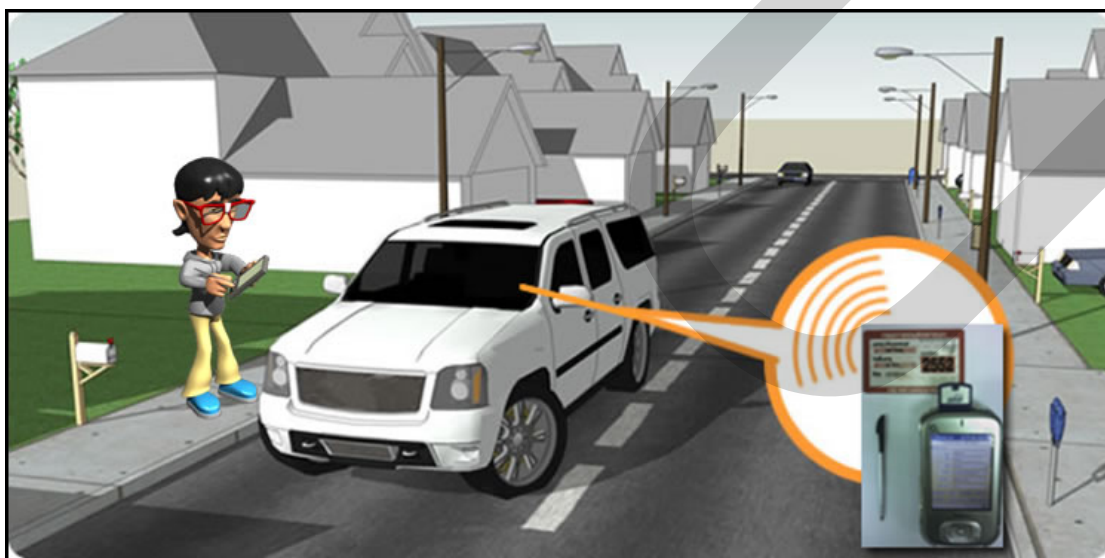
ตรวจสอบในระยะไกล ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะงานวิจัยนี้ช่วยเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบเลขทะเบียนรถ และเพิ่มความรวดเร็วในการอ่านข้อมูล ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินการตรวจสอบสั้นลง พร้อมกับเสนอทางเลือกใหม่แทนการทำงานระบบเก่าที่ยังเป็นกระดาษในการตรวจเช็ครถ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบการใช้งานรถของประชาชนในชีวิตประจำวัน ทำให้มีความก้าวหน้าด้านการจัดการเลขทะเบียนรถมากยิ่งขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายสื่อสารเข้ามาบริหารจัดการกับข้อมูล กล่าวสรุปได้ว่างานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบระหว่างเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับความถี่สูงยิ่งกับเลขทะเบียนรถ ที่สามารถนำไปประยุกต์ในงานระยะไกลกับรถเคลื่อนที่ด้านระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะต่อไปในอนาคต

6.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาจากผลสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีนั้น โปรแกรมอาร์เอฟไอดีที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นในการจัดการเลขทะเบียนรถยังเป็นเพียงต้นแบบ แต่ในหลายประเทศได้มีการนำมาใช้อย่างจริงจังเพื่อใช้ในการจัดการระบบงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รถ แต่สำหรับในประเทศไทยแล้วเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดียังเป็นเรื่องใหม่ โดยหน่วยงานจัดสรรคลื่นความถี่ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ได้เริ่มดำเนินการกำหนดจัดสรรคลื่นความถี่ เมื่อวันที่ 24 มกราคม 2549 และนอกจากนี้ประเทศไทยยังมีปัญหาเรื่องการขออนุญาตใช้งานคลื่นความถี่ระยะไกล โดยยังให้ใช้คลื่นความถี่อยู่ในขอบเขตที่ กิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กำหนด (Power limit@4 Effective Isotropic Radiated Power) ตามมาตรฐาน International Telecommunication Union Region 3 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดการข้อมูลต่างด้วยโปรแกรมอาร์เอฟไอดี ภายในประเทศไทยยังมีการพัฒนาขึ้นมาใช้งานจริงน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการขนส่งทางบก แต่จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้แล้วกล่าวได้ว่าในอนาคตจะมีความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มาใช้จำแนกรถของกรมการขนส่งทางบก ซึ่งจะช่วยให้ระบบการทำงานรูปแบบเก่าที่ยังใช้การจดบันทึกการทำงานลงบนกระดาษทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร อีกทั้งยังช่วยสนับสนุนวิสัยทัศน์ของกรมการขนส่งทางบก ว่าเป็นองค์กรหลักในการจัดระเบียบและพัฒนาระบบการขนส่งทางถนนให้เกิดประสิทธิภาพทางด้านความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องของข้อมูล สอดคล้องกับงานขนส่งระบบอื่น อีกทั้งยังเป็นการช่วยในการจัดการข้อมูลเลขทะเบียนรถของหน่วยงานตำรวจ โดยจะนำเอาเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้กับเลขทะเบียนรถ พร้อมกับจัดการบริหารข้อมูลด้วยโปรแกรมอาร์เอฟไอดี นอกจากนี้ยังมีแนวทางการพัฒนาที่จะสามารถทำต่อไปได้ในอนาคตโดยแบ่งกลุ่มการพัฒนาแบบดังต่อไปนี้

6.4.1 การพัฒนาอาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะใกล้

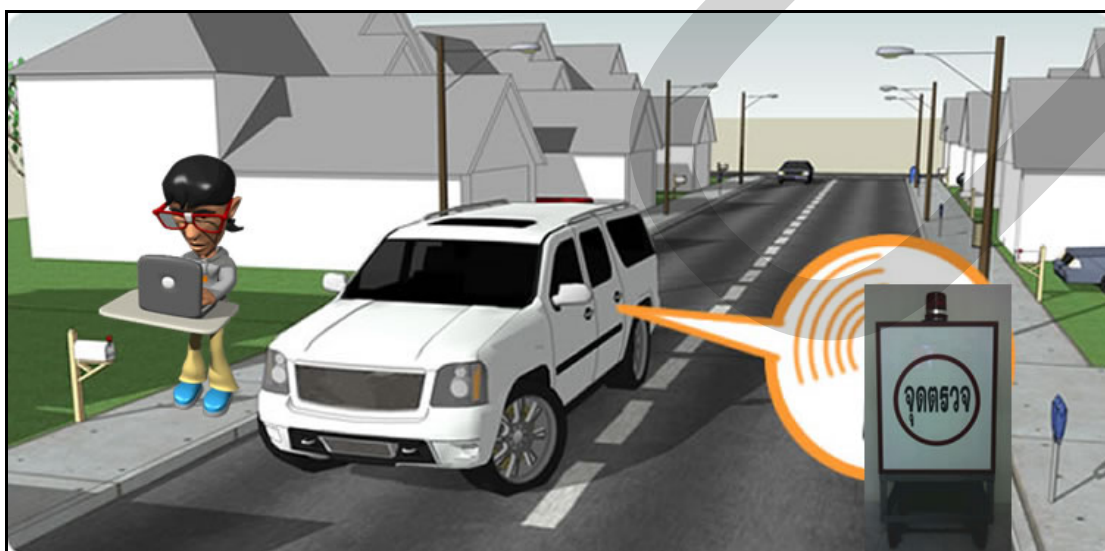
การพัฒนาอาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะใกล้ เพื่อทำการตรวจสอบรถที่ไม่เคลื่อนที่ และบันทึกข้อมูลที่ต้องการอย่างรวดเร็วบนป้ายภาษีรถอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการประยุกต์ใช้กับป้ายภาษีรถนั้นยังเป็นเพียงต้นแบบของป้ายภาษีรถระบุตัวตนที่น่าจะนำมาพัฒนาต่อเนื่องต่อไป ในเรื่องของระยะอ่านที่ควรจะมีไกลขึ้น สามารถช่วยลดขั้นตอนเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในขั้นตอนการทำงานจัดการเลขทะเบียนรถของเจ้าหน้าที่ การพัฒนาเพื่อตรวจสอบคดี และบันทึกประวัติการทำความผิดของรถให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และการวางแผนงบประมาณในการลงทุนพัฒนาการจัดการเลขทะเบียนรถกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีทั้งระบบ นอกจากนี้ยังสามารถเอารูปแบบการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์มาประยุกต์ได้กับในหลายๆ ระบบงาน อันได้แก่ ระบบสามารถนำมาใช้กับงานของกรมการประกันภัยเพื่อทำป้ายประกันภัยรถอิเล็กทรอนิกส์ ระบบนำมาใช้กับบัตรใบขับขี่อิเล็กทรอนิกส์ของกรมการขนส่งทางบก ระบบนำมาใช้ได้กับงานบริการรถสาธารณะ ระบบนำมาใช้กับค่าผ่านทางด่วนเป็นธุรกรรมทางการเงินรวมไปถึงการทำงานกับบัตรเข้าออกสถานที่สำคัญต่าง สถานที่ราชการ สถานที่ส่วนบุคคล หรือ บัตรจอดรถตามสถานที่สำคัญต่างๆ โดยมีตัวอย่างของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีสำหรับการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ในระยะใกล้ ดังภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะใกล้

6.4.2 การพัฒนาอาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะไกล

การพัฒนาอาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะไกล เพื่อตรวจสอบรถที่เคลื่อนที่บนท้องถนน สำหรับการประยุกต์ใช้กับป้ายทะเบียนรถนั้นก็ยังเป็นเพียงต้นแบบขึ้นอยู่กับขอบเขตของอุปกรณ์ที่นำมาพัฒนา ซึ่งการทำงานจริงมองที่กำลังการกระจายคลื่นของอุปกรณ์เป็นสำคัญ สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อให้เกิดการประยุกต์ใช้กับการทำงานอย่างจริงจัง ผู้วิจัยได้ทดลองทำดังนี้ การสร้างตู้จุดตรวจสำหรับงานตรวจสอบรถบนทางหลวง โดยมีตัวอย่างของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีสำหรับการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ในระยะไกล ดังภาพที่ 6.2 แล้วดำเนินการตรวจสอบรถที่วิ่งเข้าด่านตรวจ ตามภาพที่ 6.3 หรือการตรวจสอบรถตอนเลี้ยวโค้งผ่านตู้จุดตรวจสำหรับตรวจทางโค้งป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า ตามภาพที่ 6.4 หรือการตรวจสอบรถที่วิ่งผ่านฐานตรวจตามภาพที่ 6.5 และภาพที่ 6.6 นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน พร้อมกับเปลี่ยนจากการวางแท็กที่ป้ายทะเบียนมาเป็นวางที่ตัวรถตามจุดที่ต้องการ โดยการประยุกต์ใช้ อันได้แก่ งานตรวจการเคลื่อนที่หรือการเดินทางของรถขนส่งสินค้า งานที่ต้องการตรวจสอบรถที่เข้าใช้บริการศูนย์ตรวจสอบสภาพรถ งานสำหรับการนับจำนวนรถรับจ้างเข้าออก งานตรวจนับรถบนทางด่วนหรือทางหลวง รวมไปถึงงานตรวจรถเข้าออกผ่านประตูบ้านหรือประตูสถานที่เฉพาะผู้มีสิทธิเข้าออกโดยเปลี่ยนจากเอาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีมาติดที่ประตู



ภาพที่ 6.2 อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถในระยะไกล



ภาพที่ 6.3 การดำเนินการตรวจสอบรถที่วิ่งเข้าด่านตรวจ



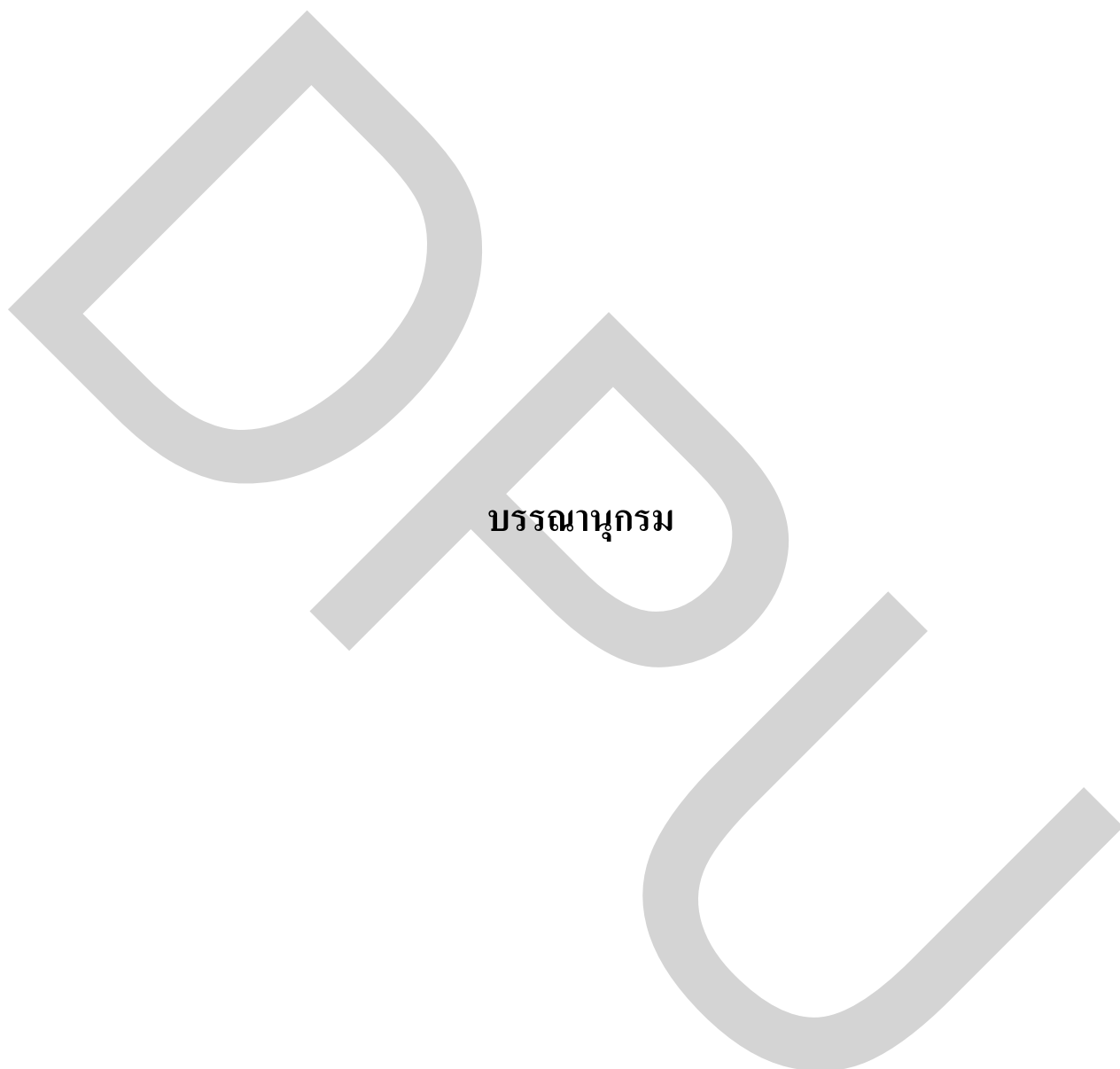
ภาพที่ 6.4 การตรวจสอบรถตอนเลี้ยวโค้งผ่านตู้จุดตรวจ



ภาพที่ 6.5 การทดลองให้รถยนต์ใหญ่วิ่งผ่านฐานตรวจ



ภาพที่ 6.6 การทดลองให้รถยนต์เล็กวิ่งผ่านฐานตรวจ



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กรมการขนส่งทางบก. (2522). คู่มือปฏิบัติงานด้านทะเบียนและภาษีรถตามพระราชบัญญัติ

รถยนต์. กรุงเทพฯ : กรมการขนส่งทางบก.

กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล และพนิดา พานิชกุล. (2550). วิศวกรรมซอฟต์แวร์. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล และ กิตติพงษ์ กลมกล่อม. (2548, พฤษภาคม). คัมภีร์การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

ค่านาย อภิปรัชญาสกุล. (2547). คู่มือออกแบบและติดตั้งระบบบาร์โค้ดในโลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน. กรุงเทพฯ : นัฐพรการพิมพ์.

เฉลิมพล น้ำค้าง. (2549). คลื่นและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประสิทธิ์ ทิมพูลิ และ ไพโรจน์ ไวนิชกิจ. (2549, สิงหาคม). เทคโนโลยี RFID. กรุงเทพฯ : โครงการไอซีที-เทเลคอมออนไลน์.

พรฤดี เนติโสภาคกุล. (2549). วิศวกรรมซอฟต์แวร์ ทฤษฎี หลักการและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพฯ : ท็อป.

พิพัฒน์ หิรัณย์วิชชากร. (2545). ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มณีโชติ สมานไทย. (2546, กุมภาพันธ์). การเขียนโค้ด ASP.NET ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : อดีซี.

ยุทธนา ลีลาศวัฒน์กุล. (2546, มกราคม). คู่มือ Visual C++.NET ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : อดีซี.

เลิศ แซ่ตั้ง. (2546). Smart Card Technology. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โครงการโปรแกรม RFID (NECTEC : National Electronics and Computer Technology Center). (2549). รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). (2537, พฤษภาคม). **การจัดระบบการจราจรและการขนส่ง**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NECTEC : National Electronics and Computer Technology Center). (2549, สิงหาคม), **โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนา RFID สำหรับภาคอุตสาหกรรมและบริการ**. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ. (2546). **เส้นทางสู่รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2549). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

บทความ

บรรจง หะรังษี. (2547, สิงหาคม). **ความรู้เบื้องต้นของการเข้ารหัสข้อมูล**. ศูนย์ประสานงานการรักษาความปลอดภัยคอมพิวเตอร์ ประเทศไทย.

ฝ่ายบัญชีและเครื่องยนต์. (2549, กุมภาพันธ์). **การกำหนดอักษรประจำหมวดนำหน้าหมายเลขทะเบียนรถ**. กรุงเทพฯ : กรมการขนส่งทางบก.

วรรณพร ด้านชัย. (2547). **GPRS คืออะไร**. อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2550, มกราคม). เอกสารประกอบการฝึกอบรม การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี (RFID) เบื้องต้น. โครงการฝึกอบรมหลักสูตรระยะสั้น.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2550, มีนาคม). **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สวทช. ประจำปี 2550**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

วิทยานิพนธ์

- ชนบพันธุ์ ไตรย์พีชน. (2544). การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดระบบการจราจรให้มีประสิทธิภาพในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล, วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิทยาลัยนวัตกรรมอุดมศึกษา, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ทะนงศักดิ์ ศิริทินพงษ์. (2541). การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นพพร เหลืองขวัญยืน. (2545). ความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยี GPRS (General Packet Radio Service) กับการให้บริการโทรศัพท์มือถือของไทย. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการบริหารโทรคมนาคม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เจริญ ศรีแสง. (2543). การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายคลื่นวิทยุความถี่ 145 เมกะเฮิรตซ์. วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุกัญญา จังเจริญจิตต์กุล. (2547). การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพดิจิทัลแบบทันกาล. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อริคม เรืองใจ. (2547). ความพึงพอใจของเจ้าของรถต่อการออกหมายเลขทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคล ของกรมการขนส่งทางบก กรุงเทพมหานคร. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขารัฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาต่างประเทศ

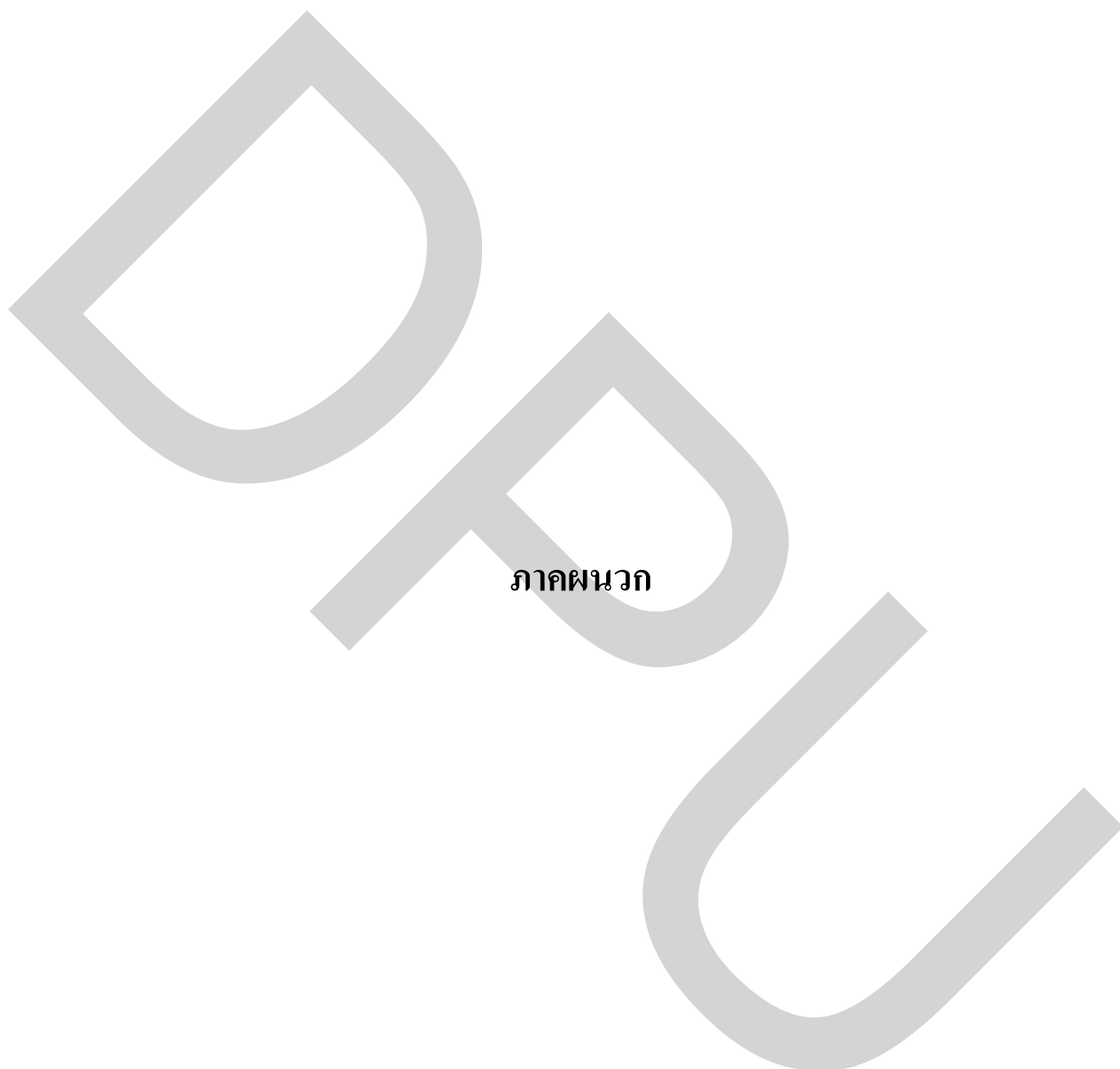
BOOKS

- Alan Dennis-Barbara Haley Wixom-David Tegarden. (2005). **System Analysis and Design with UML version 2.0**. England : John Wiley & Sons, Inc.
- Claus Heinrich. (2005) **RFID and Beyond: Growing Your Business Through Real World Awareness**. England : John Wiley & Sons, Inc.
- George Shepherd and David Kruglinski, (2002). **Programming with Visual C++.NET**. United States of America : Microsoft Press.

- John KopalChick III and Christopher Monk. (2005). **RFID Risk Management**. Canada : Internal Auditor.
- Julian templeman and Andy Olsen. (2002) **Microsoft Visual C++.NET Step by Step**. United States of America : Microsoft Press.
- Klaus Finkenzeller. (2003). **RFID Handbook**. England : John Wiley & Sons, Inc.
- Manish Bhuptani and Shahram Moradpour. (2005). **RFID Field Guide, Deploying Radio Frequency Identification Systems**. Sun Microsystems.
- O. Liechti and D. Guinard. (2006). **RFID Middleware: Ensuring Qualities of Service for the Internet of Objects**. In Software Engineering Today - Building Better Software Faster and Smarter, Zürich, Switzerland.
- Pankaj Jalote. (2005). **An Integrated Approach to Software Engineering**. United States of America : Springer-Verlag New York Inc.
- Simson Garfinkel and Beth Rosenberg. (2005). **RFID Application Security, and Privacy**. Canada : Addison-Wesley Professional.

ELECTRONIC SOURCES

- Advanced ID Corporation, Asia Engineering. (2007). Communication Protocol AID UHF Readers. from <http://www.aae.co.th>
- Advanced ID Corporation, Asia Engineering. (2007). Inline Container tag for ISO18000-6B. from <http://www.aae.co.th>
- International Organization for Standardization. (2004). Information technology Radio frequency identification for item management ISO/IEC18000-6 Part6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz. from <http://www.iso.org>
- Philp Semiconductors. (2001). Mifare Standard Card IC MF1 IC S50 Functional Specification. from <http://www.semiconductors.philips.com>
- Wireless Dynamics Inc. (2006). SDiD-DK-1020 Development Kit. from <http://www.wdi.ca>



ภาคผนวก ก

คำนิยามเบื้องต้นของลักษณะและประเภทรถตาม พ.ร.บ.รถยนต์ พ.ศ. 2522

คำนิยามเบื้องต้นของลักษณะและประเภทรถตาม พ.ร.บ.รถยนต์ พ.ศ. 2522

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน | 10. รถยนต์บริการทัศนาจร |
| 2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน | 11. รถยนต์บริการให้เช่า |
| 3. รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล | 12. รถจักรยานยนต์ |
| 4. รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล | 13. รถแทรกเตอร์ |
| 5. รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด | 14. รถบดถนน |
| 6. รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (รถแท็กซี่) | 15. รถใช้งานเกษตรกรรม |
| 7. รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง | 16. รถพ่วง |
| 8. รถยนต์รับจ้างสามล้อ | 17. รถจักรยานยนต์สาธารณะ |
| 9. รถยนต์บริการธุรกิจ | |

1. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (รย.1)

เป็นรถที่ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร เช่น



ภาพที่ ก.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (รย.1)

2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน (รย.2)

เป็นรถที่ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร และความยาวของตัวถังวัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหลังถึงท้ายรถต้องไม่เกิน 2 ใน 3 ของความยาววัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหน้าถึงศูนย์กลางเพลาล้อหลัง เช่น



ภาพที่ ก.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน (รย.2)

รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3)

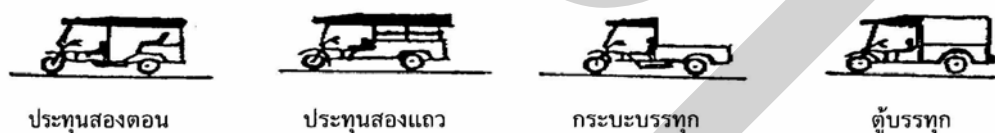
เป็นรถซึ่งมิได้ใช้ประกอบการขนส่งส่วนบุคคลตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร และความยาวของตัวถังวัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหลังถึงท้ายรถไม่เกิน 3 ใน 5 ของความยาววัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหน้าถึงศูนย์กลางเพลาล้อหลัง เช่น



ภาพที่ ก.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3)

รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล (รย.4)

เป็นรถที่ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 1.50 เมตร ยาวไม่เกิน 4 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 550 ลูกบาศก์เซนติเมตร เช่น



ภาพที่ ก.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล (รย.4)

รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด (รย.5)

ต้องเป็นรถเก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่าสี่ประตู น้ำหนักรถไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ ก.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด (รย.5)

รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน (รย.6)

ต้องเป็นรถเก๋งสองตอน ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร มีประตูไม่ต่ำกว่าสี่ประตูซึ่งต้องเป็นประตูที่มีได้ติดตั้งระบบควบคุมการปิดเปิดประตูจากศูนย์กลาง (CENTRAL LOCK) กระจกกันลมต้องเป็นกระจกโปร่งใสสามารถมองเห็นสภาพภายในรถและสภาพจราจรภายนอกได้ชัดเจน และห้ามมิให้นำวัสดุอื่นใดมาติดหรือบังส่วนหนึ่งส่วนใดของกระจก เว้นแต่เป็นการติดเครื่องหมายหรือเอกสารตามที่กฎหมายกำหนดหรือการติดวัสดุสำหรับบังหรือกรองแสงแดดที่กระจกกันลมด้านหน้าตามขนาดที่กรมการขนส่งทางบกกำหนด เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันตั้งแต่ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรขึ้นไป สำหรับรถยนต์รับจ้าง (TAXI – METER) ที่จดทะเบียนตั้งแต่วันที่ 17 เมษายน 2535 เป็นต้นไป (ยกเว้นรถยนต์รับจ้างที่เจ้าของรถนำมาจดทะเบียนแทนรถยนต์รับจ้างที่จดทะเบียนก่อนวันที่ 17 เมษายน 2535) ต้องเป็นรถเก๋งสองตอน หรือรถเก๋งสองตอนที่มีพื้นที่บรรทุกภายในตัวรถ (รถเก๋งสองตอนแวน) ที่ผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีขนาดกว้างของรถไม่เกิน 2.5 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร มีประตูไม่ต่ำกว่าสี่ประตู และมีเครื่องยนต์ที่มีความจุในกระบอกสูบ รวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ ก.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน (รย.6)

รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง (รย.7)

ต้องเป็นรถสองตอนมีประตูไม่ต่ำกว่าสองประตูขนาดกว้างของรถไม่เกิน 1.50 เมตร ยาวไม่เกิน 4 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ ก.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง (รย.7)

รถยนต์รับจ้างสามล้อ (รย.8)

ต้องมีลักษณะประทุน โดยมีที่นั่ง 2 ตอน หรือ 2 แถว ขนาดกว้าง ไม่เกิน 1.50 เมตร ยาวไม่เกิน 4 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 550 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ ก.8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ (รย.8)

รถยนต์บริการธุรกิจ (รย.9)

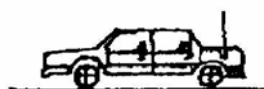
รถยนต์บรรทุกคนโดยสารหรือให้เช่าซึ่งบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน ต้องเป็นรถ เก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่าสี่ประตู น้ำหนักรถไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ซึ่งเป็นรถยนต์ที่ใช้บรรทุกคนโดยสารระหว่างท่าอากาศยาน ท่าเรือเดินทะเล สถานี ขนส่ง หรือสถานีรถไฟกับโรงแรมที่พักอาศัย ที่ทำการของผู้โดยสาร หรือที่ ทำการของ ผู้บริการ ธุรกิจนั้น



ภาพที่ ก.9 รถยนต์บริการธุรกิจ (รย.9)

รถยนต์บริการทัศนาจร (รย.10)

รถยนต์บรรทุกคนโดยสารหรือให้เช่าซึ่งบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน ต้องเป็นรถ เก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่าสี่ประตู น้ำหนักรถไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ซึ่งเป็นรถยนต์ที่ผู้ประกอบการธุรกิจเกี่ยวกับการท่องเที่ยวใช้รับส่งคนโดยสารเพื่อการ ท่องเที่ยว



ภาพที่ ก.10 รถยนต์บริการทัศนาจร (รย.10)

รถยนต์บริการให้เช่า (รย.11)

รถยนต์บริการทุกคนโดยสารหรือให้เช่าซึ่งบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน ต้องเป็นรถเก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่าสี่ประตู น้ำหนักรถไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งเป็นรถยนต์ที่จัดไว้ให้เช่า ซึ่งมีใช่เป็นการเช่าเพื่อนำไปรับจ้างบรรทุกคนโดยสารหรือสิ่งของ



ภาพที่ ก.11 รถยนต์บริการให้เช่า (รย.11)

รถจักรยานยนต์ (รย.12)

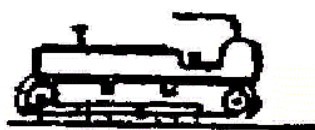
รถที่เดินด้วยกำลังเครื่องยนต์หรือกำลังไฟฟ้าและมีล้อไม่เกินสองล้อ ถ้ามีพ่วงข้างมีล้อเพิ่มอีกไม่เกินหนึ่งล้อ และให้หมายความรวมถึงรถจักรยานที่ติดเครื่องยนต์ด้วยต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 1.10 เมตร ยาวไม่เกิน 2.50 เมตร ถ้ามีพ่วงข้างรถพ่วงของรถจักรยานยนต์ต้องมีขนาดกว้าง ไม่เกิน 1.10 เมตร ยาวไม่เกิน 1.75 เมตร และเมื่อนำมาพ่วงกับรถจักรยานยนต์แล้ว ต้องมีขนาดกว้างวัดจากล้อหลังของรถจักรยานยนต์ถึงล้อของรถพ่วงของรถจักรยานยนต์ ไม่เกิน 1.50 เมตร



ภาพที่ ก.12 รถจักรยานยนต์ (รย.12)

รถแทรกเตอร์ (รย.13)

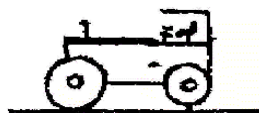
เป็นรถที่มีล้อหรือสายพาน และมีเครื่องยนต์ขับเคลื่อนในตัวเอง เป็นเครื่องจักรกลขึ้นพื้นฐานในงานที่เกี่ยวข้องกับการขุด ตัก ดัน หรือขุดลาก เป็นต้น หรือรถยนต์สำหรับลากจูงซึ่งมิได้ใช้ประกอบการขนส่งส่วนบุคคลตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบกต้องมีขนาดกว้าง ไม่เกิน 4.40 เมตร ยาวไม่เกิน 16.20 เมตร



ภาพที่ ก.13 รถแทรกเตอร์ (รย.13)

รถบดถนน (รย.14)

เป็นรถที่ใช้ในการบดอัดวัสดุบนพื้นให้แน่น และมีเครื่องยนต์ขับเคลื่อนในตัวเอง หรือใช้รถอื่นลากจูง ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 3.50 เมตร ยาวไม่เกิน 8 เมตร



ภาพที่ ก.14 รถบดถนน (รย.14)

รถใช้งานเกษตรกรรม (รย.15)

เป็นรถที่ผลิตหรือประกอบขึ้นเพื่อใช้งานเกษตรกรรม โดยใช้เครื่องยนต์ซึ่งมิได้ใช้สำหรับรถยนต์โดยเฉพาะมาติดตั้ง ต้องเป็นรถที่มีสามล้อหรือสี่ล้อ น้ำหนักไม่เกิน 1,600 กิโลกรัม มีขนาดกว้างไม่เกิน 2 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ ก.15 รถใช้งานเกษตรกรรม (รย.15)

รถพ่วง (รย.16)

เป็นรถที่เคลื่อนที่ไปโดยใช้รถอื่นลากจูงต้องมีขนาดกว้าง ไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร เช่น



พ่วง



กึ่งพ่วง

ภาพที่ ก.16 รถพ่วง (รย.16)

ภาคผนวก ข
สถิติการจดทะเบียนรถ ประจำปี 2549

สถิติการจดทะเบียนรถ ประจำปี พ.ศ. 2549

สถิติจำนวนรถที่มาดำเนินการทางทะเบียนรถ ตาม พ.ร.บ.การขนส่งทางบก

จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2549

Number of Vehicle Registered in Thailand as of 31 December 2006 (คัน : Unit)

ประเภทรถ Type of Vehicle	ทั่วประเทศ Whole Kingdom
รวมทั้งสิ้น Grand Total	24,807,297
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ Total Vehicle under Motor Vehicle Act	23,958,454
รถ. 1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน Sedan (Not more than 7 Pass.) รถ. 2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน Microbus & Passenger Van รถ. 3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล Van & Pick Up รถ. 4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล Motortricycle รถ. 5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด Interprovincial Taxi รถ. 6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน Urban Taxi รถ. 7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง Fixed Route Taxi รถ. 8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ Motortricycle Taxi (Tuk Tuk) รถ. 9 รถยนต์บริการธุรกิจ Hotel Taxi รถ.10 รถยนต์บริการทัศนาจร Tour Taxi รถ.11 รถยนต์บริการให้เช่า Car For Hire รถ.12 รถจักรยานยนต์ Motorcycle รถ.13 รถแทรกเตอร์ Tractor รถ.14 รถบดถนน Road Roller รถ.15 รถใช้งานเกษตรกรรม Farm Vehicle รถ.16 รถพ่วง Automobile Trailer รถ.17 รถจักรยานยนต์สาธารณะ Public Motorcycle	3,312,941 395,318 4,173,577 1,320 20 82,930 5,823 23,325 1,814 282 55 15,650,267 90,209 9,802 80,803 1,833 128,135

ประเภทรถ Type of Vehicle	ทั่วประเทศ Whole Kingdom
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก Total Vehicle under Land Transport Act	848,843
รวมรถโดยสาร Bus : Total	114,188
แยกเป็น - ประจำทาง Fixed Route Bus	78,870
- ไม่ประจำทาง Non Fixed Route Bus	26,117
- ส่วนบุคคล Private Bus	9,201
รวมรถบรรทุก Truck : Total	718,562
แยกเป็น - ไม่ประจำทาง Non Fixed Route Truck	124,889
- ส่วนบุคคล Private Truck	593,673
โดยสารขนาดเล็ก Small Rural Bus	16,093
ค. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน Total Vehicle under Non Motorized Vehicle Act	-

ภาคผนวก ค
แบบประเมินคุณภาพ และแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

แบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์
ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

แบบประเมินเลขที่.....

สถานที่.....

คำชี้แจง แบบประเมินงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่ทำวิจัยร่วมกับฝ่ายโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โดยมีคำชี้แจงดังต่อไปนี้

1. ผู้ตอบแบบประเมินนี้ ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์
2. แบบประเมินฉบับนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบบประเมินนี้จะไม่มีผลกระทบใดๆ กับผู้ตอบแบบประเมินขอให้ท่านแสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริง

โดย	A	หมายถึง	100	คะแนน
	9	หมายถึง	90	คะแนน
	8	หมายถึง	80	คะแนน
	7	หมายถึง	70	คะแนน
	6	หมายถึง	60	คะแนน
	5	หมายถึง	50	คะแนน
	4	หมายถึง	40	คะแนน
	3	หมายถึง	30	คะแนน
	2	หมายถึง	20	คะแนน
	1	หมายถึง	10	คะแนน
	0	หมายถึง	0	คะแนน

3. แบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน (2 หน้า) (กรุณาใส่คะแนน)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินที่มีต่อการทำงานของระบบ
ระยะใกล้

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินที่มีต่อการทำงานของระบบ
ระยะไกล

แบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์
ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

ชื่อ.....นามสกุล.....
 หน่วยงาน.....แผนก.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓

หน้าข้อความต่อไปนี้)

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ 20-29 ปี ☐ 30-39 ปี ☐ 40-49 ปี ☐ 50 ปี ขึ้นไป
3. วุฒิการศึกษาสูงสุด ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก
4. ประสบการณ์การทำงาน ☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1-2 ปี ☐ 3-4 ปี ☐ 5 ปี ขึ้นไป
5. ท่านมีความรู้เรื่องเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมากน้อยแค่ไหน
☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐ น้อยที่สุด
6. ท่านมีความรู้เรื่องการจัดการเลขทะเบียนรถมากน้อยแค่ไหน
☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐ น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบระยะใกล้
 (กรุณาใส่คะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ (HF)	คะแนน
ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งาน	
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้	
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	

แบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (ต่อ)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบระยะใกล้
(กรุณาใส่คะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้ (HF) ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งาน	คะแนน
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้	
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	
2.2 ระบบมีความทันสมัย	
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้	
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	
3.4 ระบบสามารถให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	

ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นที่มีต่อระบบระยะใกล้

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (ต่อ)

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบระยะไกล

(กรุณาใส่คะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล (UHF) ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งาน	คะแนน
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล	
1.1 ระบบ มีความสามารถนำมาใช้งานจริง	
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการทำงาน	
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล	
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	
2.2 ระบบมีความทันสมัย	
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล	
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	
3.4 ระบบสามารถให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะไกล	

ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นที่มีต่อระบบระยะไกล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน

แบบสอบถามการวิจัย

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

แบบสอบถามเลขที่.....

สถานที่.....

คำชี้แจง แบบสอบถามงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่ทำวิจัยร่วมกับฝ่ายโปรแกรมระบุลักษณะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โดยมีคำชี้แจงดังต่อไปนี้

1. ผู้ตอบแบบสอบถามนี้ ได้แก่ กลุ่มตำรวจ และเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก
2. แบบสอบถามฉบับนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบบสอบถามนี้จะไม่มีผลกระทบใดๆ กับผู้ตอบแบบสอบถามขอให้ท่านแสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริงโดย

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

3. แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน (2 หน้า)

(กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความ)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการทำงานของระบบระยะใกล้

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการทำงานของระบบระยะไกล

แบบสอบถาม

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม ☐ เจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก ☐ เจ้าหน้าที่ตำรวจ

หน่วยงาน.....แผนก.....

หน้าที่รับผิดชอบ.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความต่อไปนี้)

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ 20-29 ปี ☐ 30-39 ปี ☐ 40-49 ปี ☐ 50 ปี ขึ้นไป
3. วุฒิการศึกษา ☐ มัธยมหรือต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก
4. ประสบการณ์การทำงาน ☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1-2 ปี ☐ 3-4 ปี ☐ 5 ปี ขึ้นไป
5. ท่านมีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์มากน้อยแค่ไหน
☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐ น้อยที่สุด
6. ท่านมีความรู้เรื่องการจัดการเลขทะเบียนรถมากน้อยแค่ไหน
☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐ น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบระยะใกล้ (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบ อาร์เอฟไอดีระยะใกล้ (HF)	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้					
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง					
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน					
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น					
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว					
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน					

แบบสอบถาม

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (ต่อ)
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบระยะใกล้
 (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบ อาร์เอฟไอดีระยะใกล้ (HF)	มาก ที่สุด (5)	มาก (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้					
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน					
2.2 ระบบมีความทันสมัย					
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของ อุปกรณ์					
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอ โปรแกรม					
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอ โปรแกรม					
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะใกล้					
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมา แสดงผล					
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผล ข้อมูล					
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ					
3.4 ระบบสามารถให้ข้อมูลตามที่หน่วยงาน ต้องการใช้					
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้					
4. โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจต่อ ระบบระยะใกล้					

แบบสอบถาม

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (ต่อ)
ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบระยะไกล
 (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบ อาร์เอฟไอดีระยะไกล (UHF)	มาก ที่สุด (5)	มาก (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล					
1.1 ระบบ มีความสามารถนำมาใช้งานจริง					
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการทำงาน					
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น					
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว					
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน					
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล					
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน					
2.2 ระบบมีความทันสมัย					
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของ อุปกรณ์					
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม					
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอ โปรแกรม					
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดีระยะไกล					
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมา แสดงผล					
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผล ข้อมูล					

แบบสอบถาม

ความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (ต่อ)
ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบระยะไกล
 (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ความคิดเห็นที่มีต่อการทำงานของระบบ อาร์เอฟไอดีระยะไกล (UHF)	มาก ที่สุด (5)	มาก (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ					
3.4 ระบบสามารถให้ข้อมูลตามที่หน่วยงาน ต้องการใช้					
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้					
4. โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจต่อ ระบบระยะไกล					

ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงการเก็บแบบสอบถามสำหรับหน่วยงาน

เนื่องจากแบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เก็บข้อมูลความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ที่มีต่อระบบการจัดการเลขทะเบียนรถด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี **จึงขอ**
อนุญาตหน่วยงานดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- แจ้งหน่วยงานเพื่อให้ทราบว่าผู้วิจัยจะขออนุญาตประเมินความคิดเห็น
- แจ้งผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานช่วยปรับปรุงและแก้ไขแบบสอบถามให้สอดคล้องกับภารกิจหรือกิจกรรมที่จะประเมินความคิดเห็น (สามารถเพิ่มหรือลดคำถามได้ตามความเหมาะสม)
 - 1) ผู้เชี่ยวชาญชื่อ.....นามสกุล.....
ตำแหน่งงาน.....
 - 2) ผู้เชี่ยวชาญชื่อ.....นามสกุล.....
ตำแหน่งงาน.....
- ผู้วิจัยรับแบบสอบถามกลับมาจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงเป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์
- ผู้วิจัยขออนุญาตจัดทำและส่งแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ให้แก่หน่วยงานของท่าน โดยแนบสำเนาจำนวน..30...ชุด เพื่อจัดเก็บข้อมูลความคิดเห็น
- ผู้วิจัยขออนุญาตเก็บรวบรวมแบบสอบถามภายในระยะเวลาที่กำหนด
- ผู้วิจัยจะแจ้งผลการประเมินความคิดเห็นให้หน่วยงานทราบในภายหลัง

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายณภัทร รัตนากินทร์

นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
โทร. 086-0837934

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบสอบถาม

เรียงลำดับรายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการประเมินผลการทดสอบคุณภาพของระบบการพัฒนาระบบอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ มีดังนี้

1.1. อาจารย์อรอุมา มุลวัตร

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	ระยะใกล้	ระยะไกล
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี		
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	10	9
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	9	9
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	9	9
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	8	9
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	9	9
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี		
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	9	9
2.2 ระบบมีความทันสมัย	9	9
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	9	9
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	9	9
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	9	9
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี		
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	9	9
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	9	9
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	9	9
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	9	9
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	9	9
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	9	9

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินคุณภาพ (บันทึกจากการสัมภาษณ์)

งานวิจัยการพัฒนาระบบอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ นี้ น่าจะสามารถนำมาใช้งานจริงในอนาคตได้ โดยอาจารย์ ดร.อรรณ อัมสมบัติ

1.2. ดร.อรรณณ อัมสมบัติ

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	ระยะใกล้	ระยะไกล
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี		
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	8	9
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	10	10
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	9	10
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	10	9
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	10	10
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี		
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	9	10
2.2 ระบบมีความทันสมัย	10	10
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	10	9
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	9	9
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	9	9
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี		
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	9	9
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	9	9
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	9	9
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	10	9
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	10	10
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	9	9

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินคุณภาพ (บันทึกจากการสัมภาษณ์)

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ โดยอาจารย์ ดร.อรรณณ อัมสมบัติ

1.3. อาจารย์เจษฎา ขจรฤทธิ์

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	ระยะใกล้	ระยะไกล
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี		
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	10	9
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	10	10
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	8	9
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	9	8
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	10	8
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี		
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	10	9
2.2 ระบบมีความทันสมัย	10	10
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	10	10
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	10	10
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	10	9
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี		
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	8	10
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	8	8
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	8	8
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	10	10
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	10	10
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	10	9

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินคุณภาพ (บันทึกจากการสัมภาษณ์)

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ โดยอาจารย์เจษฎา ขจรฤทธิ์

1.4. อาจารย์วิญญู นิรนาทล้ำพงษ์

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	ระยะใกล้	ระยะไกล
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี		
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	9	10
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	10	10
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	8	8
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	8	8
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	8	9
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี		
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	10	9
2.2 ระบบมีความทันสมัย	9	9
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	9	10
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	9	10
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	9	10
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี		
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	9	9
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	9	9
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	9	9
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	9	9
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	9	9
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	9	9

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินคุณภาพ (บันทึกจากแบบสอบถาม)

เห็นด้วยในการพัฒนาโครงการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นี้ เพราะสามารถนำงานวิจัยมาใช้ประโยชน์ได้จริง โดย อาจารย์วิญญู นิรนาทล้ำพงษ์

1.5. อาจารย์ยรรวัฒน์ เชิงสวัสดิ์

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	ระยะใกล้	ระยะไกล
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี		
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	8	8
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	10	10
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	8	8
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	8	8
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	8	10
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี		
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	7	10
2.2 ระบบมีความทันสมัย	9	10
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	8	10
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	9	8
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	9	8
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี		
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	8	8
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	7	8
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	8	8
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	8	8
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	8	8
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	8	9

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินคุณภาพ (บันทึกจากแบบสอบถาม)

ถ้ารถยนต์วิ่งผ่านในอัตราความเร็วสูง ไม่แน่ว่าเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีงานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์จะสามารถตรวจจับรหัสได้ (เป็นข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์) โดย อาจารย์ยรรวัฒน์ เชิงสวัสดิ์

1.6. อาจารย์พนมพร ดอกประโคน

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	ระยะใกล้	ระยะไกล
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี		
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	10	9
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	10	9
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	10	9
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	8	9
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	9	9
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี		
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	9	9
2.2 ระบบมีความทันสมัย	9	9
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	9	9
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	9	9
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	9	9
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี		
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	9	9
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	9	9
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	9	9
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	9	9
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	9	9
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	9	9

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินคุณภาพ (บันทึกจากการสัมภาษณ์)

งานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ โดยอาจารย์พนมพร ดอกประโคน

1.7. อาจารย์ดวงใจ จิตคงชื่น

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดี	ระยะใกล้	ระยะไกล
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี		
1.1 ระบบมีความสามารถนำมาใช้งานจริง	9	9
1.2 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งาน	9	9
1.3 ระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลที่เพิ่มขึ้น	8	8
1.4 ระบบมีการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็ว	9	8
1.5 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงาน	9	9
2. ด้านการออกแบบโปรแกรมระบบอาร์เอฟไอดี		
2.1 ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	10	10
2.2 ระบบมีความทันสมัย	10	10
2.3 ระบบมีความสวยงามในรูปลักษณะของอุปกรณ์	10	8
2.4 ระบบมีความสวยงามในหน้าจอโปรแกรม	8	8
2.5 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งานหน้าจอโปรแกรม	8	9
3. ด้านความถูกต้องของข้อมูลระบบอาร์เอฟไอดี		
3.1 ระบบมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	8	8
3.2 ระบบมีความแม่นยำของการประมวลผลข้อมูล	10	8
3.3 ระบบมีความน่าเชื่อถือ	9	9
3.4 ระบบให้ข้อมูลตามที่หน่วยงานต้องการใช้	10	10
3.5 ข้อมูลสามารถนำมาช่วยตัดสินใจได้	8	9
4. โดยภาพรวมทั้งหมดที่มีต่อระบบระยะใกล้	9	9

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินคุณภาพ (บันทึกจากแบบสอบถาม)

ควรนำข้อมูล และอุปกรณ์ที่มีอยู่ในงานวิจัยการพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชัน
สำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ไปปรับปรุง ให้สามารถตรวจสอบคดีที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์
ได้อย่างสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดย อาจารย์ดวงใจ จิตคงชื่น

2. ข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

2.1 ข้อเสนอแนะจากเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการเก็บแบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะจาก คุณกัญญา หัวหน้าฝ่ายรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน ได้กล่าวไว้ว่าปัจจุบันเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบกระดาษเป็นรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์นั้นได้มีการประชุมในกลุ่มของผู้บริหารระดับสูง และทางหน่วยงานกรมการขนส่งทางบกได้ทำการจัดทำเป็นใบขบจีอิเล็กทรอนิกส์ไปแล้ว กล่าวได้ว่างานวิจัยการพัฒนาระบบแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์นี้เป็นเรื่องน่าสนใจเป็นอย่างมากแต่ทางหน่วยงานยังไม่มียงบประมาณที่จะดำเนินการ

2. ข้อเสนอแนะจากเจ้าหน้าที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการดำเนินการด้านทะเบียนและภาษี ได้กล่าวไว้ว่า ควรนำเสนอเรื่องต้นทุนและความคุ้มค่าในการลงทุนของงานวิจัยการพัฒนาระบบแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์ จะมีประโยชน์ต่อทางหน่วยงานกรมการขนส่งทางบกเป็นอย่างมาก

3. ข้อเสนอแนะจากเจ้าหน้าที่ชำระค่าภาษี ค่าธรรมเนียม กล่าวไว้ว่าความปลอดภัยเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุด ตัวอย่างเช่น การนำระบบอาร์เอฟไอดีมาใช้ในชีวิตประจำวัน ถ้าแท็กอาร์เอฟไอดีที่เป็นป้ายภาษีหรือป้ายทะเบียนรถถูกดึงออก แล้วทำการโจรกรรมรถยนต์ จะพบว่าไม่สามารถค้นหารถยนต์ที่สูญหายได้

4. ข้อเสนอแนะจากนายทะเบียน เจ้าหน้าที่ฝ่ายรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน กล่าวไว้ว่า งานวิจัยการพัฒนาระบบแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ แต่ต้องใช้งบประมาณและการลงทุนสูง ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนได้ โดยปัจจุบันทางกรมการขนส่งทางบกได้นำบาร์โค้ดมาติดที่ป้ายภาษีรถทดแทนแล้ว

2.2 ข้อเสนอแนะจากเจ้าหน้าที่ตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ

ส่วนข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการเก็บแบบสอบถามของสำนักงานตำรวจ สน.ทุ่งสองห้อง มีดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากตำรวจสอบสวน สน.ทุ่งสองห้อง กล่าวไว้ว่างานวิจัยนี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจ และควรนำระบบมาคิดจริงจัง พร้อมกับให้เวลาทดลองใช้กับหน่วยงานเป็นเวลาอย่างน้อย 2 เดือนขึ้นไป

2. ข้อเสนอแนะจากตำรวจแผนกคดี สืบสวนจับกุมผู้กระทำความผิดทางอาญา กล่าวไว้ว่า งานวิจัยนี้เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่น่าสนใจติดตามเป็นอย่างมาก

3. ข้อเสนอแนะจากตำรวจสายตรวจ กล่าวไว้ว่า ระบบการพัฒนาระบบไอทีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถยนต์มีความทันสมัยมาก แต่ราคาแพงอาจจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุนในระบบงานราชการไทย
4. ข้อเสนอแนะจากตำรวจป้องกันปราบปราม กล่าวไว้ว่า งานวิจัยนี้สมควรได้รับการปรับปรุงพัฒนาต่อ จะได้เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติในอนาคต อีกทั้งยังเป็นความคิดที่สร้างสรรค์ดียิ่งสำหรับการตรวจสอบรถยนต์แบบทันทีทันใดด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์
5. ข้อเสนอแนะจากตำรวจจราจร กล่าวไว้ว่า ระบบมีการออกแบบที่ดี รูปลักษณ์สวยงามน่าใช้ ทำให้การตรวจสอบรถยนต์มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น แต่ด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์รถยนต์มีจำนวนมาก และวิ่งด้วยความเร็วสูง ระบบอาจจะตรวจสอบข้อมูลไม่ทันการ

ภาคผนวก จ

รายชื่อบทความที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ

รายชื่อบทความที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ

1. การประชุมวิชาการของ NECTEC: National Electronics and Computer Technology Center หรือ วารสารวิชาการเนคเทค [NECTEC Technical Journal]

วารสารวิชาการเนคเทคปีที่ 8 ฉบับที่ 20 เดือนกรกฎาคม – ตุลาคม 2551 หมายเลข:

ISSN 1513-2145 หน้าเอกสาร: 100-104 / Oral Presentation Session X: Cyber-Infrastructure

ชื่อเรื่อง: การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับป้ายภาษีรถยนต์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง

NECTEC Technical Journal	
วารสารวิชาการเนคเทคปีที่ 8 ฉบับที่ 20 เดือนกรกฎาคม – ตุลาคม 2551	
Vol. VIII, No. 20, July – October 2008	
ISSN 1513-2145	
Oral Presentation	
A Pongographic Web Filtering Method: In Particular Image Analysis.....	1
Chamsak Sibunruang, Jantima Polpinij, Rupeeporn Chamchong, Somnuk Phangprongpitag, and Anirut Chotthanom	
Acoustical Holography Using Planar Helmholtz Equation Least-Squares Method.....	6
Phakphoom Boonyanant	
Advantages of Prosody Mapping in Cross-Language Speech Synthesis.....	11
Anocha Rugchajaroen, Nattanon Thapthakkul, Ausdang Thangthai, Sitipong Saychum, and Chai Wutwattachai	
Automatic Annotation Inconsistency Detection: an N-Gram-Based Approach.....	16
Prachya Boonkwan, Taneth Ruangritpakorn, and Thepchai Supnithi	
Characteristics of the 3-terminal Magnetotransistor Using Standard CMOS Process Technology.....	24
Chana Leepattarapongpun, Narituchan Penpondex, Toempong Phetchakul, Weera Phenggan, Eakalak Chaowicharut, Chamdet Hruanun and Amporn Poyai	
Parallel Simulation of HGMS Process for Ultra-fine Weakly Magnetic Particles by OpenMp.....	28
K. Hourmkumnuand and C. Phongsensri (Chantrapornchai)	
PDMS Based Thermopneumatic Microvalve for Microfluidic Systems.....	35
Suriya Mongpraneet, Thotsanoppe Kamnerthong, Pattaramon Jongpradist, Anurat Wisitsora-at, and Adison Tuantranont	
Smart vineyard as a case study for digitized agriculture.....	41
Nattapong Tongrod, Adisorn Tuantranont, and Teerakiat Kerdcharoen	
VLSI Implementation of Sensor Interface Circuits in CMOS.....	48
Theerachet Soorapanth	
การจำแนกการเปลี่ยนแปลงเชิงสเปกตรัมความถี่.....	52
อนุวัตร อดุลย์ และ บุญชัย จันทวงศ์วัฒนา	
การจำแนกความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจโดยใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ.....	59
บุษยิณี อนุวัฒน์ และ สุวภา สันวรัตน์	
การออกแบบและพัฒนาระบบการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงที่ได้รับเมื่อทำงานในโหมดการเชื่อมต่อไร้สาย.....	65
ทรมฤทธิ์ ศรีพาณิชย์, กุศลวรา ธีรวิทยุภรณ์, นานัน เทืองอิงตะกุด, กิตติ วงศ์ถาวรวัดน์ และ ศิวรักษ์ ศิวโมกษธรรม	
การประมวลผล Watershed Segmentation สำหรับการแบ่งกลุ่มภาพเอกสาร.....	71
วสันต์เรศ ชื่นสุวรรณ และ นพดล ศิริเพ็ชร	
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการปรับแก้โด่งที่เหมาะสมสำหรับการตรวจจับความถี่ในช่องสัญญาณการบันทึกแบบแนวตั้ง.....	79
ณัฏฐ์ กุศลการชา และ วีระ ไกรวัชรวิวัฒน์	
การประเมินส่วนไม่คงที่ของแบบจำลองเชิงเส้นแบบพหุคูณจากภาพถ่ายรังสีส่วนตัด.....	87
โสภัทร จันทวิมลทอง, เสาวภาสย์ โสภณวิวัฒน์ และ วสัน สันตัญญู	
การหาความสัมพันธ์ของขนาดรูปร่างกับโครงสร้างภายในโดยใช้การจำแนกตามส่วนตัด.....	93
เบญจกร แสงอรุณ และ สุธิยา เจริญศิริวัฒน์	
การออกแบบและพัฒนาระบบการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงที่ได้รับเมื่อทำงานในโหมดการเชื่อมต่อไร้สาย.....	100
นภัทร รัตนาคินทร์, ประพนธ์ บุญไชยสิทธิ์, ชัยชนะ นิตกรพันธ์ และ วิชรากร หนูทอง	
เทคนิคการคำนวณการจำกัดสัญญาณด้วยการตัดกัน และเทคนิคที่เพิ่มพูนเทคนิคการจำกัดสัญญาณแบบจำลอง 3 มิติ.....	105
จักรกริชรา อิมทะโยธิน	
โปรแกรมสำรวจหาและบันทึกการใช้งานบริการรถในบริเวณเครือข่ายแบบเรียลไทม์โดยอาศัยเทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลการให้บริการ.....	111
วันชัย จัฒตา, อรรถกร เต็มอำนาจ และ เฉลิมเชิด อธิษฐานกรวิวัฒน์	
สถานการณ์และความพร้อมใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน.....	118
วันภา บุญราช, พนิดา พงษ์ใหญ่ และ กุศลชาติ นันทิวิทย์นาค	
SPECIAL ISSUE	
NECTEC-ACE 2008	
ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION	
Western Digital NiCT Microsoft Seagate	

ภาพที่ จ.1 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการของ NECTEC

2. การประชุมวิชาการ ม.อ.ภูเก็ตวิจัย ครั้งที่ 1 , The 1st PSU Phuket Research Conference (2008)

สหวิทยาการเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนวันที่ 19-21 พฤศจิกายน 2551 จัดที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต หน้าเอกสาร: 64 / Oral Presentation Session: Information Technology

ชื่อเรื่อง: การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับป้ายทะเบียนรถยนต์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง



ภาพที่ จ.2 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการ ม.อ.ภูเก็ต วิจัย ครั้งที่ 1

3. การประชุมวิชาการ การบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 4 ประชุมวันที่ 16-17 ตุลาคม 2551

จัดที่ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ห้องประชุม ดร.ไสว ชั้น 6 อาคาร 7 หน้าเอกสาร: 6-

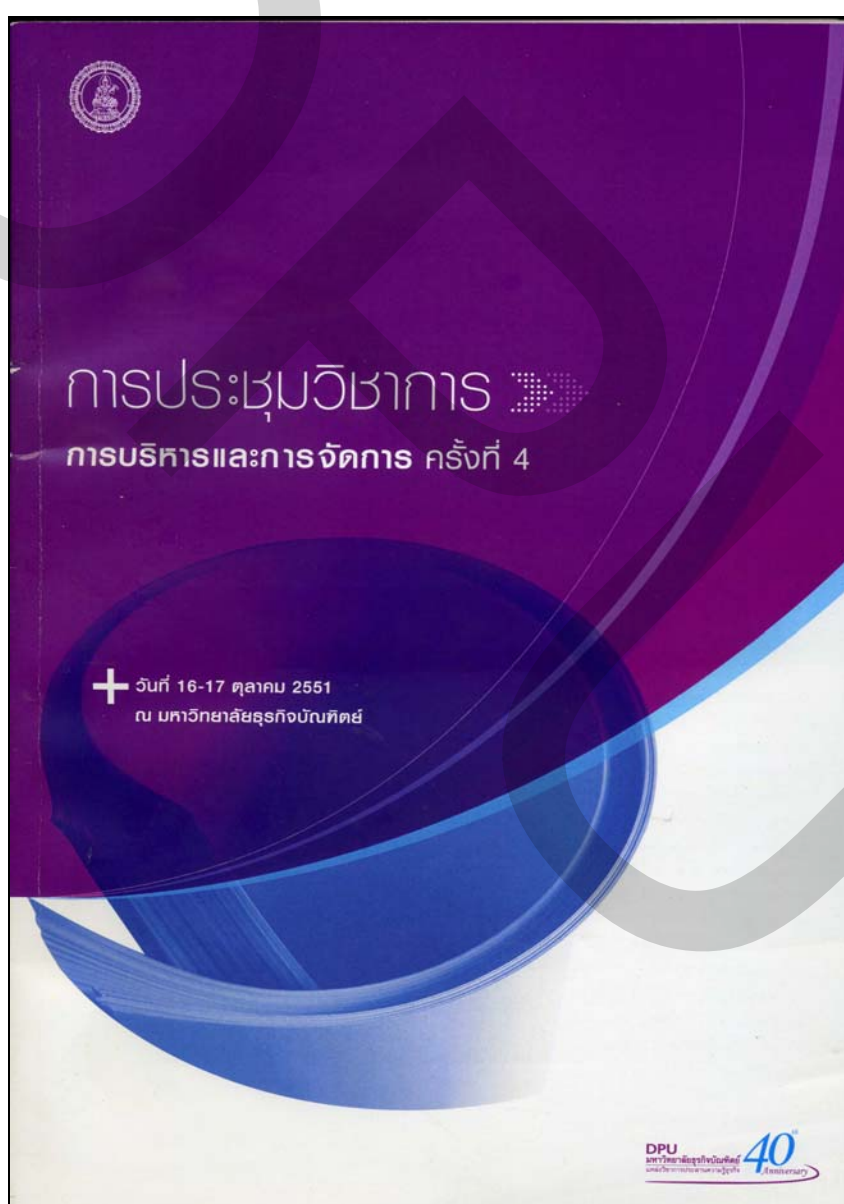
7/ Oral Presentation Session: Information Technology หมายเลข: ISBN 978-974-9554-93-7

ชื่อเรื่อง 1: การบริหารและการจัดการเลขทะเบียนรถบนป้ายภาษีอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยี

อาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันย่านความถี่สูง

2: การบริหารและการจัดการเลขทะเบียนรถบนป้ายทะเบียนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยี

อาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันย่านความถี่สูงยิ่ง



ภาพที่ จ.3 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการ การบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 4

4. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31 หรือ 31st Electrical Engineering Conference

ประชุมวันที่ 29-30 ตุลาคม 2551 ที่รอยัลฮิลล์ กอล์ฟ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครนายก เอกสารเล่ม: Volume II จัดโดยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒและมหาวิทยาลัยศรีปทุม
หน้าเอกสาร: 717-720 รหัส: CM-18 / Oral Presentation Session: Communication [EECON-31]
ชื่อเรื่อง: การพัฒนาอาร์เอฟไอดีแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเลขทะเบียนรถ



การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31
31st Electrical Engineering Conference (EECON-31)

Volume II

- ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)
- อิเล็กทรอนิกส์ (EL)
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DS)
- ระบบควบคุม และการวัดคุม (CT)
- โฟโตนิกส์ (PH)
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (GN)

29 - 31 ตุลาคม 2551
ณ รอยัลฮิลล์ กอล์ฟ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครนายก

ร่วมจัดโดย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

สนับสนุนโดย
WD Western Digital AIS อู่โตงวิศวกรรม CAT NECTEC ABB

ภาพที่ จ.4 หน้าปกหนังสือการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31