

การตรวจนับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวล

ภูวดล ศิริทองธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2564

AUTOMATIC DETECTION OF ANXIETY BRAINWAVE MODEL

PUWADOL SIRIKONGTHAM

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Information Technology Program

College of Innovative Technology and Engineering, Dhurakij Pundit University

2021





ใบรับรองวิทยานิพนธ์

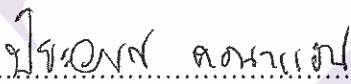
วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปริญญา ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวล
เสนอโดย นาย ภูวคณ ศิริกองธรรม
หลักสูตร ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร ไพรีเกรง

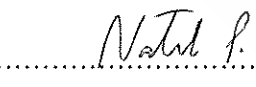
ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกรัฐ รัชกาญจน์)



..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร ไพรีเกรง)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะวรรณ คอนาแสน)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. นวีวรรณ เพ็ชรศิริ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทิกา ปริญญาพล)

วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว


..... คณบดี
(ดร. ชัยพร เจมะภาตะพันธ์)

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับ ความวิตกกังวล
ชื่อผู้เขียน	ภูวดล ศิริกองธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร ไพรีเกรง
สาขาวิชา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

การตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบเกี่ยวกับความวิตกกังวล มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษารูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ 2. เพื่อสร้างตัวแบบวิเคราะห์และวัดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในเหตุการณ์ความจริงเสมือนที่มีผลต่อความวิตกกังวล และ 3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวล ก่อนและหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) และเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 90 คน แบ่งกลุ่มทดลองตามระดับความวิตกกังวลจำนวน 4 กลุ่ม ด้วยแบบสอบถามวัดระดับความวิตกกังวล zung self-rating anxiety scale และทำการวิเคราะห์ตัวแปรของชนิดคลื่นไฟฟ้าสมองที่ส่งผลต่อระดับความวิตกกังวลด้วยสถิติ Paired T-Test นำตัวแปรคลื่นไฟฟ้าสมองมากรองสัญญาณรบกวน (Noise) ด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Simple Moving Average Time Series) จำแนกประเภท (Classification) ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine) และการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกแบบหลายกลุ่ม (Multinomial logistic regression) เพื่อให้ตัวแบบทำนายมีประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งยังออกแบบระบบการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) สำหรับใช้ฝึกกลุ่มผู้มีความวิตกกังวลให้สามารถลดระดับความวิตกกังวลด้วยตนเองได้ จากนั้นทำการเปรียบเทียบสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและหลังการฝึก ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนผ่านการฝึกนิวโรฟีดแบค เพื่อควบคุมคลื่นไฟฟ้าสมอง อย่างต่อเนื่องสามารถช่วยลดความวิตกกังวลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแก่ผู้ฝึกได้ และทำให้เทคโนโลยีความจริงเสมือนและเทคโนโลยีนิวโรฟีดแบค เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาสุขภาพจิตในอนาคต

คำสำคัญ: ความวิตกกังวล, คลื่นไฟฟ้าสมอง, นิวโรฟีดแบค, ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน, การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกแบบหลายกลุ่ม

Dissertation Title	Automatic Detection of Anxiety Brainwave Model
Author	Puwadol Sirikongtham
Dissertation Advisor	Asst.Prof.Dr. Worapat Paireekreng
Academic Program	Information Technology
Academic Year	2020

ABSTRACT

Automatic detection of anxiety brainwave model aims to 1.) study pattern of brainwave affecting anxiety towards confronting virtual reality on the event-related potential 2.) build analytical model and measure anxiety level for virtual reality situation and 3.) compare the contrast of brainwave which affects the anxiety in each level through pre-training and post-training using neurofeedback and virtual reality. There were 90 people in the experiment and separated into 4 groups by level of anxiety. The questionnaire of Zung's self-rating anxiety scale was used to gathered the data. After that, the analysis of variables related to electroencephalography change of brainwave were analysed statistically using Paired T-Test. The model filtered noise of detected electroencephalography using Simple Moving Average Time Series and classified by Support vector machine and Multinomial logistic regression, in order to enhance the performance of the predictive model. Furthermore, the psychotherapy by neurofeedback was introduced to train anxiety people for self-reducing anxiety level. The electroencephalography change of brainwave of through pre-training and post-training were compared. It can be seen that the training by virtual reality through neurofeedback for controlling electroencephalography change of brainwave can decrease the anxiety level of the trainee. Therefore, it appeared that the virtual reality combined with neurofeedback can be the alternative for psychological treatment.

Keyword: Anxiety, Brainwave, Neurofeedback, Support vector machine, Multinomial logistic regression

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร ไพรีเกรง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตั้งแต่การวางแผนการวิจัย ให้ข้อเสนอแนะตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการควบคุมสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในหลาย ประเด็นจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์อย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณที่คณาจารย์คณะเทคโนโลยี สารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้ข้อคิดเห็น และสละเวลาให้กับ ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์นี้ตลอดมา ตลอดจนช่วยตรวจสอบต้นฉบับและแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัย เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณทุนการศึกษาของสถาบัน เทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้เล่าเรียนในระดับปริญญาเอก

ขอขอบคุณนักศึกษา สถาบันไทย-ญี่ปุ่นที่ช่วยสละเวลาเข้าร่วมเป็นผู้ทดสอบในงานวิจัย ให้ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์เก็บข้อมูลที่สถาบันอย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สุวัฒน์ ศรีสุวรรณานุกร สาขาประสาทวิทยา ภาควิชา อายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือและระบบนิเวศโรฟีดแบ็คที่ พัฒนาขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณอาสุภารัตน์ ศิริกองธรรม พี่สาวศนา ศิริ กองธรรม พี่ชายชวลิต ศิริกองธรรม และครอบครัว ผู้ซึ่งให้การอบรมเลี้ยงดู ให้กำลังใจในการศึกษา เล่าเรียนตลอดจนกำลังใจอันสำคัญในการทำให้วิทยานิพนธ์ชิ้นนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

ภูวคณ ศิริกองธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงาน.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 คำถามวิจัย.....	7
1.4 สมมติฐานวิจัย.....	7
1.5 ขอบเขตการศึกษา.....	7
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.8 นิยามศัพท์.....	9
2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 สัญญาณคลื่นสมอง (Brainwave Signal)	11
2.2 การสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Brain Computer Interface)	19
2.3 การตรวจศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-related potential: ERP)	24
2.4 ความจริงเสมือน (Virtual reality)	27
2.5 ความวิตกกังวล (Anxiety) และแนวทางการรักษา.....	30
2.6 การจำแนกคุณสมบัตคลื่นไฟฟ้าสมองโดยใช้เหมืองข้อมูล (EEG Feature Classification)	43
3. ระเบียบวิธีการวิจัย.....	48
3.1 ขั้นตอนการวิจัย.....	48
3.2 ขั้นตอน ที่ 1 วิเคราะห์และจัดกลุ่มของ Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire.....	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นสมองในแต่ละกลุ่มทดลอง.....	
3.4 ขั้นตอนที่ 3 นำคลื่นไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์ต่อความวิตกกังวลมาทำนายระดับ ภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิคSupport Vector Machines (SVM) และเทคนิค Logistic Regression.....	52
3.5 ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบและพัฒนาระบบฝึกจิตบำบัด โดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neuro feedback) และลดความกลัวอย่างเป็นระบบสำหรับกลุ่มที่มีความวิตกกังวล	57
3.6 ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบระบบฝึกจิตบำบัด โดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neuro feedback) เพื่อลดความวิตกกังวล.....	60
4. ผลการดำเนินงาน.....	66
4.1 ผลการวิเคราะห์และจัดกลุ่มระดับความวิตกกังวล (Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire).....	67
4.2 ผลการทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นสมองในแต่ละกลุ่มทดลองก่อนและ ระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า.....	67
4.3 ผลการทำนายคลื่นไฟฟ้าสมองตามระดับภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Support Vector Machines (SVM) และเทคนิค Logistic Regression.....	69
4.4 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบนิวโรฟีดแบค.....	93
4.5 ผลการใช้ ระบบ Neuro feedback เพื่อลดความวิตกกังวล.....	122
5. สรุปอภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	132
5.1 สรุปผลและวิจารณ์.....	138
5.2 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย.....	139
5.3 การนำไปใช้.....	143
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต.....	144
บรรณานุกรม.....	143
ภาคผนวก.....	146
ก. แบบสอบถามวัดระดับวิตกกังวลของ Zung.....	156
ข. ผลการทำแบบสอบถามวัดระดับวิตกกังวลของกลุ่มทดลอง.....	157
	160

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ค. ตัวอย่างข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่ยังไม่ผ่านการแปลงเป็นหน่วยไมโครโวลต์ (μV) ที่ได้จากการบันทึกของตัวอุปกรณ์ Neurosky Mindwave.....	165
ง. ตัวอย่างข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่แปลงเป็นหน่วยไมโครโวลต์ (μV).....	167
จ. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเรื่อง Brainwave Detection Model for Panic Attacks Based on Event-related Potential, Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences (JUBPAS) p.333-344, Vol 27, No 1, April 2019.....	169
ฉ. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเรื่อง EEG Effectiveness of Virtual Reality the Study Acrophobia for the Emotional Elicitation, Journal of Information Science and Technology (JIST) p.56-62, Vol 9, No 2, Dec. 2019.....	169
ช. ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ เรื่อง "The Study of Electronic Brainwave on Horror Games Via Virtual Reality" ,The 7 th International Conference on Computing and Informatics 2019 (ICOCI2019) ,Bangkok ,Thailand ,March 2019.	173
ซ. หนังสือรับรองการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ เรื่อง The use of Neurofeedback and virtual reality in Acrophobia research and treatment, Journal of Information Technology (ITJ) Vol 18, No 1, January 2022.....	175
ประวัติผู้เขียน.....	177

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงเทคนิควิธีการบันทึกคลื่นสมองประเภทต่าง ๆ.....	13
2.2 ชนิดของสัญญาณคลื่นสมองที่แบ่งตามความถี่.....	17
2.3 อุปกรณ์ wireless EEG system รุ่นต่างๆที่มีจำหน่ายเพื่อการค้า.....	17
2.4 แสดงความสัมพันธ์ช่วงเวลา ERP	26
2.5 แสดงระดับความวิตกกังวลและการแสดงออกถึงความวิตกกังวลในด้านต่างๆ.....	35
2.6 งานวิจัยเกี่ยวกับ การทำนายอารมณ์จากคลื่นไฟฟ้าสมอง.....	46
3.1 แสดงขั้นตอนทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นสมองในแต่ละกลุ่มทดลอง.....	53
3.2 แสดงสีและมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น.....	63
4.1 จำนวนและร้อยละของจำนวนกลุ่มประชากรตัวอย่าง.....	68
4.2 ผลการทำแบบสอบถามทางจิตวิทยา Self-rating Anxiety Scale.....	69
4.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความ วิตกกังวล.....	71
4.4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวล เล็กน้อย-ปานกลาง.....	71
4.5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวล เด่นชัด-รุนแรง.....	72
4.6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวล มากที่สุด.....	73
4.7 แสดงค่าของชุดข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่ม.....	74
4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้า สมองชนิด Delta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	77
4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้า สมองชนิด Theta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	80
4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้า สมองชนิด Alpha ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

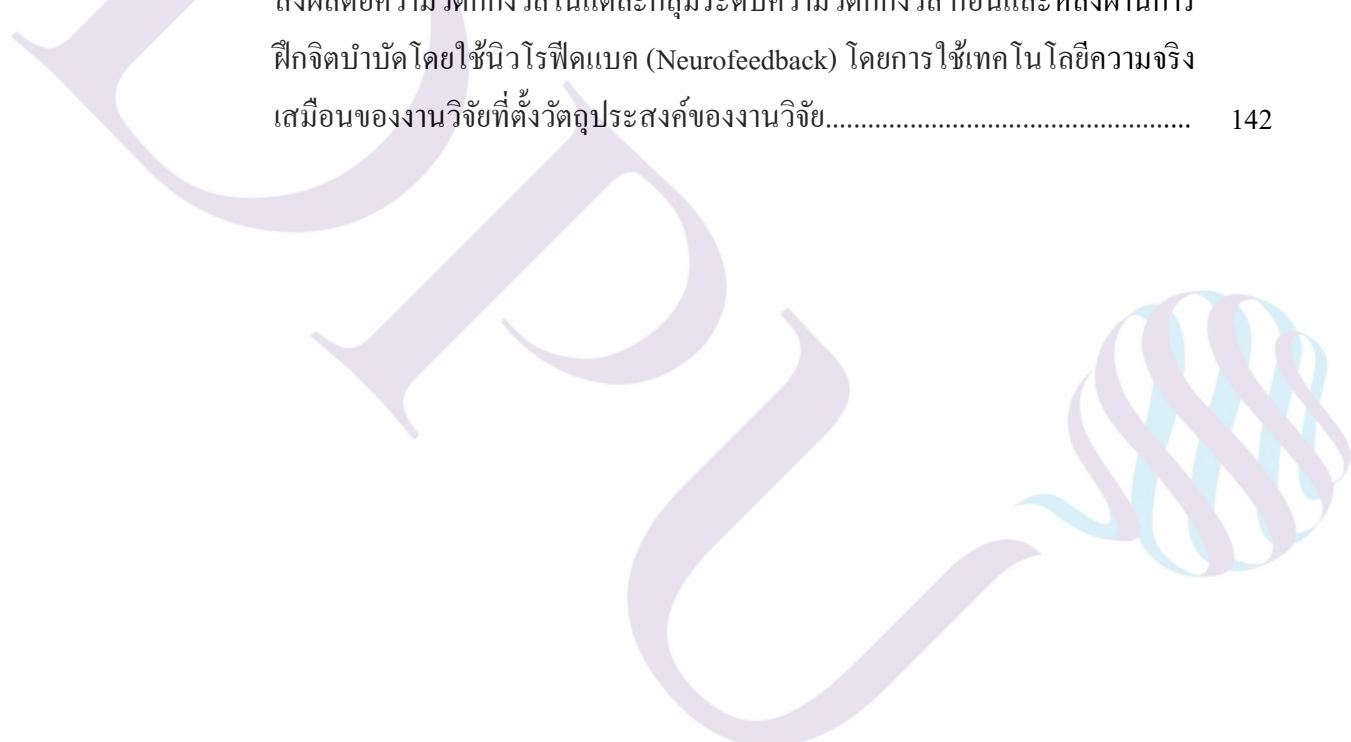
ตารางที่	หน้า
4.11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	84
4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	87
4.13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ Post Hoc (LSD) ของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	88
4.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	91
4.15 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า.....	92
4.16 ตารางแสดงข้อมูลที่เป็น Imbalanced data ของคลื่นสมองในภาวะวิตกกังวลแต่ละกลุ่ม.....	94
4.17 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่น่ามาทำนายด้วยเทคนิค one-vs-all.....	97
4.18 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 1) Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล.....	97
4.19 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 2) Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย- ปานกลาง.....	98
4.20 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 3) Class 2 กลุ่มกลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง.....	98
4.21 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 4) Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด.....	99
4.22 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Linear Kernel ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ.....	103
4.23 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Polynomial Kernel degree = 2 ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ.....	103
4.24 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Polynomial Kernel degree = 3 ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ.....	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.25 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Polynomial Kernel degree = 4 ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ.....	105
4.26 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Gaussian Kernel ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ.....	105
4.27 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Sigmoid Kernel ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ.....	106
4.28 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม Logistic Regression ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ.....	110
4.29 สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบระดับความวิตกกังวล.....	113
4.30 แสดงผลลัพท์ค่า Cutting Score หรือ Threshold ที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มความวิตกกังวล.....	115
4.31 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Kernel ชนิดต่างๆ และ Logistic Regression.....	120
4.32 ตารางเปรียบเทียบผล โดยใช้ค่า Micro-average F-Score จากการใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Kernel ชนิดต่างๆ และ Logistic Regression.....	121
4.33 แสดงรูปแบบเกมนิวโรฟีดแบคและปัจจัยของความกลัวของกัลโลนและคิงส์.....	122
4.34 แสดงสีของมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น.....	123
4.35 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่ม E2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง.....	134
4.36 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่ม E3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง.....	134
4.37 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่ม E4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด.....	135
4.38 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมอง หลังการใช้ Neuro Feedback ของกลุ่มตัวอย่างของกลุ่ม E4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุดและกลุ่ม MCA ที่เข้ารับการรักษาจากคลินิกสุขภาพจิต.....	136

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.1 ตารางสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ 1 การศึกษารูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ของงานวิจัยที่ตั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	140
5.2 ตารางสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ 2 สร้างตัวแบบวิเคราะห์และวัดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในเหตุการณ์ความจริงเสมือนที่มีผลต่อความวิตกกังวลของงานวิจัยที่ตั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	141
5.3 ตารางสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวล ก่อนและหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนของงานวิจัยที่ตั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	142



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่อง การสร้างตัวแบบสำหรับตรวจคลื่นสมองใน ภาวะความวิตกกังวลตามเหตุการณ์เสมือนจริงต่อระดับความวิตกกังวล.....	8
2.1 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองภายใน 1 วินาที.....	14
2.2 ย่นความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง.....	14
2.3 สัญญาณคลื่นเดลต้า (Delta).....	15
2.4 สัญญาณคลื่นเธต้า (Theta).....	15
2.5 สัญญาณคลื่นอัลฟา (Alpha).....	16
2.6 สัญญาณคลื่นเบต้า (Beta).....	16
2.7 คลื่นแกมมา (Gamma).....	16
2.8 แสดงอุปกรณ์ NeuroSky Mindwave	18
2.9 องค์ประกอบเบื้องต้นของระบบการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์.....	20
2.10 การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของมนุษย์ครั้งแรกโดย Hans Berger ในปี 1924.....	21
2.11 รูปแบบของคลื่นสมองที่เกี่ยวกับกิจกรรมทางสมอง สัญญาณที่ใช้สำหรับงาน ด้าน การสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์	23
2.12 แสดงหลักการของการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดคลื่น P3 (P300).....	25
2.13 ภาพของสัญญาณ P300.....	26
2.14 ผลการจำแนกคุณลักษณะของสัญญาณด้วย LDA.....	44
2.15 การแปลงข้อมูลอินพุตให้ไปอยู่ในอวกาศไฮเปอร์เพลน (Hyperplane)	45
2.16 ตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ	45
3.1 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงทดลอง.....	50
3.2 แสดงขั้นตอนการหา Anxiety level ตามแบบสอบถาม Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire.....	52
3.3 แสดงขั้นการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและระหว่างพบสิ่งเร้าที่สร้าง ความวิตกกังวล.....	55
3.4 แสดงสภาพแวดล้อมในขณะการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมการ ทดสอบการถูกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าประเภทความจริงเสมือน.....	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.5 กรอบแนวคิดทำนายระดับความวิตกกังวล.....	57
3.6 แสดงขั้นตอน ออกแบบและพัฒนาระบบ Neuro feedback.....	61
3.7 แสดงขั้นตอนการออกแบบการจำลองสถานการณ์ความจริงเสมือนการลดความ กลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization).....	62
3.8 ภาพแสดงสีและความที่ใช้แสดงมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น.....	63
3.9 แสดงอินเทอร์เฟซของระบบ Neuro feedback สถานการณ์ที่มีวัตถุทำให้ตกใจกลัว สำหรับฝึกควบคุมความวิตกกังวล.....	64
3.10 ภาพแสดงการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและระบบนิเวศที่ พัฒนาขึ้น.....	65
4.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองจากการบันทึกทั้ง 4 กลุ่ม.....	74
4.2 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	75
4.3 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปาน กลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	75
4.4 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด- รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	76
4.5 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	76
4.6 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบหา ความแตกต่าง.....	77
4.7 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	78
4.8 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย- ปานกลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	78
4.9 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด- รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	79
4.11 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบ ความแตกต่าง.....	80
4.12 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point.....	81
4.13 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	81
4.14 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	82
4.15 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series.....	82
4.16 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบ ความแตกต่าง.....	83
4.17 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point.....	85
4.18 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point.....	85
4.19 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point	86
4.20 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point.....	86
4.21 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบ ความแตกต่าง.....	87

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.22 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวลก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point...	89
4.23 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อยปานกลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point.....	89
4.24 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัดรุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point	91
4.25 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point.....	91
4.26 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่าง.....	91
4.27 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการสุ่มเพิ่ม (Over-sampling) และวิธีการสุ่มลด (Under-sampling).....	93
4.28 แสดงการทำ Under-sampling โดยการลดข้อมูลปกติให้มีจำนวนเท่ากับข้อมูลส่วนน้อย.....	94
4.29 ภาพแสดงจำนวนข้อมูลทั้งหมดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha, Beta, Gamma และ Class ที่ทำการ Imbalanced data แล้ว.....	95
4.30 ภาพแสดงจำนวนข้อมูลทั้งหมดของ Class.....	95
4.31 แสดงการทำงานของอัลกอริทึมการฝึกอบรวมและการจำแนกแบบ One-vs-All.....	99
4.32 แสดงการนำเข้าข้อมูล (Exploratory Data Analysis) ผ่าน ภาษา Python ด้วย Google Colab.....	100
4.33 แสดงขั้นตอนก่อนการประมวลผลข้อมูล (Data Preprocessing) และการฝึกอบรวมอัลกอริทึม (Training the Algorithm).....	101
4.34 แสดงการทำนายผลข้อมูล (Predictions).....	102
4.35 แสดงความแตกต่างของ linear regression และ logistic regression.....	108
4.36 แสดงการทำนายด้วยเทคนิค Logistic Regression แบบ Multi Class.....	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.37 แสดงการทำนายผลข้อมูล (Predictions) ของเทคนิค Logistic Regression.....	110
4.38 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ โดยประมาณสำหรับปัญหาการถดถอยเชิงเส้น ของตัวแปร Y ผ่านฟังก์ชัน intercept_ (intercept).....	112
4.39 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ โดยประมาณสำหรับปัญหาการถดถอยเชิงเส้น ของตัวแปร X ผ่านฟังก์ชัน coef_ (coefficient).....	112
4.40 แสดงการหาค่า Cutting Score หรือ Threshold ที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มความ วิตกกังวล.....	115
4.41 ภาพแสดงสีที่ใช้แสดงมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น.....	123
4.42 ภาพการแปลงข้อมูลดิบที่ได้รับจากอุปกรณ์แบบ เรียล ไทม์ (Realtime) เพื่อนำไป สร้างสมการ มาตรวัดระดับความวิตกกังวลในกลุ่มปกติไม่มีความวิตกกังวล.....	125
4.43 ภาพการแปลงข้อมูลดิบที่ได้รับจากอุปกรณ์แบบ เรียล ไทม์ (Realtime) เพื่อนำไป สร้างสมการ มาตรวัดระดับความวิตกกังวลในกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด.....	126
4.44 ภาพและเสียงเชิงบวกและเชิงลบระหว่างการฝึกนิวโรฟีดแบคที่พัฒนาขึ้น.....	126
4.45 แสดงส่วนประกอบของเกมจ้องแมงมุม.....	127
4.46 แสดงภาพตัวอย่างในเกมแมงมุมเคลื่อนไหวอยู่ในแก้วใส.....	128
4.47 แสดงภาพตัวอย่างในเกมแมงมุมเคลื่อนไหวและมีการเดินไปรอบๆ.....	12
4.48 แสดงส่วนประกอบของเกมข้ามสะพานสูงเพื่อไปช่วยแมว.....	129
4.49 แสดงการเปลี่ยนมุมมองในระหว่างการเดินข้ามสะพาน.....	130
4.50 แสดงเมื่อผู้บำบัดเดินไปถึงเป้าหมาย.....	130
4.51 ฉากเริ่มแรกโดยจะอยู่ในบ้านที่ไฟดับ.....	131
4.52 เริ่มปรากฏสิ่งลึกลับในการสร้างความกลัวสิ่งที่ไม่รู้เป็นเงาคน.....	131
4.53 เริ่มปรากฏสิ่งลึกลับในการสร้างความกลัวสิ่งที่ไม่รู้รอยเลือดปรากฏบนกำแพง.....	132
4.54 แสดงขั้นตอนการฝึกนิวโรฟีดแบคของกลุ่ม E2-E4 ในการฝึกลดความกลัวอย่าง เป็นระบบ.....	133

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ในปัจจุบันนี้โลกมีการพัฒนาและเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ อย่างก้าวกระโดด ทั้งด้านเทคโนโลยี สังคมและวัฒนธรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์ทุกคนทั้งทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากประชากรในปัจจุบันมีจำนวนมากขึ้นในทุกๆ ปี ในขณะที่แหล่งทรัพยากรมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้เกิดการแข่งขันกันในด้านสูงมากขึ้น เพื่อความอยู่รอดจึงส่งผลทำให้เกิดภาวะความเครียดและความวิตกกังวลต่างๆ มากขึ้น โดยปัจจุบันความเครียดและความวิตกกังวลเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับคนไทยทุกเพศ ทุกวัย โดยเฉพาะช่วงวัยรุ่น เป็นวัยหัวเลี้ยวหัวต่อที่สร้างความยุ่งยากทางจิตใจ อันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตจากวัยรุ่นที่กำลังก้าวไปสู่ความเป็นผู้ใหญ่ ทั้งการจบการศึกษาจากมหาวิทยาลัย (จำลอง, 2545) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้จึงทำให้เกิดการแข่งขันกันสูงซึ่งส่งผลทำให้เกิดความเครียดและความวิตกกังวลสูงตามไปด้วยและความเครียดนี้สามารถนำไปสู่ปัญหาทางด้านสุขภาพจิตที่ร้ายแรง เช่น โรคจิตเภท โรคซึมเศร้า ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการฆ่าตัวตายขึ้นนอกจากนี้ ความเครียดและความวิตกกังวลอาจนำไปสู่โรคต่างๆ ทางกายมากมายตามมาในอนาคต เช่น โรคกระเพาะอาหาร โรคหัวใจ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนี้ทำให้เกิดความเครียดและความวิตกกังวลขึ้น โดยเฉพาะกับมนุษย์ทุกคนย่อมหลีกเลี่ยงความเครียดและความวิตกกังวลไม่พ้น บางคนเป็นมาก บางคนเป็นน้อยและเป็นได้กับทุกเพศ ทุกวัย ทุกอาชีพ ทุกฐานะ ตั้งแต่เกิดจนตายซึ่งทำให้ความเครียดกลายเป็นสิ่งใกล้ตัวที่ทุกคนต้องเผชิญทั้งนี้เนื่องจากเราต้องอยู่ในโลกที่มีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาอันเนื่องมาจากการพัฒนาประเทศที่มุ่งหวังจะพัฒนาทางวัตถุนิยมและการพัฒนาจิตใจของคนในสังคม

กรมสุขภาพจิต (บุญเรือง, 2561a) ระบุว่า การเจ็บป่วยด้วยโรคทางจิตเวชของประชาชนไทย นอกจากโรคทางจิตแล้วยังมีในกลุ่มของโรควิตกกังวล ซึ่งผู้ป่วยจะมีจิตใจแปรปรวนอ่อนไหวง่าย ที่พบได้บ่อย คือ โรควิตกกังวลทั่วไป ซึ่งในคนปกติทั่วไปอาจเกิดความวิตกกังวลได้ เช่น กังวลเรื่องลูกไปโรงเรียน เรื่องการเข้าทำงานใหม่ อาการเด่นที่สำคัญ คือ คิดฟุ้งซ่าน กลัวและกังวลเกินกว่าเหตุหลายๆ เรื่องในเวลาเดียวกัน ส่วนใหญ่มักเป็นเรื่องที่ยังไม่เกิดขึ้น มีอาการใจลอย ตกใจง่าย ไม่สามารถหักห้ามใจไม่ให้คิดได้ และจะมีอาการทางกายปรากฏร่วมด้วยอย่างน้อย 3 อย่าง เช่น

กระสับกระส่าย เหนื่อยง่าย ใจสั่น ปวดตึงกล้ามเนื้อโดยเฉพาะที่ต้นคอ ไหล่ หลัง ใจเต้นเร็วและแรง หายใจไม่อิ่ม ท้องเสีย บัสสาวะบ่อย มือเท้าเย็น นอนไม่หลับ ไม่มีสมาธิ เป็นต้น นายแพทย์บุญเรือง ไตรเรืองวรวัฒน์ อธิบดีกรมสุขภาพจิต กล่าวว่า ผลจากการสำรวจสถานการณ์ปัญหาสุขภาพจิต เมื่อปี 2556 ซึ่งสำรวจทุก 5 ปี พบว่าคนไทยที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป มีปัญหาสุขภาพจิตประมาณ 7 ล้านคน พบใน 5 กลุ่มโรค ประกอบด้วย กลุ่มโรคซึมเศร้า กลุ่มที่มีภาวะจิตผิดปกติซึ่งเรียกว่าโรคจิตเภท กลุ่มที่มีความวิตกกังวล กลุ่มที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาหรือพิการทางสมองตั้งแต่กำเนิด และกลุ่มที่มีปัญหาแทรกซ้อนจากสิ่งเสพติด (บุญเรือง, 2560a) โดยในปีงบประมาณ 2561 มีจำนวนผู้ป่วยจิตเวชที่มีภูมิลำเนาในกรุงเทพฯ เข้ารับการรักษาแบบผู้ป่วยนอก ที่สถาบันสมเด็จฯ ดังนี้ โรคจิตเภท 7,320 คน 38,078 ครั้ง โรคซึมเศร้า 2,424 คน 10,276 ครั้ง โรควิตกกังวล 1,935 คน 6,407 ครั้ง โรคอารมณ์สองขั้ว 1,010 คน 4,970 ครั้ง และภาวะปรับตัวผิดปกติจากการเผชิญความเครียด 823 คน 2,131 ครั้งทั้งนี้คนกรุงเทพฯ มีคนป่วย 1 ใน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 12 เป็นโรคจิตอย่างใดอย่างหนึ่ง (พรเทพ, 2562) และมีจำนวนน้อยมาก ที่เข้ารับการรักษา กทม. ยังไม่มีโรงพยาบาลหรือหน่วยงานที่ดูแลแบบเฉพาะทาง รวมทั้งยังไม่มีสถานที่รับรองผู้ป่วยโรคจิต ที่เป็นผู้ไ้ที่พึง นาวาอากาศตรีนายแพทย์บุญเรือง ไตรเรืองวรวัฒน์ อธิบดีกรมสุขภาพจิต ให้สัมภาษณ์ ผลการให้บริการทางสายด่วนสุขภาพจิต 1323 ในปี 2560 พบว่าปัญหาที่ขอรับบริการมากเป็นอันดับ 1 ได้แก่เรื่อง ความเครียด วิตกกังวล รวม 27,737 สาย คิดเป็นร้อยละ 40 ของสายที่โทรขอรับบริการทั้งหมด 70,268 สาย โดยจำนวนเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าตัวเมื่อเทียบกับปี 2557 ที่มีจำนวน 14,935 สาย กลุ่มอายุที่ใช้บริการมากที่สุดคือ อายุ 18-21 ปีคิดเป็นร้อยละ 70 ของผู้ใช้บริการทั้งหมด รองลงมาคือกลุ่มอายุ 22-59 ปี ร้อยละ 15 ที่เหลือเป็นผู้สูงอายุ (บุญเรือง, 2561b) สาเหตุของโรควิตกกังวลทั่วไปเกิดมาจากความผิดปกติทางจิตใจหรือความไม่สมดุลของสารสื่อประสาทในสมอง เป็นโรคที่ประชาชนไทยมักเข้าใจผิดกันบ่อย คิดว่าผู้ป่วยแกล้งทำ หรือคิดว่าเกิดมาจากตัวเองคิดมากไปเอง ไม่ได้เจ็บป่วย จึงไม่ไปพบแพทย์หรือจิตแพทย์เพื่อรักษาแก้ไขที่ต้นเหตุ ซึ่งโรคนี้นี้มียารักษา และต้องใช้วิธีการบำบัดทางจิตสังคมร่วมด้วยเพื่อปรับความคิดและพฤติกรรมควบคู่กัน ที่น่าเป็นห่วงคือการซื้อยาหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริมมากินเองเพื่อแก้ไขอาการที่ตัวเองเป็น เช่น นอนไม่หลับ ความกังวล ปวดศีรษะ เป็นต้น ซึ่งจะมีผลเสียมากกว่า นอกจากจะไม่ได้ผลหรือได้ผลเพียงชั่วคราว ยังอาจทำให้อาการป่วยรุนแรงขึ้นไปอีกเพราะไม่ได้รับการแก้ไขที่ต้นเหตุ (บุญเรือง, 2560b) โรควิตกกังวลทั่วไป หากไม่ได้รับการดูแลรักษาอย่างถูกต้อง จะทำให้อาการรุนแรงขึ้น และเพิ่มความเสี่ยงเกิดโรคทางใจและทางกายตามมาอีกหลายโรค ได้แก่ โรคซึมเศร้า นอนหลับยากหรือนอนไม่หลับ มีแนวโน้มใช้สารเสพติด เช่น คีโม่เหล้า สูบบุหรี่ได้สูง รวมทั้งยังเสี่ยงเกิดโรคทางกายเช่นปวดหัวเรื้อรัง ถ้าใส่แปรงปรวน มีรายงานวิจัยหลายชิ้นพบว่าโรควิตกกังวล เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหลอดเลือด

เลือดหัวใจ หัวใจเต้นผิดจังหวะ โรคความดันโลหิตสูง ร่างกายอ่อนแอติดเชื้อโรคได้ง่าย เนื่องจากภูมิคุ้มกันโรคในร่างกายต่ำ (กิตต์กวี, 2561) จากการข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าคนไทยอยู่ในภาวะปัญหาด้านสุขภาพจิตและจิตเวชค่อนข้างสูง

ส่วนในทางจิตเวชนั้น ความวิตกกังวลเป็นสัญญาณอันตรายที่บุคคลแสดงออกให้เห็นเมื่อเผชิญภาวะความเจ็บป่วยทางกายหรือเมื่อเผชิญภาวะอันตราย (Kaplan, 1996) ถ้าหากบุคคลไม่ได้รับการช่วยเหลืออย่างทันที่ อาจจะทำให้ภาวะเบี่ยงเบนนั้นทวีความรุนแรงจนกลายเป็นความเจ็บป่วยทางจิตเวช ซึ่งยากที่จะแก้ไขหรือให้การช่วยเหลือฟื้นฟูสภาพ การที่บุคคลได้รับการช่วยเหลืออย่างถูกต้องเหมาะสม บุคคลจะสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเข้าสู่ภาวะปกติและดำเนินชีวิตอย่างมีความสุขต่อไปได้ (เขวาลักษณ์, 2545)

ความวิตกกังวล เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของความเครียดที่เกิดจากการที่กระบวนการทางปัญญาได้รับรู้ และประเมินสถานการณ์ว่า อาจจะทำให้เกิดอันตรายหรือคุกคามตนเอง ทำให้บุคคล รู้สึกตึงเครียด หวาดหวั่น ไม่สบายใจ เป็นทุกข์ ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (Spielberger, 1985) และการตอบสนองทางพฤติกรรม การพัฒนาบุคลิกภาพ การเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบุคคลนอกจากความวิตกกังวลจะมีผลต่อร่างกาย อารมณ์ และพฤติกรรมแล้ว ยังมีผลต่อความคิด ทำให้บุคคลสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ ได้ในระยะสั้น ประสิทธิภาพในการจำลอง ความคิดไม่กว้าง ไม่ยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา มีการคิดซ้ำ ๆ เดิม มีความคิดหมกมุ่นต่อตนเองมากกว่าจะให้ความสนใจเรื่อง งาน และมีแนวโน้มที่จะคิดไปในทางลดคุณค่าของตนเอง มีผลให้การปรับตัวของบุคคลไม่ดีเท่าที่ควร และยังทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบุคคลลดลงอีกด้วย (Sarason, 1972) ความวิตกกังวลในระดับปกติเป็นผลดี เป็นเรื่องจำเป็นต่อการดำรงชีวิต มีผลให้บุคคลตื่นตัว กระตือรือร้นที่จะเอาชนะปัญหา การรับรู้่องไว และอยู่ในขอบเขต ความจำกัด สมารถดีขึ้น อารมณ์ และการกระทำไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปกติมากนัก แต่ความวิตกกังวลในระดับที่มากเกินไปจะทำให้บุคคลหมกมุ่น ครุ่นคิดในรายละเอียดมากเกินไป ความสามารถในการแก้ปัญหาหลุดลอย มักทำงานได้ไม่เต็มสมรรถภาพ เกิดความสับสนบ่อยครั้ง มีผลเสียก่อให้เกิดปัญหาตามมาทั้งในด้านการเรียน และการดำรงชีวิต (อุบล, 2533) หากผู้ป่วยเกิดความวิตกกังวลและซึมเศร้า ขาดความสนใจและเอาใจใส่ตนเอง ก็อาจจะทำให้เกิดภาวะพึ่งพา มีความต้องการให้ผู้อื่นหรือสมาชิกในครอบครัวมาดูแลนอกจากนั้นยังขาดแรงจูงใจและความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับการดูแลตนเองและท้ายที่สุดก็จะสูญเสียความมีคุณค่าในตนเอง เป็นภาวะแก่สังคมต่อไป กระบวนการให้การช่วยเหลือแก่ผู้ที่มีภาวะวิตกกังวลที่สำคัญคือ การประเมินสภาพ วินิจฉัยปัญหาได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง และให้การช่วยเหลือเพื่อให้สามารถควบคุมหรือลดระดับความวิตกกังวลลงได้ โดยการฝึกผ่อนคลายความเครียด เพื่อการควบคุมและเผชิญปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการฝึก

ผ่อนคลายความเครียดเพื่อช่วยในการลดระดับความวิตกกังวลวิธีหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับทั้งในศาสตร์ตะวันตกและตะวันออก นั่นคือ วิธีการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) และบางครั้งอาจเรียกแตกต่างกันไป เช่น การสร้างจินตภาพ (Imaging), การสร้างภาพบวกในจินตนาการ (Positive Visualization) (ละเอียด, 2541)

ช่วงวัยรุ่นเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนผลของการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายอย่างรวดเร็ว มีผลกระทบต่ออารมณ์ของวัยรุ่นได้มากโดยจะสามารถเห็นลักษณะของอารมณ์ที่แปรปรวน สับสน อ่อนไหวง่าย อารมณ์ขึ้นๆ ลงๆ ไม่นั่นคง และสามารถที่จะเห็นลักษณะอารมณ์ได้ทุกรูปแบบ ทั้งความวิตกกังวล หงุดหงิด หงุดหงิด หมกมุ่น ยังอาจขาดความขี้คิด มีความหุนหันพลันแล่น ขาดการไตร่ตรองให้รอบคอบ วัยรุ่นมักมีความกลัวและความกังวลเกี่ยวกับเรื่องรูปร่างหน้าตา ภาพลักษณ์ การเข้าสังคม การยอมรับจากเพื่อน อนาคต ความปลอดภัย และภัยธรรมชาติ ซึ่งพบได้บ่อย ถ้าอยู่ในระดับที่เหมาะสมจะเป็นประโยชน์ในการปรับตัวและรับมือกับสถานการณ์ต่างๆ ได้ดี แต่ถ้ามีมากเกินไปจนไม่สามารถรับมือกับสถานการณ์ต่างๆ ที่เข้ามาได้ อาจจะทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกาย เช่น ความดันโลหิตสูง ระบบหลอดเลือดหัวใจและหัวใจวายเฉียบพลัน หรืออื่นๆ ซึ่งสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่จะทำให้เกิดความวิตกกังวลต่อสถานการณ์ ที่จะมีผลทำให้ความวิตกกังวลประจำตัวของวัยรุ่นสูงขึ้นได้ประการหนึ่งนั้น ได้แก่ การเล่นเกม โดยเฉพาะเกมเสมือนจริง ในบรรดาวิดีโอเกมเสมือนจริงที่ประสบความสำเร็จที่สุด คือเกมประเภท Virtual Reality Horror Games โดยเป็นเกมประเภทหนึ่งที่มีคนเล่นมากที่สุดและเป็นเกมที่ขายดีที่สุด ในปี 2560 (Shuman, 2017) โดยเกมเสมือนจริงประเภทสยองขวัญ (Virtual Reality Horror Games) ต้องใช้ทักษะอย่างสูงในการเล่นเนื่องจากเกมประเภทนี้สามารถก่อให้เกิดความตื่นตระหนกและวิตกกังวลเป็นอย่างมาก ในผู้เล่นที่ต้องการตัดสินใจว่าจะทำอะไรอย่างไรและเมื่อใดเพื่อตอบสนองต่อภัยคุกคามดังกล่าว และจัดการเพื่อความอยู่รอด (Lin, 2017) โดยเปรียบเสมือนผู้เล่นเข้าไปอยู่ในเกมและมีสภาพแวดล้อมที่จำลองขึ้นเพื่อสร้างบรรยากาศความน่ากลัวและสยองขวัญ (Slater, 2009) ช่วยให้มีอารมณ์ความรู้สึกที่เหมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง (Parsons, 2008)

เกมในรูปแบบความจริงเสมือน ไม่ใช่เพียงแต่สามารถให้ความบันเทิงเท่านั้นแต่ยังเป็นเครื่องมือที่สร้างความกลัว ความวิตกกังวลเทียบเคียงกับประสบการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงที่ได้รับในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามารถใช้เป็นการกระตุ้นอารมณ์และการฝึกอารมณ์รวมถึงการประเมินทักษะทางอารมณ์ เช่นการจัดการความเครียดและการควบคุมอารมณ์ เช่นเดียวกับการรักษาโรควิตกกังวล (Anxiety disorders) และ โรคกลัว (Phobias) (Price, 2011) (Opris, 2012) โดยเกมแต่ละประเภทที่เล่นในความเป็นจริงเสมือนอาจทำให้เกิดความรุนแรงความกลัวและความวิตกกังวลในผู้เล่น ลักษณะเฉพาะดังกล่าวของเกมที่ไม่ใช่เพียงแต่ให้ความบันเทิงเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือที่

สามารถสร้างการกระตุ้นอารมณ์และการฝึกอารมณ์ได้ ซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอารมณ์อย่างฉับพลัน เมื่อผู้เล่นมีอารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันต่อภาพและเสียงในเกมเสมือนจริงที่เกิดขึ้น

ภาวะความวิตกกังวลอาจตรวจวัดระดับอาการได้หลายๆทาง อาทิเช่น การทำแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล (Debra, 2017) หรือการไปพบจิตแพทย์ แต่อย่างไรก็ตาม การทำแบบสอบถามเพื่อวัดระดับอาการความวิตกกังวลนั้นอาจจะได้ข้อมูลกลับมาที่ไม่ตรงกับความเป็นจริงเนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามอาจประเมินระดับความวิตกกังวลที่มากหรือน้อยกว่าความเป็นจริงและระหว่างที่ตอบแบบสอบถามอยู่นั้นอาการวิตกกังวลอาจลดน้อยลงไปแล้วอีกทั้งการไปพบแพทย์เพื่อรับการตรวจความวิตกกังวลล้วนมีค่าใช้จ่ายที่สูง (Martin, 2005) ทั้งเวลาและเงินที่ต้องเสียในแต่ละครั้งที่ไปปรึกษา แต่หากเรามีเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดระดับอาการความวิตกกังวลได้ด้วยตัวเองกับสถานการณ์เสมือนจริง ว่ามีความวิตกกังวลอยู่ในระดับมากน้อยเพียงใดต้องรีบเข้ารับรักษาอาการวิตกกังวลกับแพทย์

ในทางการแพทย์นั้นการศึกษาทางด้านคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography) เพื่อวัตถุประสงค์ทางด้านการรักษาพยาบาลหรือการหาสาเหตุเพื่อป้องกันโรคต่างๆ ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศก้าวหน้าขึ้น จึงได้มีการนำมาใช้ช่วยในการวิเคราะห์และศึกษาค้นสมองมากขึ้น การตรวจการทำงานของสมอง เช่น การตรวจคลื่นสมองเพื่อค้นหาอาการลมชัก (Andrius, 2019) การตรวจการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว การได้ยิน การมองเห็น (Feng, 2016) ความผิดปกติของการเรียนรู้และหน่วยความจำและช่วยระบุการทำงานของสมองที่ผิดปกติ การตรวจการเรียนรู้และความผิดปกติของพัฒนาการ การประเมินผลการรักษาในเด็กที่มีการพัฒนาการสมองที่ผิดปกติ (He Chen, 2019) และต่อมาเมื่อเทคโนโลยีด้านกระบวนการวิเคราะห์สัญญาณจากร่างกายมนุษย์ การสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ ได้มีการทำวิจัยและพัฒนาอย่างแพร่หลาย คลื่นสมองนับได้ว่าเป็นแขนงหลักที่ถูกนำมาวิจัยกันมากเป็นอันดับต้นๆ (Davide, 2016) เช่นการฝึกจิตบำบัด เป็นการวัดคลื่นไฟฟ้าของสมอง แล้วแสดงผลลัพธ์ออกมาให้ผู้ถูกทดสอบเห็นเป็นภาพ หรือเสียง แล้วให้ฝึกควบคุมตนเอง การควบคุมตนเองนั้นเป็นส่วนสำคัญ ของการทำงานของสมอง ดังนั้นการฝึก การควบคุมตนเอง (Self-regulation) จึงทำให้สมองสามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ผู้ที่ถูกวัดได้ทราบว่าขณะที่วัดอยู่นั้นร่างกายเป็นอย่างไรโดยที่ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาวัดค่า ทำงานของระบบในร่างกาย โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ที่ถูกวัดสามารถที่จะควบคุมการทำงานของร่างกาย ให้ดียิ่งขึ้น อย่างเช่น การวัดการเต้นของหัวใจ หรืออุณหภูมิในร่างกายแล้วพยายามให้ผู้ที่ถูกวัดผ่อนคลายลง ตลอดจนสามารถลดความเครียดและความวิตกกังวลให้กับผู้ที่เกิดภาวะความวิตกกังวลได้ อีกทั้งการสร้างตัวแบบสำหรับตรวจจับคลื่นสมองตาม

เหตุการณ์เสมือนจริงต่อระดับความวิตกกังวลยังไม่เคยมีคนสร้างตัวแบบเพื่อวัดระดับความวิตกกังวล ส่วนใหญ่จะใช้เป็นแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความวิตกกังวล (Patryk, 2018) แต่การใช้แบบสอบถามนั้นอาจจะได้ข้อมูลที่ไม่เป็นจริงเนื่องจากผู้ที่เกิดความวิตกกังวลนั้นในระหว่างการตอบแบบสอบถามผู้ตอบอาจผ่อนคลายจากสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความวิตกกังวล ทำให้การตอบแบบสอบถามคลาดเคลื่อน ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องมีตัวแบบสำหรับตรวจจับคลื่นสมองตามเหตุการณ์เสมือนจริงต่อระดับความวิตกกังวลเพื่อวัดระดับอาการความวิตกกังวลได้แบบทันทีต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

งานวิจัยนี้จึงเป็นการนำคลื่นไฟฟ้าสมอง มาหารูปแบบของคลื่นสมองในภาวะการเกิดความเครียดและระดับความวิตกกังวลต่อสถานการณ์เสมือนจริงที่จำลองขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงทางคลื่นไฟฟ้าสมองต่อเหตุการณ์ที่มีความเป็นไปได้ ที่เกิดขึ้นในช่วงความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-related potential) เพื่อแจ้งเตือนระดับภาวะความวิตกกังวลตามเหตุการณ์เสมือนจริง จะช่วยลดความเสี่ยงต่อความวิตกกังวลที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ และนำรูปแบบของคลื่นสมองในภาวะความวิตกกังวลมาสร้างระบบการฝึกจิตบำบัดและลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Neurofeedback) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ที่มีความวิตกกังวลฝึกฝนเรียนรู้ที่จะเผชิญความเครียดและผ่อนคลายความวิตกกังวล อย่างเหมาะสมและถูกวิธีด้วยการเพิ่มสมรรถภาพในการปรับตัวต่อความเครียดหรือความวิตกกังวลนั้นๆ ต่อระดับความวิตกกังวลที่เกิดขึ้น หากผู้ที่มีความวิตกกังวลเข้าใจ รู้สึกคุ้นเคย และสามารถปรับตัวต่อความเครียดและความวิตกกังวลได้หลังการฝึกด้วยระบบดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ที่มีความวิตกกังวลมีความมั่นใจในตนเองและช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพอันเกิดจากภาวะความวิตกกังวลลงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์
2. เพื่อสร้างตัวแบบวิเคราะห์และวัดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในเหตุการณ์ความจริงเสมือนที่มีผลต่อความวิตกกังวล
3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวล ก่อนและหลังผ่านการฝึกจิตบำบัด โดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) และเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1.3 คำถามวิจัย

1. รูปแบบของคลื่นสมองในภาวะความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวลเป็นอย่างไร
2. ระดับความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไร
3. ระดับความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคมีความแตกต่างกันอย่างไร

1.4 สมมติฐานวิจัย

1. เมื่อเจอเหตุการณ์จำลองเสมือนจริงที่สร้างความวิตกกังวล เช่น เกมเสมือนจริงประเภทเกมสยองขวัญจะทำให้เกิดความวิตกกังวลและส่งผลทำให้คลื่นสมองมีการเปลี่ยนแปลง
2. การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในสถานการณ์ภาวะวิตกกังวลหลังการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค ในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวลจะมีระดับความวิตกกังวลลดต่ำลง

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 ขอบเขตของระบบ

1. ระบบที่จำลองขึ้นสามารถตรวจจับรูปแบบของคลื่นสมองสำหรับคนที่มีอาการ ความวิตกกังวลประเภท โรคกลัวแบบเฉพาะเจาะจง (Phobias) หลังได้รับการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าบนเทคโนโลยีเสมือนจริง ช่วงศักยภาพที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่ P300
2. การทดสอบจะถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าและตรวจจับรูปแบบโดยใช้จำลองผ่านระบบ เกมเสมือนจริงตามสถานการณ์ต่าง ๆ
3. การลดระดับความวิตกกังวลของผู้ทดสอบ จะเป็นแบบเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับการวัดด้วยคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและหลังใช้ระบบนิวโรฟีดแบค

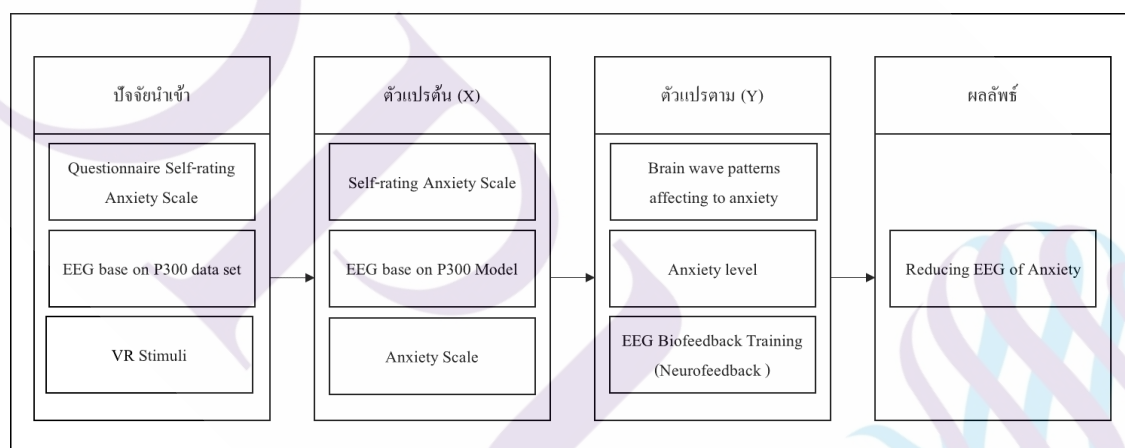
1.5.2 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้วิธีคัดเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ช่วงวัยรุ่น อายุ 18-22 ปี นักศึกษาชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 90 คน โดยแบ่งออกเป็นคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 30 คน คณะบริหารธุรกิจจำนวน 30 คน และ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 30 คน ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการความวิตกกังวลโดยมีเงื่อนไขคือแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล ของ วิลเลียมดับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung) ต้องมีคะแนนอยู่ระหว่าง 20-80 คะแนน โดยการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษารูปแบบของคลื่นสมองในขณะภาวะที่

เกิดอาการความวิตกกังวลและสร้างตัวแบบทำนายความวิตกกังวล และระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาระบบการฝึกจิตบำบัดและการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ ให้ผู้ที่มีความวิตกกังวลเพิ่มความมั่นใจในตนเองและช่วยลดความวิตกกังวลลง

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้นำเทคนิคการตรวจจับคลื่นไฟฟ้าสมองตามเหตุการณ์ ในช่วงที่ความสูงของคลื่น P300 มาตรวจจับระดับความวิตกกังวล และพัฒนาระบบการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบมาใช้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในสถานการณ์ภาวะวิตกกังวล โดยประเมินว่าอยู่ในสภาวะวิตกกังวลหรือไม่จากแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล ของ วิลเลียมดับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung) โดยต้องมีคะแนนอยู่ระหว่าง 20-80 คะแนน และนำมาสร้างตัวทำนายระดับความวิตกกังวลตามเหตุการณ์ ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่อง การสร้างตัวแบบสำหรับตรวจคลื่นสมองในภาวะความวิตกกังวลตามเหตุการณ์เสมือนจริงต่อระดับความวิตกกังวล

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษารูปแบบของคลื่นสมองในภาวะความวิตกกังวลในสถานการณ์ที่จำลองขึ้นแบบเสมือนจริงและผลของการฝึกโปรแกรมนิวโรฟีดแบคร่วมกับการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ ต่อระดับความวิตกกังวลของกลุ่มที่อยู่ในภาวะวิตกกังวลดังนั้นผลการวิจัยจะเกิดประโยชน์ ดังนี้

1.7.1 ได้ตัวแบบของการตรวจวัดระดับความวิตกกังวลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ผ่านคลื่นไฟฟ้าสมองซึ่งจะได้ค่าที่เที่ยงตรงกว่าจากเดิมที่ต้องทำแบบสอบถามวัดระดับอาการความวิตกกังวล

1.7.2 ได้โปรแกรมนิวโรฟีดแบคร่วมกับการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ เป็นแนวทางให้กับกลุ่มที่มีภาวะความวิตกกังวลได้ผ่อนคลายความเครียดโดยการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อช่วยลดระดับความวิตกกังวล

1.8 นิยามศัพท์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัยไว้ ดังนี้

การฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) หมายถึง การใช้เครื่องมือตรวจสอบและฝึกการทำงานของสมองควบคุมความคิดของตนเอง สามารถทราบค่าการทำงานของสมองโดยใช้เครื่องมือวัดออกมาเป็นค่าความถี่กระแสไฟฟ้า เมื่อผู้ที่ถูกวัดทราบถึงการทำงานของคลื่นสมองได้แล้วจะทำให้สามารถแก้ไขรูปแบบของคลื่น ซึ่งจะช่วยให้ผู้ฝึกได้เรียนรู้การควบคุมคลื่นสมองและฝึกผ่อนคลายคลื่นสมองผ่านการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ ได้ถูกต้องและสม่ำเสมอ

การลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) หมายถึง การฝึกผ่อนคลายความเครียดวิธีหนึ่ง โดยให้ผู้ฝึกได้เผชิญหน้ากับความรูสึกกลัวหรือความวิตกกังวลที่เล็กน้อย ๆ จนกระทั่งถึงขั้นมากที่สุด โดยให้เรียนรู้ที่จะรับมือกับความกลัวหรือความวิตกกังวลนั้นและสามารถลดระดับความกลัวหรือความกังวลนั้น ๆ ไปได้ในที่สุด

ระดับความวิตกกังวล หมายถึง ภาวะของความวิตกกังวล ซึ่งประเมินโดยแบบประเมินระดับของความวิตกกังวล โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความวิตกกังวลเล็กน้อย ความวิตกกังวลปานกลาง ความวิตกกังวลรุนแรง และความวิตกกังวลท่วมท้น

ความวิตกกังวล (Anxiety) หมายถึง ความกระวนกระวายใจไม่สบายใจ กัดค้น หวาดระแวง ตั๊กแตน ตื่นเต้น เป็นปฏิกิริยาตอบสนองต่อความเครียดที่ในสถานการณ์ที่ถูกสิ่งเร้ากระตุ้น ในสถานการณ์ต่างๆ

กลุ่มที่อยู่ในภาวะวิตกกังวล หมายถึง กลุ่มที่ผ่านการคัดกรองโดยใช้แบบประเมินระดับความวิตกกังวล ของวิลเลียม คับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung) ซึ่งเรียกว่า Self-rating Anxiety Scale (SAS) โดยต้องมีคะแนนอยู่ระหว่าง 45-80 คะแนน

Event-related potential (ERP) หมายถึง ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ของค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าของสมองที่บันทึกจากการเปลี่ยนแปลงไปอันเป็นผลเนื่องมาจากมีเหตุการณ์จากภายนอกหรือภายในมากระตุ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Time-locked EEG activity)

คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography) หมายถึง วิธีการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยเป็นการตรวจของเซลล์ประสาทสมอง โดยดูการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของสมองที่บริเวณหนังศีรษะ

P300 หรือ P3 หมายถึง คลื่นที่ศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก (Positive) ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 300 มิลลิวินาที หลังการถูกกระตุ้นด้วยเหตุการณ์แต่ละครั้ง จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อบุคคลนั้นมีความตั้งใจจดจ่ออยู่กับกิจกรรมที่ทำในขณะนั้นๆ

เกมเสมือนจริง Virtual Reality Game หมายถึง การเล่นเกมจำลองสภาพแวดล้อมจริงเข้าไปให้เสมือนจริง โดยผ่านการรับรู้จากการมองเห็น เสียง โดยจะตัดออกจากสภาพแวดล้อมปัจจุบันเพื่อเข้าไปสู่ภาพที่จำลองขึ้นมาและส่งผลให้ผู้เล่นเกิดความกระวนกระวายใจไม่สบายใจ กอดัน หวาดระแวง สับสน ตื่นเต้น



บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง “การสร้างตัวแบบสำหรับตรวจจับคลื่นสมองตามเหตุการณ์เสมือนจริงต่อระดับความวิตกกังวล” งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง (Brainwave Signal)
- 2.2 การสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Brain Computer Interface)
- 2.3 การตรวจศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ Event-related potential (ERP)
- 2.4 ความจริงเสมือน (Virtual reality)
- 2.5 ความวิตกกังวล (Anxiety) และแนวทางการรักษา
- 2.6 การจำแนกคุณสมบัตคลื่นไฟฟ้าสมองโดยใช้เหมืองข้อมูล (EEG Feature Classification)

2.1 สัญญาณคลื่นสมอง (Brainwave Signal)

2.1.1 องค์ประกอบของสมอง

สมองคืออวัยวะสำคัญ ที่มีหน้าที่ควบคุมและสั่งการการเคลื่อนไหว พฤติกรรม และภาวะธำรงดุล (homeostasis) เช่น การเต้นของหัวใจ, ความดันโลหิต, สมดุลของเหลวในร่างกายและอุณหภูมิ เป็นต้น นอกจากนี้หน้าที่ของสมองยังเกี่ยวข้องกับการรู้ (cognition) อารมณ์ ความจำ การเรียนรู้ การเคลื่อนไหว (motor learning) และความสามารถอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้สมองของมนุษย์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนดังนี้ (Angevine, 1981)

สมองส่วนหน้า (Forebrain) มีขนาดใหญ่ที่สุด มีรอยหยักเป็นจำนวนมาก สามารถแบ่งออกได้อีกดังนี้

1. ออลเฟกทอรีบัลล์ (olfactory bulb) อยู่ด้านหน้าของสมองทำหน้าที่ดมกลิ่น โดยอาศัยเยื่อในโพรงจมูก

2. ซีรีบรัม (Cerebrum) มีขนาดใหญ่ที่สุด มีรอยหยักเป็นจำนวนมากทำหน้าที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ และความสามารถต่างๆ เป็นศูนย์การทำงานของกล้ามเนื้อการพูด การมองเห็น การดมกลิ่น การชิมรส แบ่งเป็นสองซีกแต่ละซีกเรียกว่า Cerebral hemisphere

3. ทาลามัส (Thalamus) ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาทเพื่อส่งไปจุดต่างๆในสมอง รับรู้และตอบสนองความรู้สึกเจ็บปวด

4. ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) - ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบประสาทอัตโนมัติและสร้างฮอร์โมนเพื่อควบคุมการผลิตฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง การควบคุมอุณหภูมิร่างกายอารมณ์ความรู้สึกวงจรตื่นและการหลับ การหิวกระหาย และความรู้สึกทางเพศ

สมองส่วนกลาง (Midbrain) เป็นสมองที่ต่อจากสมองส่วนหน้า เป็นสถานีรับส่งประสาทระหว่างสมองส่วนหน้ากับ ส่วนท้ายและส่วนหน้ากับนัยน์ตาทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของลูกตา ม่านตา และการได้ยิน

สมองส่วนท้าย (Hindbrain) ประกอบด้วย

1. พอนส์ (Pons) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานบางอย่างของร่างกาย เช่น การเคี้ยวอาหาร การหลั่งน้ำลาย การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า การหายใจ การฟัง

2. เมดัลลา (Medulla) เป็นสมองส่วนท้ายสุด ต่อกับไขสันหลัง เป็นทางผ่านของกระแสประสาทระหว่างสมองกับไขสันหลัง เป็นศูนย์กลางการควบคุมการทำงานเหนืออำนาจจิตใจ เช่น ไอจาม สะอึก หายใจและการเต้นของหัวใจ เป็นต้น

3. ซีรีเบลลัม (Cerebellum) ควบคุมระบบกล้ามเนื้อให้สัมพันธ์กันและควบคุมการทรงตัวของร่างกาย

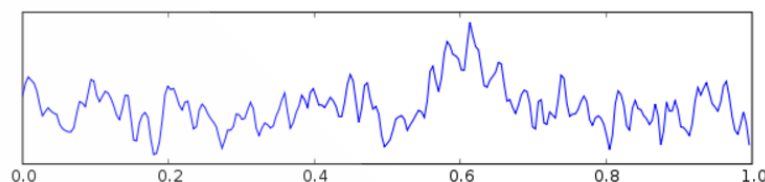
สัญญาณคลื่นสมองเป็นรูปแบบหนึ่งของสัญญาณที่วัดได้จากร่างกายมนุษย์ โดยปกติแล้วร่างกายมนุษย์จะเคลื่อนไหวหรือทำกิจกรรมใดๆ จะต้องมีการส่งการมาจากสมอง โดยสมองจะส่งสัญญาณไฟฟ้าอ่อนๆ ผ่านทางเซลล์ประสาท เพื่อมากระตุ้นหรือสั่งการกล้ามเนื้อให้เคลื่อนไหวตามที่ต้องการ ซึ่งสัญญาณที่สมองส่งออกมาสามารถที่จะใช้เครื่องมือบางอย่างในการตรวจจับและแปลงออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้าได้ และสัญญาณที่ตรวจจับได้นี้ จะเรียกว่าสัญญาณคลื่นสมอง (Brainwave Signal) (McFarland, 2011) คลื่นสมองยังแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ตามลักษณะและวิธีการบันทึกตามลักษณะและวิธีการบันทึกสัญญาณได้อีกหลายชนิดดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงเทคนิควิธีการบันทึกคลื่นสมองประเภทต่างๆ

ชื่อวิธีการบันทึกสัญญาณ	ตัวย่อ	วิธีการบันทึก	ความสัมพันธ์
Electroencephalogram	EEG	วัดสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะหรือจากผิวหนัง	มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสมองหรือเส้นประสาทในบริเวณที่ตรวจวัด
Electrooculogram	EOG	วัดสัญญาณไฟฟ้าย่านความถี่ต่ำจากบริเวณหน้าผากหรือรอบๆ ดวงตา	ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวของดวงตา
Electromyogram	EMG	วัดสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ	สะท้อนการทำงานของกล้ามเนื้อ
Magneto encephalogram	MEG	วัดสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากร่างกายมนุษย์	ลักษณะเหมือนกับสัญญาณ EEG แต่วัดจากการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแม่เหล็ก

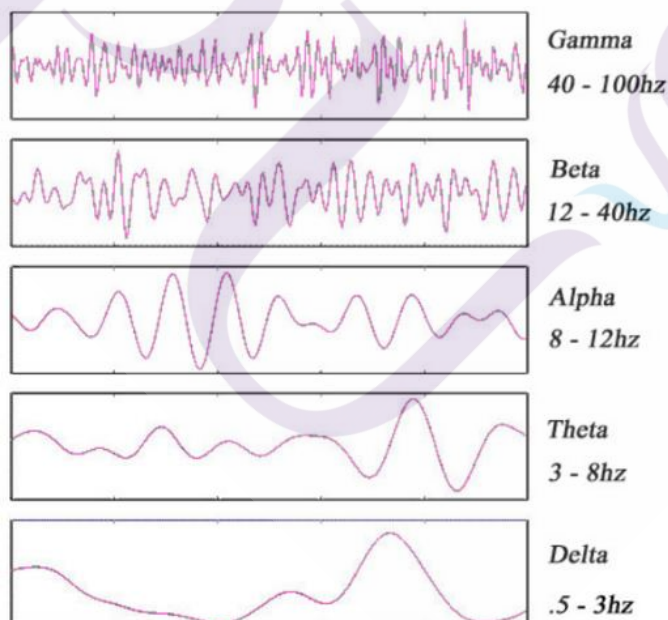
Electroencephalogram หรือ (EEG) เป็นเทคนิคการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนศีรษะ โดยใช้การวัดค่าความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ผ่านขั้วไฟฟ้าที่ติดลงบนผิวหนังของศีรษะ ตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ โดยเครื่อง EEG จะให้รายละเอียดของสัญญาณเชิงเวลาที่สูง และไม่ต้องเจาะลึกลงไปเนื้อสมอง (การผ่าตัด) หรือใช้เข็มขนาดเล็กวัดโดยตรงภายในเนื้อสมอง ทำให้เกิดความปลอดภัยแก่อาสาสมัคร และเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการแพทย์ ในการวินิจฉัยโรคลมชัก ความผิดปกติในการนอนหลับ ใช้แยกเซลล์สมองที่ผิดปกติ หรือเซลล์สมองที่ตายแล้ว อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ EEG ก็คือ จะตอบสนองสัญญาณที่เกิดจากกิจกรรมของสมองเป็นบริเวณพื้นที่ที่แบ่งเป็นส่วนๆ เครื่องมือใช้งานง่ายราคาไม่แพง ขั้ววัดสัญญาณไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่บนศีรษะของมนุษย์ ระยะห่างของแต่ละขั้วสัญญาณถูกกำหนดด้วยระบบมาตรฐานนานาชาติ 10 - 20 (International 10 – 20 System) ขณะที่ความต้านทานไฟฟ้าของขั้วสัญญาณต้องไม่เกิน 5 K Ohm (D'Albis, 2012) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้จะถูกขยายให้มีความแรงขึ้น มีอัตราการสุ่มสัญญาณ เช่น 128 Hz มีการกรองความถี่ที่ต้องการ เพื่อนำเอาเฉพาะสัญญาณที่ต้องการซึ่งอยู่ในย่านความถี่ 0.2 – 30 Hz มาใช้สำหรับการวิเคราะห์จัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออกไปนำเอาสัญญาณที่ต้องการนำมาคัดกรองส่งเข้าสู่กระบวนการแยกคุณลักษณะของสัญญาณ (Feature Extraction) เพื่อนำเอารูปแบบของคุณลักษณะที่ต้องการของสัญญาณเข้าสู่หน่วยประมวลผลเพื่อ

สร้างโปรแกรมหรือคำสั่งการใช้งาน (Devices Control) โดยการนำเอาสัญญาณที่คัดเลือกแล้วมา กำหนดรูปแบบของคำสั่งเพื่อนำไปใช้ต่อไป (Shih, 2012)



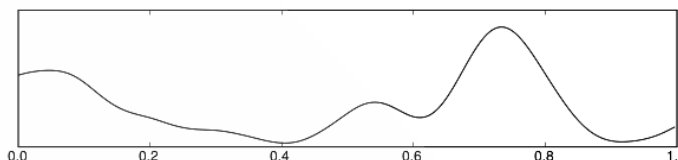
ภาพที่ 2.1 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองภายใน 1 วินาที

การแบ่งประเภทของคลื่นสมองนอกจากจะแบ่งตามวิธีการตรวจวัดแล้ว ทางด้านประสาทวิทยาได้ศึกษาคลื่นสมองในย่านความถี่ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายมนุษย์ (Brain Frequencies Activity) ความแตกต่างของคลื่นสมอง (Brain Wave) จะเกิดขึ้นในลักษณะกิจกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละกิจกรรม (Ramadan, 2015) อธิบายว่า ในการวัดและแบ่งคลื่นสมองของมนุษย์ตามระดับความตื่นตะลึงหรือความถี่ ได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ คลื่น Alpha, Beta, Delta, Theta, และ Gamma



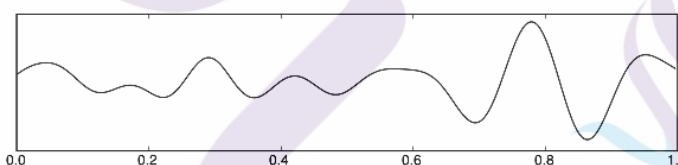
ภาพที่ 2.2 ย่านความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

1. คลื่นเดลต้า (Delta Brainwaves) มีความถี่ประมาณ 0.5 – 3 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นคลื่นสมองที่ช้าที่สุด สถานะนี้จะทำให้ร่างกายเกิดความผ่อนคลายเป็นคลื่นสมองที่ทำงานเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นจิตสำนึก (Unconscious Mind) เช่น ในขณะที่ร่างกายหลับลึกโดยไม่มีกรฝัน (P. Tangkraingij, 2017)



ภาพที่ 2.3 สัญญาณคลื่นเดลต้า (Delta)

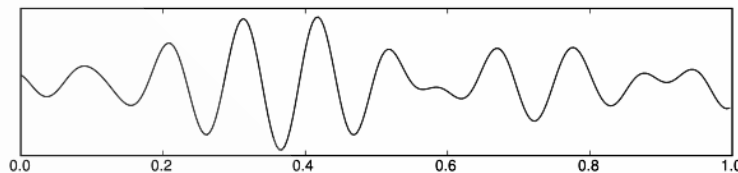
2. คลื่นเซต้า (Theta) ความถี่ประมาณ 4-7 Hz จะสัมพันธ์กับร่างกายขณะหลับไม่ลึก หรือขณะสะลึมสะลือ การเข้าสู่สถานะนี้ใกล้เคียงกับคลื่นสมองในสถานะแอลฟา คือ มีความสุข สบายใจ ความทุกข์ แต่จะมีความปีติสุขมากกว่า สถานะนี้มีความเชื่อมโยงกับการเห็นภาพต่าง ๆ สมองในช่วงคลื่นเซต้าเปรียบเสมือนแหล่งเก็บแรงบันดาลใจความคิดสร้างสรรค์ที่อยู่ในจิตใต้สำนึกของคน จึงเป็นคลื่นสมองที่สะท้อนการทำงานของจิตใต้สำนึก (Subconscious Mind) (M. b. Yahya, 2014)



ภาพที่ 2.4 สัญญาณคลื่นเซต้า (Theta)

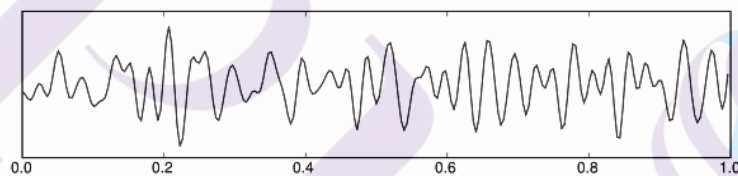
3. คลื่นแอลฟา (Alpha) ความถี่ประมาณ 8-12 Hz สัญญาณนี้จะวัดได้ง่ายเมื่อหลับตา และทำจิตใจให้ผ่อนคลาย ก็คือเป็นคลื่นสมองที่ปรากฏบ่อยในเด็กที่มีความสุขและในผู้ใหญ่ที่มีการฝึกฝนตนเองให้สงบนิ่งมากขึ้นอาจหมายถึง สถานะที่จิตสมดุลอยู่ในสถานะสบายๆ ไม่ควนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยอารมณ์อันรวดเร็ว ให้ความแก่จิตในการไตร่ตรองและมีความคิดเป็นระบบขึ้น สถานะที่สมองทำงานอยู่ในคลื่นแอลฟา ยังพบอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น ขณะที่กำลังง่วงหรือร่างกายผ่อนคลาย ช่วงเวลาที่ง่วงนอนก่อนหลับหรือหลับใหม่ ๆ เวลาทำอะไรเพลิน ๆ จนลืมสิ่ง

รอบตัว เวลาสบายใจ เวลาอ่านหนังสือ หรือจดจ่อกับกิจกรรมอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่ง (A. Gupta, 2016)



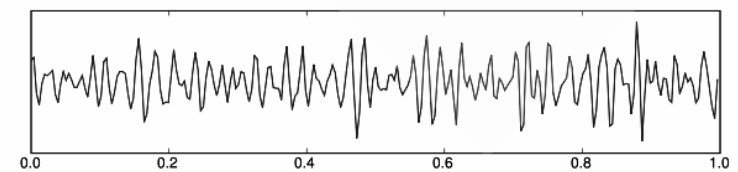
ภาพที่ 2.5 สัญญาณคลื่นแอลฟา (Alpha)

4. คลื่นเบต้า (Beta) ความถี่ประมาณ 12-30 Hz เกิดขึ้นในขณะที่สมองอยู่ในภาวะของการทำงานและควบคุมจิตใจสำนึก (Conscious Mind) ในขณะตื่นและรู้ตัว เช่น การนั่ง ยืน เดิน ทำงาน หรือกิจกรรมต่าง ๆ ในกรณีที่มีจิตมีความคิดมากมายหลายอย่างจากภารกิจประจำวัน วุ่นวายใจ สับสนหรือฟุ้งซ่าน และตั้งการสมองอย่างไม่เป็นระเบียบความถี่ของคลื่นช่วงนี้อาจสูงขึ้นได้ โดยเฉพาะในคนที่มีความเครียดมากอยู่ในภาวะเร่งรีบบีบคั้น ตื่นเต้นตกใจ อารมณ์ไม่ดี โกรธหรือดีใจมาก ๆ สมองจะมีการทำงานในช่วงคลื่นเบต้ามากเกินไป (B. S. Zainuddin, 2014)



ภาพที่ 2.6 สัญญาณคลื่นเบต้า (Beta)

5. คลื่นแกมมา (Gamma) ความถี่มากกว่า 31 Hz เป็นคลื่นสมองที่มีความถี่อยู่ในช่วงสูงสุดเกิดขึ้นบริเวณสมองส่วนที่ทำหน้าที่รับความรู้สึก (Somatosensory Cortex) คลื่นแกมมาจะเกี่ยวข้องกับด้านความคิดและจิตใจ เช่น ความกลัว การแก้ไขปัญหา การเรียนรู้ การมีสติรู้จักรคิด (D. H. Joshi, 2016)



ภาพที่ 2.7 คลื่นแกมมา (Gamma)

ตารางที่ 2.2 ชนิดของสัญญาณคลื่นสมองที่แบ่งตามความถี่

ชนิด	ความถี่ (Hertz)	ความสัมพันธ์กับกิจกรรมของสมอง
Gamma	> 31	เกี่ยวกับจิตใจ การแยกแยะความถูกต้อง ความกลัว การแก้ไขปัญหา การเรียนรู้ การมีสติรู้จักริด
Beta	12-30	เกี่ยวกับกิจกรรมของสมองตอนที่ร่างกายตื่นอยู่หรือกำลังถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้าต่างๆ
Alpha	8-12	ผ่อนคลาย (แต่ไม่ง่วง) สงบมีสมาธิ กำลังใส่ใจบางสิ่ง
Theta	4-8	เกิดในช่วงหลับตื้น ผับ
Delta	0.5-3	เกิดในช่วงหลับลึก ไม่ผับ

2.1.2 อุปกรณ์ตรวจวัดคลื่น EEG

มีอุปกรณ์หลากหลายชนิดที่ผลิตขึ้นมาเพื่อตรวจวัดคลื่น EEG มีทั้งแบบที่ผลิตออกมาทางการแพทย์ซึ่งมีความแม่นยำของการตรวจวัดสูงแต่มีราคาแพงและเคลื่อนย้ายไม่สะดวก ในตารางที่ 2.3 ได้แสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์ตรวจวัดคลื่น EEG รุ่นต่างๆที่เป็น Wireless EEG System ซึ่ง อุปกรณ์เหล่านี้ใช้งานได้สะดวก มีราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ทางการแพทย์มาก ใน ตารางที่ 2.3 ได้แสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์ตรวจวัดคลื่น EEG รุ่นต่างๆที่มีวางจำหน่ายโดยทั่วไป ซึ่ง อุปกรณ์เหล่านี้ใช้งานได้สะดวก มีราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ทางการแพทย์

ตารางที่ 2.3 อุปกรณ์ wireless EEG system รุ่นต่างๆที่มีจำหน่ายเพื่อการค้า

ชื่ออุปกรณ์	ราคา \$	จำนวน Electrodes	ชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ SDK	ผู้ผลิต
Mindflex	40	1	ไม่มี	Mattel (NeuroSky Partner)
Star Wars Force Trainer	40	1	ไม่มี	Uncle Milton (NeuroSky Partner)
Mindball	20	1	ไม่มี	Interactive Productline
XWave Headset	199	1	มี	XWave
MyndPlay BrainBand	129	1	มี	MyndPlay
MindWave	99	1	มี	NeuroSky
Emotiv EPOC	299	14	มี	Emotiv Systems

อุปกรณ์ MindWave เป็นอุปกรณ์ที่มีความละเอียดในการตรวจวัดคลื่นสมองสูงและเป็นอุปกรณ์ไร้สายประกอบด้วยไมโครชิพ ThinkGear และมี firmware ให้สำหรับผู้พัฒนาใช้ ขั้ววัด Electrode แบบแห้งรับสัญญาณขนาด 10 มม. ขั้วสัญญาณถูกกำหนดด้วยระบบมาตรฐานนานาชาติ 10 - 20 (International 10 – 20 System) สมองส่วนหน้า (Forebrain). ช่องสัญญาณ EEG ซึ่งขยายได้ 8000 เท่า อัตราการสุ่มสัญญาณและการขยายของข้อมูลดิบ 128 Hz สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้โดย Bluetooth ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยสวมที่ศีรษะจะสามารถวัดคลื่นสมองได้



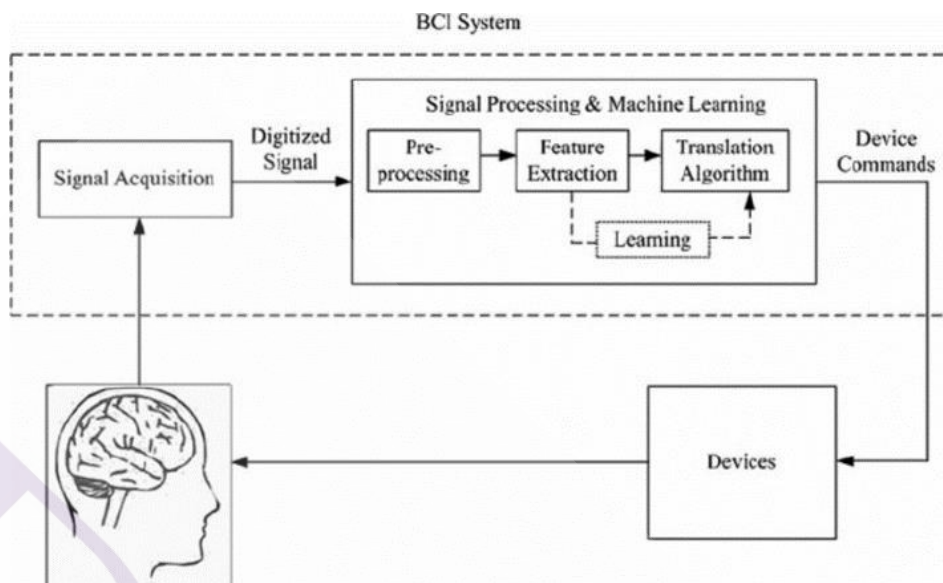
ภาพที่ 2.8 แสดงอุปกรณ์ NeuroSky Mindwave

โดยมีงานวิจัยเรื่อง Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system ที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการ Journal of Psychophysiology ของ Jeffrey M Rogers และคณะ (Rogers et al, 2016) ทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดคลื่นสมอง Neuro headset แบบ Single-channel, wireless EEG system โดยมีค่าความน่าเชื่อถือ (Intra-class correlations) ของอุปกรณ์ โดยทดสอบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง Delta, Theta, Alpha, Beta, Gamma โดยทดสอบ Eyes Close, Eyes Open, N-back, Oddball มีค่า ICCs อยู่ในระดับ 0.76-0.85 ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีและมีราคาที่ไม่แพง และงานวิจัย Comparison of Medical and Consumer Wireless EEG Systems for Use in Clinical Trials ของ Elena Ratti และคณะ (Ratti et al, 2017) ได้ทดสอบความถูกต้องของอุปกรณ์วัดคลื่นสมองแบบไร้สายกับอุปกรณ์วัดคลื่นสมองทางการแพทย์พบว่า สเปกตรัมพลังงาน สมองส่วนหน้า (F1) ของ Mindwave แบบไร้สาย มีความคล้ายคลึงกับ ของอุปกรณ์วัดคลื่นสมองทางการแพทย์ B-Alert, Enobio ที่มีช่องสัญญาณที่มากกว่า ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้ และมีการวิจัยเรื่อง Frontal EEG and Emotion Regulation: Electro cortical Activity in Response to Emotional Film Clips is Associated with Reduced Mood Induction and Attention Interference

Effects ของ Dennis (Dennis, 2010) ได้ศึกษาโดยการทดสอบว่าคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะอารมณ์ต่างๆจากการดูหนัง ผลกระทบไม่แตกต่างกันระหว่างสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา ผลลัพธ์สนับสนุนสมมติฐานที่ว่ากิจกรรม คลื่นไฟฟ้าสมองส่วนหน้า (Forebrain) สะท้อนถึงบริบททางอารมณ์และความสามารถในการควบคุมอารมณ์

2.2 การสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Brain Computer Interface)

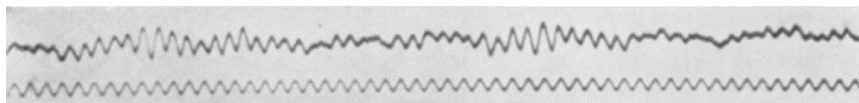
ความหมายของการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Brain-Computer Interface: BCI) คือ ระบบการสื่อสารที่ส่งผ่านข้อความหรือคำสั่งจากสมองไปสู่โลกภายนอกโดยไม่ผ่านเส้นทางการปกติของสมองสู่ปลายทางของเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ ระบบการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยเส้นทางการนำเข้าสู่สัญญาณคลื่นสมองด้วยวิธีการต่าง ๆ การประมวลผลสัญญาณโดยการสกัดลักษณะเด่นของสัญญาณที่ต้องการแยกออกจากสัญญาณอื่น ๆ ที่ถูกบันทึกมาด้วยกันและการแปลผลของสัญญาณ เพื่อนำเอาสัญญาณที่ต้องการไปกำหนดเป็นคำสั่งเพื่อการสื่อสาร หรือควบคุมอุปกรณ์ภายนอกและการป้อนกลับของสัญญาณเพื่อยืนยันความสำเร็จหรือล้มเหลวของคำสั่ง ลักษณะสำคัญของบีซีไอที่ต้องมีในการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์คือ ต้องสามารถแบ่งแยกลำดับขั้นการทำงานของสมอง (Brain State) ได้ และสามารถตรวจจับหรือแยกแยะได้แบบทันทีทันใด (Real Time) วิธีการต่างๆ หลายวิธีได้ถูกนำมาใช้เพื่อสังเกต (Monitor) การทำงานของสมอง ตัวอย่างเช่นเทคนิคการตรวจจับและวิเคราะห์สัญญาณคลื่นสมองอีอีจี (Electro-encephalography: EEG) การตรวจวัดสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจากร่างกายมนุษย์ (magneto-encephalography: MEG) การวิเคราะห์ภาพฉายอนุกรมมิจากร่างกาย (Positron Emission Tomography) และการวิเคราะห์ภาพถ่ายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากร่างกาย (Functional magnetic resonance imaging) เป็นต้น ซึ่งสามวิธีหลังนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง อย่างการตรวจสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นจำเป็นที่จะต้องกระทำในห้องที่ถูกป้องกัน (Shield) การรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในบรรยากาศเพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งทำให้ผลที่ตรวจวัดได้คลาดเคลื่อน ดังนั้นโดยทั่วไปแล้ววิธีวิเคราะห์คลื่นสมองอีอีจี (EEG) จึงมักเป็นที่นิยมนำมาใช้สำหรับการทดลองเกี่ยวกับบีซีไอ มากที่สุด (McFarland, 2011)



ภาพที่ 2.9 องค์ประกอบเบื้องต้นของระบบการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์
ที่มา: (McFarland, 2011)

2.2.1 ประวัติของการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Brain Computer Interface)

การตรวจและบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองของมนุษย์ในปี 1924 Hans Berger จิตแพทย์ชาวออสเตรียได้ใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าชนิดอิน โธเฟน (Einthoven String Galvanometer) บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองมนุษย์เป็นครั้งแรกโดยบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในลูกชายของเขาเองและตีพิมพ์ในวารสารทางด้านจิตแพทย์ในอีก 5 ปีต่อมา Berger ค้นพบคลื่นแอลฟา (Alpha Rhythm) เป็นคนแรกและพบว่าคลื่นนี้จะหายไปเมื่อผู้ป่วยลืมนตา (S. Finger, 2549) ประวัติของการใช้งานการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ในมนุษย์ (The History of Human BCI Implementation) ได้เริ่มต้นขึ้นเมื่อ ค.ศ. 2003 โดยนักวิจัยชาวเยอรมันภายใต้ การนำของ Pfurtscheller เป็นกลุ่มของนักวิจัยและห้องปฏิบัติการกลุ่มแรก ๆ ที่พัฒนาและนำเสนอผลงานจากการค้นพบคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นในขณะที่มนุษย์เกิดจินตนาการ หรือวางแผนการเคลื่อนไหวร่างกาย (Motor Imagery) โดยคลื่นสมองที่ค้นพบเป็นการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นมีระดับพลังงานลดต่ำลงในขณะที่เกิดจินตนาการเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเมื่อเทียบกับเส้นฐาน (Base Line) และ จะมีระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สูงขึ้นเมื่อเคลื่อนไหวไปแล้ว



ภาพที่ 2.10 การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของมนุษย์ครั้งแรก โดย Hans Berger ในปี 1924

ที่มา: (Huang, 2011)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ลักษณะการทำงานของบีซีไอไม่ควรขึ้นอยู่กับผลของสัญญาณที่ได้จากสมองที่เป็นของบุคคลใดคนหนึ่ง ลักษณะสำคัญของบีซีไอที่ต้องมีในการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์คือ ต้องสามารถแบ่งแยกลำดับชั้นการทำงานของสมอง (Brain State) ได้ และสามารถตรวจจับหรือแยกแยะได้แบบทันทีทันใด (Real Time) วิธีการต่างๆ หลายวิธีได้นำมาใช้ในการสังเกต (monitor) ดูการทำงานของสมอง ตัวอย่างเช่นเทคนิคการตรวจจับและวิเคราะห์สัญญาณคลื่นสมองอีอีจี (Electro-encephalography EEG) การตรวจวัดสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจากร่างกายมนุษย์ (magneto-encephalography MEG) การวิเคราะห์ภาพถ่ายอนุกรมจากร่างกาย (Positron Emission Tomography) และการวิเคราะห์ภาพถ่ายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากร่างกาย (Functional magnetic resonance imaging) เป็นต้น ซึ่งสามวิธีหลังนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่สูง อย่างไรก็ตามการตรวจสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นจำเป็นที่จะต้องกระทำในห้องที่ถูกป้องกัน (Shield) การรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในบรรยากาศเพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งทำให้ผลที่ตรวจวัดได้คลาดเคลื่อน ดังนั้นโดยทั่วไปแล้ววิธีวิเคราะห์คลื่นสมองอีอีจี (EEG) จึงมักเป็นที่นิยมนำมาใช้สำหรับการทดลองเกี่ยวกับบีซีไอ (BCI) มากที่สุด (Graimann, 2010) การทดลองเกี่ยวกับบีซีไอ (BCI) จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมหลักดังต่อไปนี้

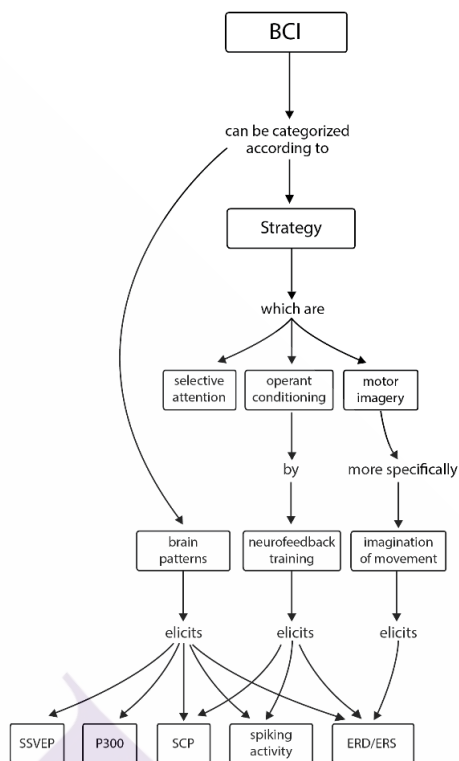
1. การเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง (Preparation) จะเกี่ยวกับการเตรียมปรับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ เครื่องครอบหัวหรือขั้วตรวจวัด (Mounting Electrodes) หรือเซนเซอร์
2. การแสดงผล (Presentation) เกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการนำสิ่งที่ตรวจจับได้จากขั้นตอนแรกมาแสดงผล เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ต้องการศึกษา และผลของการตอบสนองกับร่างกายหรือสมองมนุษย์ในแง่ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นความเข้มของสัญญาณ ระยะเวลาที่ตอบสนอง เวลาในการตอบสนอง และอัตราการตอบสนอง เป็นต้น
3. การตรวจจับ (Detection) เป็นกิจกรรมและกลไกที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกและวิเคราะห์สัญญาณต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมหรือการทำงานของสมอง (Event Related Potentials, ERP) จากอุปกรณ์เซนเซอร์ และอาจรวมถึงงานที่เกี่ยวกับการปรับแต่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ เช่น การหาค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นที่วัดได้ การใช้เทคนิคการประมวลผลสัญญาณ เช่นฟู

เรียร์ทรานสฟอร์ม (Fourier transformation) เพื่อตรวจหาขนาดของสัญญาณที่ความถี่ต่างกัน (Power Spectrum) เป็นต้น หรืออาจใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ เพื่อให้ได้ลักษณะของสัญญาณที่เหมาะสมกับการนำไปตีความหรือแปลความหมายโดยคอมพิวเตอร์

4. การควบคุม (Control) เป็นการนำผลตอบสนองที่ได้จากการตรวจวัดมาควบคุมจัดการสภาพแวดล้อม (งานที่ต้องการควบคุม) ให้เป็นตามที่ต้องการเช่น การใช้ผลตอบสนองจากสมองที่ได้วัดมาตีความเพื่อเลือกตัวอักษรหรือคำหรือรูปภาพที่ต้องการจะสื่อสารการเคลื่อนไหววัตถุเป้าหมายที่อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ไปยังทิศทางที่ต้องการ เป็นต้น

5. รูปแบบและเทคนิคในการทดลองบีซีไอ (BCI) ที่ถูกพัฒนาในปัจจุบันมีมากมายหลายวิธีเช่น การตรวจวัดสัญญาณ P300 การวิเคราะห์สภาวะของสัญญาณอีอีจีชนิดมิวริทึม (Mu-rhythm) การตรวจหาสัญญาณวีอีพี (VEP) การแยกแยะหรือจัดรูปแบบลักษณะของสัญญาณอีอีจี (EEG Pattern Mapping) เป็นต้น โดยแต่ละวิธีก็มีเทคนิคและวิธีการที่ต่างกันออกไป แต่โดยสรุปก็เพื่อให้ได้ผลเหมือนกัน คือมีเป้าหมายในการทำให้มนุษย์สามารถจะติดต่อกับอุปกรณ์อื่นและจัดการกับมันได้ง่ายขึ้น

สัญญาณทางประสาทสรีรวิทยา ที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนระบบการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Neurophysiological Signals Used to Drive BCI Systems) ในการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นสมองที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางสมองสัญญาณที่ใช้สำหรับงานด้านการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์นั้นมีการศึกษาอยู่ด้วยกันสองกลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้ 1. รูปแบบของคลื่นสมอง (Brain Patterns) 2. การฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback)



ภาพที่ 2.11 รูปแบบของคลื่นสมองที่เกี่ยวกับกิจกรรมทางสมอง สัญญาณที่ใช้สำหรับงานด้านการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์

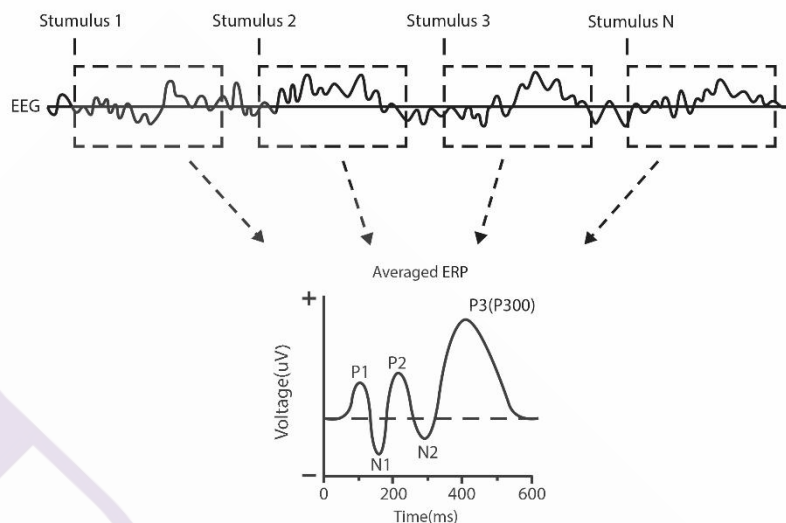
ที่มา: (Graimann, 2010)

สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการกระตุ้นจากปัจจัยหรือกิจกรรมภายนอก Event Related Potential (ERP) หรือ Selective Attention เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ตัวกระตุ้นเกี่ยวข้องกับระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory System) และเมื่อสมองได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าต่าง ๆ ก็จะเกิดศักย์ไฟฟ้าของสมองที่มีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์ภายนอกที่มากระตุ้น (Event-Related Potential: ERPs) โดยจะแสดงผลออกมาในรูปแบบกราฟ ทำให้ทราบถึงเวลาที่สมองใช้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าและส่วนของสมองที่ถูกกระตุ้นในการตรวจวัดสัญญาณ Event Related Potential (ERPs) เป็นการตรวจคลื่นสมองคล้าย EEG (Electroencephalogram) แต่จะมีสิ่งเร้า (Stimulus) จากทางการได้ยิน (Auditory Stimulus) การเห็น (Visual Stimulus) หรือทางผิวหนัง (Somatosensory Stimulus) เป็นตัวกระตุ้นเมื่อทำซ้ำ ๆ แล้วนำกราฟที่ได้มาเฉลี่ย ผลที่ออกมาจะเป็นกราฟอีกอันที่แสดงลักษณะการทำงานของสมอง ที่ถูกรองสัญญาณรบกวนออกไป คลื่นสมองชนิดนี้จะมีลักษณะเฉพาะตัวสำหรับสิ่งเร้า นั้น ๆ Peak (สูงสุด) และ Trough (ต่ำสุด) ที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเฉพาะตัวเกิดขึ้นตาม

Time Sequence ที่แน่นอน การประเมินผล จะใช้วิธีการดูค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้า ซึ่งมีค่าในระดับไมโครโวลต์ ตัวอย่างเช่น Amplitude ของ Trough ที่เกิดขึ้นในเวลา 100 มิลลิวินาที จากฐานไปสู่ค่าสูงสุดในทางลบนั้นจะเรียกว่า N1 Amplitude นอกจากนี้ยังมีรูปแบบของสัญญาณชนิดอื่นอีก ได้แก่ P300 (P3) หมายถึง สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นหลังจากมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าไม่ว่าจะเป็นแสง สี เสียง หรือภาพ ของเหตุการณ์ (Event-Related Brain Potentials) ที่เวลาประมาณ 300-400 มิลลิวินาที หลังจากการกระตุ้นระดับแรงดันไฟฟ้าเทียบกับระยะพัก (Ji, 1999) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ P300 เพื่อใช้ศึกษาสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการกระตุ้นจากปัจจัยหรือกิจกรรมภายนอกที่เกิดจากสิ่งเร้าแบบเสมือนจริงที่จำลองขึ้น เนื่องจากที่ P300 นั้นเป็นการตอบสนองต่อเหตุการณ์ จุดที่ไม่ได้เป็นจุดสนใจ เช่น สิ่งเร้าจะปรากฏตรงส่วนใดก็ได้บนจอแสดงผลไม่จำเป็นต้องเป็นจุดโฟกัสของสายตาของผู้ทดสอบเท่านั้น

2.3 การตรวจศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-related potential: ERP)

Event-Related Potential (ERP) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์ไฟฟ้าของสมองที่บันทึกจากการเปลี่ยนแปลงไปอันเป็นผลเนื่องมาจากมีเหตุการณ์จากภายนอกหรือภายในมากระตุ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Time-locked EEG activity) การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด ERP เป็นการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่มีการนำเสนอสิ่งกระตุ้นที่ต้องอาศัยกระบวนการทางสติปัญญาในการตอบสนอง ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลเก็บไว้เพื่อนำมาวิเคราะห์ในภายหลัง รวมถึงสามารถแยกวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของสัญญาณในแต่ละภาวะเพื่อหาค่าเฉลี่ยของการตอบสนองได้ จึงทำให้การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดนี้เป็นที่สนใจต่อ ประสาทวิทยาศาสตร์เชิงสติปัญญา (Cognitive neuroscience) โดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ด้านสมองและนักจิตวิทยาที่มักใช้การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดนี้ในการประเมินการทำงานของสมอง เพราะการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดนี้จะมีการนำเสนอสิ่งกระตุ้นซึ่งมักเป็นรูปภาพ, สัญลักษณ์, ตัวหนังสือ ซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมายจากสมอง หรืออาจจะเป็นสิ่งกระตุ้นพื้นฐานที่นำเสนอในหลายรูปแบบและต้องให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบเลือกที่จะตอบสนองหรือไม่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นนั้น โดยในแต่ละครั้งของการนำเสนอสิ่งกระตุ้น จะทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการตอบสนองของสมองต่อสิ่งกระตุ้นนั้นๆ แต่คลื่นเหล่านี้มักจะถูกบดบังจนไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้น จึงต้องนำข้อมูลมาทำการเลือกช่วงคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยสิ่งกระตุ้นชนิดเดียวกันมาทำการเฉลี่ยเพื่อหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นนั้นๆ เพียงอย่างเดียวและตัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองพื้นฐานออกไป จึงจะสามารถเห็นคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด ERP ได้ โดยจะปรากฏเป็นคลื่นที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก (positive) และเป็นลบ (negative) เกิดขึ้น (Kang, 2013)



ภาพที่ 2.12 แสดงหลักการของการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด คลื่น P3 (P300)

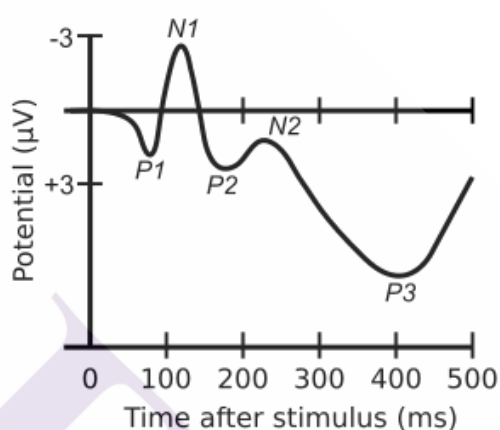
ที่มา: (Kang DH, 2013)

การประเมินความตั้งใจจ่อโดยใช้การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด ERP มักต้องอาศัยแบบทดสอบที่ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบทางจิตประสาทซึ่งใช้ตรวจความตั้งใจจ่ออยู่เดิมมา นำเสนอร่วมด้วย โดยแบบทดสอบชนิด oddball (Oddball paradigm) มักจะถูกใช้ในการประเมินความตั้งใจจ่อ ในแบบทดสอบชนิดนี้ผู้ถูกทดสอบจะต้องตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่เป็นเป้าหมาย (Target stimuli) ที่มีจำนวนครั้งในการนำเสนอ น้อย และเพิกเฉยต่อสิ่งกระตุ้นที่ไม่ใช่เป้าหมายที่มีจำนวนครั้งในการนำเสนอมากกว่า ดังนั้นผู้ถูกทดสอบจะต้องมีสมาธิจดจ่ออยู่กับการปรากฏของสิ่งกระตุ้นเป้าหมาย คลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นในขณะที่สิ่งกระตุ้นที่เป็นเป้าหมายปรากฏในแต่ละครั้ง โดยที่ผู้ถูกทดสอบสามารถตอบสนองได้อย่างถูกต้องจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจะปรากฏให้เห็นเป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างๆ เกิดต่อเนื่องกันในช่วงระยะเวลาของการกระตุ้น โดยทั่วไปการประเมินผลของความตั้งใจจ่อโดยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด ERP มักจะเน้นที่การศึกษาคลื่น P3 หรือคลื่น P300 ซึ่งหมายถึง คลื่นที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก (Positive) ที่เกิดขึ้นเป็นลำดับที่ 3 และมักพบในช่วงระยะเวลา 300 มิลลิวินาทีหลังการกระตุ้นในแต่ละครั้ง

การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด ERP จะทำการประเมินคลื่นแต่ละชนิดจากระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดคลื่น (Latency) โดยนับตั้งแต่เมื่อเริ่มให้สิ่งกระตุ้นจนถึงตำแหน่งสูงสุด (Peak) ของคลื่นนั้น หรือเรียกว่า peak latency และความสูงของคลื่น (Amplitude) เป็นหลัก ในส่วนของคลื่น P3 ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดคลื่นจะสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินสิ่งกระตุ้น

ในขณะที่ความสูงของคลื่นจะสัมพันธ์กับโอกาสในการเกิดสิ่งกระตุ้นที่เป็นเป้าหมายและความเกี่ยวเนื่องของแบบทดสอบที่ทำกับสิ่งกระตุ้น (Johnson, 1989)

นอกเหนือจากคลื่น P3 ยังพบว่า คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด ERP ที่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งกระตุ้นเพียงอย่างเดียวโดยไม่ต้องอาศัยกระบวนการทางสติปัญญา ซึ่งได้แก่คลื่น P1 และคลื่น N1 ที่เกิดขึ้นจากการทำงานของสมองในส่วนที่รับรู้ความรู้สึก (Sensory cortices) ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งกระตุ้นนั้น ยกตัวอย่างเช่น สมองส่วน temporal กับสิ่งกระตุ้นที่เป็นเสียง เป็นต้น (Hillyard, 1973)



ภาพที่ 2.13 ภาพของสัญญาณ P300

ตารางที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ช่วงเวลา ERP

ชนิด ERP	ช่วงเวลาที่เกิด	ความหมาย
คลื่น P1/P100	100 – 200 ms	เกิดขึ้นต่อสิ่งกระตุ้นที่เป็นเสียง
คลื่น P2/P200	200 - 300 ms	เกิดขึ้นต่อสิ่งกระตุ้นที่เป็นภาพและเสียง ณ จุดสนใจ
คลื่น P3/P300	300 – 400 ms	เกิดขึ้นต่อสิ่งกระตุ้นที่เป็นภาพและเสียง ณ จุดที่ไม่ได้เป็นจุดสนใจ

งานวิจัยที่นำ P300 ไปใช้ เช่น งานวิจัยเรื่อง ผลของความยากของข้อสอบและความสามารถของผู้สอบที่มีต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง การศึกษาศีกษาไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ขณะทดสอบด้านเลขคณิตของ (กนกพานทอง, 2554) ได้ ศึกษาเปรียบเทียบความสูงและความกว้างของคลื่น P300 ของผู้สอบขณะทดสอบด้านเลขคณิต จำแนกตามความยากของข้อสอบ ผลการวิจัยหลักปรากฏว่า ความสูง

และความกว้างของคลื่น P300 ของผู้สอบขณะทดสอบด้านเลขคณิต จำแนกตามความยาก ของข้อสอบ และความสามารถของผู้สอบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถ้าจำแนกตามความยากของข้อสอบ ปรากฏว่า ข้อสอบยากมีความสูงของคลื่น P300 มากกว่าข้อสอบยากง่ายปานกลางและข้อสอบง่าย และข้อสอบยากง่ายปานกลางมีความสูงของคลื่น P300 มากกว่าข้อสอบง่าย และงานวิจัยเรื่อง การประเมินความตั้งใจจดจ่อโดยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและการประยุกต์ใช้ในเด็กที่เป็นโรคนสมาธิสั้น ของ (วรสิทธิ์, 2013) การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดอีอาร์พีโดยใช้แบบทดสอบชนิด oddball แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองในหลายรูปแบบ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของคลื่น P3 หรือคลื่น P300 ซึ่งเป็นคลื่นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสติปัญญาในเด็กที่เป็นโรคนสมาธิสั้นซึ่งมีความบกพร่องของความตั้งใจจดจ่อจะมี การเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดอีอาร์พีโดยเฉพาะการลดลงของความสูงของคลื่น P3 และงานวิจัยเรื่อง Properties of EEG Responses to Emotionally Significant Stimuli Using a P300 Wave-Based Brain-Computer Interface ของ (Ilya, 2018) ที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ Neuroscience and Behavioral Physiology ได้ศึกษาลักษณะคลื่น P300 ของการรับรู้ของสิ่งเร้าในการตรวจหาความสนใจ เพื่อให้ประเมินความสามารถของเด็กออทิสติกในการรับรู้สิ่งที่กระตุ้นทางอารมณ์สำหรับเด็กออทิสติก 14 คน ในการนำเสนอภาพที่มีเนื้อหาแตกต่างกันของความสนใจต่อสิ่งเร้าที่นำเสนอ จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่าคลื่นสมองช่วง P300 นั้นสามารถใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกิจกรรมที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ของคลื่นสมองได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวจึงนำคลื่นในช่วง P300 มาใช้ในงานวิจัยจากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่าคลื่นสมองช่วง P300 นั้นสามารถใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกิจกรรมที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ของคลื่นสมองได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำคลื่นในช่วง P300 มาใช้ในงานวิจัย

2.4 ความจริงเสมือน (Virtual reality)

2.4.1 เทคโนโลยีความจริงเสมือนในอุตสาหกรรม

ความจริงเสมือน (Virtual reality) หรือย่อว่า วีอาร์ (VR) เป็นสภาพแวดล้อมที่จำลองโดยคอมพิวเตอร์ สภาพแวดล้อมในความเป็นจริงเสมือนส่วนมากจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น แสดงทั้งบนจอคอมพิวเตอร์ หรือ อุปกรณ์แสดงผลสามมิติ โดยผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อมเสมือน ได้ทั้งการใช้อุปกรณ์ นำเข้ามาตรฐานเช่น แป้นพิมพ์ หรือ เมาส์ สภาพแวดล้อมจำลองยังสามารถทำให้คล้ายกับโลกจริงได้ เช่น การจำลองการฝึกนักบิน สามารถทำให้แตกต่างจากความเป็นจริงก็ได้เช่น เกมความเป็นจริงเสมือน ในทางปฏิบัติแล้วเป็นเรื่องยากมากในการสร้างประสบการณ์ความเป็นจริงเสมือนที่เหมือนจริงมาก ๆ เนื่องจากข้อจำกัดทางเทคนิค

หรือกำลังการ ประมวลผล ความละเอียดของภาพ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดดังกล่าวคาดว่าจะแก้ไขได้ในอนาคตอันใกล้เนื่องจาก เทคโนโลยีการสื่อสารภาพและข้อมูล รวมถึงกำลังของหน่วยประมวลผลนั้นพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ Virtual Reality ความเป็นจริงเสมือนเป็นกลุ่มของเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์ ถ้าผู้ออกแบบสามารถให้ประสาทสัมผัสของมนุษย์มีความค่อยเป็นค่อยไปในปฏิสัมพันธ์กับโลกทางกายภาพซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวมนุษย์แล้ว มนุษย์ก็จะสามารถรับและเข้าใจ สารสนเทศได้ง่ายขึ้น ถ้าสารสนเทศนั้นกระตุ้นการรับรู้สัมผัสของผู้รับ

พ.ศ. 2503 – 2512 อีแวน ซูเทอร์แลนด์ (Ivan Sutherland) ซึ่งนับเป็นบิดาของเทคโนโลยีความเป็นจริง เสมือน ได้ประดิษฐ์จอภาพสวมศีรษะ ๓ มิติ รุ่นแรกออกมา และในระยะนั้น ได้มีพัฒนาการด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก เกิดขึ้น การใช้จอภาพสวมศีรษะร่วมกับคอมพิวเตอร์กราฟิก ๓ มิติ จึงนับเป็นต้นกำเนิดของเทคโนโลยีความเป็นจริง เสมือน

พ.ศ. 2513 – 2532 การวิจัยในห้องปฏิบัติการวิจัยอวกาศอาร์มสตรอง ได้พัฒนาเทคโนโลยีการจำลอง การบิน โดยการปรับปรุงจอภาพสวมศีรษะให้ดีขึ้นโดยให้นักบินสวมใส่ เมื่อนักบินมองออกไปในโลกความเป็นจริงเสมือน ซึ่งปรากฏอยู่เบื้องล่างแล้ว จะเห็นเสมือนว่ามีเครื่องบินอื่นปรากฏอยู่รวมถึงอื่นภายใต้สิ่งแวดล้อมนั้น ในระยะเดียวกัน นั้นเองได้มีการวิจัยเกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือนในมหาวิทยาลัยต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาเช่นกัน ที่มหาวิทยาลัยนอร์แคโรไลนา ได้มีการใช้เทคนิคความเป็นจริงเสมือนในการสร้างจินตนาการด้านสถาปัตยกรรม

พ.ศ.2531-2533 โครงการนาซาได้ช่วยแพร่กระจายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้ร่วมกับนักเขียน โปรแกรมและผู้ผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้นำเอาส่วนประกอบต่างๆ ที่มีอยู่แล้วมาประติษฐ์ร่วมกันเพื่อให้ได้จอภาพสวมศีรษะในราคาถูกลงและใช้เป็นครั้งแรกในกองทัพอากาศ

ในปี 2536 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้ขยายวงกว้างทางด้านบันเทิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานบันเทิง เช่นดิสนีย์เวิลด์ที่มีการใช้เทคโนโลยีอย่างกว้างขวางในระยะต่อมาผู้ผลิตเกมคอมพิวเตอร์เช่น โซนี่ และนินเทนโดได้นำ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในเกมต่างๆ แทนของเดิมในขณะที่บริษัทต่างๆ ได้พัฒนาการโดยใช้ความเป็นจริง เสมือนในด้านบันเทิงอยู่นี้ สถาบันและกลุ่มนักวิจัยก็มีความพยายามในการนำความจริงเสมือนมาใช้ในด้านต่างๆ เช่น ด้านวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์และการฝึกอบรม

โดยเฉพาะตั้งแต่ปี 2559 มีการเกิดอุปกรณ์ความจริงเสมือน ในธุรกิจเกมเข้าสู่ตลาดจำนวนมากและที่จำหน่ายในเชิงพาณิชย์เช่น Oculus Rift (Oculus), HTC Vive (HTCและ Valve corp.) และ PlayStation VR (Sony corp.) เฉพาะในปี 2560 มีเกมมากกว่า 7249 เกมได้รับการพัฒนา

เพื่อความเป็นจริงเสมือนบนแพลตฟอร์ม Steam (Kain, 2017) ในขณะที่ Sony ในเดือนมิถุนายน 2560 ได้ขายแว่นความจริงเสมือนมากกว่าหนึ่งล้านชุดทั่วโลก (Reuters, 2017) ในบรรดาวิดีโอเกม ที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อความเป็นจริงเสมือนเกมสยองขวัญเป็นหนึ่งใน ประเภทที่มีคนเล่นมากที่สุดในปี 2560 (Shuman, 2017) เกมสยองขวัญสามารถกระตุ้นความ หวาดกลัว และความวิตกกังวลที่แท้จริงในผู้เล่นที่ต้องตัดสินใจว่าจะทำอะไรและเมื่อใดที่จะ ตอบสนองต่อภัยคุกคามดังกล่าวและจัดการเพื่อความอยู่รอด (Lin, 2017) เปรียบเสมือนกับผู้เล่นเข้าไป อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นจริงๆ เป็นความรู้สึกกลัวเทียบเคียงกับประสบการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงในสภาพแวดล้อมจำลอง เกมประเภทนี้มีการกระตุ้นอารมณ์และการฝึกอารมณ์รวมถึงการ ประเมินและการฝึกทักษะทางอารมณ์ เช่นเดียวกับการรักษาโรควิตกกังวลและโรคกลัว (Parsons, 2008; Price, 2011; Opris, 2012) การศึกษาก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นว่าในความเป็นจริงแล้วความจริงเสมือนนั้นเป็นสิ่งที่สามารถทำให้สมองถูกกระตุ้นให้เกิดอารมณ์มากกว่าการที่เล่นผ่านจอโทรทัศน์ ที่มีแค่ภาพและเสียง และมีงานวิจัยที่กล่าวถึงผลกระทบของความเป็นจริงเสมือน

2.4.2 การนำความจริงเสมือนมาใช้จำลองสถานการณ์ความวิตกกังวล

งานวิจัย เรื่อง Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Induced Anxiety ของ (Shih-Ching Yeh, 2018) ได้ศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นของความจริงเสมือน (VR) และ ความเป็นจริงเสริม (AR) ต่อความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นการทดลองมีการสุ่มเลือกอาสาสมัคร 34 คน ในฉาก ความเป็นจริงเสริม และ ความจริงเสมือน ตามลำดับ มีการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงการนำ ไฟฟ้าบนผิวหนังและอัตราการเต้นของหัวใจของอาสาสมัครตลอดกระบวนการทั้งหมดและใช้ ระดับความวิตกกังวลเพื่อประเมินความวิตกกังวลแบบอัตนัยเมื่องานในแต่ละฉากเสร็จสิ้น ผลการวิจัยพบว่าจาก AR และ ความจริงเสมือนนำไปสู่ความรู้สึกไม่สบายระดับการนำไฟฟ้าบน ผิวหนังของอาสาสมัครเพิ่มขึ้นอย่างมากจากค่าพื้นฐานเมื่อผู้เข้าร่วมทำการทดลองอัตราการเต้นของ หัวใจของอาสาสมัครเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีเหตุการณ์ความวิตกกังวลเกิดขึ้น ความเป็นจริง เสริม และ ความจริงเสมือน ก่อให้เกิดความวิตกกังวลที่เห็นได้ชัดซึ่งสะท้อนให้เห็นในตัวชี้วัดทาง สรีรวิทยา และงานวิจัยเรื่อง Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials ของ (Emily Carl, 2018) ได้ศึกษาโรควิตกกังวลกลัว ของพื้นที่ปิดล้อม (Claustrophobia) ถึงแม้ว่าการรักษาด้วยยาสามารถควบคุมอาการได้ แต่อาการจะ กลับมาอย่างรวดเร็วเมื่อหยุดยา การศึกษาจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าการรวมจิตบำบัดและการรักษา ด้วยยานั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ยาเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามจุดอ่อนของจิตบำบัดแบบ ดั้งเดิมคือใช้เวลานานและมีราคาแพง และศึกษาวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับความจริงเสมือน และ ความเป็นจริงเสริมด้วยการวัดการเปลี่ยนแปลงความแปรผันของหัวใจ Heart Rate Variability

(HRV) ของผู้เข้าร่วมและตรวจสอบข้อมูลจากแบบสอบถามการสำรวจ ผล HRV ระบุว่า ระบบความจริงเสมือน และ ระบบความเป็นจริงเสริมที่เสนอนั้นสามารถกระตุ้นความวิตกกังวลได้ และสภาพแวดล้อมของความจริงเสมือนนั้นสร้างความวิตกกังวลได้มากกว่าสภาพแวดล้อมความเป็นจริงเสริม

2.5 ความวิตกกังวล (Anxiety) และแนวทางการรักษา

ความวิตกกังวลเป็นอารมณ์พื้นฐานของมนุษย์ เกิดได้ตั้งแต่แรกคลอดและเกิดต่อเนื่องได้ตลอดชีวิต สาเหตุเนื่องจากรู้สึกว่ามีบางสิ่งมาคุกคามเอกลักษณ์ของตัวเอง (Identity) หรือต่อความนับถือตัวเอง (Self-esteem) ต่อสุขภาพหรือเมื่อต้องทำอะไรที่เกินความสามารถของตัวเอง ทำให้เกิดความไม่สบาย ไม่เป็นสุข และมีผลต่อการรับรู้ของบุคคลทำให้การรับรู้ด้อยลงไป ฉะนั้นความวิตกกังวลจึงมีผลต่อบุคคลทั้งด้านร่างกายและความคิดจิตใจ ความวิตกกังวลเป็นการตอบสนองของร่างกายและจิตใจต่อการหวั่นเกรงอันตรายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลอันตรายจากสภาพรอบตัว และความคิดปกติใน ร่างกาย เช่น โรคเรื้อรัง เป็นต้น แนวคิดความวิตกกังวลได้อธิบายด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์ของฟรอยด์ (Freud, 1963) ซึ่งกล่าวว่าความวิตกกังวลเป็นประสบการณ์ส่วนบุคคลที่มีลักษณะหวาดหวั่น ตึง เครียด ยุ่งยากและไม่เป็นสุขที่เกิดจากแรงผลักดันภายในทำให้เกิดปฏิกิริยา “สู้หรือหนี” (Fight or Flight) เมื่อเผชิญกับสถานการณ์คุกคามและความวิตกกังวลเป็นเสมือนศูนย์กลางของพัฒนาการทางบุคลิกภาพต่อมาซัลลิแวน (Sullivan, 1953) จิตแพทย์มีความเชื่อในแนวเดียวกับฟรอยด์อธิบายเพิ่มเติมว่า สัมพันธภาพระหว่างบุคคลที่ก่อความรู้สึกถูกคุกคามศักดิ์ศรีของตน จะทำให้เกิดความวิตกกังวลส่วนความวิตกกังวลตามหลักเกณฑ์วินิจฉัยโรคของสมาคมแพทยอเมริกันฉบับที่ 4 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition or DSM-IV) ได้แก่ อาการที่ไม่สุขสบาย อึดอัด กระวนกระวาย หรือหวาดกลัวอันตรายซึ่งคิดว่าอาจเกิดขึ้น เป็นความรู้สึกที่ไม่ได้สัดส่วนกับอันตรายที่จะเกิดขึ้นจริง หรือรู้สึกมากเกินไป และมีอาการแสดงอันเป็นผลเนื่องมาจากการที่ระบบประสาทอัตโนมัติทำงานมากขึ้น

ภาวะวิตกกังวล ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสรีรวิทยา เป็นผลเนื่องมาจากการเร่งทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ เพื่อตอบสนองต่อภาวะตึงเครียดที่เกิดขึ้นและอาการที่จะแสดงออก ได้แก่ หัวใจเต้นแรงและเร็วขึ้น การไหลเวียนของเลือดยังสมองเพิ่มขึ้น แน่นหน้าอก ความดันโลหิตสูงขึ้น ปวดศีรษะ เป็นลม ถอนหายใจบ่อย ๆ หายใจถี่และเร็ว หน้ามืดวิงเวียน หน้าแดงหรือซีด เหงื่อออกมาก ม่านตาขยาย ท้องอืด ปวดท้อง คลื่นไส้อาเจียน เบื่ออาหาร ระบบขับถ่ายอุจจาระ ปัสสาวะและประจำเดือนผิดปกติ และเกิดความเครียดที่ระบบการเคลื่อนไหว

(Motor tension) ทำให้ เกิดอาการสั่น มุ่งง่าม ควบคุมการเคลื่อนไหวได้ยาก มีอาการเกร็ง ไม่สามารถผ่อนคลายได้ นอกจากนี้ภาวะวิตกกังวลยังเป็นตัวกระตุ้นให้ร่างกายหลั่งฮอร์โมนบางชนิด ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกายโดยต่อมหมวกไตจะหลั่งฮอร์โมน Epinephrine และ Norepinephrine มีผลทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ความดันเลือดสูงขึ้นและกระตุ้นระบบประสาท Sympathetic ซึ่งหากมีปริมาณมากจะกระตุ้นให้ร่างกายตื่นตัวมากจนไม่อาจควบคุมได้ และ Glucocorticoid หากหลั่งมากจะทำให้ร่างกายหมดแรง การเปลี่ยนแปลงด้านจิตใจเกิดจากความรู้สึก ขัดแย้งและความไม่แน่ใจ ซึ่งแสดงออกทางด้านอารมณ์และความรู้สึกนึกคิด ได้แก่ ความรู้สึกเครียด อึดอัด หวาดหวั่น กลัว กังวล ไม่สบายใจ หงุดหงิด โกรธ ตื่นเต้นตกใจง่าย รู้สึกว่าจะมีบางสิ่ง บางอย่างเลวร้ายเกิดขึ้น และรู้สึกว่าไม่มีใครสามารถช่วยตนได้ จึงอาจมีอาการเศร้า มีความรู้สึกผิด รู้สึกท้อแท้สิ้นหวัง ยังทำให้หมกมุ่นครุ่นคิด ไม่มีสมาธิ การตัดสินใจไม่ดี การรับรู้ผิดพลาด ความจำ และความสนใจสิ่งแวดล้อมลดลง การเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมเมื่อมีภาวะวิตกกังวลเกิดขึ้น บุคคลจะแสดงพฤติกรรมออกมาหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นคำพูดและท่าทาง ได้แก่ การแสดงสีหน้าวิตก กังวล กระสับกระส่าย ไม่อยู่นิ่ง กำมือแน่น เคลื่อนไหวโดยไม่มีความหมาย มือสั่น กล้ามเนื้อเกร็ง พูดจาชวนทะเลาะ พูดเร็ว พูดเสียงดังหรือเบา พูดติดอ่าง พูดซ้ำ ๆ ในเรื่องเดิม ไม่อดทน กลอกตาไปมา หลบตา หรือพยายามหนี และไม่ให้ความร่วมมือในการกระทำการกิจกรรมต่าง ๆ

2.5.1.สาเหตุของการเกิดภาวะวิตกกังวล

ลักษณะนิสัยวิตกกังวล เป็นบุคลิกภาพอันยาวนาน (long-term personality) ที่จะเกิดความวิตกกังวล เมื่อถูกยั่วโดยสิ่งเร้าที่ก่อให้เกิดความเครียด ความถี่ของความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นอาจสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัย (trait) ของคนๆ นั้น บางทีเรียกว่าความวิตกที่เป็นลักษณะเฉพาะหรือพื้นฐาน (characteristic or basic anxiety) ความวิตกกังวลแบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของอารมณ์ถาวรหรืออารมณ์นิสัย (temperament) ซึ่งเป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ของแต่ละบุคคลในการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อม ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นตั้งแต่ในวัยเด็ก ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าบางคนมีแนวโน้มที่จะเกิดความวิตกกังวลได้ง่ายและบ่อยกว่าคนอื่น ทั้งๆ ที่เผชิญกับความขัดแย้ง หรือปัญหาแบบเดียวกัน (Spielberger, 1972)

ภาวะวิตกกังวลเกิดได้จากหลายสาเหตุ แต่ละสาเหตุมีผลกระทบซึ่งกันและกัน สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะวิตกกังวลได้ 3 ประการ ดังนี้

1. ภาวะวิตกกังวลจากพัฒนาการของชีวิต เช่น การเปลี่ยนแปลงของร่างกายในวัยรุ่น เข้าสู่วัย ผู้ใหญ่ หรือจากวัยผู้ใหญ่เข้าสู่วัยสูงอายุ ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านร่างกายและด้านจิตใจ ส่งผล ให้บุคคลเกิดความคับข้องใจและวิตกกังวล

2. ภาวะวิตกกังวลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ เช่น การเจ็บป่วยทางกาย หรือการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมน

3. ภาวะวิตกกังวลจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินชีวิตประจำวัน เช่น การสูญเสียบุคคลอันเป็นที่รัก ความเจ็บป่วย ความขัดแย้งระหว่างบุคคล

2.5.2 ประเภทของความวิตกกังวล

สปีลเบอเกอส์และคณะ (Spielberger, 1983) ได้แบ่งความวิตกกังวลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความวิตกกังวลขณะเผชิญและความวิตกกังวลแฝง

1. ความวิตกกังวลขณะเผชิญ (State anxiety or S-Anxiety or A-state) คือ ความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นในเวลาเฉพาะเมื่อมีสถานการณ์เข้ามากระทบและมีแนวโน้มว่าจะทำให้เกิดอันตรายหรือคุกคามบุคคล เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นชั่วคราว ทำให้บุคคลนั้นเกิดความรู้สึกตึงเครียด หวาดหวั่น กระวนกระวาย ลักษณะอารมณ์ สรีระ และพฤติกรรมที่โต้ตอบความวิตกกังวลแบบเผชิญจะสังเกตเห็นได้ และผู้ที่มีความวิตกกังวลสามารถบอกได้ ความรุนแรงและระยะเวลาที่เกิดความวิตกกังวลจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพการเรียนรู้ และประสบการณ์ในอดีตของแต่ละบุคคล ดังนั้นความวิตกกังวลของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล จึงจัดเป็นความวิตกกังวลขณะเผชิญ

2. ความวิตกกังวลแฝง (Trait anxiety or T-Anxiety or A-trait) เป็นความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นกับบุคคลในสถานการณ์ต่างๆ ไป เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเป็นลักษณะประจำตัวของแต่ละบุคคล และเป็นส่วนหนึ่งของบุคลิกภาพ (Personality trait) จะไม่ปรากฏออกมาในลักษณะของพฤติกรรมโดยตรง แต่จะเพิ่มความรุนแรงของความวิตกกังวลขณะเผชิญ บุคคลที่มีความวิตกกังวลแฝงสูงจะรับรู้ แปลความ และประเมินสถานการณ์ก่อให้เกิดความวิตกกังวลได้เร็วกว่าผู้ที่มีความวิตกกังวลแฝงต่ำ

ความวิตกกังวลทั้ง 2 ชนิดมีความสัมพันธ์กัน คือ เมื่อมีสิ่งเร้าเข้ามากระทบบุคคล กระบวนการทางปัญญา เช่น ความคิด ความเชื่อ รวมทั้งความวิตกกังวลแฝง จะทำหน้าที่ประเมินสิ่งเร้า ที่มากระทบ เมื่อประเมินได้ว่าสิ่งเร้าจะเข้ามาทำอันตรายหรือคุกคามตนเอง จะเกิดปฏิกิริยาตอบสนองต่อ สภาพการณ์ดังกล่าวแสดงออกเป็นความวิตกกังวลบุคคลที่มีความวิตกกังวลแฝงสูงจะเป็นตัวเสริมให้ ความวิตกกังวลขณะเผชิญรุนแรงกว่าผู้ที่มีความวิตกกังวลแฝง (दाराररररररररररर, 2535)

2.5.3 ระดับความวิตกกังวล

ความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคลมีความรุนแรงไม่เท่ากันขึ้นกับสิ่งกระตุ้น ความหมายของเหตุการณ์และบุคลิกภาพของบุคคลนั้น เพปเปลาว (Peplau, 1991) แบ่งระดับ ความวิตกกังวลเป็น 4 ระดับคือ

1. ความวิตกกังวลเล็กน้อย (Mild Anxiety) เกิดจากความตึงเครียดในชีวิตประจำวัน ความวิตกกังวลในระดับนี้ความมีสติสัมปชัญญะของบุคคลจะเพิ่มขึ้น มีความตื่นตัว การรับรู้กว้างขึ้น การเรียนรู้ดีขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักหาวิธีในการแก้ปัญหาและบรรเทาความวิตกกังวล การควบคุมตนเองมีมากขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเล็กน้อย เช่น อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตสูงขึ้น การหายใจเร็วขึ้น กล้ามเนื้อตึงตัวบริเวณ ใบหน้า ต้นคอ หรือหลังมือ เท้าเย็น

2. ความวิตกกังวลปานกลาง (Moderate Anxiety) ความมีสติสัมปชัญญะยังคง มีอยู่แต่มีความตื่นตัวมากขึ้น การเคลื่อนไหวมากขึ้นจนเกือบจะลู่กลิ้งลุดน การรับรู้แคบลง การรับรู้ รับฟัง การทำความเข้าใจและการมองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหาต่างๆ ลดลง ความสนใจมีจำกัดจะเลือกสนใจเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือที่จะช่วยให้ตนสบายใจขึ้น ยังคงใช้ กระบวนการแก้ปัญหาได้โดยต้องควบคุมสมาธิมากขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกายมากขึ้น

3. ความวิตกกังวลรุนแรง (Severe Anxiety) ความมีสติสัมปชัญญะลดลง และ การรับรู้มากขึ้น การรับรู้รับฟังสิ่งที่เป็นสาระสำคัญมีน้อย หมกมุ่นครุ่นคิดในรายละเอียดปลีกย่อย การคิด การมองสิ่งต่างๆ แปรปรวนไปจากสภาพความเป็นจริง เกิดความกลัวต่อบุคคล สถานที่ หรือสิ่งของ มีอาการย้ำคิดย้ำทำ นอนหลับพักผ่อน ได้น้อย ความเชื่อมั่นในตนเองลดลงจึงอาจจะ พุดมากและเร็ว กระสับกระส่ายความจำและสมาธิไม่ดี มีความบกพร่องของการทำบทบาทหน้าที่ในสังคม

4. ความวิตกกังวลท่วมท้น (Panic) เกิดจากความวิตกกังวลที่ไม่ได้รับการ ระบายออก หรือแก้ไขให้ลดลง จึงมีการสะสมความวิตกกังวลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดที่บุคคลไม่ สามารถจะทนต่อไปได้ ทำให้บุคคลนั้นมีความผิดปกติของความคิด อารมณ์ และพฤติกรรมบุคคลจะอยู่ในภาวะขาดสติสัมปชัญญะ ตื่นตระหนก มึนงง สับสนวุ่นวาย เกรี้ยวกราด ควบคุมตนเองได้น้อย การรับรู้ น้อยมากและผิดไปจากความเป็นจริงอาจมีอาการแปลภาพผิด หลงผิด หรือประสาทหลอน ซึมเศร้า รับประทานอาหารไม่ได้ อาจมีอาการอ่อนเพลีย ไม่มีแรง จนไม่สามารถขยับแขนขา หรือไม่สามารถช่วยเหลือตนเอง และอาจถึงแก่ความตายได้ (อรพรรณ, 2545)

2.5.4 ผลกระทบจากภาวะวิตกกังวล

เมื่อมีความวิตกกังวลจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทอัตโนมัติ และต่อมไร้ท่อ ซึ่งจะแสดงออกทางร่างกาย จิตใจ และสังคมของบุคคล โดยขึ้นกับระดับความวิตกกังวล

1. การแสดงออกทางร่างกาย (Physiological manifestation) จะมีการเปลี่ยนแปลงใน ระบบต่างๆ ของร่างกาย ดังนี้

1.1 ระบบหัวใจและการไหลเวียนของโลหิต หัวใจเต้นเร็ว ใจสั่น อัตราการเต้น ของชีพจรเพิ่มขึ้น เส้นเลือดหดตัว ความดันโลหิตสูงขึ้น หน้าร้อน แดง เหงื่อออก มือเท้าเย็น

1.2 ระบบทางเดินหายใจ การหายใจเร็วขึ้น แน่นหน้าอก หายใจลำบาก อาจมี อาการหอบ

1.3 ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก กล้ามเนื้อเกร็ง และตึงตัว ปวดเข่าและข้อ มือสั่น ตัวสั่น กระตุก งุ่มง่าม กล้ามเนื้ออ่อนแรง ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ คอติบตัน

1.4 ระบบทางเดินอาหาร เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน มีการเปลี่ยนแปลงของ น้ำย่อยและการเผาผลาญอาหาร น้ำตาลถูกขับออกมาจากตับมากขึ้น รู้สึกหิวๆ คล้ายจะเป็นลม แน่นท้อง ปวดท้อง ท้องเสีย

1.5 ระบบขับถ่ายปัสสาวะบ่อย เหงื่อออกตามฝ่ามือฝ่าเท้า ท้องผูก - ระบบประสาทต้นตกใจ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ นอนไม่หลับ คันตามผิวหนัง

1.6 ระบบอื่นๆ ปากแห้ง ผิวหนังซีด ม่านตาขยาย ควบคุมการทรงตัวและการ เคลื่อนไหวไม่ได้ เดินเร็ว พุดเร็ว อยู่หนึ่งไม่ได้ มีการเปลี่ยนแปลงของรอบเดือน สมรรถภาพทางเพศ ลดลง เหนื่อยง่าย อ่อนเพลีย รู้สึกร้อนๆ หนาวๆ

2. การแสดงออกทางจิตสังคม (Psychosocial manifestation) จะมีการ เปลี่ยนแปลงของ อารมณ์ ความคิด ความรู้สึก การรับรู้ และการแสดงออกทางสังคม ดังนี้

2.1 อารมณ์ มีอารมณ์หงุดหงิด โกรธง่าย กระสับกระส่ายหวาดหวั่น หวาดกลัว อันตรายระมัดระวัง

2.2 ความคิด หวาดระแวง สงสัย คิดซ้ำๆ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ลดลง คิดอะไรไม่ออก ขาดความคิดริเริ่ม ไม่มีสมาธิ มองโลกในแง่ร้าย ความสามารถแก้ปัญหา ลดลง การตัดสินใจไม่ดี หมกมุ่นกับความวิตกกังวล สับสน

2.3 ความรู้สึก รู้สึกตนเองไม่มีคุณค่า ไม่เชื่อมั่นในตนเอง เบื่อหน่าย สิ้นหวัง - การรับรู้ช้าและผิดพลาด ไม่สนใจสภาพแวดล้อม

2.4 การแสดงออกทางสังคม แยกตัว ก้าวร้าว คำหุนหันเหิน เจ้ากี้เจ้าการ เรียกร้อง ฟังพา เลือดยา ความสามารถในการทำงาน ความรับผิดชอบในหน้าที่การงานลดลง การใช้สารเสพติด หาความบันเทิงทางสังคม อาจพุดมากหรือไม่พุดเลย

การศึกษาทางสุขภาพจิตเกือบทุกรายงานพบว่าปัจจัยทางสุขภาพกายมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับสุขภาพจิต ศิริลักษณ์ สุภพิศพร ได้วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของโรคทางกายต่อปัญหาทางจิต ไว้หลายรูปแบบได้แก่ ปัญหาทางจิตบางอย่างเป็นแค่อาการหนึ่งของโรคทางกาย เช่น ฮอร์โมน

แปรปรวน หรือมีโรคที่ลุกลามเข้าสมอง เป็นภาวะแทรกซ้อนจากโรคทางกาย เช่นอาการเพื่อสับสน เมื่อมีไข้สูง หรือค่าเคมีในเลือดแปรปรวน บางครั้งแสดงออกด้วยอาการเหมือนโรคทางกาย เช่น อ่อนเพลีย ปวดตามเนื้อตัว หายใจไม่สะดวก และปัญหาทางจิตที่สามารถกระตุ้นให้โรคทางกาย กำเริบได้ เช่น แผลในกระเพาะอาหาร ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ เป็นต้น (ศิริลักษณ์, 2546) ปัญหาเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อเจตนิมมในการดูแลช่วยเหลือตนเองของผู้ป่วย อย่างมากปัญหาทางจิตเวชในผู้ป่วยทางกายเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย คือพบได้สูงถึงร้อยละ 30 ของผู้ป่วยที่มารับการตรวจกับแพทย์ทั่วไป (สมภพ, 2547) การเจ็บป่วย โดยเฉพาะการเจ็บป่วยร้ายแรง นับเป็นวิกฤตการณ์อย่างหนึ่งในชีวิตที่ทำให้ผู้ป่วยและครอบครัวต้องปรับตัว ถ้าปรับตัวไม่ได้ก็จะมีปัญหาต่างๆ ตามมา ที่พบได้บ่อยคืออาการซึมเศร้า ซึ่งพบได้ถึงประมาณร้อยละ 22-24 ของผู้ป่วยที่ป่วยด้วยโรคร้ายแรง และอาการวิตกกังวลซึ่งพบประมาณร้อยละ 4-14 การเจ็บป่วยจะส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยทั้งทางกาย จิตใจ และสังคมก่อให้เกิดปัญหาที่ผู้ป่วยจะต้องเผชิญ ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเจ็บป่วยโดยตรงและในเรื่องอื่นๆ ในทางพุทธศาสนาก็มีความเห็นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายและจิตใจว่าเมื่อกายเจ็บไข้ได้ป่วยก็มักจะรบกวนทำให้จิตใจพลอยไม่สบายด้วย เพราะร่างกายเจ็บปวดจิตใจก็มีความทุกข์ มีความหวาดระแวง มีความกลัว มีความวิตกกังวล มีความไม่สมปรารถนาผิวดวง ท้อแท้ใจ ก็ทำให้แสดงออกมาทางร่างกาย เช่น หน้าตาไม่สดชื่น ผิวพรรณไม่สดใส ยิ้มแย้มไม่ออก ตลอดจนเบื่ออาหาร เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องของกายกับใจที่ต้องอาศัยซึ่งกันและกัน

ตารางที่ 2.5 แสดงระดับความวิตกกังวลและการแสดงออกถึงความวิตกกังวลในด้านต่างๆ

ระดับความวิตกกังวล	ด้านร่างกาย	ด้านจิตใจ	ด้านสังคม
Mild Anxiety	- มีการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกในระดับต่ำ ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย และการหายใจเร็วขึ้นเล็กน้อย - ร่างกายผ่อนคลาย การเคลื่อนไหวมีความคล่องตัว	การรับรู้เปิดกว้าง สามารถเปลี่ยนความสนใจได้ทุกขณะ - ตระหนักรู้ในสิ่งแวดล้อมภายนอกอย่างสงบ - มีความคิดที่ดีต่อตนเอง - มีความรู้สึกมั่นคง	- พฤติกรรมต่างๆ เป็นไปตามปกติ - สามารถทำกิจกรรมต่างๆด้วยตนเอง

ระดับความวิตกกังวล	ด้านร่างกาย	ด้านจิตใจ	ด้านสังคม
	<p>ควบคุมได้ มีจุดหมาย</p> <ul style="list-style-type: none"> - กล้ามเนื้อมีความตึงตัว ต่ำ-ปานกลาง - น้ำลายลดน้อยลง - การย่อยอาหารช้าลง - ม่านตาขยาย - น้ำตาลในเลือดสูงขึ้น - ผิวหนังและปลายมือปลายเท้าเย็น - มีความตื่นตัวมากขึ้น 	<p>เชื่อมั่นในตนเอง พึ่งพอใจในตนเอง</p>	
Moderate Anxiety	<ul style="list-style-type: none"> - มีการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเธติกมากขึ้น ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้น และการหายใจเร็วขึ้น - ม่านตาขยาย - เหงื่อออก - กล้ามเนื้อตึงตัวมากขึ้นอาจมีกระดูก - การพูดเร็วขึ้น - ตื่นตัวมากขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - การรับรู้แคบลงให้ ความสนใจเฉพาะสิ่งกระตุ้นจากภายนอก - สามารถเรียนรู้ได้ดีโดย ต้องมีการควบคุมสมาธิ - มีความรู้สึกต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งด้านบวกและลบ 	<p>พฤติกรรมคล่องแคล่วว่องไวมากขึ้น</p>
Severe Anxiety	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบประสาทซิมพาเธติกถูกกระตุ้นมากขึ้น - มีการกระตุ้นแอดรีนัลเมดัลลาให้หลั่งอิพิเนฟรินทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเร็ว 	<ul style="list-style-type: none"> - การรับรู้มีจำกัดสนใจสิ่งเร้าสิ่งเดียว - การแก้ปัญหาเป็นไปได้ยากและไม่มีประสิทธิภาพ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีพฤติกรรมหลีกเลี่ยงการแสดงออกโดยการแยกตัวหลีกเลี่ยงการมีสัมพันธภาพกับ

ระดับความวิตกกังวล	ด้านร่างกาย	ด้านจิตใจ	ด้านสังคม
	<p>ขึ้น ความดันโลหิตสูงขึ้น</p> <p>หายใจหอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - กล้ามเนื้อตึงเครียดแข็งเกร็ง - ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหว กระสับกระส่าย - ไม่อยู่นิ่ง หรือไม่เคลื่อนไหวเลย มือสั่น - ปากแห้ง - เบื่ออาหาร - คลื่นไส้ - ไม่สบตา ตาจับจ้องที่จุดเดียว - ม่านตาขยาย - ฟันขบแน่น - มีการเจ็บป่วยทางกาย 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่รู้เวลาสถานที่ - ความเชื่อมั่นในตนเองต่ำ - ไม่มีสมาธิ ใจลอย - ความจำเสื่อม หลงลืม - ระมัดระวังตัวมาก - ตัดสินใจไม่ได้ - รู้สึกสิ้นหวัง - ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ - ไม่สามารถชื่นชมความงาม - กลัวอนาคต กลัวตาย 	<p>ผู้อื่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปฏิเสธความจริง - คร่ำครวญอ่อนวอนพระเจ้าหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ - บ่นตำหนิได้เสียง - การทำบทบาทในสังคมบกพร่อง
Panic	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบประสาทซิมพาเทติกไม่ทำหน้าที่ - ความดันโลหิตลดต่ำ - มึนงง - หหมดแรงจะเป็นลม - ชีด - สีหน้าตกใจ - เสียงดังขึ้นหรือไม่พูดเลย 	<ul style="list-style-type: none"> - การรับรู้มีจำกัด รับรู้ผิดพลาด - ความคิดไม่ต่อเนื่อง - ไม่มีเหตุผล - ไม่มีสมาธิ - ไม่สามารถแก้ปัญหา - สับสน - รู้สึกไม่มีความสามารถสิ้นหวัง - ตกใจกลัว - อาจมีความรู้สึกโกรธก้าวร้าว - ไม่รู้เวลา สถานที่ - ตัดสินใจไม่ได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีพฤติกรรม การปรับตัวที่ไม่เหมาะสม เช่น ร้องไห้ ตะโกน โยกตัว - บ่น ตำหนิ ได้เสียงก้าวร้าว - เรียกร้อง - ไม่สามารถทำบทบาทในสังคม - หลีกหนี แยกตัว

ระดับความวิตกกังวล	ด้านร่างกาย	ด้านจิตใจ	ด้านสังคม
		<ul style="list-style-type: none"> - ไม่เข้าใจคำสั่ง - ถามคำถามซ้ำๆ - อาจมีประสาทหลอน - หมกมุ่นครุ่นคิดแต่ความเลวร้ายที่จะเกิดขึ้น 	

ที่มา: ระดับความวิตกกังวลและการแสดงออกถึงความวิตกกังวลในด้านต่างๆ โดย (ฉวีวรรณ, 2540)

2.5.5 การประเมินบุคคลที่มีความวิตกกังวล

1. การประเมินด้านร่างกาย (Physiological assessment) เป็นการประเมินการทำหน้าที่ตามปกติของร่างกาย ซึ่งบุคคลที่มีความวิตกกังวลมักจะมีอาการแสดงออกทางร่างกาย ได้แก่

1.1 ความไม่สบาย และอาการทางร่างกาย เช่น หายใจเร็ว หัวใจเต้นเร็ว ใจสั่น แน่นหน้าอก หายใจไม่ออก อ่อนเพลีย ปวดกล้ามเนื้อ อาหารไม่ย่อย ท้องเสีย ปวดท้อง เหงื่อออกมาก คันตามผิวหนัง ปัสสาวะบ่อย เป็นต้น

1.2 แบบแผนการดำเนินชีวิตประจำวันบกพร่อง บุคคลที่มีความวิตกกังวลมักจะนอนไม่หลับหรือหลับไม่สนิท รับประทานอาหารไม่ได้ หากวิตกกังวลสูง อาจทำให้ไม่สามารถรับผิดชอบหน้าที่การงานต่างๆ ได้ตามปกติ

1.3 พฤติกรรมที่แสดงออกผิดปกติ กระสับกระส่าย ย้ำคิดย้ำทำ แยกตัว พุดมากพุดเร็ว หรือไม่พุดเลย สีหน้าหมกมุ่น หวาดกลัว

2) การประเมินด้านจิตสังคมและจิตวิญญาณ (Psychosocial and Spiritual assessment)

2.1 การเจริญเติบโตพัฒนาการและการเลี้ยงดู (Growth, development and rearing) พื้นฐานทางอารมณ์ การเลี้ยงดูแบบเข้มงวด ปกป้องเกินไป และคาดหวังสูง

2.2 การเผชิญปัญหาและการแสดงออกทางอารมณ์ (Coping and Emotional express) การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา กลไกทางจิต (ที่ใช้บ่อย เช่น Denial, Suppression, Introjections, Projection, Regression)

2.3 การตรวจสภาพจิต (Mental Status Examination) การรับรู้ ความจำความคิด สมาธิ การตัดสินใจ

2.4 แหล่งสนับสนุนทางสังคม (Social support) ญาติมิตร หน่วยงานทางสังคม

2.5 แหล่งที่พึ่งพิงทางจิตใจ (Spiritual support) ความสนใจ ความเชื่อ การปฏิบัติทางศาสนา

2.6 การทดสอบทางจิตวิทยา (Psychological test): zung Anxiety test, State-Trait Anxiety Inventory ของ Spielberger, Beck-Anxiety Inventory แบบประเมินความวิตกกังวลของวิลเลียม ดับบลิว เค ซุง (Zung, 1971) ซึ่ง เรียกว่า Self-rating Anxiety Scale (SAS) เป็นแบบประเมินในเรื่องของความวิตกกังวลโดยเฉพาะและใช้กันอย่างกว้างขวางและยังสามารถแบ่งระดับของความวิตกกังวลได้ ซึ่งแบบประเมินประกอบด้วย ข้อความแสดงถึงความรู้สึกวิตกกังวล หรือพฤติกรรมที่แสดงออกจำนวน 20 ข้อ คำตอบเป็นมาตรฐานค่า (Rating Scale) ตัวเลือก ดังนี้

ตัวเลือกที่ 1 คือ ไม่เป็นเลยหรือน้อยครั้ง หมายถึง ผู้ตอบไม่มีความรู้สึกหรือไม่มีพฤติกรรมตามข้อความ ถ้ามีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมเช่นนั้นเกิดขึ้นน้อยมากในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ตัวเลือกที่ 2 คือ เป็นบางเวลาหรือบางครั้ง หมายถึง ผู้ตอบมีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมตามข้อความนั้นเกิดขึ้นเป็นบางครั้ง แต่ไม่บ่อย ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ตัวเลือกที่ 3 คือ เป็นค่อนข้างบ่อยครั้ง หมายถึง ผู้ตอบมีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมตามข้อความนั้นเกิดขึ้นเป็นบ่อยครั้ง แต่ไม่เกิดในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ตัวเลือกที่ 4 คือ เป็นเกือบหรือตลอดเวลา หมายถึง ผู้ตอบมีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมตามข้อความนั้นเกิดขึ้นเกือบตลอดเวลาหรือเป็นตลอดเวลาในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ข้อคำถามที่บอกถึงการแสดงออกทางอารมณ์หรือการกระทำทางด้านบวก มีจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 5, 9, 13, 17 และ 19 มีหลักการให้คะแนนดังนี้

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 1 ได้ 4 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 2 ได้ 3 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 3 ได้ 2 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 4 ได้ 1 คะแนน

การจัดระดับคะแนนใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยมาจัดระดับ ตามการจัดระดับคะแนนความวิตกกังวลของซุง

คะแนนเฉลี่ย 20-44 อยู่ในระดับ ปกติไม่ปรากฏความวิตกกังวล

คะแนนเฉลี่ย 45-59 อยู่ในระดับ วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 60-74อยู่ในระดับ วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

คะแนนเฉลี่ย 75-80 อยู่ในระดับ วิตกกังวลสูงมากที่สุด

คะแนนความวิตกกังวล จะมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 20 คะแนน จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 80 คะแนน ถ้าคะแนนความวิตกกังวลต่ำ แสดงว่าผู้ตอบมีความวิตกกังวลน้อยและถ้าคะแนนความวิตกกังวลสูง แสดงว่าผู้ตอบมีความวิตกกังวลมาก

2.5.6 การช่วยเหลือบุคคลที่มีความวิตกกังวลเพื่อลดความวิตกกังวล

การรักษาอาการทางจิตเวช ในผู้ป่วยบางรายที่มีอาการมาก อาจต้องให้ยาต่างๆเช่น ยาคลายกังวล ยาแก้เศร้า เพื่อรักษาตามอาการ หรืออาจให้ฝึกวิธีการลดความเครียดต่างๆเช่น การฝึกผ่อนคลายความคิด (EEG relaxation) การสะกดจิตตนเอง (self-hypnosis) ฝึกสร้างจินตนาการ หรือการฝึกสมาธิ เป็นต้น เพื่อการควบคุมและเผชิญปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการฝึกผ่อนคลายความเครียด ความวิตกกังวลวิธีหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับทั้งในศาสตร์ตะวันตกและตะวันออก นั่นคือ การฝึกจิตบำบัด โดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) และบางครั้งอาจเรียกแตกต่างกันไป เช่น การสร้างจินตภาพ (Imaging), Coping imagery, การสร้างภาพบวกในจินตนาการ (Positive Visualization) (ละเอียดย, 2541) ซึ่งหากได้รับการฝึกพร้อมกับ โปรแกรมนิวโรฟีดแบคผู้ป่วยหรือร่วมกับการบำบัดด้วยวิธีอื่นจะสามารถเรียนรู้ที่จะลดความเครียดได้เร็วขึ้นกว่าการลดความเครียดโดยไม่มีผลป้อนกลับหรือมาตรวัดบอกทิศทาง เช่นงานวิจัยของ (วีรกร, 2559) ได้ศึกษาผลของการฟังบทสวดมนต์ทำสมาธิต่อการผ่อนคลายผ่านการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมทางประสาทด้วยเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง EEG พบว่า บริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal cortex) จะมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดแอลฟาขณะที่นั่งฟังบทสวดมนต์ก่อนนอนที่แตกต่างไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับค่าพื้นฐาน (Baseline) ทั้งแบบหลับตาและแบบลืมตา

ความเป็นมาของโปรแกรมไบโอฟีดแบค เริ่มจากในช่วงต้นปีคริสต์ศักราช 1930 นักวิทยาศาสตร์ของอังกฤษและสหรัฐอเมริกา ได้พยายามพัฒนาเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการตรวจสอบถึงสภาวะร่างกายของมนุษย์ โดยในช่วงแรกจะให้ความสำคัญกับปฏิกิริยาของสมอง จนกระทั่งในปี 1960 ดอกเตอร์เอลเมอร์และอลิส กรีน (Drs. Elmer and Alyce Green) นักวิทยาศาสตร์ชาวสหรัฐอเมริกา ได้ทำการศึกษาประโยชน์ในการบำบัดของเครื่องมือไบโอฟีดแบคเพิ่มเติม โดยใช้วิธีศึกษาสภาวะทางจิตใจขณะฝึกโยคะ หลังจากนั้นในปี 1980 ก็ได้นำโปรแกรมนิวโรฟีดแบคร่วมกับเทคนิคการจัดการความเครียด เผยแพร่ที่โรงเรียนประถมศึกษาและปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมนำมาใช้กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ร่วมกับการวิจัยในเวลาต่อมา (Woodham, 1997) เดิมทีเคยเชื่อกันว่ากลไกการตอบสนองแบบอัตโนมัติเป็นสิ่งนอกเหนือจากการควบคุมของจิตใจ แต่ปัจจุบันนี้ตามรายงานทางคลินิกและการวิจัย ได้พบว่าพฤติกรรมที่มีการ

แสดงออกอย่างอัตโนมัติเช่น การเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และอุณหภูมิผิวหนัง สามารถควบคุมได้ โดยการฝึกทำ นิวโรฟีดแบค สอนให้มนุษย์สามารถกำหนดและควบคุมพฤติกรรมด้านความคิดเชิงบวกได้

มรรยาท รุจิวิทย์ (มรรยาท, 2548) กล่าวว่า แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับ ไบโอฟีดแบคเริ่มต้นจากคนส่วนใหญ่ใช้วิธีการไบโอฟีดแบคกันอยู่แล้วโดยไม่ทราบว่าสิ่งที่ตนปฏิบัติอยู่เป็นกระบวนการป้อนกลับของข้อมูลทางชีววิทยา อาทิ เวลาที่วัดอุณหภูมิของร่างกายหรือวัดความดันโลหิตเท่ากับได้ใช้หลักการนี้แล้ว เทอร์โมมิเตอร์จะบอกให้ทราบว่าคนมีไข้ และเครื่องวัดความดันโลหิตบอกให้ทราบว่าความดันเลือดในร่างกายสูง ตำหรือปกติ อุปกรณ์ทั้งสองนี้ “ป้อนกลับ” (Feedback) ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะการทำงานของร่างกายคน เมื่อมีข้อมูลนี้แล้วจะสามารถดำเนินขั้นตอนต่างๆ เพื่อควบคุมสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ภายใต้การทำงานของจิตใจและปรับปรุงภาวะการทำงานของร่างกายตนเองได้ การป้อนกลับทางชีวภาพ หรือไบโอฟีดแบคมีประโยชน์ใช้สอยหลายอย่างทั้งในด้านการแพทย์ พฤติกรรมศาสตร์ และการเชื่อมโยงร่างกายกับความคิดจิตใจเข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการรักษาโรคและรักษาสุขภาพ ในต่างประเทศนักจิตวิทยาคลินิกและผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ใช้ไบโอฟีดแบคช่วยให้ผู้ฝึกที่กระวนกระวายและเครียดได้หัดผ่อนคลาย ใช้ไบโอฟีดแบคช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหาการเรียนรู้ (Learning disability) และใช้ไบโอฟีดแบคในการช่วยผู้รับบริการของตนเอาชนะความเจ็บปวด ปัจจุบัน เครื่องมือไบโอฟีดแบคแต่ละประเภทมีอุปกรณ์สำหรับการฝึกหลายชนิดรวมทั้งแบบพกพาเคลื่อนที่ได้ จนทำให้สามารถนำไปใช้ฝึกตามที่ต่างๆ ได้ เช่น โรงพยาบาล ศูนย์ผู้ป่วยนอกและอื่นๆ โปรแกรมการฝึกไบโอฟีดแบคจึงได้ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางเพื่อบำบัดอาการต่างๆ อาทิ อาการปวดศีรษะแบบไมเกรน ปวดศีรษะเพราะความตึงเครียด ความเจ็บปวดชนิดต่างๆ ความผิดปกติที่กระเพาะอาหารและลำไส้ อาการปลายนิ้วมือ นิ้วเท้าเย็น ความดันโลหิตสูงและต่ำ จังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติ ลมบ้าหมู อัมพาตและความผิดปกติที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว

กล่าวได้ว่าไบโอฟีดแบคเป็นวิธีการใช้เครื่องมือตรวจสอบกลุ่มอาการเฉพาะที่ของร่างกายที่เกิดจากความเครียดโดยการควบคุมให้สิ่งเหล่านี้อยู่ภายใต้การทำงานของจิตใจ เน้นหลักการทั้งทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา การฝึกโปรแกรมไบโอฟีดแบคมีหลากหลายชนิดได้แก่ โปรแกรมการฝึกควบคุมการผ่อนคลายความเครียดกล้ามเนื้อ (Electromyogram (EMG) biofeedback training program) การฝึกควบคุมการทำงานของต่อมเหงื่อ (Skin-conductance (SC) biofeedback training program) การฝึกควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (Skin-temperature (ST) biofeedback training program) หรือ การฝึกควบคุมการทำงานของคลื่นประสาท (Electroencephalogram (EEG) biofeedback training program) หรือ นิวโรฟีดแบค การฝึก

เทคนิคไบโอฟีดแบคสามารถฝึกได้ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานจนถึงขั้นซับซ้อน และสามารถใช้ควบคู่กับเทคนิคการผ่อนคลายความเครียดอื่นๆ ปัจจุบันมีการดัดแปลงอุปกรณ์ไบโอฟีดแบคให้ใช้ได้ง่ายและบุคคลทั่วไปสามารถฝึกหัดใช้ด้วยตนเองได้ ในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา การฝึกขั้นซับซ้อนจำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ผู้ที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์ในการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว การฝึกควบคุมความเครียดวิธีนี้จึงเป็นทักษะที่ควรพัฒนาและเรียนรู้ในการปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูง แม้ว่าการฝึกทักษะควบคุมความเครียดโดยใช้อุปกรณ์ไบโอฟีดแบคเป็นเครื่องมือช่วยสื่อสารโดยบอกให้ผู้ฝึกทราบระดับความเครียดของตนเอง เป้าหมายสูงสุดของการฝึกทักษะการควบคุมความเครียดโดยวิธีนี้มีได้อยู่ที่ความสำคัญของการใช้อุปกรณ์นี้ในการควบคุมระดับความเครียด แต่อยู่ที่ผู้ฝึกสามารถฝึกฝนตนเองจนสามารถที่เรียนรู้ว่าจะควบคุมความเครียดของตนเองได้อย่างไร โดยไม่ต้องพึ่งพาอุปกรณ์ไบโอฟีดแบคอีกต่อไป

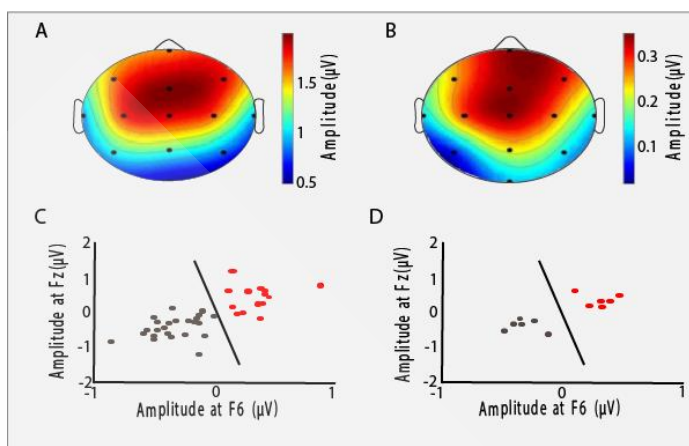
งานวิจัยเรื่อง The efficacy of electroencephalogram neurofeedback training in cognition, anxiety, and depression in alcohol dependence syndrome กรณีศึกษาของ (Tulika, 2014) ได้ศึกษาค้นสมองของการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) ต่อผู้ป่วยโรคติดสุรา โดยผู้มีอาการติดสุราได้รับการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) หลังจาก 10 ชั่วโมง พบว่าการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการลดอาการของผู้ป่วยด้วยโรคติดสุรา ค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดของแอลฟา, ค่าเฉลี่ยที่ต่ำ, ค่าแอลฟาต่ำ, ค่าเฉลี่ยแอลฟาสูง, ค่าเฉลี่ยแอลฟาและค่าเบต้ามีการลดลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปเริ่มต้นจากโปรแกรมในครั้งแรก สิ่งนี้ทำให้เห็นได้ชัดว่าขณะที่การฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคกำลังดำเนินไป ผู้ป่วยได้รับการควบคุมจิตใจและร่างกายของเขามากขึ้นเขาก็สามารถผ่อนคลายทั้งร่างกายและจิตใจได้มากขึ้นทำให้สามารถลดความวิตกกังวล อาการซึมเศร้าจากการติดสุรา งานวิจัยเรื่อง Neurofeedback based attention training for children with ADHD ของ (Chin-Ling Chen, 2017) ได้ศึกษาการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) สำหรับโรคสมาธิสั้น (ADHD) เพื่อปรับปรุงความสมาธิและความสนใจ ในการศึกษานี้ออกแบบเกม 3 มิติเพื่อปรับปรุงและประเมินเด็กที่มีภาวะสมาธิสั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองสำรวจผลกระทบของการฝึกอบรมต่อเด็ก ในกระบวนการของการฝึกอบรมเด็กสามารถเรียนรู้จากเกม 3 มิติที่สร้างขึ้น และมุ่งเน้นให้เด็ก ๆ สามารถควบคุมสมาธิและความสนใจ ซึ่งสามารถแสดงผลออกมาผ่านตัวละครในเกม ทำให้เด็กสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนรู้และยับยั้งความถี่ของอาการสมาธิสั้น หลังจากการฝึกอบรมบันทึกข้อมูลเหล่านี้และวิเคราะห์พารามิเตอร์และสถานะคลื่นสมอง พบว่า เด็กสามารถควบคุมความสนใจและค่าสมาธิของเด็กและการทำสมาธิอย่างมีนัยสำคัญ และงานวิจัยเรื่อง Clinical and neurophysiological data of neurofeedback therapy in children with ADHD ของ (Kubik, 2016) ได้

ศึกษาเกี่ยวกับการนำการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) ในช่วง 4 ปี ที่ผ่านมา เพื่อใช้บำบัดโรคสมาธิสั้น (ADHD) พบว่าการบำบัดด้วย Neurofeedback เป็นเครื่องมือที่มีดีที่มีผลกระทบที่เป็นประโยชน์ต่อเด็กที่เป็นโรคสมาธิสั้นและความผิดปกติในเด็กที่เกิดขึ้น ลักษณะของคลื่นไฟฟ้าสมองนั้นเป็นพื้นฐานที่เชื่อถือได้ในการสร้างผลตอบรับทางชีวภาพ คลื่นสมองสำหรับการรักษาในเด็กและตรวจสอบประสิทธิภาพของการรักษา ในช่วง 4 ปีที่ผ่านมาจำนวนเด็กที่มีภาวะสมาธิสั้นได้มีการนำ Neurofeedback มาใช้บำบัด และเพิ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการนำ Neurofeedback มาช่วยร่วมกับการรักษาปกติได้รับความนิยมในปัจจุบันเป็นอย่างมาก และได้ผลที่ดี จากงานวิจัยต่างๆข้างต้นจะเห็นได้ว่าจะเน้นไปที่เฉพาะโรคดังนั้นจำเป็นต้องสร้างตัวแบบเพื่อวัดระดับความวิตกกังวลและบูรณาการกับคลื่นสมองและมาตรวัดเพื่อมาช่วยลดระดับความวิตกกังวล

2.6 การจำแนกคุณสมบัติคลื่นไฟฟ้าสมองโดยใช้เหมืองข้อมูล (EEG Feature Classification)

คลื่นไฟฟ้าสมองนับเป็นการจำแนกคุณสมบัติ (Feature Classification) เป็นขั้นตอนในการจำแนกและตัดสินใจว่าอินพุต (Input) ที่เข้ามานั้นเป็นคลื่นไฟฟ้าสมองจากตำแหน่งใด โดยในขั้นตอนนี้มีหลายวิธีการด้วยกัน เช่น การเปรียบเทียบอินพุตกับโครงสร้างของคลื่นไฟฟ้าสมองในฐานข้อมูล การเปรียบเทียบอินพุตกับกฎเพื่อการตัดสินใจการใช้โครงข่ายประสาทเทียม หรือการใช้ตัวแบบฮิดเดนมาร์คอฟและอีกหลายวิธีดังนี้

2.6.1. Linear Discriminant Analysis (LDA) เป็นอัลกอริทึมเหมืองข้อมูลชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป จากตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้นอกจากจะสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้แล้วยังสามารถบอกประสิทธิภาพหรือน้ำหนักในการจำแนกของตัวแปรเหล่านั้น การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเป็นการใช้ตัวแปรทำนายหรือตัวแปรอิสระที่ร่วมกันทำนายตัวแปรตาม เช่น บอกได้ว่าตัวแปรใดจำแนกได้ดีมากกว่ากัน (Meltzer, 2015)



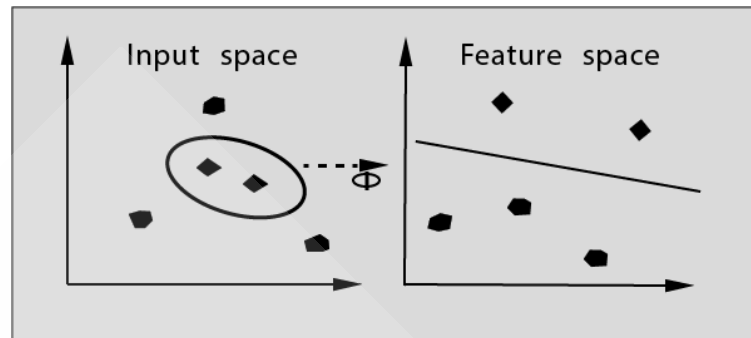
ภาพที่ 2.14 ผลการจำแนกคุณลักษณะของสัญญาณด้วย LDA

ที่มา: (Meltzer, 2015)

2.6.2. Support Vector Machine (SVM) โดยแนวคิดหลักของวิธีการนี้ใช้เพื่อหากระบวนการตัดสินใจในการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน โดยจะพยายามสร้างเส้นแบ่งตรงกึ่งกลางระหว่างกลุ่มให้มีระยะห่างระหว่างขอบเขตของทั้งสองกลุ่มมากที่สุด SVM จะใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์สำหรับย้ายข้อมูลจาก Input Space ไปยัง Feature Space และสร้างฟังก์ชันวัดความคล้ายที่เรียกว่า เคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel Function) บน Feature Space เหมาะใช้สำหรับข้อมูลที่มีมิติของข้อมูลสูง (SVM) เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้และการจำแนกคุณลักษณะเด่น (Feature Classification) ของกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเวกเตอร์ (Vector) หรือเป็นข้อมูลหลายตัวแปรได้

สำหรับวิธี SVM มีขั้นตอนหลักอยู่สองอย่างคือการแปลง (Mapping) ข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้น

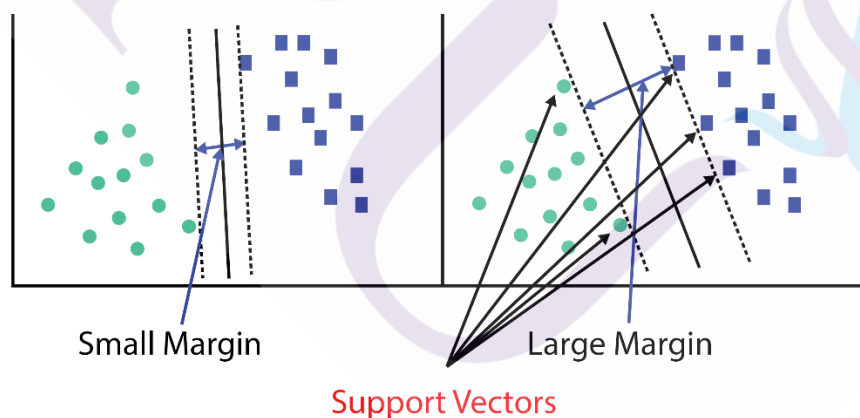
(Non-Linear) จากโดเมนเดิมไปเป็นข้อมูลในอีกโดเมนหนึ่งซึ่งเรียกว่า Feature Space และทำให้ข้อมูลที่อยู่ในโดเมนใหม่นี้มีแกนกลาง (Margin) ของแต่ละกลุ่มห่างออกจากกันมากๆ จากนั้นจะใช้เทคนิคการแยกกลุ่มกับข้อมูลที่อยู่ในสเปซใหม่นั้น โดยทั่วไปหากเป็นการแบ่งแยกกลุ่มสองกลุ่มก็จะใช้ฟังก์ชันซายน์ (Sign) เป็นฟังก์ชันตัดสินใจ (Decision Function) ว่าข้อมูลนั้นควรจัดอยู่ในกลุ่มไหน การ Mapping ข้อมูล ไปอยู่ในฟีเจอร์สเปซ (Feature Space) โดยใช้เคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel Function) ในขั้นตอนแรกของวิธี SVM คือต้องแปลง (Map) ข้อมูล ไปอยู่ในอีกไฮเปอร์เพลน (Hyper Plane) หนึ่งซึ่งเรียกว่า ฟีเจอร์สเปซ (Feature Space) (Khemchandani & Chandra, 2007, p. 906)



ภาพที่ 2.15 การแปลงข้อมูลอินพุตให้ไปอยู่ในอีกไฮเปอร์เพลน (Hyperplane)

ที่มา: (Khemchandani, 2007)

หากว่าต้องการคัดแยกอินพุตออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ไฮเปอร์เพลน ที่เป็นเส้นตรงจะเห็นว่า มีเส้นตรงจำนวนมากที่สามารถคัดแยกได้แต่เส้นตรงเส้นไหนที่ดีที่สุด (Optimal Line) ภาพที่ 2.16 แสดงตัวอย่างของเส้นตรง 2 เส้น จะนิยามส่วนเพิ่ม (Margin) เป็นผลรวมระยะห่างของเส้นตรงที่เป็น ไฮเปอร์เพลน(เส้นทึบ) ถึงเส้นตรงที่ผ่าน Input ที่ใกล้ที่สุดและขนานกับไฮเปอร์เพลนของทั้งสองกลุ่ม (เส้นทึบใน) ระยะดังกล่าวอาจมองเป็นเวกเตอร์และมีชื่อว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) อัลกอริทึม SVM จะเลือกไฮเปอร์เพลนที่ให้ค่า Margin มีค่าสูงสุด



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ

ที่มา: (Khemchandani, 2007)

ในช่วงที่ผ่านมา มีงานวิจัยมากมายเกี่ยวกับการทำนายอารมณ์โดยใช้คลื่นสมองตามที่แสดงในตารางที่ 2.6 ขั้นตอนการทำนายอารมณ์คือการเลือกสิ่งเร้าและข้อมูลของคลื่นสมอง การรวบรวมการประมวลผลล่วงหน้าคุณสมบัติการแยกและการจำแนกประเภทการสร้างแบบจำลอง สิ่งเร้าเป็นปัจจัยสำคัญการเลือกสิ่งเร้าที่เหมาะสมสามารถกระตุ้นอารมณ์ที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นเช่นรูปภาพดนตรี และวิดีโอ นอกจากนี้ประสบการณ์ของผู้เข้าร่วมอาจทำให้เกิดอารมณ์ที่แตกต่างระหว่างการกระตุ้นเดียวกัน วิธีการสกัดการประมวลผลและคุณสมบัติขึ้นอยู่กับ ข้อมูลคลื่นสมอง. มีหลายเทคนิคที่สามารถใช้สร้างรูปแบบการจำแนก อย่างไรก็ตามตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า SVM เป็นลักษณะที่ได้รับความนิยมในการทำนายอารมณ์

ตารางที่ 2.6 งานวิจัยเกี่ยวกับ การทำนายอารมณ์จากคลื่นไฟฟ้าสมอง

Ref	Stimuli	Emotional Model	Classifier	Result
N. Jatupaiboon, 2013	Picture, Music	2 valence classes	SVM	75.62%
N. Jatupaiboon, 2013	Picture	2 valence classes	SVM	85.41%
Y. H. Liu, 2013	Picture	2 valence classes 2 arousal classes	SVM	75.62% 62.12 %
Y. P. Lin, 2014	Music	2 valence classes 2 arousal classes	SVM	76% 74%
Z. Lan, 2014	Music	2 valence classes	SVM	66.69%
Y. Liu, 2014	Music	2 valence classes	SVM	87.02%
X. Jie, 2014	Video	2 valence classes 2 arousal classes	SVM	80.43% 71.11%
S. Jirayucharoensak, 2014	Video	3 valence classes 3 arousal classes	DLN	49.52% 46.03%

จากงานวิจัยตารางที่ 2.6 จะเห็นว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้สิ่งเร้าแค่รูปภาพ เสียง หรือ วิดีโอ แต่หากมีการใช้สิ่งเร้าที่มีความสมจริงมากขึ้นเช่น ใช้สิ่งเร้าจากเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะทำให้มีความถูกต้องของข้อมูลที่มากขึ้นตามไปด้วย และงานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้แบบสอบถาม Self-Assessment Manikin (Margaret, 1994) มาตราวัดอารมณ์ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ (valence classes) ตื่นเต้นหรือสงบ (arousal classes) ทั้งนี้ยังไม่มีการใช้แบบสอบถาม Self-Rating Anxiety Scale (SAS) กับคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งสามารถประเมินระดับความวิตกกังวลถึง 4 ระดับ งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์คลื่นไฟฟ้าสมองกับระดับความวิตกกังวลต่อสิ่งเร้าที่เป็นความจริงเสมือน



บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวล ได้นำเสนอระเบียบวิธีวิจัย กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย กลุ่มประชากรตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผล โดยมีการกำหนดแนวทางการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อหารูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองของภาวะความวิตกกังวลตามเหตุการณ์เสมือนจริงของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาสร้างโมเดลทำนายระดับความวิตกกังวลตามรูปแบบคั้งกรองระดับความวิตกกังวล ของ วิลเลียมดับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung) และสร้างเครื่องมือการฝึกจิตบำบัดและการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบเพื่อลดระดับความวิตกกังวลที่เกิดขึ้น

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้วิธีคัดเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) นักศึกษามหาวิทยาลัย ช่วง อายุ 18- 22 ปี นักศึกษาชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 90 คน โดยได้มาจากสมการคำนวณการกำหนดกลุ่มประชากรตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน แบ่งออกเป็นคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 30 คน คณะบริหารธุรกิจจำนวน 30 คน และ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 30 คน ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการความวิตกกังวลโดยมีเงื่อนไขคือแบบคั้งกรองระดับความวิตกกังวลของ วิลเลียมดับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung) ต้องมีคะแนนอยู่ระหว่าง 20-80 คะแนน โดยการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษารูปแบบของคลื่นสมองในขณะภาวะที่เกิดอาการความวิตกกังวลและสร้างตัวแบบทำนายความวิตกกังวลโดยนำเทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) และเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine) มาทำนายระดับความวิตกกังวลของผู้ที่มีความวิตกกังวล และระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจิตบำบัดและการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ ให้ผู้ที่มีความวิตกกังวลเพิ่มความมั่นใจในตนเองและช่วยลดความวิตกกังวลลง ซึ่งจะสามารถทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองระหว่างกลุ่มที่มีอาการภาวะความวิตก

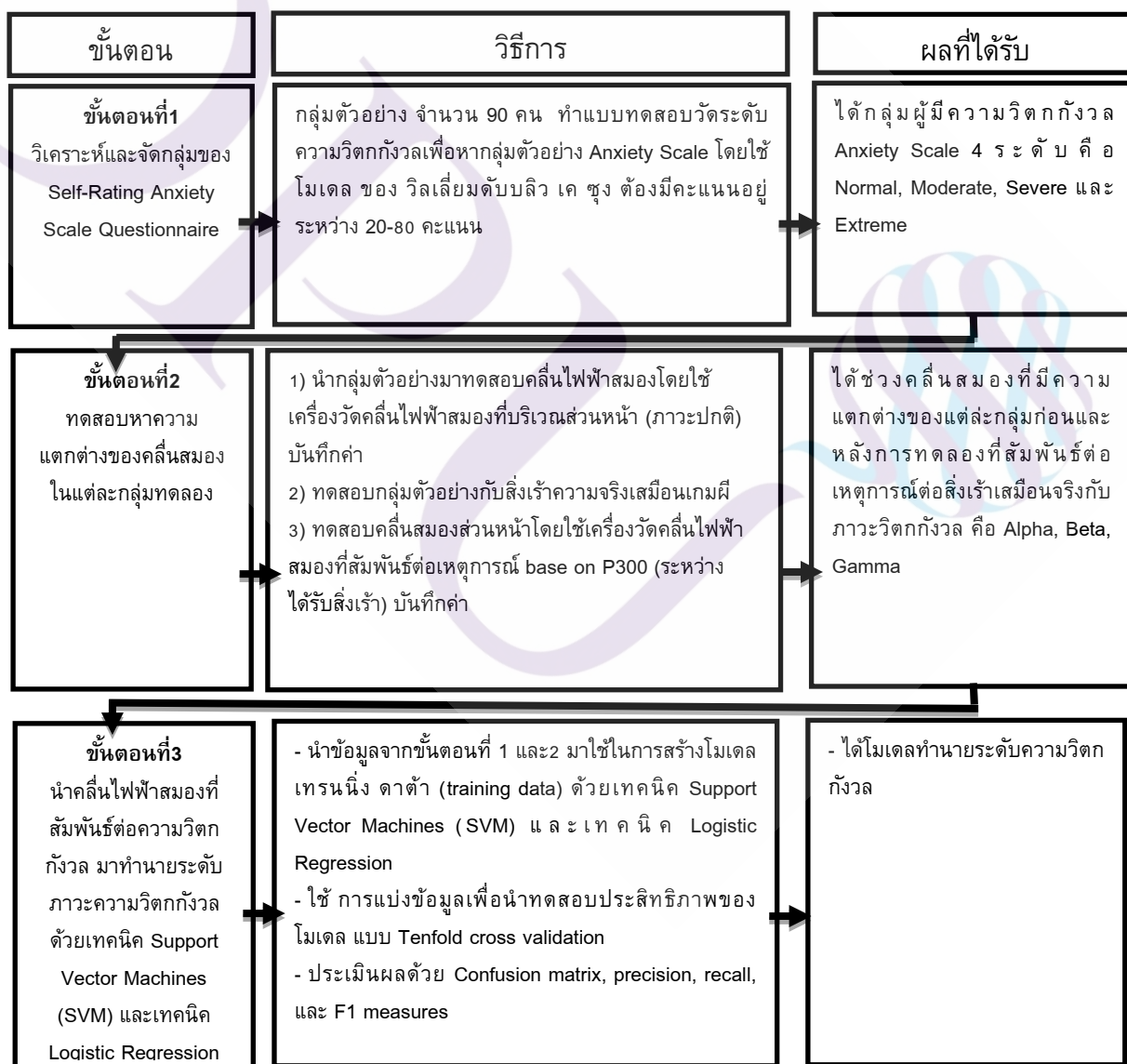
กังวลกับกลุ่มที่ไม่มีความวิตกกังวล ว่ามีความแตกต่างของคลื่นสมองจริงหรือไม่ โดยการใช้เครื่องมือ นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) เพื่อลดระดับความวิตกกังวลที่เกิดขึ้น ที่ทำการพัฒนาจะมีผลต่อระดับความวิตกกังวลจริงหรือไม่

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

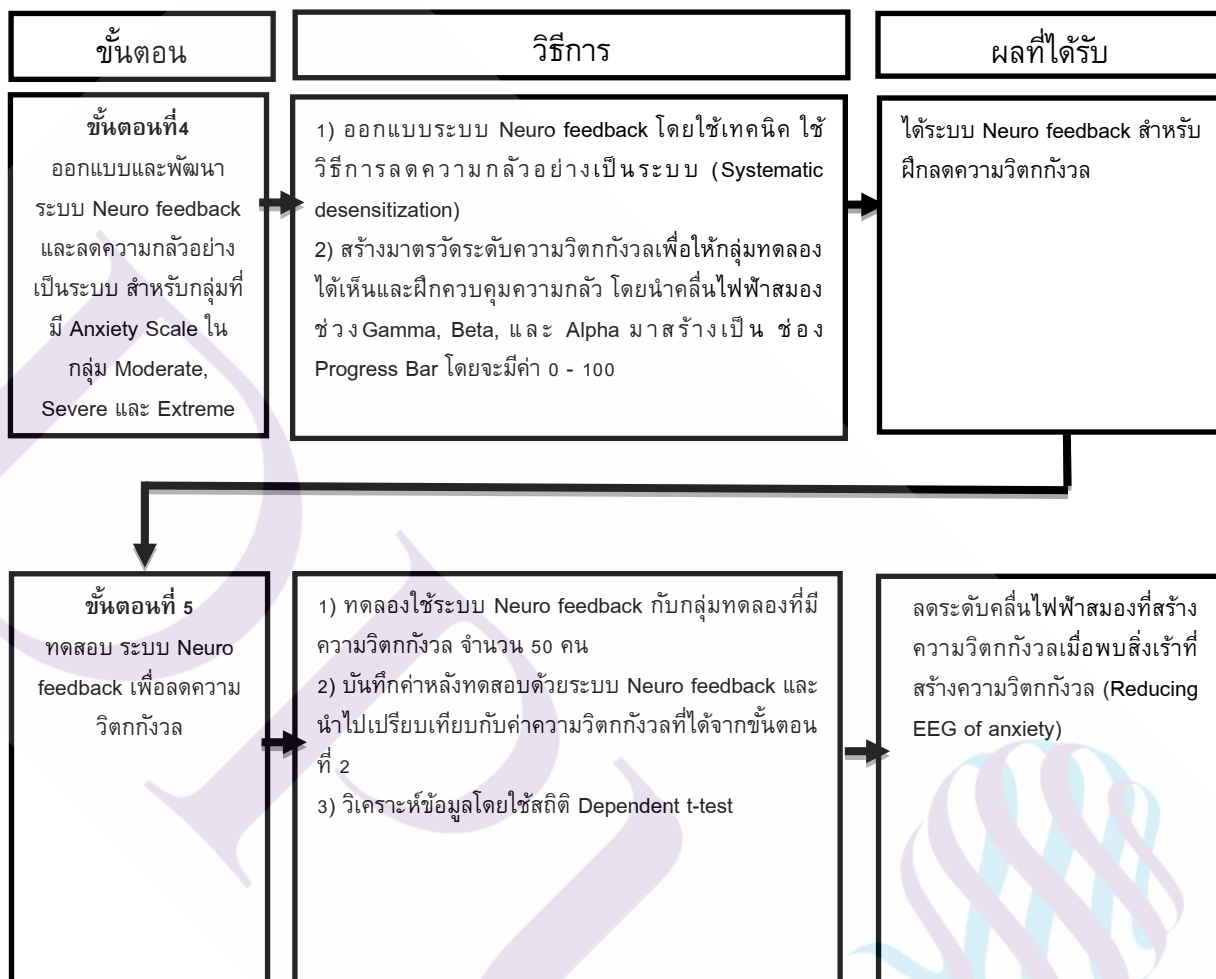
1. รูปแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล ของ วิลเลียมดับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung)
2. การตรวจจับคลื่นสมองในภาวะความวิตกกังวลตามสถานการณ์แบบ P300
3. โปรแกรมการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback)

3.1.3 ขั้นตอนการวิจัย

ระยะที่ 1 เป็นการศึกษารูปแบบของคลื่นสมองในขณะภาวะที่เกิดอาการความวิตกกังวล และสร้างตัวแบบทำนายความวิตกกังวล



ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคและการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ เพื่อลดระดับความวิตกกังวล



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงทดลอง

จากภาพที่ 3.1 อธิบายถึงขั้นตอนการวิจัยในงานวิจัยนี้ ซึ่งสามารถแบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือ
 ระยะที่ 1 เป็นการศึกษารูปแบบของคลื่นสมองในขณะภาวะที่เกิดอาการความวิตกกังวลและสร้าง
 ตัวแบบทำนายความวิตกกังวลมี 4 ขั้นตอนและสามารถแสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

3.2 ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์และจัดกลุ่มของ Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire

การทดสอบทางจิตวิทยา (Psychological test) แบบประเมินความวิตกกังวลของวิลเลียม
 คับบลิว เค ซุง เรียกว่า Self-rating Anxiety Scale (SAS) เป็นแบบประเมินในเรื่องของความวิตก

กังวลโดยเฉพาะและใช้กันอย่างกว้างขวางและยังสามารถแบ่งระดับของความวิตกกังวลได้ ซึ่งแบบประเมินประกอบด้วย ข้อความแสดงถึงความรู้สึกวิตกกังวล หรือพฤติกรรมที่แสดงออกจำนวน 20 ข้อ คำตอบเป็นมาตราประมาณค่า (Rating Scale) แปลเป็นฉบับภาษาไทยโดย (สันสนีย์, 2528) โดยตัวเลือก ดังนี้

ตัวเลือกที่ 1 คือ ไม่เป็นเลยหรือน้อยครั้ง หมายถึง ผู้ตอบไม่มีความรู้สึกหรือไม่มีพฤติกรรมตามข้อความ ถ้ามีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมเช่นนั้นเกิดขึ้นน้อยมากในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ตัวเลือกที่ 2 คือ เป็นบางเวลาหรือบางครั้ง หมายถึง ผู้ตอบมีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมตามข้อความนั้นเกิดขึ้นเป็นบางครั้ง แต่ไม่บ่อย ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ตัวเลือกที่ 3 คือ เป็นค่อนข้างบ่อยครั้ง หมายถึง ผู้ตอบมีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมตามข้อความนั้นเกิดขึ้นเป็นบ่อยครั้ง แต่ไม่เกิดในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ตัวเลือกที่ 4 คือ เป็นเกือบหรือตลอดเวลา หมายถึง ผู้ตอบมีความรู้สึกหรือมีพฤติกรรมตามข้อความนั้นเกิดขึ้นเกือบตลอดเวลาหรือเป็นตลอดเวลาในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ข้อคำถามที่บอกถึงการแสดงออกทางอารมณ์หรือการกระทำทางด้านบวกมีจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 5, 9, 13, 17 และ 19 มีหลักการให้คะแนนดังนี้

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 1 ได้ 4 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 2 ได้ 3 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 3 ได้ 2 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 4 ได้ 1 คะแนน

ข้อคำถามที่บอกถึงการแสดงออกทางอารมณ์หรือการกระทำทางด้านลบมีจำนวน 15 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18 และ 20 มีหลักการให้คะแนนดังนี้

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 1 ได้ 1 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 2 ได้ 2 คะแนน

ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 3 ได้ 3 คะแนน

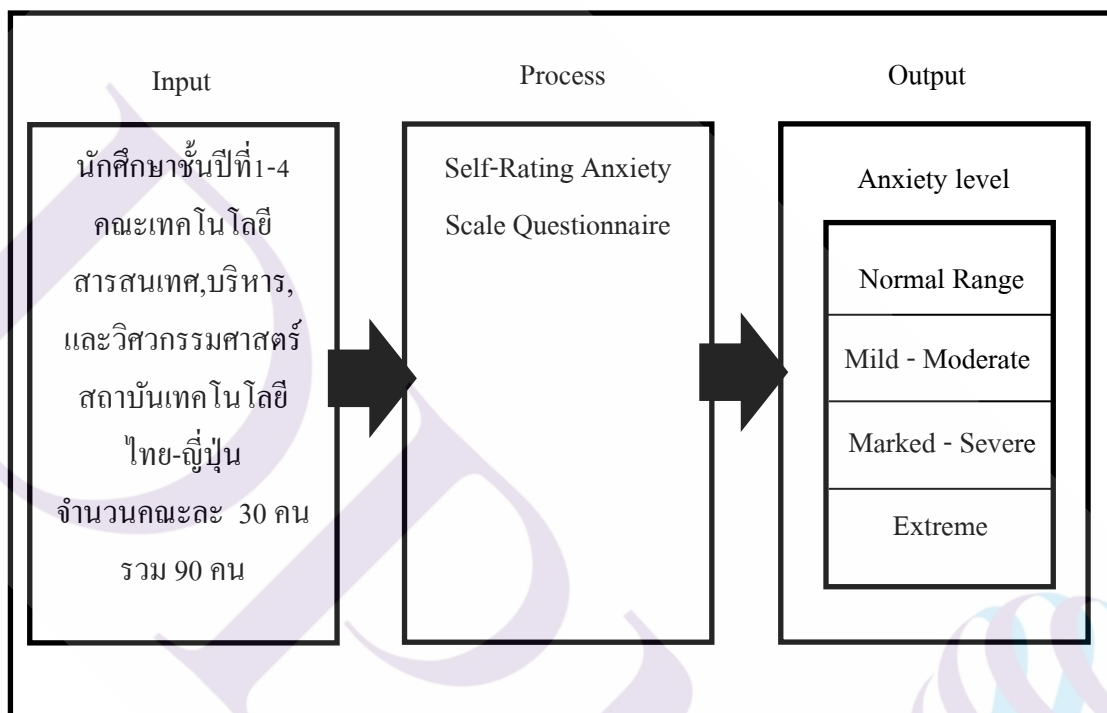
ถ้าเลือกตัวเลขคำตอบ 4 ได้ 4 คะแนน

การจัดระดับคะแนนใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยมาจัดระดับ ตามการจัดระดับคะแนนความวิตกกังวลของชุง

คะแนนเฉลี่ย 20-44 อยู่ในระดับ ปกติไม่ปรากฏความวิตกกังวล (Normal Anxiety)

คะแนนเฉลี่ย 45-59 อยู่ในระดับ วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (Mild – Moderate Anxiety)

คะแนนเฉลี่ย 60-74 อยู่ในระดับ วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง (Marked – Severe Anxiety)
 คะแนนเฉลี่ย 75-80 อยู่ในระดับ วิตกกังวลสูงมากที่สุด (Extreme Anxiety)
 คะแนนความวิตกกังวล จะมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 20 คะแนน จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 80 คะแนน ถ้าคะแนนความวิตกกังวลต่ำ แสดงว่าผู้ตอบมีความวิตกกังวลน้อยและถ้าคะแนนความวิตกกังวลสูง แสดงว่าผู้ตอบมีความวิตกกังวลมาก



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำ Anxiety level ตามแบบสอบถาม Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire

3.3 ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นสมองในแต่ละกลุ่มทดลอง

การวิจัยขั้นตอนเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ดำเนินการวิจัยแบบกลุ่มทดลอง 4 กลุ่มตามแบบแผนการทดลองแบบ Three-Groups Posttest-Only Design (McMillan & Schumacher, 2010) แยกกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม โดยให้ทำกิจกรรมทดสอบความวิตกกังวลแบบก่อนและหลังกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่เป็นวิดีโอ, เสียง และความจริงเสมือน ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นสมองในแต่ละกลุ่มทดลอง

กลุ่มระดับความวิตกกังวล	บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (ภาวะปกติ)	กิจกรรมทดสอบความวิตกกังวล	บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (ภาวะเจอสั่งเร้า)
E_1	M_1	X	N_1
E_2	M_2	X	N_2
E_3	M_3	X	N_3
E_4	M_4	X	N_4

เมื่อ E_1 แทน กลุ่มปกติไม่ปรากฏความวิตกกังวล (Normal Anxiety)

E_2 แทน กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (Mild – Moderate Anxiety)

E_3 แทน กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง (Marked – Severe Anxiety)

E_4 แทน กลุ่มวิตกกังวลสูงมากที่สุด (Extreme Anxiety)

M_1 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะปกติของกลุ่ม E_1

M_2 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะปกติของกลุ่ม E_2

M_3 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะปกติของกลุ่ม E_3

M_4 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะปกติของกลุ่ม E_4

X แทน การให้กิจกรรมการทดสอบความวิตกกังวล โดยใช้การทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ได้แก่ สิ่งเร้าที่เป็นวิดีโอ, เสียง และความจริงเสมือน

N_1 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่ทดสอบความวิตกกังวลของกลุ่ม E_1

N_2 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่ทดสอบความวิตกกังวลของกลุ่ม E_2

N_3 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่ทดสอบความวิตกกังวลของกลุ่ม E_3

N_4 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่ทดสอบความวิตกกังวลของกลุ่ม E_4

วิธีดำเนินการทดลองในขั้นตอนที่ 2 แบ่งดำเนินการทดลองเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. ระยะก่อนการทดลอง ดำเนินการดังนี้

1.1 ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มตามการแบ่งจากแบบสอบถามในขั้นตอนที่ 1 จำนวน 90 คน โดยมีกลุ่มดังนี้ 1. กลุ่มความวิตกกังวล E_1 (Normal Range) 2. กลุ่มความวิตกกังวล E_2 (Mild – Moderate) 3. กลุ่มความวิตกกังวล E_3 (Marked – Severe) 4. กลุ่มความวิตกกังวล E_4 (Extreme)

1.2 กำหนดนัดประชุมกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดหมายวัน เวลา กับกลุ่มย่อยทุกกลุ่ม เพื่อดำเนินการทดลองรวมถึงแจ้งรายละเอียดข้อควรปฏิบัติก่อนการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังนี้

1.2.1. ควรสระผมด้วยแชมพูและล้างผมให้สะอาด ห้ามใช้ครีมนวดผม ก่อนหน้าวันตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง 1 วัน ไม่ควรใส่น้ำมันแต่งผม เจลแต่งผม หรือนิคสเปรย์ เนื่องจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าต้องมีการวางขั้วไฟฟ้าบนหนังศีรษะของนักศึกษาในตำแหน่งต่าง ๆ หากหนังศีรษะสกปรกหรือมันมาก จะมีผลต่อผลการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองได้

1.2.2. กลุ่มตัวอย่างควรนอนหลับอย่างเพียงพอ (8 ชั่วโมง)

1.2.3. ควรรับประทานอาหารตามปกติก่อนตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ขึ้นไป

1.2.4. จดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน เช่น ชา กาแฟ โค้ก โคล่า ซ็อกโกแลต เป็นต้น อย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง เนื่องจากคาเฟอีนออกฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งจะมีผลต่อการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองได้

1.2.5. จดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ เช่น สุรา ไวน์ เบียร์ เป็นต้น อย่างน้อย 8 ชั่วโมงเพราะมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งจะมีผลต่อการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองได้

1.2.6. อุณหภูมิของร่างกายโดยทั่วไป มีอุณหภูมิ $37.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือ $98.6\text{ }^{\circ}\text{F}$ (อุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิปกติของร่างกาย $36.8 \pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือ $98.2^{\circ} \pm 1.3\text{ }^{\circ}\text{F}$)

1.2.7. กลุ่มตัวอย่างที่มีการติดตั้งเครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าในร่างกาย ไม่ควรเข้ารับการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองเด็ดขาด

2. ระยะทดลอง ดำเนินการดังนี้

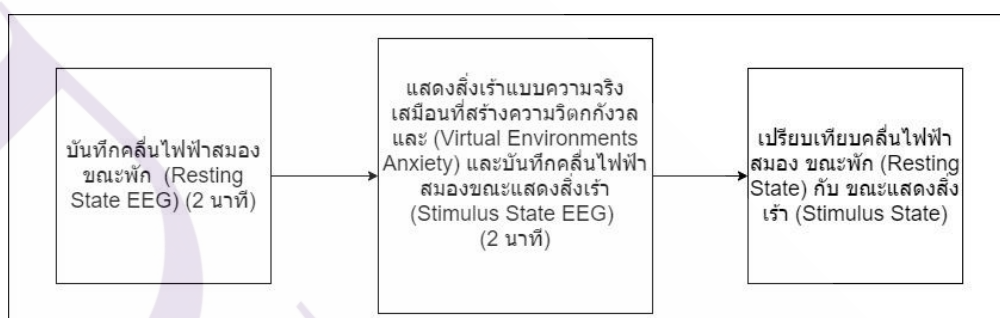
2.1 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลอง ตามวัน เวลาที่นัดหมายไว้ พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดในการทดลองให้กับนักศึกษาทราบ

2.2 ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือในการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและแวนตาเสมือนจริงพร้อมชุดหูฟังให้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองครั้งละ 1 คน แต่ละคนจะได้ทำกิจกรรมการทดสอบความวิตกกังวลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ พร้อมกับมีการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมการทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมการทดสอบดังนี้

2.2.1 บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพัก (Baseline) โดยให้นักศึกษานั่งในท่าที่สบายตามปกติ เป็นเวลา 2 นาที

2.2.2 บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทดสอบความวิตกกังวลผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน จะใช้เวลา 2 นาที และลำดับการแสดงผลเร่ง ดังภาพที่ 3.3

2.2.3 เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมอง ขณะพัก (Resting State) กับ ขณะแสดงสิ่งเร้า (Stimulus State)



ภาพที่ 3.3 แสดงกระบวนการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและระหว่างพบสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวล



ภาพที่ 3.4 แสดงสภาพแวดล้อมในขณะการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมการทดสอบการถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าประเภทความจริงเสมือน

จากภาพที่ 3.4 แสดงสภาพแวดล้อมในขณะการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมการทดสอบการถูกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าประเภทความจริงเสมือน โดยเป็นห้องปิดทึบแบบไม่มีเสียงรบกวนระหว่างการทดสอบโดยห้องทดสอบจะเข้าได้ครั้งละ 1 คน

ในขั้นตอนการเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดใดที่ส่งผลต่อความวิตกกังวล จำเป็นต้องแปลงคลื่นสัญญาณที่ได้จากการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยอุปกรณ์ Neurosky mindwave ให้เป็นค่ามาตรฐานคือแรงดันไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็น ไมโครโวลต์ (μV) โดยมีขั้นตอนการแปลงดังนี้

$$\text{แรงดันไฟฟ้าหน่วยไมโครโวลต์ } (\mu\text{V}) = \frac{\text{rawData} * (1.8/4096)}{2000}$$

เมื่อ ตัวขยายสัญญาณ 2000 เกน มีการเก็บข้อมูลแบบ 12 bit หรือ 2^{12} เก็บ 4096 ค่า และแรงดันไฟฟ้าอินพุตของอุปกรณ์เท่ากับ 1.8V

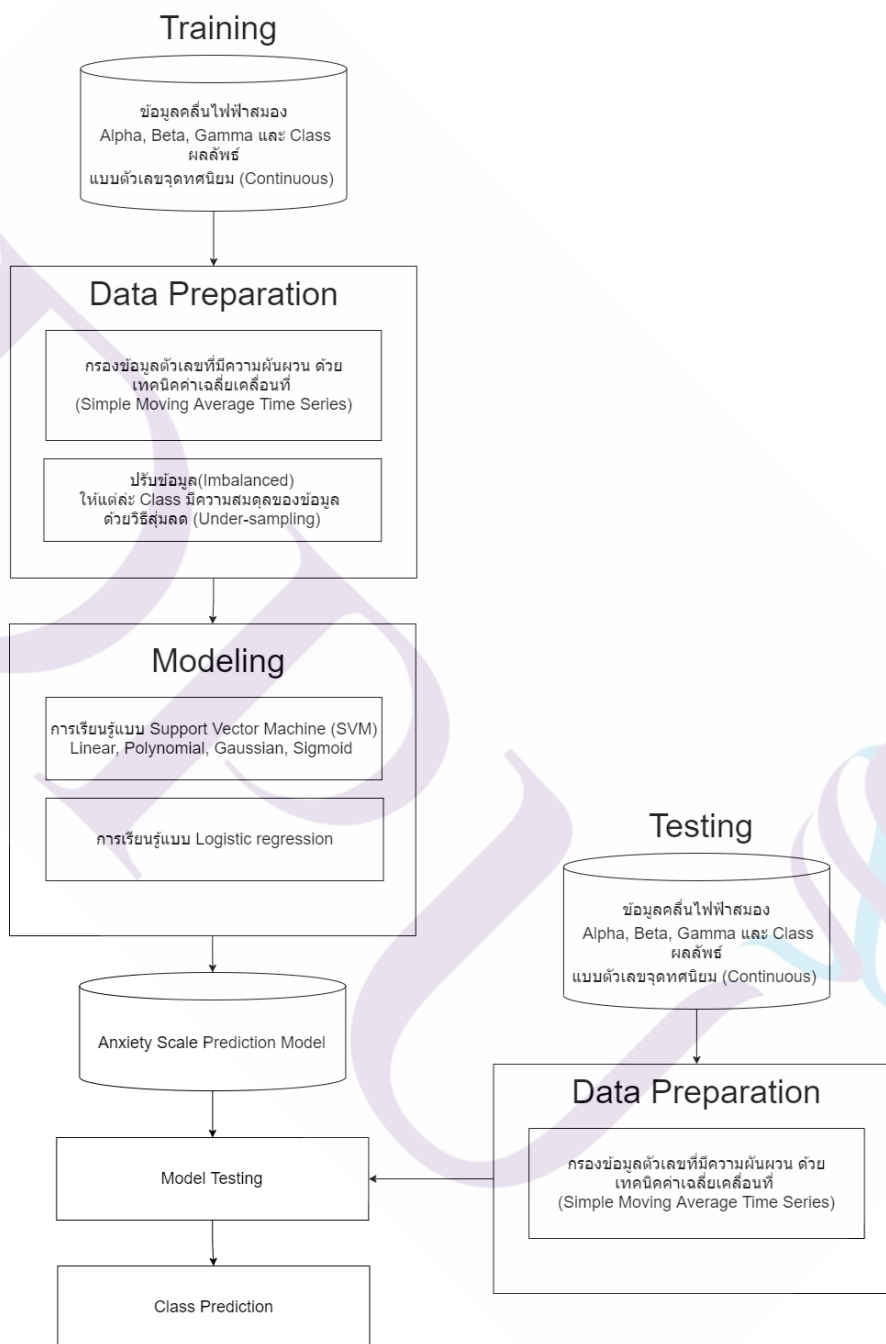
ซึ่งงานวิจัยที่ใช้อุปกรณ์ Neurosky mindwave จะทำการแปลงหน่วยเป็นแรงดันไฟฟ้าหน่วยไมโครโวลต์ก่อนการนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาเปรียบเทียบ เช่นงานวิจัย เรื่อง Electroencephalographic Study of Shoulder Massage ซึ่งใช้อุปกรณ์ Neurosky mindwave เป็นตัวบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและระหว่างการนวดไหล่โดยพบว่าระหว่างการนวด คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Tanyaporn, 2017)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม SPSS

3.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและระหว่างสิ่งเร้าในกลุ่ม $E_1 - E_4$ ในขณะทดสอบความวิตกกังวลโดยใช้สถิติทดสอบ Dependent t-test ด้วยโปรแกรม SPSS

3.4 ขั้นตอนที่ 3 นำคลื่นไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์ต่อความวิตกกังวลมาทำนายระดับภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Support Vector Machines (SVM) และเทคนิค Logistic Regression



ภาพที่ 3.5 กรอบแนวคิดทำนายระดับความวิตกกังวล

การเตรียมข้อมูลในขั้นตอนนี้ได้ดำเนินการเตรียมข้อมูล โดยบันทึกข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คลื่น ได้แก่ คลื่น Delta, Theta, Alpha, Beta และ Gamma และคลาส (Class) ผลลัพธ์แบ่งเป็น 4 คลาสคือ 1. Normal Range 2. Mild to Moderate Anxiety Levels 3. Marked to Severe Anxiety Levels 4. Extreme Anxiety Levels ที่ได้จากแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล ของ วิลเลียมดับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung) ซึ่งเป็นที่ยอมรับมืออยู่ในเว็บไซต์ขององค์การอนามัยโลก (WHO) โดยจะต้องมีคะแนนอยู่ระหว่าง 20-80 จากนั้นทำการคัดเลือกแอตทริบิวต์ (Attribute Selection) ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่ส่งผลกระทบต่อความวิตกกังวล ได้แก่ คลื่นไฟฟ้าสมองทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่คลื่น Alpha, Beta, Gamma

เพื่อเตรียมความพร้อมในการทำเหมืองข้อมูล โดยก่อนการนำเข้าจะทำการการปรับข้อมูลที่ไม่สมดุลก่อน (Imbalanced) ซึ่งเป็นการสุ่มข้อมูลคลาสที่มีจำนวนมากๆ ให้ลดลงมาใกล้เคียงกับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า ข้อมูลที่ไม่สมดุลของกลุ่มของตัวแปรเป้าหมายที่นำมาศึกษามีผลต่อความถูกต้องของสมการทำนาย จึงเป็น ปัญหาที่นักวิจัยให้ความสนใจ ปัญหาความไม่สมดุลของข้อมูลพบได้อย่างบ่อยครั้งในข้อมูลจริง โดยเฉพาะข้อมูลทาง การแพทย์ เช่นข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความเจ็บป่วย ผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาในโรงพยาบาลมีจำนวนมาก แต่ผู้ป่วยที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็น โรคความวิตกกังวล มะเร็งมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด หรือบางโรคที่อาจพบได้ยากทางด้าน การแพทย์อื่น ๆ เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้งานทางด้านการเรียนรู้ของเครื่องและการทำเหมืองข้อมูลจะส่งผลกระทบต่อ การเรียนรู้ของอัลกอริทึม ซึ่งเมื่อทำการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลแบบปกติที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลทุก กลุ่มเป้าหมายพอ ๆ กันจะทำให้ประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทข้อมูลส่วนน้อยมีความถูกต้องน้อยลง (Chomboon K, 2015) โดยงานวิจัยนี้เลือกวิธีการปรับข้อมูลที่ไม่สมดุล ด้วยวิธีสุ่มลด (Under-sampling) เมื่อทำการสุ่มลดข้อมูลแล้ว จะทำการกรองสัญญาณเพื่อลดความผันผวนของตัวเลขโดยใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Simple Moving Average) ก่อนการนำข้อมูลแบบตัวเลขทศนิยม (Continuous) มาใช้

การสร้างแบบจำลอง (Model Building) วิเคราะห์และทำนายระดับความวิตกกังวลด้วยข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่จะได้จากการรวบรวมตามแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล อัลกอริทึมที่นำมาประยุกต์ใช้มีจำนวน 2 เทคนิค คือ Support Vector Machine (SVM) และ Logistic Regression ซึ่งเมื่อได้โมเดลแบบจำลองแล้วจากนั้นจะนำไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อหาโมเดลแบบจำลองที่ดีที่สุด

การวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง (Model Evaluation) ใช้วิธีการตรวจสอบแบบใช้ การแบ่งข้อมูลเพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล แบบ 10-Fold Cross Validation การวัดประสิทธิภาพแบบจำลองเลือกใช้ตัวชี้วัด 5 ตัว ได้แก่ ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ

(Precision) ค่าความระลึก (Recall) ค่าความถ่วงดุล (F-Measure) คำนวณดังสมการที่ 1 - 4 และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย กำลังสอง (Root Mean Squared Error: RMSE) เป็นการวัดค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริง และค่าที่ประมาณได้จากแบบจำลอง ค่า RMSE มีค่าน้อยแสดงว่าแบบจำลองสามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริงสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 5

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

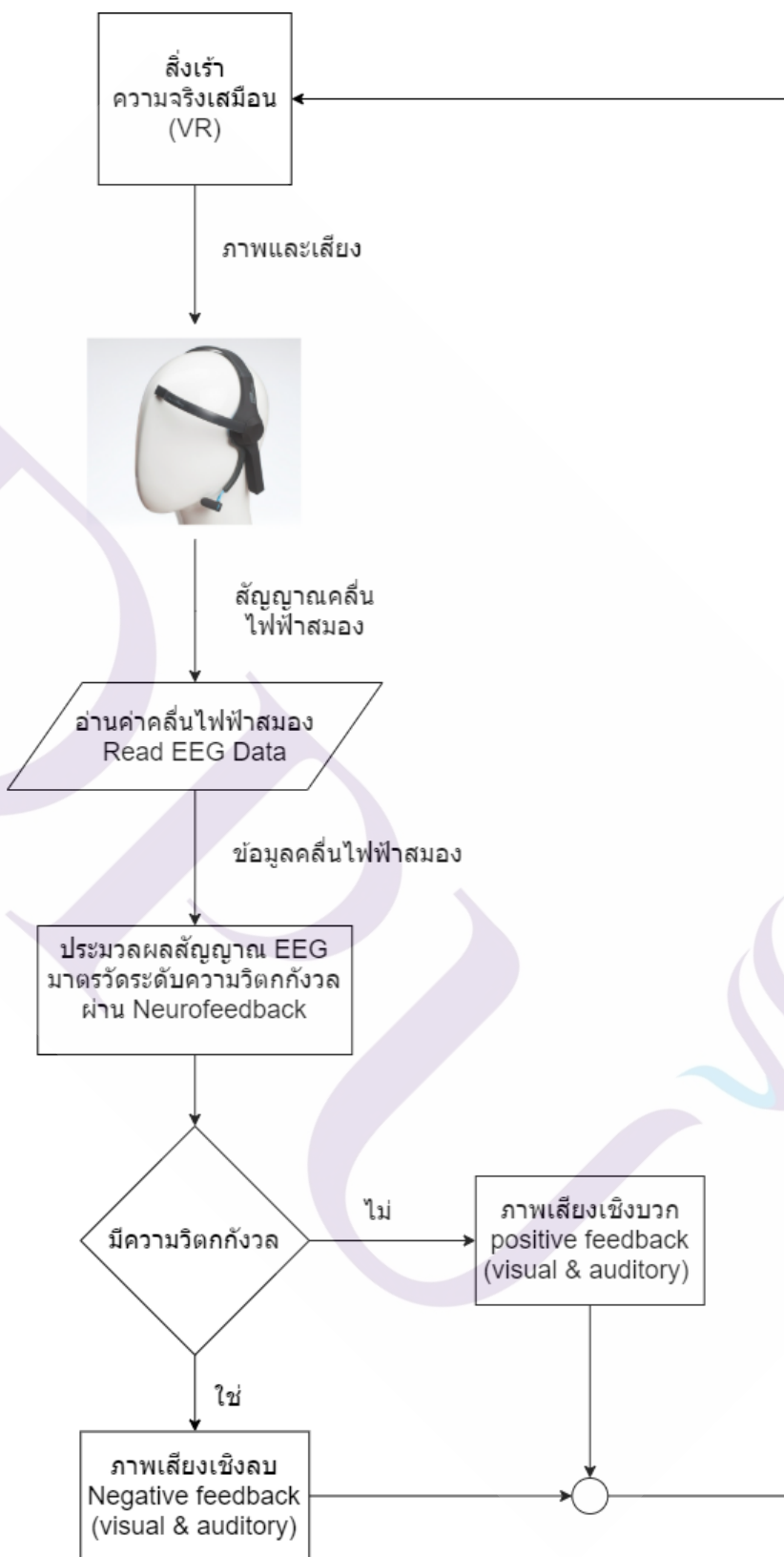
$$F - Measure = \frac{2 \times (Precision \times Recall)}{Precision + Recall} \quad (4)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y - \bar{y})^2}{n}} \quad (5)$$

โดยที่	TP	เป็นจำนวนข้อมูลที่ทำนายออกมาอย่างถูกต้อง
	TN	เป็นจำนวนข้อมูลที่ถูกต้องแต่ไม่ถูกทำนาย
	FP	เป็นจำนวนข้อมูลที่ผิดพลาดที่ถูกทำนายออกมา
	FN	เป็นจำนวนข้อมูลที่ผิดพลาดแต่ไม่ถูกทำนาย
	n	เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด
	y	เป็นจำนวนข้อมูลจริง
	\bar{y}	เป็นจำนวนข้อมูลที่ทำนายได้

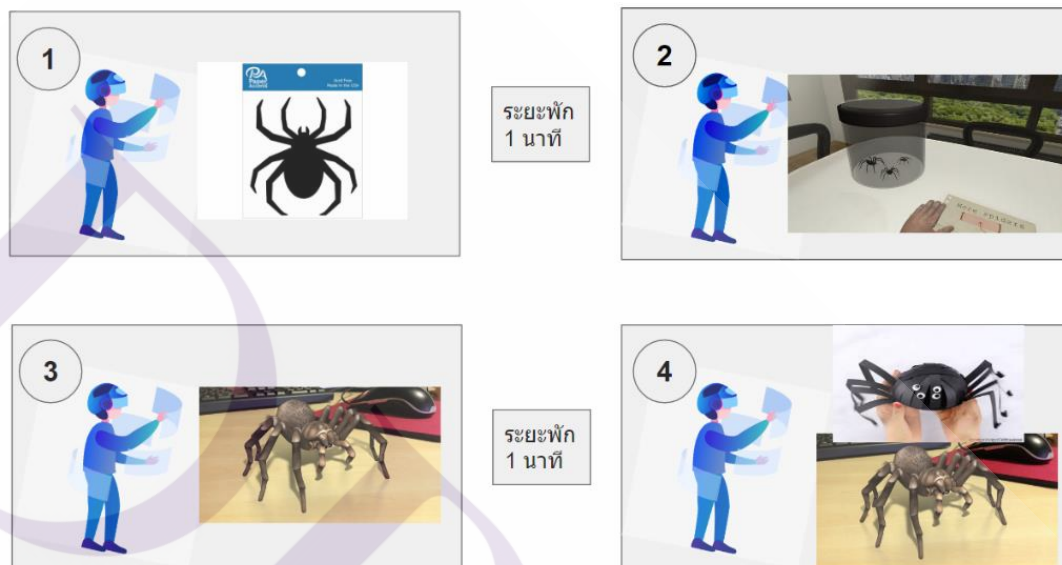
3.5 ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบและพัฒนาระบบฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neuro feedback) และลดความกลัวอย่างเป็นระบบสำหรับกลุ่มที่มีความวิตกกังวล

โดยขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) จะใช้เทคนิคการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก ซึ่ง สามารถใช้ในการบำบัดรักษาโรคความวิตกกังวลแบบกลัวเฉพะเจาะจง (สมภพ เรื่องตระกูล, 2545) วิธีการนี้มีรากฐานมาจากวิธีการลดความกลัวด้วยการวางเงื่อนไข วิธีการลดความกลัว อย่างเป็นระบบจะเริ่มต้นด้วยการฝึกการหายใจหรือการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ขั้นต่อมาคือการสร้างลำดับขั้นของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวหรือความวิตกกังวลจาก สถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวหรือความวิตกกังวล ระดับต่ำไปสู่ระดับสูง ถ้าผู้รับการบำบัดสามารถจินตนาการ หรือเผชิญกับสถานการณ์แต่ละลำดับขั้น ได้โดยความกลัวหรือความวิตกกังวลไม่ได้เพิ่มขึ้น ผู้บำบัดก็จะก้าว ไปสู่ลำดับขั้นของความกลัวหรือความวิตกกังวลที่เพิ่มมากขึ้นในลำดับถัดไป แต่ถ้าผู้รับการบำบัดเกิด ความกลัวหรือความวิตกกังวล ผู้บำบัดจะให้ผู้รับการบำบัดสร้างความผ่อนคลาย ตัวอย่างของลำดับขั้นความกลัวกรณีที่กลัวความสูง สามารถแบ่งระดับความสูงตามพื้นที่ในอาคาร เช่นระดับหนึ่งอาจมองจากหน้าต่างของชั้นแรก ระดับที่สองอาจมองจากหน้าต่างของชั้นสอง เป็นต้น โดยในการออกแบบพัฒนาโปรแกรม Neuro feedback ได้ใช้โปรแกรม Unity engine ในการพัฒนาระบบ Neuro feedback เชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับคลื่นไฟฟ้าสมอง Neurosky Mindwave ให้อยู่ในรูปแบบของเกมความจริงเสมือน จะใช้การจำลองสถานการณ์หรือวัตถุในโลกจริงที่สร้างความวิตกกังวล และมาตรวัดแสดงระดับความวิตกกังวลเพื่อให้ผู้บำบัดได้เห็นและฝึกควบคุมให้กับผู้มีความวิตกกังวลได้ฝึกความคุ้นเคย เคยชินกับสถานการณ์หรือวัตถุที่ทำให้กลัว เพื่อให้ผู้มีความพยายามที่จะเรียนรู้การควบคุมตนเองของการทำงานของสมองเพื่อลดความกลัว โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.6 แสดงขั้นตอน ออกแบบและพัฒนาระบบ Neuro feedback

จากภาพที่ 3.6 ในส่วนของขั้นตอนการจำลองสถานการณ์ตัวอย่างของลำดับชั้นของความกลัวของบุคคลที่กลัวแมงมุมจากสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวระดับต่ำไปสู่ระดับสูง 4 ลำดับ คือ 1.การดูรูปภาพแมงมุม 2.การดูแมงมุมที่อยู่ในกล่อง 3.การอยู่ใกล้แมงมุม 4.การสัมผัสแมงมุมปลอม โดยแต่ละลำดับชั้นจะมีระยะพักเพื่อให้เกิดการผ่อนคลาย



ภาพที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการออกแบบการจำลองสถานการณ์ความจริงเสมือนการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization)

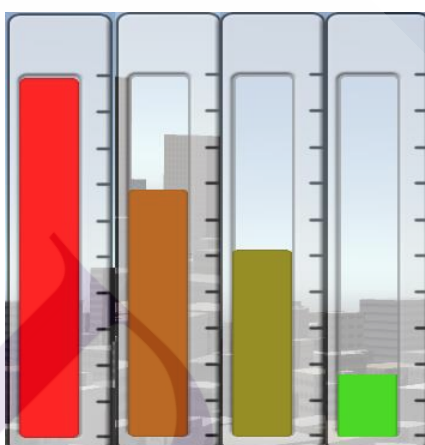
1. วางเซ็นเซอร์ไว้หน้าศีรษะและหูเพื่ออ่านคลื่นไฟฟ้าของสมอง
2. คลื่นสมองจะปรากฏขึ้นบนคอมพิวเตอร์และมีเป้าหมายการควบคุมจะถูกกำหนดในเกมความจริงเสมือน เช่น ไฟไหม้ให้ควบคุมสมาธิเพื่อดับไฟ เป็นต้น
3. เมื่อกิจกรรมคลื่นสมองบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ผู้ทดสอบจะได้คะแนน และสามารถเห็นภาพและเสียงที่สร้างความคิดเชิงบวก เพื่อเป็นแนวทางในการประสบความสำเร็จกับเกม

วิธีการกำหนดความหมายของความวิตกกังวล

ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดความหมายของระดับความวิตกกังวลเพื่อให้ผู้ฝึกรู้และการควบคุมระดับความวิตกกังวลซึ่งมีทั้งหมด 4 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงสีและมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น

คลื่นสมอง	ระดับความวิตกกังวล	แปลความหมาย
Normal Range	1-25	สีเขียว
Mild to Moderate Anxiety Levels	26-50	สีเหลือง
Marked to Severe Anxiety Levels	51-75	สีส้ม
Extreme Anxiety Levels	76-100	สีแดง



ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงสีและความที่ใช้แสดงมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น

จากตาราง การแปลความหมายของความวิตกกังวล ได้กำหนดให้เป็นสีตามระดับความวิตกกังวล มาผูกเงื่อนไขรวม 3 คลื่น Gamma Beta และ Alpha เพื่อสร้างมาตรวัดความวิตกกังวล โดยจะมีค่า 0 – 100 ตามสมการมาตรวัดระดับความวิตกกังวล เพื่อให้ผู้ฝึก Neuro-feedback รับรู้ และจะสามารถลดระดับความวิตกกังวลของตนเอง ดังนี้

$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = \frac{1}{4} \times \frac{(\gamma + \beta)}{\alpha} \times 100$$

เมื่อ γ เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Gamma ที่มีจำนวนเต็มบวก

β เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Beta ที่มีจำนวนเต็มบวก

α เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Alpha ที่มีจำนวนเต็มบวก

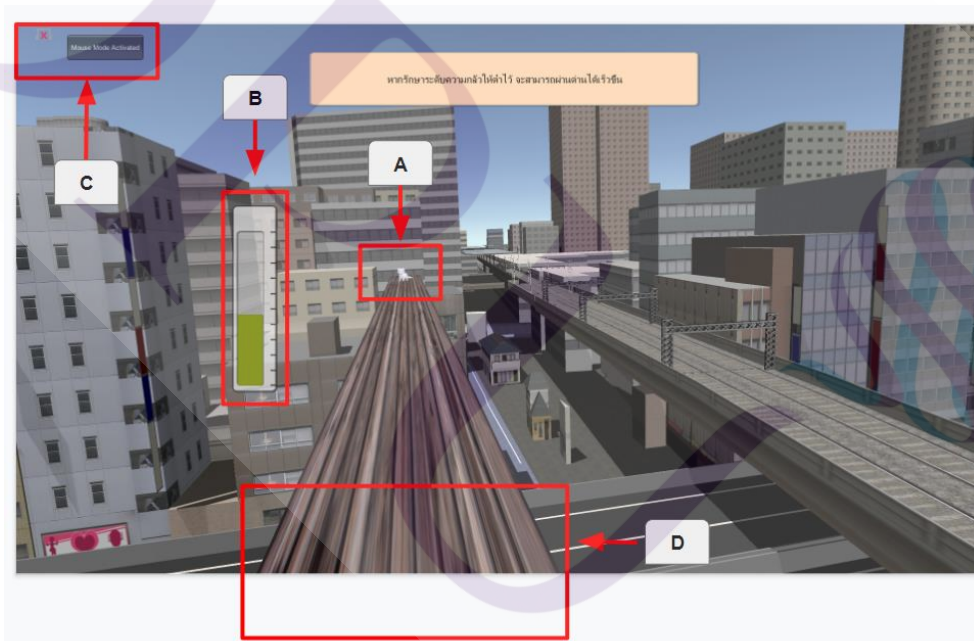
โดยสัญญาณคลื่นสมองที่ตรวจพบจะมีการเปลี่ยนแปลงทันทีและความสนใจทางสายตาที่เปลี่ยนไปด้วยเมื่อมีสิ่งเร้าปรากฏออกมาทำให้เกิดความถี่สูงของคลื่น Gamma และ Beta โดยใช้สัดส่วนเป็น 1 ส่วน 4 ของค่าที่วัดได้จากตัวอุปกรณ์ ส่วนค่า Alpha แสดงถึงสถานะของการลดความวิตกกังวลซึ่งจะเป็นตัวหารหากค่า Alpha สูงก็จะส่งผลให้สเกลความวิตกกังวลต่ำลง ซึ่งเป็นสัดส่วนในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งตรงกับทฤษฎีทางคลื่นไฟฟ้าสมองที่กล่าวว่า

เมื่อคลื่น Gamma สูง ความวิตกกังวลความตื่นตัวความเครียดสูง

เมื่อคลื่น Beta สูง อะดรีนาลีนความกังวลความตื่นตัวสูงไม่สามารถผ่อนคลาย

เมื่อคลื่น Alpha สูง โฟกัสได้ ผ่อนคลาย

โดยผู้ฝึกสามารถควบคุมการทำงานโปรแกรมเกมด้วยคลื่นสมองผ่านอุปกรณ์ NeuroSky Mindwave โดยจำลองในรูปแบบของเกม โดยผู้เล่นสวมบทบาทเป็นตัวละครในเกมที่เป็นคนผจญภัยไปในที่ต่างๆ ในเกมจะพบสถานการณ์ให้ฝึก 3 แบบ ได้แก่ 1.การกลัวความตายและสิ่งที่เป็นอันตราย 2.การกลัวสิ่งที่ไม่รู้ 3.การกลัวสัตว์



ภาพที่ 3.9 แสดงอินเทอร์เฟซของระบบ Neuro feedback สถานการณ์ที่มีวัตถุประสงค์ทำให้ตกใจกลัว สำหรับฝึกควบคุมความวิตกกังวล

A. เป้าหมายที่จะให้ผู้ฝึก นิวโรฟีดแบ็คเดินไปหาโดยการที่จะทำให้ตัวละครเดินไปหา เป้าหมายได้จะต้องทำให้มาตรวัดความวิตกกังวลลดลง โดยหากลดลงมากก็จะเดินเร็วขึ้น และหาก มาตรวัดความวิตกกังวล สีแดงเต็มหลอดจะหมายถึงว่าผู้ฝึกรู้สึกถึงความวิตกกังวลตัวละครในนิวโร ฟีดแบ็คจะหยุดเดินและกล้องในโปรแกรมจะหมุนไปมองบรรยากาศโดยรอบ

B. แสดง มาตรวัดความวิตกกังวลมาจากการผูกเงื่อนไขโดยอาศัยคลื่น Gamma, Beta และ Alpha มาสร้างเป็นมาตรวัดความวิตกกังวล

C. แสดงคุณภาพสัญญาณการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้ฝึกจุดเริ่มต้น การผู้เล่นในการเดินไปหาเป้าหมาย

D. จุดเริ่มต้นการผู้เล่นในการเดินไปหาเป้าหมาย



ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและระบบนิวโรฟีดแบ็คที่พัฒนาขึ้น

ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยการสัมภาษณ์แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทาง ประสาทวิทยา (Neurology) โดยหลังจากออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนิวโรฟีดแบ็คเสร็จได้ให้ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านคลื่นไฟฟ้าสมองภาพที่ 3.10 อาจารย์สุวัฒน์ ศรีสุวรรณานุกร สาขาประสาท วิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ตรวจสอบอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

และโปรแกรมนิวโรฟีดแบ็คที่พัฒนาขึ้นพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจึงนำมาใช้ในการทดลอง

3.6 ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบระบบการฝึกจิตบำบัดด้วยนิวโรฟีดแบ็ค (Neuro feedback) เพื่อลดความวิตกกังวล

การฝึกแบบ EEG โดยผู้ฝึกจะเห็นภาพแสดงต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการตอบสนองของร่างกาย โดยเฉพาะกราฟเส้นแสดงรูปแบบการทำงานของคลื่นประสาทแต่ละแบบบนหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีการทดลองในผู้ที่มีภาวะวิตกกังวลทั้งหมด 6 ครั้ง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที โดยได้กลุ่มทดลองที่วัดคลื่นไฟฟ้าอยู่ในช่วง E₂-E₄ ใช้การฝึกวิธีการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) ผ่านระบบ Neuro feedback ที่พัฒนาขึ้น ดังรายละเอียด ดังนี้

มีการชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย ซึ่งจะฝึกระบบ Neuro feedback การฝึกตามสถานการณ์ความวิตกกังวลจำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ 1. การกลัวความตายและสิ่งที่เป็นอันตราย เกมข้ามสะพานสูงเพื่อไปช่วยแมว 2. การกลัวสิ่งที่ไม่รู้ เกมผี 3. การกลัวสัตว์ เกมจิ้งจอกเมฆมูม โดยฝึกสมาธิตามมาตรวัดระดับความวิตกกังวลที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์แสดงผลของ โดย Neuro feedback ใช้ระยะเวลาในการฝึกครั้งละ 10 นาที พร้อมกับบันทึกข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองไว้และนำไปเปรียบเทียบกับค่าความวิตกกังวลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Dependent t-test ว่ามีความแตกต่างก่อนและหลังใช้ระบบ Neuro feedback

กล่าวโดยสรุป ใน 1 รอบของการฝึกเป็นเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่าง E₂-E₄ 50 คน แต่ละกลุ่มจะทำการฝึกจิตบำบัดด้วยนิวโรฟีดแบ็ค (Neurofeedback) สัปดาห์ละ 1 ครั้งๆ ละ 10 นาที ซึ่งผู้ทดลองจะได้รับการฝึกโปรแกรมโดยเฉลี่ย 6 ครั้ง/คนหลังจากกระบวนการทดลองสิ้นสุดลง ผู้วิจัยแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างได้ทราบถึงผลการทดลอง พร้อมทั้งแนะนำให้ทราบถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการทดลอง เพื่อให้ผู้ทดลองสามารถนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันเพื่อการผ่อนคลายความเครียดและความวิตกกังวล โดยไม่ต้องพึ่งพาเครื่องมือได้ และสุดท้ายได้เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การวิจัยเรื่อง การตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นไฟฟ้าสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวล มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตัวแบบในการตรวจจับคลื่นไฟฟ้าสมองเมื่ออยู่ในภาวะความวิตกกังวล ด้วยการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลและกระบวนการบำบัดเพื่อลดความวิตกกังวลด้วยเทคนิคนิวโรฟีดแบคแบบฝึกการควบคุมด้วยคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยสามารถแบ่งผลการดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ขนาดกลุ่มจำนวนประชากรและจัดกลุ่มของ Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire และแบบสำรวจความกลัว

4.2 ผลการทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่มทดลองก่อนและระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า

4.3 ผลการทำนายคลื่นไฟฟ้าสมองตามระดับภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Support Vector Machines (SVM) และเทคนิค Logistic Regression

4.4 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบนิวโรฟีดแบค

4.5 ทดสอบ ระบบ Neuro feedback เพื่อลดความวิตกกังวล

4.1 ผลการวิเคราะห์และจัดกลุ่มระดับความวิตกกังวล (Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire)

4.1.1 ผลการกำหนดขนาดกลุ่มจำนวนประชากร (Sample Size Determination)

ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดขนาดกลุ่มจำนวนประชากร ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ช่วงวัยรุ่นอายุ 18 – 22 ปี ของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น จำนวน 90 คน โดยใช้สูตรของ ทาโร ยามาเน่ ในการหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยมีสูตรดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

โดยที่

n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง หรือ ขนาดของกลุ่มประชากรตัวอย่าง

N คือ ขนาดของประชากร

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (ร้อยละ หรือ เปอร์เซ็นต์)

โดยนักศึกษาศาสนาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่นมีจำนวนนักศึกษา ประมาณ 1000 คน จึงกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไว้ที่ 10 % เมื่อแทนค่าลงบนสมการจะได้กลุ่มจำนวนประชากรที่ต้องใช้ในการทำวิจัยจำนวน 90 คน โดยแทนผลสมการดังนี้

$$n = \frac{1000}{1 + 1000(0.10)^2}$$

$$n = \frac{1000}{11}$$

$$n = 90$$

โดยแบ่งกลุ่มทดลองมาจาก นักศึกษาชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 90 คน โดยแบ่งออกเป็นคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 30 คน คณะบริหารธุรกิจจำนวน 30 คน และ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 30 คน เพศชาย 60 คน และเพศหญิงจำนวน 30 คน โดยแสดงผลเป็นตารางร้อยละดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของจำนวนกลุ่มประชากรตัวอย่าง

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	60	66.67
หญิง	30	33.33
คณะ		
วิศวกรรมศาสตร์	30	33.33
บริหารธุรกิจ	30	33.33
เทคโนโลยีสารสนเทศ	30	33.33
รวม	90	100.00

4.1.2 ผลการจັดกลุ่มของ Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire

ผลการทดสอบแบบสอบถามทางจิตวิทยา (Psychological test) แบบประเมินความวิตกกังวลของวิลเลียม ดับบลิว เค ซุง เรียกว่า Self-rating Anxiety Scale (SAS) สามารถแบ่งระดับของความวิตกกังวลได้ ซึ่งแบบประเมินประกอบด้วย ข้อความแสดงถึงความรู้สึกวิตกกังวล หรือพฤติกรรมที่แสดงออกจำนวน 20 ข้อ คำตอบเป็นมาตราประมาณค่า (Rating Scale) โดยมีผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทำแบบสอบถามทางจิตวิทยา Self-rating Anxiety Scale

ระดับความวิตกกังวล	ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีความวิตกกังวล	20-44	40	44.44
เล็กน้อย-ปานกลาง	45-59	23	25.56
เด่นชัด-รุนแรง	60-74	16	17.78
วิตกกังวลมากที่สุด	75-80	11	12.22
รวม	20-80	90	100

จากตารางที่ 4.2 ผลการทำแบบสอบถามทางจิตวิทยา Self-rating Anxiety Scale สามารถความวิตกกังวลเป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย 1. ไม่มีความวิตกกังวล (Normal Range) 2. วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (Mild to Moderate Anxiety Levels) 3. วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง (Marked to Severe Anxiety Levels) 4. วิตกกังวลมากที่สุด (Extreme Anxiety Levels) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มประชากรตัวอย่างจำนวน 90 คน มีคนที่เป็นความวิตกกังวลมากที่สุดจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 12.22 และวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 17.78 ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงเป็นโรควิตกกังวลมากที่สุด

4.2 ผลการทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่มทดลองก่อนและระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า

การวิจัยขั้นตอนเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ดำเนินการวิจัยแบบกลุ่มทดลอง 4 กลุ่ม ได้แก่กลุ่ม ไม่มีความวิตกกังวล, กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง, กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง และกลุ่ม วิตกกังวลมากที่สุด ตามแบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest Posttest Design โดยให้ทำกิจกรรมทดสอบความวิตกกังวลแบบก่อนและระหว่างถูกกระตุ้นด้วยความจริงเสมือน (VR) เกมที่สร้างเสริมความเครียดและความวิตกกังวล โดยก่อนการเปรียบเทียบ

จะทำการแปลงข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองจากตัวอุปกรณ์ Neurosky Mindwave ให้เป็นค่ามาตรฐานคือหน่วยทางไฟฟ้า ไมโครโวลต์ (μV) โดยมีสูตรดังนี้

$$\mu V = \frac{rawData * \frac{1.8}{4096}}{2000}$$

โดยที่

1.8 คือค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุตของตัวอุปกรณ์ 1.8V

4096 คือหน่วยที่ใช้เก็บข้อมูลแบบ 64 bit

2000 คือ การขยายสัญญาณแบบ 2000x เท่า

โดยก่อนการทำการทดลองได้นำสื่อที่จะใช้กระตุ้นจากสิ่งเร้า ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาว่าเนื้อหาของสิ่งเร้าจะสามารถกระตุ้นความกลัวและความวิตกกังวลจากกลุ่มทดลองได้หรือไม่

ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมการทดสอบดังนี้

1. บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพัก (baseline) โดยให้นักศึกษานั่งในท่าที่สบายตามปกติเป็นเวลา 2 นาที
2. บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทดสอบความวิตกกังวลผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน จะใช้เวลา 2 นาที และลำดับการแสดงสิ่งเร้าที่สร้างความตกใจและความวิตกกังวล ทั้ง 3 ปัจจัย

โดยผลการทดสอบด้วยสถิติ Dependent t-test เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพักและถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า ในกลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล มีผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล

กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล N = 40					
EEG Power Spectra	Baseline		VR Anxiety		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Delta	.0592	.06587	.0677	.08063	.359
Theta	.0782	.11101	.0640	.06446	.212
Alpha	.3387	.17770	.3027	.17100	.151
Beta	.0848	.04468	.0818	.04488	.595
Gamma	.0737	.03900	.0773	.04152	.468

หมายเหตุ.*p < .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล คลื่น delta, theta, alpha, beta, gamma คลื่นความถี่ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบความจริงเสมือน

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง

กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง N = 23					
EEG Power Spectra	Baseline		VR Anxiety		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Delta	.0728	.08254	.0830	.10665	.445
Theta	.0672	.08018	.0857	.12354	.120
Alpha	.1901	.10959	.2368	.12987	.003*
Beta	.1344	.06860	.1637	.08690	.004*
Gamma	.1223	.06364	.1468	.08298	.008*

หมายเหตุ.*p < .05

จากตารางที่ 4.4 พบว่ากลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีคลื่น delta, และ theta คลื่นความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่ alpha beta และ gamma ย่านความถี่เพิ่มขึ้น ในระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบความจริงเสมือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง N = 16					
EEG Power Spectra	Baseline		VR Anxiety		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Delta	.0716	.08254	.0805	.10665	.541
Theta	.0613	.08018	.0761	.12354	.160
Alpha	.1321	.10959	.1568	.12987	.025*
Beta	.1918	.10358	.2235	.13703	.045*
Gamma	.1906	.06364	.2342	.12532	.011*

หมายเหตุ.* $p < .05$

จากตารางที่ 4.5 พบว่ากลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีคลื่น delta, และ theta คลื่นความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่ alpha beta และ gamma ย่านความถี่เพิ่มขึ้น ในระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบความจริงเสมือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด

กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด N = 11					
EEG Power Spectra	Baseline		VR Anxiety		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Delta	.0750	.08254	.0641	.10665	.304
Theta	.0672	.08018	.0592	.12354	.361
Alpha	.0498	.10959	.0794	.2439	.000*
Beta	.2439	.06860	.3012	.08690	.010*
Gamma	.2282	.06364	.2963	.08298	.001*

หมายเหตุ.*p < .05

จากตารางที่ 4.6 พบว่ากลุ่มวิตกกังวลมากที่สุดมีคลื่น delta, และ theta คลื่นความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่ alpha beta และ gamma ย่นความถี่เพิ่มขึ้น ในระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบความจริงเสมือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นำค่าเฉลี่ยของข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองจากอุปกรณ์ Neurosky mindwave มาทำการเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองขณะถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าระยะเวลา 120 วินาที ระหว่าง 4 กลุ่มได้แก่ ตารางที่ 4.7 กลุ่ม 1. กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล 2.กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง 3. กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง และ 4. กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Simple Moving Average Time Series) แบบ 12 Point เพื่อที่กรองตัวสัญญาณจากการกระจายความผิดพลาดออกไปจากข้อมูล กำจัดความผันผวนของคลื่นไฟฟ้าและดูและเปรียบเทียบแนวโน้มและทิศทางของคลื่นโดยใช้สูตรดังนี้

$$SMA = \frac{(A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n)}{n}$$

โดยที่

A_n คือ แอมพลิจูด ณ ช่วงตำแหน่งช่วงเวลาใดๆ

n คือ จำนวนของช่วงเวลาต้องการหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าของชุดข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่ม

กลุ่ม	ตัวแทนชุดข้อมูล
กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล	Delta0, Thata0, Alpha0, Beta0, Gamma0
กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	Delta1, Thata1, Alpha1, Beta1, Gamma1
กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	Delta2, Thata2, Alpha2, Beta2, Gamma2
กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด	Delta3, Thata3, Alpha3, Beta3, Gamma3

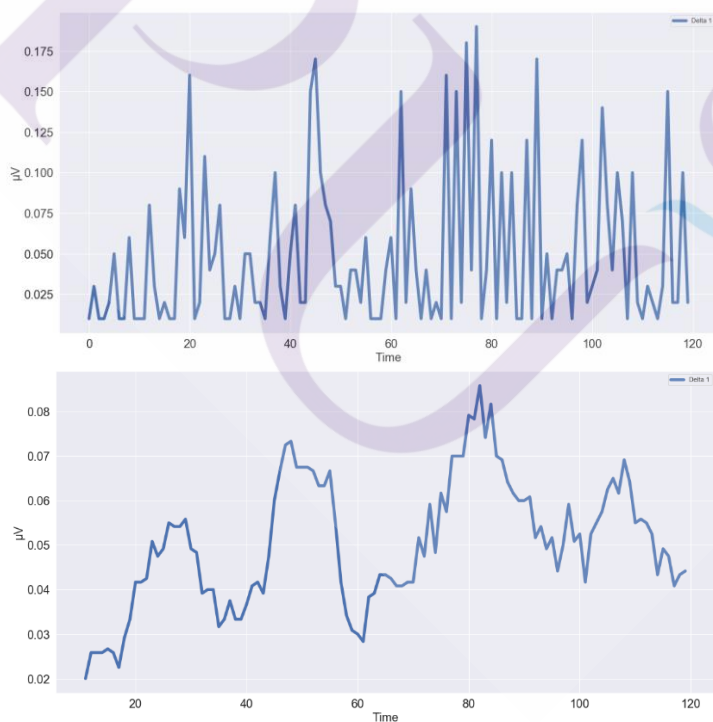
Time	Delta 0	Delta 1	Delta 2	Delta 3	Theta 0	Theta 1	Theta 2	Theta 3	Alpha 0	...	Alpha 2	Alpha 3	Beta 0	Beta 1	Beta 2	Beta 3	Gamma 0	Gamma 1	Gamma 2	Gamma 3	
0	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.18	...	0.05	0.08	0.13	0.29	0.44	0.05	0.14	0.10	0.06	0.11
1	2	0.03	0.03	0.11	0.05	0.16	0.01	0.02	0.01	0.58	...	0.14	0.01	0.11	0.07	0.28	0.36	0.12	0.23	0.02	0.48
2	3	0.05	0.01	0.01	0.12	0.08	0.02	0.10	0.01	0.60	...	0.20	0.05	0.10	0.04	0.08	0.31	0.10	0.28	0.33	0.52
3	4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.13	0.02	0.12	...	0.25	0.14	0.10	0.12	0.41	0.37	0.06	0.08	0.29	0.43
4	5	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.01	0.34	...	0.27	0.06	0.07	0.27	0.21	0.25	0.05	0.22	0.11	0.54
...
115	116	0.15	0.15	0.06	0.01	0.01	0.05	0.04	0.02	0.34	...	0.23	0.07	0.06	0.11	0.02	0.14	0.07	0.04	0.34	0.23
116	117	0.02	0.02	0.07	0.17	0.02	0.03	0.16	0.01	0.36	...	0.14	0.07	0.01	0.10	0.24	0.12	0.01	0.05	0.10	0.49
117	118	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.05	0.02	0.02	0.21	...	0.28	0.02	0.01	0.14	0.30	0.51	0.07	0.23	0.01	0.46
118	119	0.10	0.10	0.12	0.04	0.08	0.01	0.02	0.01	0.08	...	0.09	0.02	0.03	0.23	0.22	0.48	0.12	0.28	0.37	0.41
119	120	0.02	0.02	0.01	0.08	0.06	0.17	0.01	0.02	0.07	...	0.17	0.06	0.15	0.06	0.24	0.10	0.06	0.18	0.27	0.19

120 rows x 21 columns

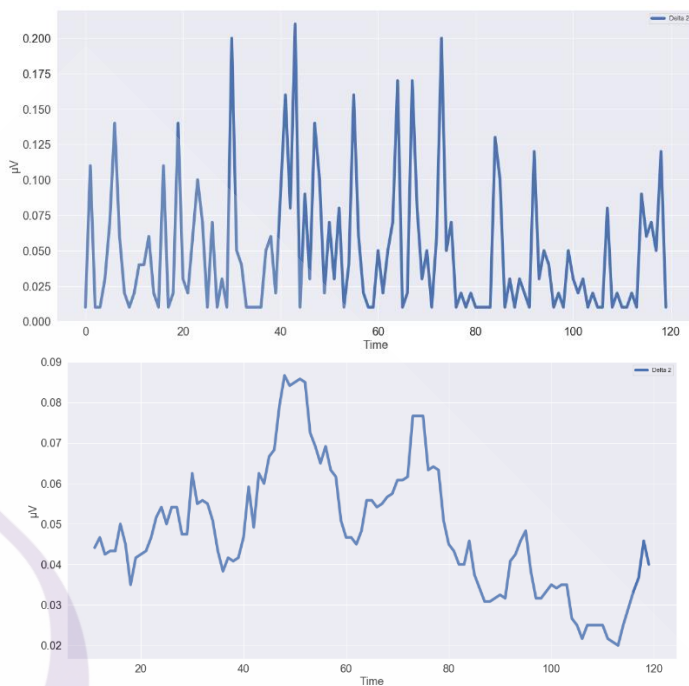
ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองจากการบันทึกทั้ง 4 กลุ่ม



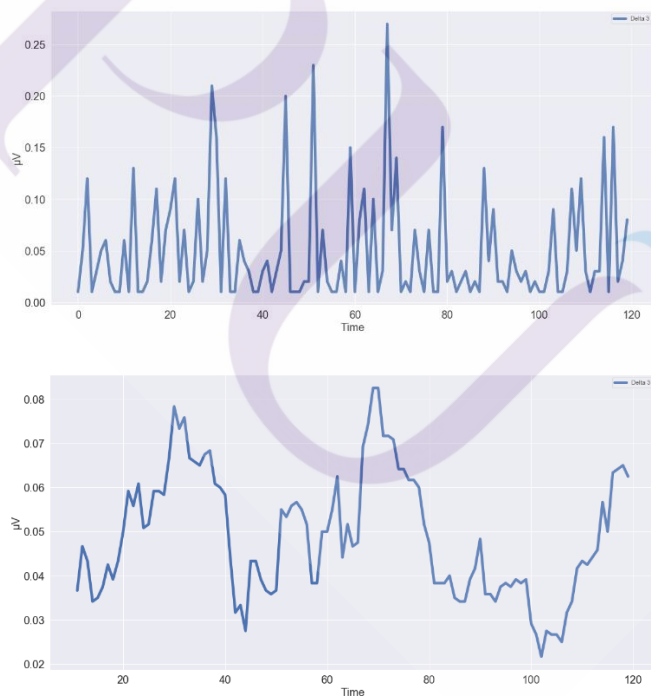
ภาพที่ 4.2 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวลก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



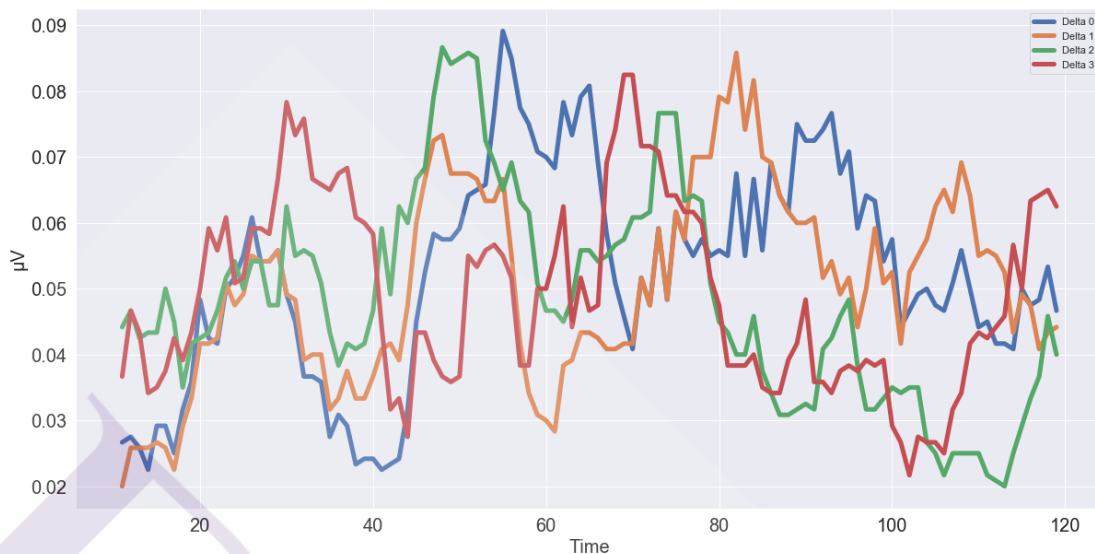
ภาพที่ 4.3 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.4 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.5 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



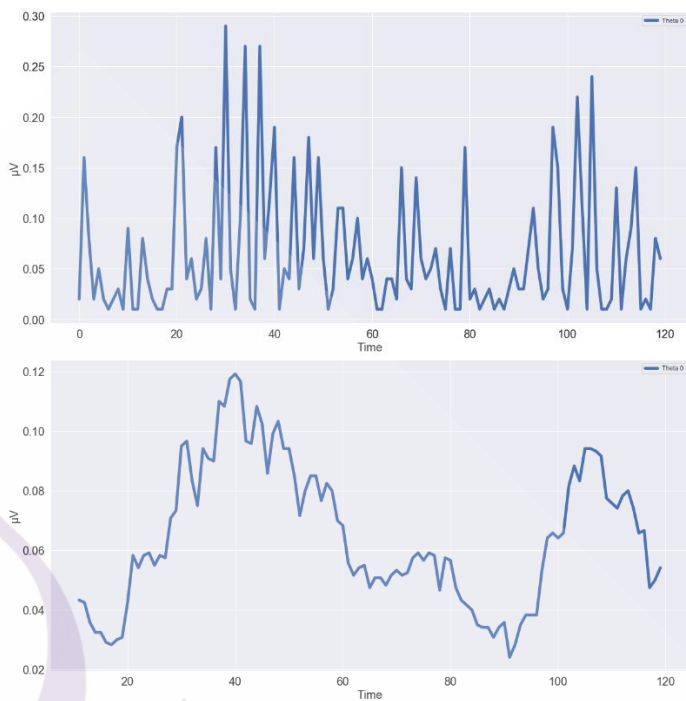
ภาพที่ 4.6 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่าง

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

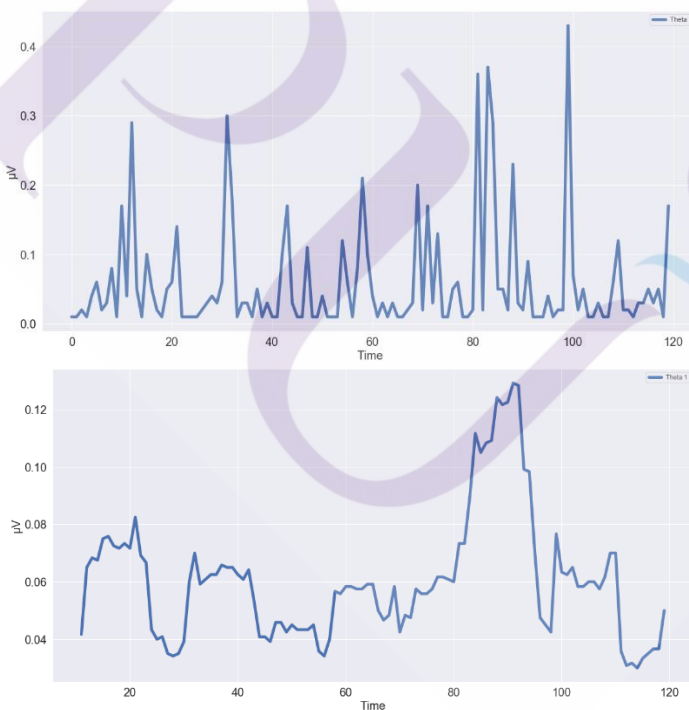
แหล่งความแปรปรวน	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
ระหว่างกลุ่ม	.000	3	.000	.055	.983
ภายในกลุ่ม	1.185	476	.002		
รวม	1.186	479			

หมายเหตุ.* $p < .05$

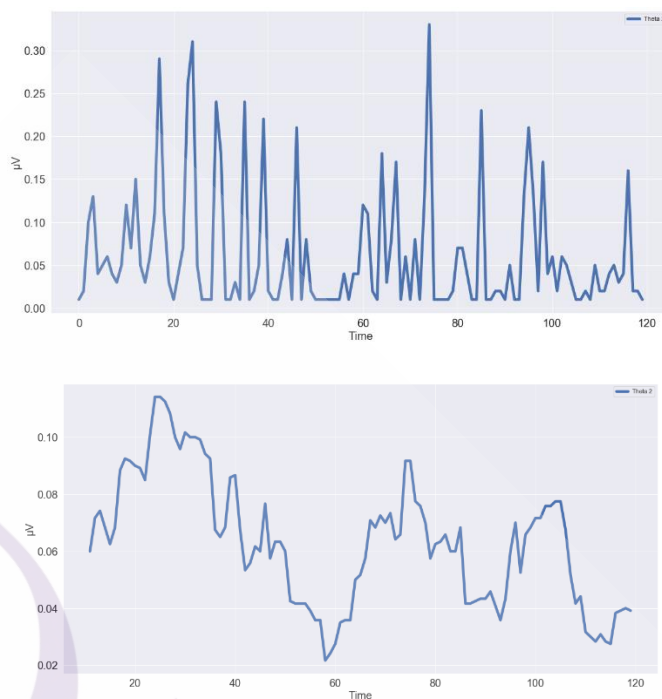
โดยใช้มีการใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) นำเสนอในรูปแบบของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) จากภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.8 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 4 กลุ่ม ของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta จึงไม่นำมาเปรียบเทียบรายคู่ Post Hoc



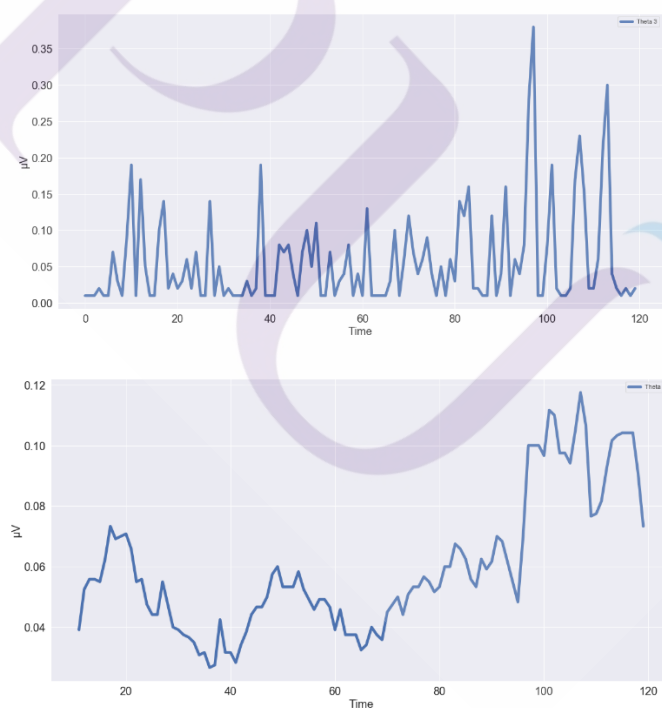
ภาพที่ 4.7 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวลก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.8 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.9 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.10 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



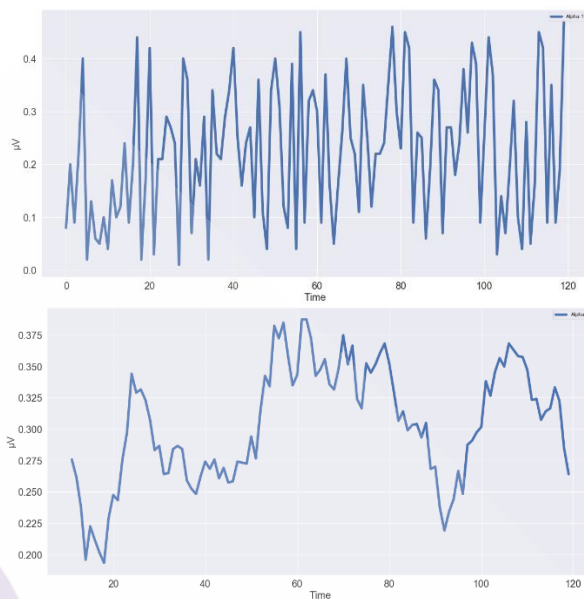
ภาพที่ 4.11 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่าง

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

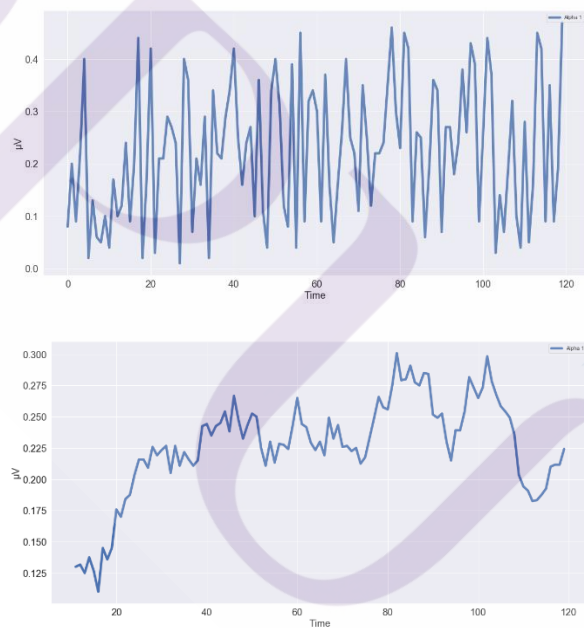
แหล่งความแปรปรวน	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	.003	3	.001	.191	.902
ภายในกลุ่ม	2.469	476	.005		
รวม	2.472	479			

หมายเหตุ.*p < .05

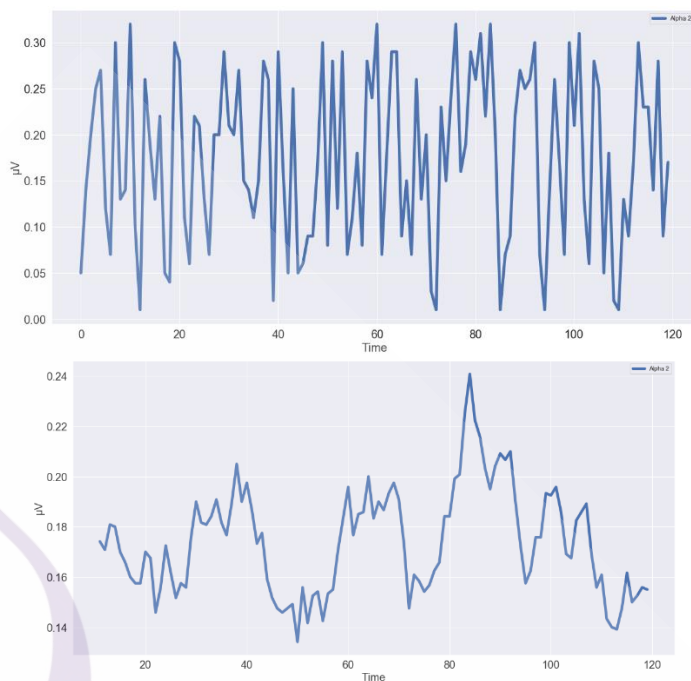
จากภาพที่ 4.11 และตารางที่ 4.9 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 4 กลุ่ม ของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta จึงไม่นำมาเปรียบเทียบรายคู่ Post Hoc



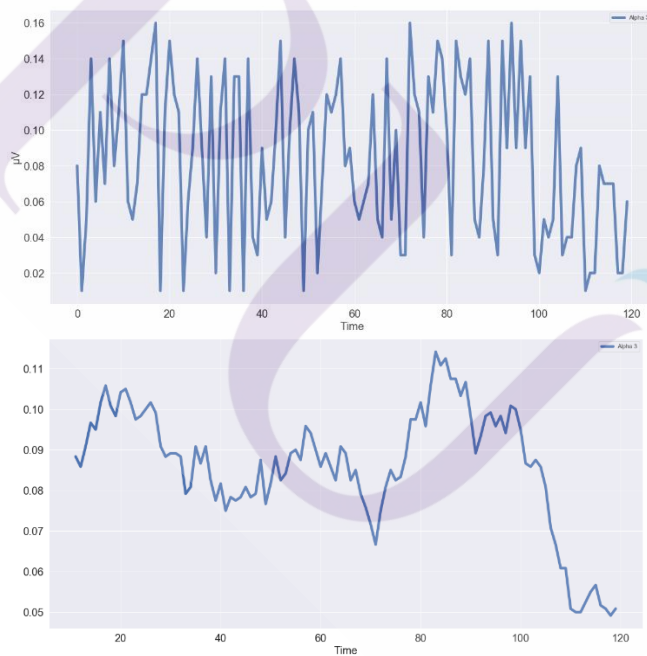
ภาพที่ 4.12 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวลก่อน และหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



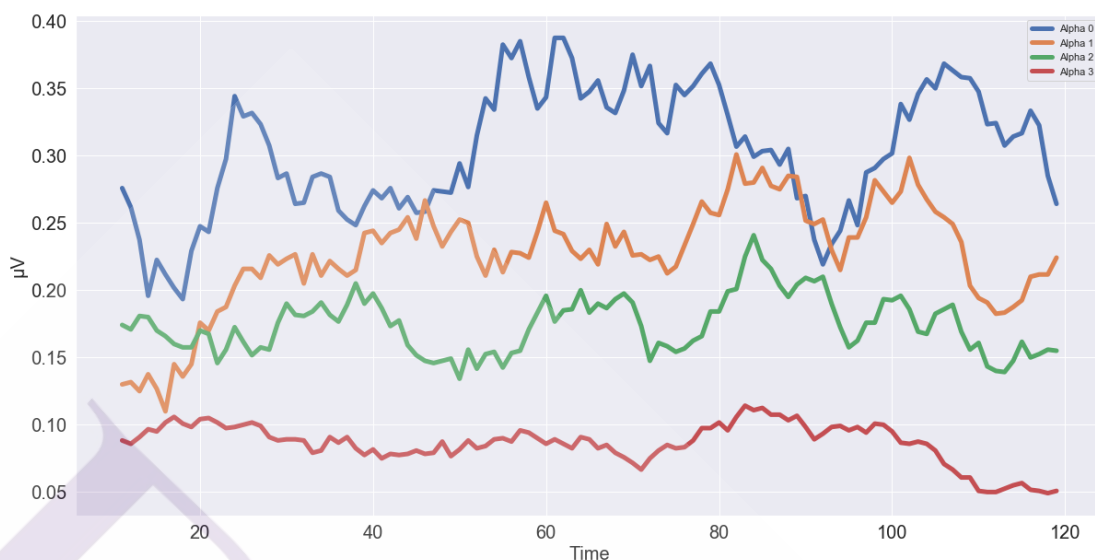
ภาพที่ 4.13 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.14 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.15 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series



ภาพที่ 4.16 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่าง

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

แหล่งความแปรปรวน	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
ระหว่างกลุ่ม	3.028	3	1.009	71.252	.000
ภายในกลุ่ม	6.743	476	.014		
รวม	9.771	479			

หมายเหตุ.* $p < .05$

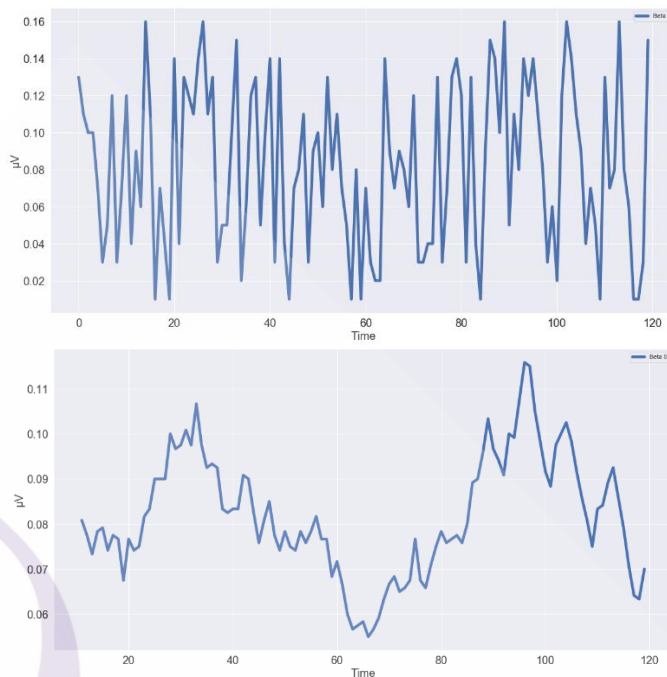
จากตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า โดยใช้สถิติ One - Way ANOVA เพื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า $F = 71.252$ และค่า $Sig. = .000$ แสดงว่า คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วยวิธีของ Post Hoc แบบ (LSD) ต่อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

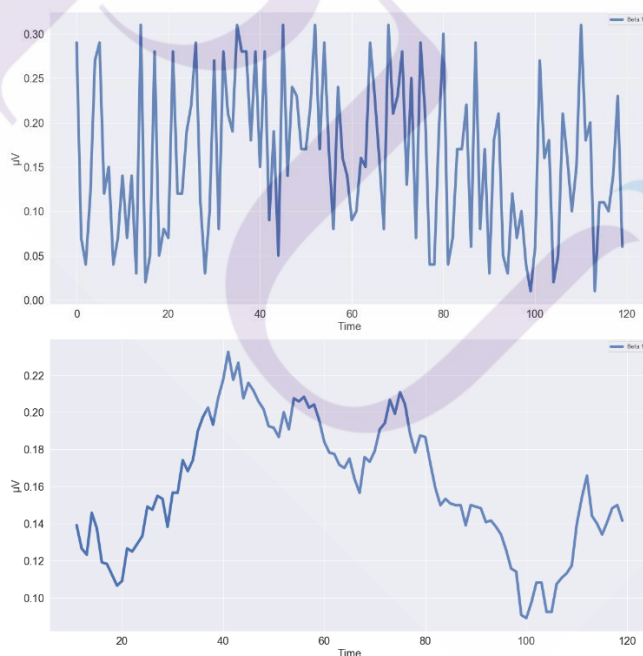
	\bar{X}	Alpha 0	Alpha 1	Alpha 2	Alpha 3
		.3027	.2248	.1741	.0840
Alpha 0	.3027		.07783* (.000)	.12858* (.000)	.21867* (.000)
Alpha 1	.2248			.05075* (.001)	.14083* (.000)
Alpha 2	.1741				.09008* (.000)
Alpha 3	.0840				

หมายเหตุ.*p < .05

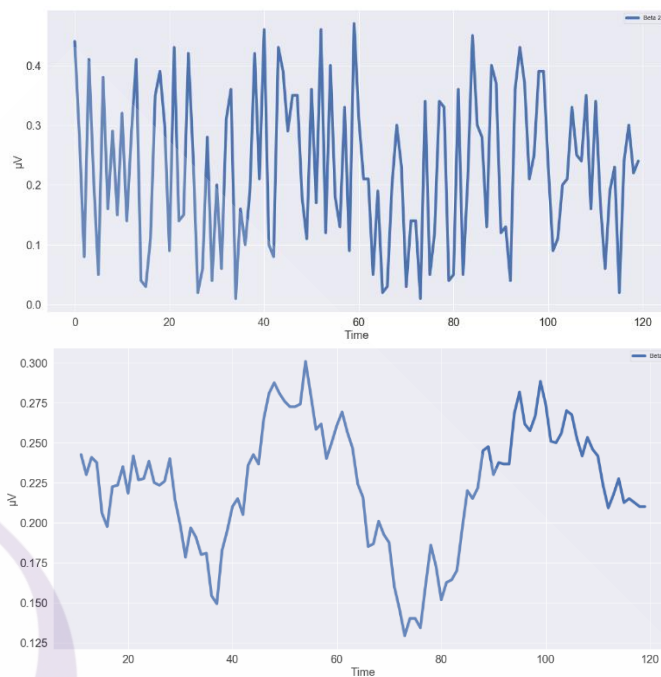
จากตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha ทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha 0 สูงกว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha 1, Alpha 2, และ Alpha 3 ตามลำดับ



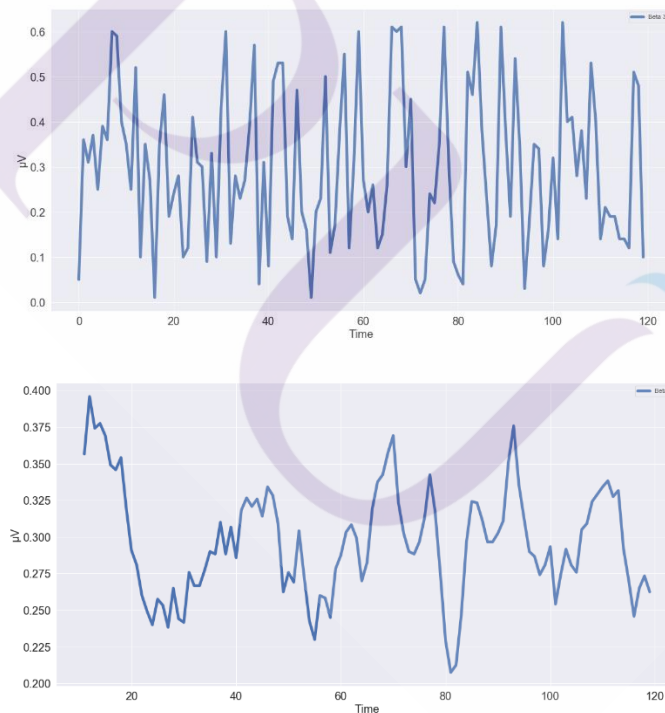
ภาพที่ 4.17 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวลก่อนและ หลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



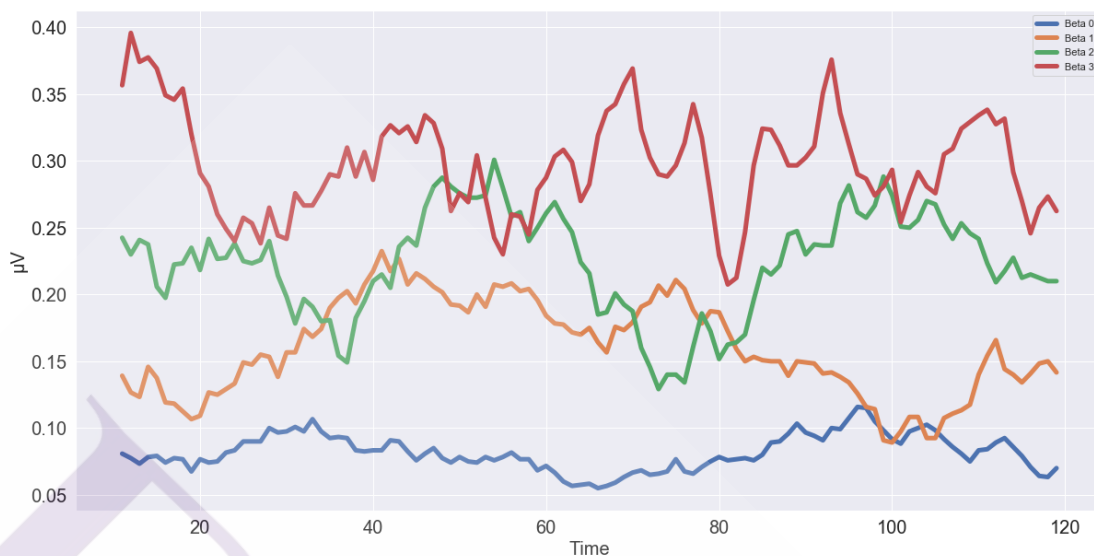
ภาพที่ 4.18 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



ภาพที่ 4.19 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



ภาพที่ 4.20 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



ภาพที่ 4.21 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่าง

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

แหล่งความแปรปรวน	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	3.006	3	1.002	70.176	.000
ภายในกลุ่ม	6.797	476	.014		
รวม	9.803	479			

หมายเหตุ.* $p < .05$

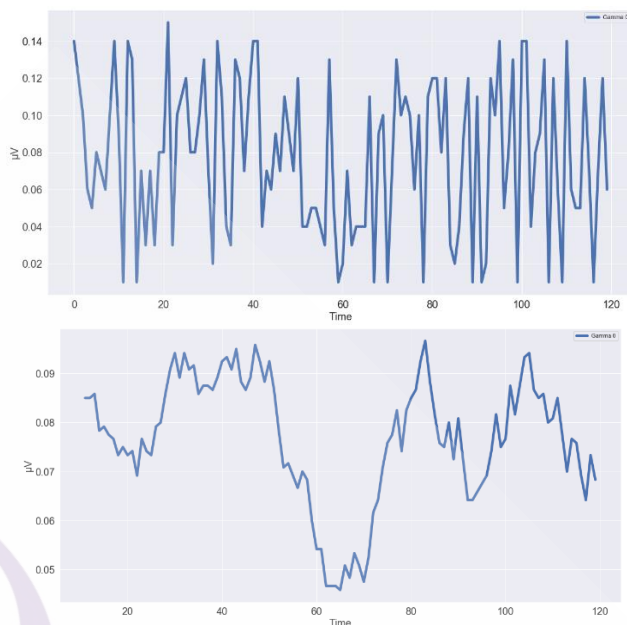
จากตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า โดยใช้สถิติ One - Way ANOVA เพื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า $F = 70.176$ และค่า $Sig. = .000$ แสดงว่า คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วยวิธีของ Post Hoc (LSD) ต่อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ Post Hoc (LSD) ของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

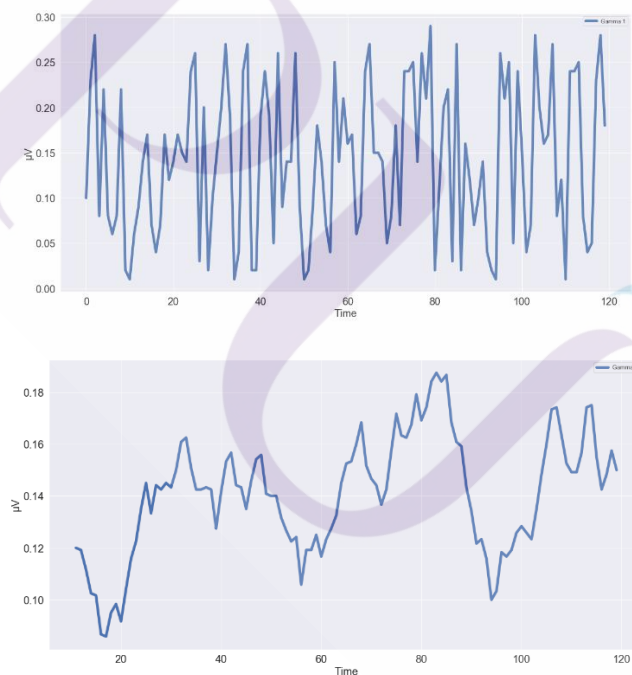
	\bar{X}	Beta 0	Beta 1	Beta 2	Beta 3
		.0817	.1588	.2245	.2957
Beta 0	.0817		.0770* (.000)	.1427* (.000)	.2139* (.000)
Beta 1	.1588			.0657* (.000)	.1369* (.000)
Beta 2	.2245				.0712* (.000)
Beta 3	.2957				

หมายเหตุ.* $p < .05$

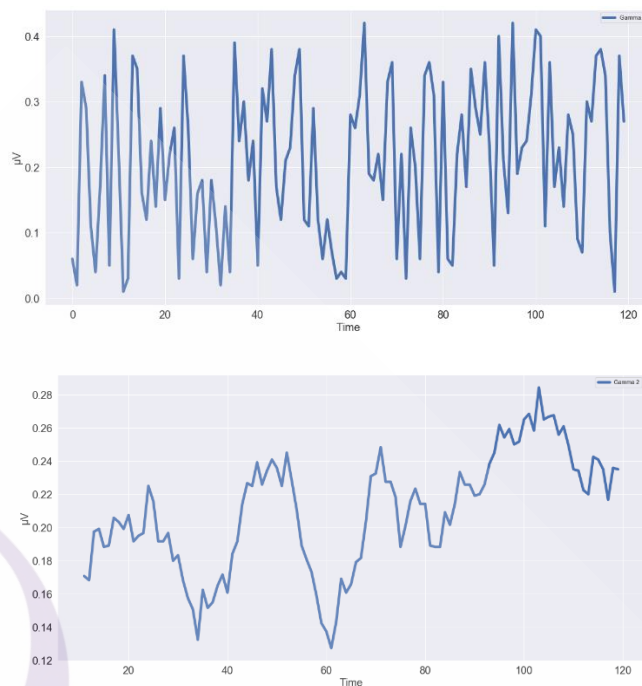
จากตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta ทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta 3 สูงกว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Beta 2, Beta 1, และ Beta 0 ตามลำดับ



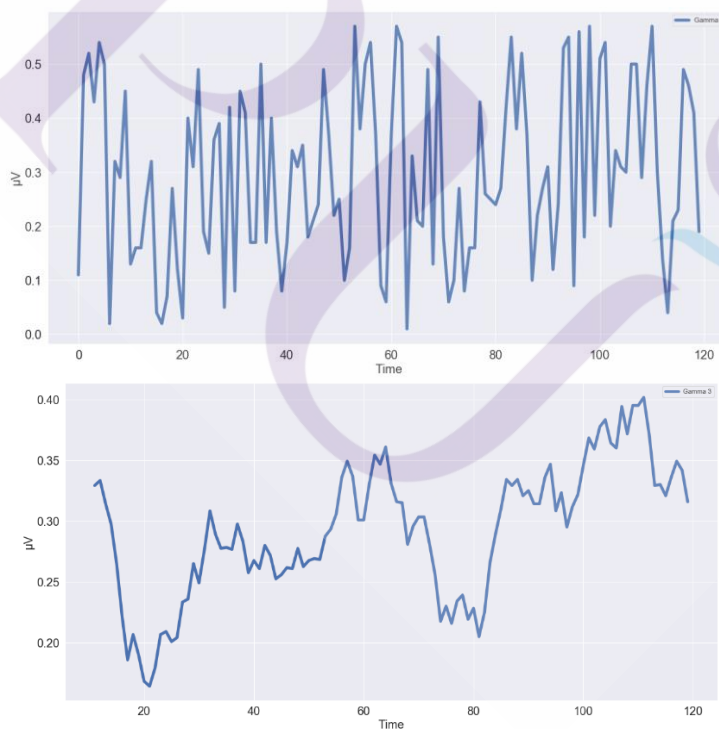
ภาพที่ 4.22 แสดงกราฟคลื่น ไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวลก่อน และหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



ภาพที่ 4.23 แสดงกราฟคลื่น ไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปาน กลางก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



ภาพที่ 4.24 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



ภาพที่ 4.25 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของ กลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ก่อนและหลังการทำ Simple Moving Average Time Series แบบ 12 Point



ภาพที่ 4.26 แสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ของทั้ง 4 กลุ่มมาทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่าง

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

แหล่งความแปรปรวน	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
ระหว่างกลุ่ม	3.158	3	1.053	83.989	.000
ภายในกลุ่ม	5.965	476	.013		
รวม	9.771	479			

หมายเหตุ.* $p < .05$

จากตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า โดยใช้สถิติ One - Way ANOVA เพื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า $F = 83.989$ และค่า $Sig. = .000$ แสดงว่า คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วยวิธีของ Post Hoc (LSD) ต่อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ทั้ง 4 กลุ่มระหว่างจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า

	\bar{X}	Gamma 0	Gamma 1	Gamma 2	Gamma 3
		.0773	.1423	.2088	.2963
Gamma 0	.0773		.0650* (.000)	.1314* (.000)	.2190* (.000)
Gamma 1	.1423			.0664* (.000)	.1540* (.000)
Gamma 2	.2088				.0875* (.000)
Gamma 3	.2963				

หมายเหตุ.* $p < .05$

จากตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma ทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma 3 สูงกว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Gamma 2, Gamma 1, และ Gamma 0 ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุปคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta และ Theta ทั้ง 4 กลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยสถิติ One-way Anova โดยกลุ่มทดลองถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าความจริงเสมือนที่สร้างควบคุมทั้งก่อนและระหว่างการทดลอง ซึ่งตรงกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ว่าคลื่นไฟฟ้าสมอง 2 ชนิดนี้จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเกิดการหลับตื่นและหลับลึก

ส่วนคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha, Beta และ Gamma ทั้ง 4 กลุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบด้วยสถิติ One-way Anova และวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วยวิธีของ Post Hoc (LSD) พบว่าทุกคู่ มีความแตกต่างกัน

ดังนั้นจึงได้ทำการตัดข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Delta และ Theta ออกเนื่องจากไม่พบความสัมพันธ์กับความวิตกกังวลของผู้ทดสอบ และนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha, Beta และ Gamma ไปใช้งานเพื่อทำนายระดับความวิตกกังวลต่อไป

4.3 ผลการทำนายคลื่นไฟฟ้าสมองตามระดับภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Support Vector Machines (SVM) และเทคนิค Logistic Regression

ในขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองในขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาใช้เลือกแอตทริบิวต์ ได้แก่คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha, Beta, และ Gamma ที่จะนำไปทำนายระดับความวิตกกังวล ของคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะวิตกกังวลแต่ละกลุ่ม ในขั้นตอนที่ 3 มาใช้เพื่อสร้างกฎการทำนาย โดยการทำนายจะโดยใช้เทคนิคจำนวน 2 เทคนิค คือ เทคนิค Support Vector Machines (SVM) และ เทคนิค Logistic Regression โดยแบ่งขั้นตอนออกเป็นดังนี้

4.3.1 การปรับข้อมูลที่ไม่สมดุล (Imbalanced) เป็นการสุ่มข้อมูลคลาสที่มีจำนวนมากๆ ให้ลดลงมาใกล้เคียงกับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า โดยทำการเลือกวิธีการปรับทำข้อมูลที่ไม่สมดุล โดยมีงานวิจัยเรื่อง Comparing the Behavior of Oversampling and Undersampling Approach of Class Imbalance Learning by Combining Class Imbalance Problem with Noise (Prabhjot Kaur, 2017) ซึ่งตีพิมพ์ในวารสาร ICT Based Innovations ของ Springer ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูลวิธีการสุ่มเพิ่ม (Over-sampling) และวิธีการสุ่มลด (Under-sampling) โดยลดและเพิ่ม 10,40,50 และ 80% พบว่าการสุ่มลดหากมากกว่า 80 % จะส่งผลทำให้ความแม่นยำลดลง ส่วนการสุ่มเพิ่ม (Over-sampling) และหากสุ่มเพิ่มมากกว่า 80 % จะให้ค่าแม่นยำในการจำแนกเพิ่มขึ้น ตามภาพที่ 4.27 โดยที่ RUS หมายถึง Random Undersampling (RUS) และ SMOTE หมายถึง Synthetic Minority Oversampling (SMOTE) และ AUC หมายถึง Area under the ROC curve (AUC) ดังนั้นการสุ่มลดข้อมูลที่ไม่ถึง 80% ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของตัวแบบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

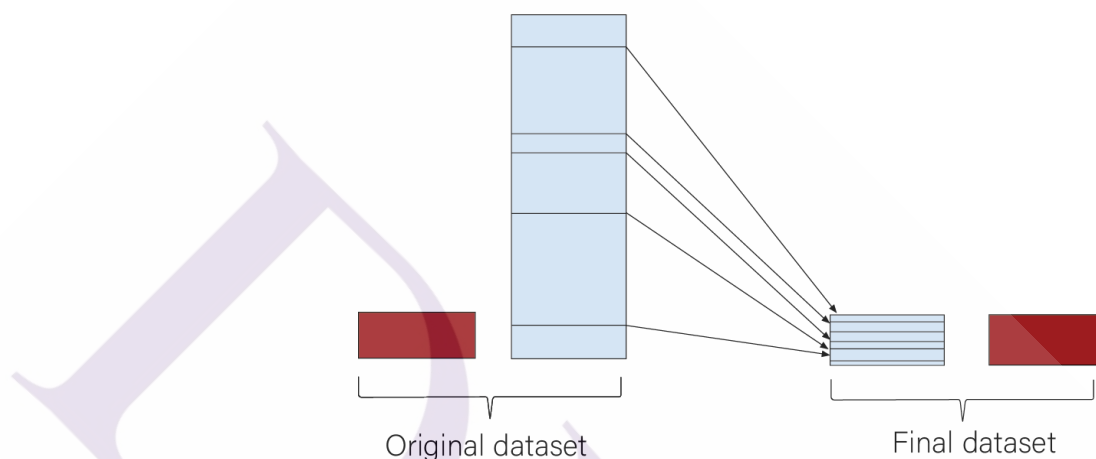
Table 1 Results of oversampling and undersampling approaches in noisy environment

Algorithm	%age of US		Imbalance ratio	AUC
RUS	10		14.6	0.945
	40		10.5	0.923
	50		9.2	0.927
	80		5.1	0.899
SMOTE	%age of OS	Noise points generated	Imbalance ratio	AUC
	10	2	13.13	0.898
	40	6	7.91	0.938
	50	9	7.21	0.916
	80	6	4.72	0.968

ภาพที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการสุ่มเพิ่ม (Over-sampling) และวิธีการสุ่มลด (Under-sampling) ที่มา (Prabhjot Kaur, 2017)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีสุ่มลด (Under-sampling) เนื่องจากเป็นการลดข้อมูลที่อยู่ในช่วงไม่เกิน 80% ของกลุ่มที่ไม่มี ความวิตกกังวลเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ที่มีจำนวนน้อยกว่า ตามรูปภาพที่ 4.28 และ ตารางที่ 4.16

Undersampling



ภาพที่ 4.28 แสดงการทำ Under-sampling โดยการลดข้อมูลปกติให้มีจำนวนเท่ากับข้อมูลส่วนน้อย

ตารางที่ 4.16 ตารางแสดงข้อมูลที่เป็น Imbalanced data ของคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะวิตกกังวลแต่ละกลุ่ม

ระดับความวิตกกังวล	Class	จำนวนแถว	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีความวิตกกังวล	0	4800	40	44.44
เล็กน้อย-ปานกลาง	1	2760	23	25.56
เด่นชัด-รุนแรง	2	1920	16	17.78
วิตกกังวลมากที่สุด	3	1320	11	12.22

จากภาพที่ 4.28 และตารางที่ 4.16 จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่เป็น Imbalanced data ในกลุ่มไม่มีความวิตกกังวล, กลุ่มวิตกกเล็กน้อย-ปานกลาง, กลุ่มวิตกเด่นชัด-รุนแรง เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ถูกพบได้ง่ายที่สุด และจะทำการลดข้อมูล โดยให้ทุกกลุ่มมีค่าเท่ากับ Class ที่ 3 คือ วิตกกังวลมากที่สุดคือ จำนวน 11 คน โดยจะเหลือ 1320 แถว ในทุกๆ Class

ลดจาก Class 0 จำนวน 29 คน จำนวน 3480 แถว สุ่มลด 72.5%

ลดจาก Class 1 จำนวน 12 คน จำนวน 1440 แถว สุ่มลด 53%

ลดจาก Class 2 จำนวน 5 คน จำนวน 600 แถว สุ่มลด 31%

	Alpha	Beta	Gamma	class
0	0.25	0.16	0.09	0
1	0.26	0.02	0.12	0
2	0.45	0.04	0.12	0
3	0.42	0.12	0.10	0
4	0.07	0.14	0.10	0
...
5275	0.08	0.37	0.12	3
5276	0.16	0.34	0.37	3
5277	0.02	0.01	0.49	3
5278	0.03	0.32	0.48	3
5279	0.13	0.20	0.21	3

5280 rows x 4 columns

ภาพที่ 4.29 ภาพแสดงจำนวนข้อมูลทั้งหมดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha, Beta, Gamma และ Class ที่ทำการ Imbalanced data แล้ว

จากภาพที่ 4.29 จะเห็นได้ว่าการทำ Under-sampling จากข้อมูล 90 คน บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง 120 วินาที จะมีข้อมูลทั้งหมด 10800 แถวเมื่อทำการตัดข้อมูลออกจะเหลือข้อมูล 5280 แถว

```

3    1320
2    1320
1    1320
0    1320
Name: classX, dtype: int64

```

ภาพที่ 4.30 ภาพแสดงจำนวนข้อมูลทั้งหมดของ Class

จากภาพที่ 4.30 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลใน Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล, Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย- ปานกลาง, Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง และ Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีจำนวนที่เท่ากันคือ 1320 แถว จาก 11 คนเมื่อทำ Under-sampling เพื่อทำการทำนายต่อไป

4.4.2 การทำนายคลื่นไฟฟ้าสมองตามระดับความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Support Vector Machines (SVM)

ในขั้นตอนนี้ได้มีการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Python ผ่าน Google Colab โดยทำการเรียกใช้ Scikit-Learn library และนำเข้าสู่อัลกอริทึม SVM โดยใช้ SVC ของชุดคำสั่ง Scikit-Learn สำหรับการจำแนกแบบ Multi-Class ซึ่งการจำแนกแบบ Multi-Class นั้นจะมีอยู่ด้วยการ 2 เทคนิค คือ เทคนิค One-vs-One และ เทคนิค One-vs-All ซึ่งจะแตกต่างกันในจำนวนการจำแนกปัญหาเพื่อหาคำตอบจากข้อมูล โดยเทคนิค One-vs-One จะได้การแบ่งปัญหาออกเป็นคู่ โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{จำนวนการจำแนก} = N \frac{(N - 1)}{2}$$

โดยที่ N คือจำนวน Class ที่ต้องการจำแนก

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมีจำนวน 4 Class คือ Class 0 กลุ่มของ ไม่มีความวิตกกังวล, Class 1 เล็กน้อย- Class 2 ปานกลาง, เด่นชัด-รุนแรง และ Class 3 วิตกกังวลมากที่สุด ซึ่งจะได้จำนวนการจำแนกปัญหาเท่ากับ 6 ตัวจำแนก

ส่วนเทคนิค One-vs-All ซึ่งจะใช้ในงานวิจัยนี้เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความจำแนกปัญหาน้อยกว่าวิธีแรก โดยจะเป็นการแบ่งการจำแนกปัญหาออกเป็นคู่ โดย N ตัว ต่อ 1 Class ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมีจำนวน 4 Class คือ Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล, Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย- ปานกลาง, Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง และ Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ซึ่งจะได้จำนวนการจำแนกปัญหาเท่ากับ 4 ตัวจำแนก โดยมีวิธีการจำแนกปัญหาดังนี้

การแบ่งข้อมูล 1 = *Class 0 vs Class 1, Class2, Class3*

การแบ่งข้อมูล 2 = *Class 1 vs Class 0, Class2, Class3*

การแบ่งข้อมูล 3 = *Class 2 vs Class 0, Class1, Class3*

การแบ่งข้อมูล 4 = *Class 3 vs Class 0, Class1, Class2*

โดยที่

Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล

Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย- ปานกลาง

Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด

ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของ One-vs-All โดยหากมี Dataset จำนวน 4 Class ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่นำมาทำนายด้วยเทคนิค one-vs-all

Alpha	Beta	Gamma	Class
0.25	0.16	0.09	0
0.09	0.17	0.22	1
0.21	0.12	0.14	1
0.25	0.21	0.12	2
0.05	0.48	0.35	3
0.11	0.58	0.34	3

เทคนิค one-vs-all จะสร้างชุดข้อมูลการฝึกอบรมโดยใส่ +1 ในคอลัมน์สำหรับค่าคุณลักษณะนั้นซึ่งสอดคล้องกับ Class นั้น ๆ เท่านั้น สำหรับคุณสมบัติที่เหลือเราใส่ -1 ในคอลัมน์ Class ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 1) Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล

Alpha	Beta	Gamma	Class 0
0.25	0.16	0.09	<u>+1</u>
0.09	0.17	0.22	-1
0.21	0.12	0.14	-1
0.25	0.21	0.12	-1
0.05	0.48	0.35	-1
0.11	0.58	0.34	-1

จากตารางที่ 4.18 สร้างชุดข้อมูลการฝึกอบรมชุดที่ 1 โดยใส่ +1 ในคอลัมน์ Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล สำหรับ Class อื่นๆ จะใส่ -1

ตารางที่ 4.19 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 2) Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง

Alpha	Beta	Gamma	Class 1
0.25	0.16	0.09	-1
0.09	0.17	0.22	<u>+1</u>
0.21	0.12	0.14	<u>+1</u>
0.25	0.21	0.12	-1
0.05	0.48	0.35	-1
0.11	0.58	0.34	-1

จากตารางที่ 4.19 สร้างชุดข้อมูลการฝึกอบรมชุดที่ 2 โดยใส่ +1 ในคอลัมน์ Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง สำหรับ Class อื่นๆ จะใส่ -1

ตารางที่ 4.20 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 3) Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

Alpha	Beta	Gamma	Class 2
0.25	0.16	0.09	-1
0.09	0.17	0.22	-1
0.21	0.12	0.14	-1
0.25	0.21	0.12	<u>+1</u>
0.05	0.48	0.35	-1
0.11	0.58	0.34	-1

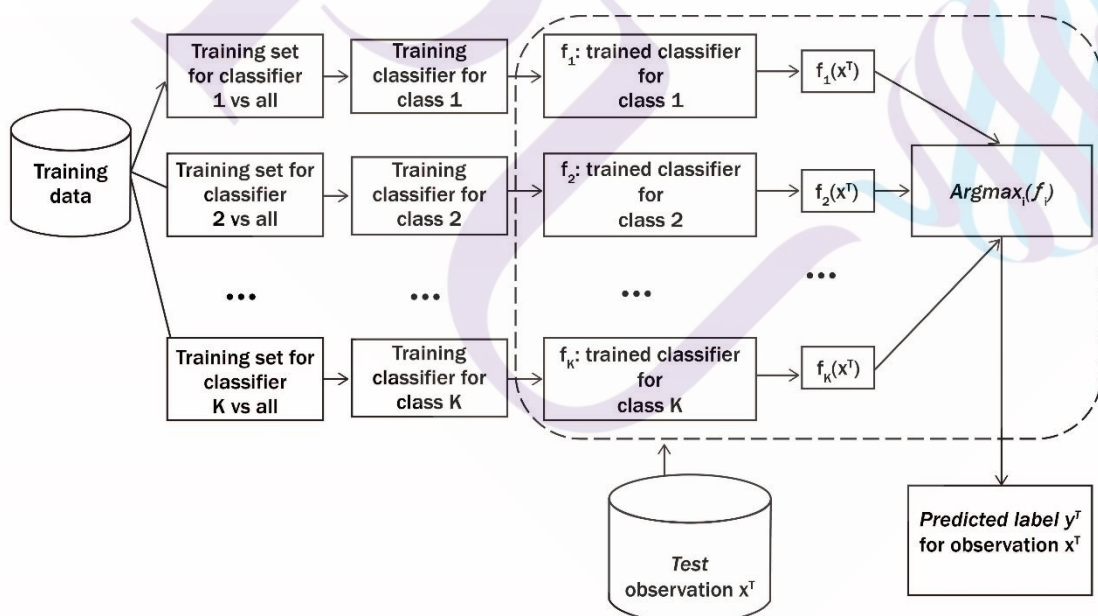
จากตารางที่ 4.20 สร้างชุดข้อมูลการฝึกอบรมชุดที่ 3 โดยใส่ +1 ในคอลัมน์ Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง สำหรับ Class อื่นๆ จะใส่ -1

ตารางที่ 4.21 ชุดข้อมูลการฝึกอบรม (Training Dataset 4) Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด

Alpha	Beta	Gamma	Class 3
0.25	0.16	0.09	-1
0.09	0.17	0.22	-1
0.21	0.12	0.14	-1
0.25	0.21	0.12	-1
0.05	0.48	0.35	<u>+1</u>
0.11	0.58	0.34	<u>+1</u>

จากตารางที่ 4.21 สร้างชุดข้อมูลการฝึกอบรมชุดที่ 4 โดยใส่ +1 ในคอลัมน์ Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด สำหรับ Class อื่นๆ จะใส่ -1

หลังจากสร้างชุดข้อมูลการฝึกอบรมสำหรับการจำแนกแต่ละตัวจะจัดเตรียมชุดข้อมูลนั้นให้กับโมเดลตัวจำแนกและฝึกโมเดลโดยใช้อัลกอริทึม



ภาพที่ 4.31 แสดงการทำงานของอัลกอริทึมการฝึกอบรมและการจำแนกแบบ One-vs-All

จากภาพที่ 4.31 หลังจากแบบจำลองการฝึกอบรมเมื่อส่งข้อมูลการทดสอบอินพุตไปยังแบบจำลอง ข้อมูลนั้นจะถือเป็นอินพุตสำหรับตัวแยกประเภทที่สร้างขึ้นทั้งหมด หากมีความเป็นไปได้ที่ข้อมูล การทดสอบอินพุตของเป็นของคลาสใดคลาสหนึ่งตัวจำแนกที่สร้างขึ้นสำหรับคลาสนั้นจะให้ค่าเชิง บวกในรูปแบบของ หนึ่ง และแบบจำลองการจำแนกแบบอื่น ๆ ทั้งหมดจะแสดงค่าเชิงลบใน ลักษณะ ลบหนึ่ง ตัวโมเดลก็จะสามารถทำนายแบบ Multi Class ได้

ซึ่งผู้วิจัยใช้จำแนกแบบ Multi-Class แบบ One-vs-All ผ่านเทคนิค Support Vector Machines (SVM) โดยจะทดสอบประสิทธิภาพของ Kernel ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ Linear Kernel, Polynomial Kernel, Gaussian Kernel และ Sigmoid Kernel และทำการแบ่งชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ 90% และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ 10 % วนซ้ำทั้งหมด 10 รอบและนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยมีขั้นตอน ดังนี้

```
[221] bankdata = pd.read_excel('/content/MicroVoltsALL_Under-sampling.xlsx');
```

```
[222] bankdata.shape
```

```
↳ (5280, 4)
```

```
[229] bankdata
```

```
↳
```

	Alpha	Beta	Gamma	class
0	0.25	0.16	0.09	0
1	0.26	0.02	0.12	0
2	0.45	0.04	0.12	0
3	0.42	0.12	0.10	0
4	0.07	0.14	0.10	0
...
5275	0.08	0.37	0.12	3
5276	0.16	0.34	0.37	3
5277	0.02	0.01	0.49	3
5278	0.03	0.32	0.48	3
5279	0.13	0.20	0.21	3

```
5280 rows × 4 columns
```

ภาพที่ 4.32 แสดงการนำเข้าข้อมูล (Exploratory Data Analysis) ผ่าน ภาษา Python ด้วย Google Colab

จากภาพที่ 4.32 แสดงการอ่านข้อมูลจากไฟล์ Excel วิธีที่ง่ายที่สุดคือการใช้วิธี `read_excel` ของไลบรารี `pandas` ข้อมูลจะถูกบันทึกใน `data frame` จากนั้นจะแสดงข้อมูลที่นำเข้ามาซึ่งมีข้อมูล 5280 แถว และ 4 Class ได้แก่ Alpha Beta Gamma และ Class ผลลัพธ์

```
[602] X = bankdata.drop('class', axis=1)
      y = bankdata['class']

[603] scores = cross_val_score(svclassifier, X, y, cv=10)
      print(scores)
      print("%0.2f accuracy with a standard deviation of %0.2f" % (scores.mean(), scores.std()))

[604] #from sklearn.svm import SVC
      #svclassifier = SVC(kernel="linear")
      #svclassifier.fit(X_train, y_train)

      from sklearn.svm import SVC
      svclassifier = SVC(kernel='poly', degree=3)
      svclassifier.fit(X_train, y_train)

      #from sklearn.svm import SVC
      #svclassifier = SVC(kernel='rbf')
      #svclassifier.fit(X_train, y_train)

      #from sklearn.svm import SVC
      #svclassifier = SVC(kernel='sigmoid')
      #svclassifier.fit(X_train, y_train)

[ ] SVC(C=1.0, break_ties=False, cache_size=200, class_weight=None, coef0=0.0,
      decision_function_shape='ovr', degree=3, gamma='scale', kernel='poly',
      max_iter=-1, probability=False, random_state=None, shrinking=True,
      tol=0.001, verbose=False)
```

ภาพที่ 4.33 แสดงขั้นตอนก่อนการประมวลผลข้อมูล (Data Preprocessing) และการฝึกอบรมอัลกอริทึม (Training the Algorithm)

จากภาพที่ 4.33 แสดงการประมวลผลข้อมูล Data Preprocessing ด้วยการประมวลผลข้อมูลล่วงหน้าประกอบด้วย 1. การแบ่งข้อมูลออกเป็นคุณลักษณะและป้ายกำกับและ 2. การแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดฝึกอบรม (training Data) และทดสอบ (testing Data)

ในบรรทัดที่ 603 ของสคริปต์ด้านบนคอลัมน์ทั้งหมดของ `bankdata dataframe` จะถูกเก็บไว้ในตัวแปร `X` ยกเว้นคอลัมน์ "Class" ซึ่งเป็นคอลัมน์ Label ผลลัพธ์ ในบรรทัดที่ 603 เฉพาะ Class คอลัมน์เท่านั้นที่ถูกเก็บไว้ในตัวแปร `y` ในตอนนี้ตัวแปร `X` มีแอททริบิวต์ในขณะที่ตัวแปร `y` มี Label ที่สอดคล้องกัน และทำการแบ่งชุดทดสอบไว้ที่ร้อยละ 10 ชุดเรียนรู้อ้อยละ 90 วนจนครบ 10 รอบแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ในบรรทัดที่ 603 และ 604 ได้แบ่งข้อมูลออกเป็นชุดฝึกอบรมและทดสอบ โดยใช้ อัลกอริทึม SVC ของชุดคำสั่ง Scikit-Learn ที่มีการใช้เทคนิค "One-vs-All" ซึ่งวิธีการสำหรับการ จำแนกแบบ Multi-Class ได้มีการทดลองโดย ทดสอบประสิทธิภาพของ Kernel ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ Linear Kernel, Polynomial Kernel, Gaussian Kernel และ Sigmoid Kernel

```
[595] y_pred = svcclassifier.predict(X_test)

[596] from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
print(confusion_matrix(y_test,y_pred))
print(classification_report(y_test,y_pred))
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.96	0.81	360
1	0.64	0.67	0.66	432
2	0.91	0.43	0.59	396
3	0.70	0.79	0.74	396
accuracy			0.71	1584
macro avg	0.74	0.71	0.70	1584
weighted avg	0.74	0.71	0.70	1584

ภาพที่ 4.34 แสดงการทำนายผลข้อมูล (Predictions)

จากภาพที่ 4.34 แสดงข้อมูล Confusion matrix, precision, recall, และ F1 measures เป็น ตัวชี้วัดที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการใช้วัดประสิทธิภาพ ของอัลกอริทึม

ตารางที่ 4.22 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Linear Kernel ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ

Technique ระดับความวิตกกังวล	SVM Linear			
	Precision	Recall	F1	Support
ไม่มีความวิตกกังวล	67.00%	84.00%	75.00%	360
วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	55.00%	56.00%	55.00%	432
วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	80.00%	40.00%	54.00%	396
วิตกกังวลมากที่สุด	67.00%	82.00%	74.00%	396
Accuracy Rate	65.00%			

จากตารางที่ 4.22 แสดงผลการทำนายโดยใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Linear Kernel พบว่ากลุ่มไม่มีความวิตกกังวลมีความถูกต้องอยู่ที่ 67% กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีความถูกต้องอยู่ที่ 55% กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีความถูกต้องอยู่ที่ 80% และกลุ่ม วิตกกังวลมากที่สุด มีความถูกต้องอยู่ที่ 67% และมีความถูกต้องรวมอยู่ที่ 65%

ตารางที่ 4.23 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Polynomial Kernel degree = 2 ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ

Technique ระดับความวิตกกังวล	SVM Polynomial Kernel degree = 2			
	Precision	Recall	F1	Support
ไม่มีความวิตกกังวล	70.00%	95.00%	80.00%	360
วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	63.00%	66.00%	64.00%	432
วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	89.00%	44.00%	59.00%	396
วิตกกังวลมากที่สุด	70.00%	79.00%	74.00%	396
Accuracy Rate	70.00%			

จากตารางที่ 4.23 แสดงผลการทำนายโดยใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Polynomial Kernel degree = 2 พบว่ากลุ่มไม่มีความวิตกกังวลมีความถูกต้องอยู่ที่ 70% กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีความถูกต้องอยู่ที่ 63% กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีความถูกต้องอยู่ที่ 89% และกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีความถูกต้องอยู่ที่ 70% และมีความถูกต้องรวมอยู่ที่ 70%

ตารางที่ 4.24 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Polynomial Kernel degree = 3 ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ

Technique ระดับความวิตกกังวล	SVM Polynomial Kernel degree = 3			
	Precision	Recall	F1	Support
ไม่มีความวิตกกังวล	69.00%	96.00%	81.00%	360
วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	64.00%	67.00%	66.00%	432
วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	91.00%	43.00%	59.00%	396
วิตกกังวลมากที่สุด	70.00%	79.00%	74.00%	396
Accuracy Rate	71.00%			

จากตารางที่ 4.24 แสดงผลการทำนายโดยใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Polynomial Kernel degree = 3 พบว่ากลุ่มไม่มีความวิตกกังวลมีความถูกต้องอยู่ที่ 69% กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีความถูกต้องอยู่ที่ 64% กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีความถูกต้องอยู่ที่ 91% และกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีความถูกต้องอยู่ที่ 70% และมีความถูกต้องรวมอยู่ที่ 71%

ตารางที่ 4.25 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Polynomial Kernel degree = 4 ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ

Technique ระดับความวิตกกังวล	SVM Polynomial Kernel degree = 4			
	Precision	Recall	F1	Support
ไม่มีความวิตกกังวล	68.00%	97.00%	80.00%	360
วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	65.00%	67.00%	66.00%	432
วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	92.00%	42.00%	57.00%	396
วิตกกังวลมากที่สุด	70.00%	79.00%	74.00%	396
Accuracy Rate	70.00%			

จากตารางที่ 4.25 แสดงผลการทำนายโดยใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Polynomial Kernel degree = 4 พบว่ากลุ่มไม่มีความวิตกกังวลมีความถูกต้องอยู่ที่ 68% กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีความถูกต้องอยู่ที่ 65% กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีความถูกต้องอยู่ที่ 92% และกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีความถูกต้องอยู่ที่ 70% และมีความถูกต้องรวมอยู่ที่ 70%

ตารางที่ 4.26 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Gaussian Kernel ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ

Technique ระดับความวิตกกังวล	SVM Gaussian Kernel			
	Precision	Recall	F1	Support
ไม่มีความวิตกกังวล	69.00%	97.00%	81.00%	360
วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	64.00%	70.00%	67.00%	432
วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	91.00%	43.00%	59.00%	396
วิตกกังวลมากที่สุด	73.00%	77.00%	75.00%	396
Accuracy Rate	71.00%			

จากตารางที่ 4.26 แสดงผลการทำนายโดยใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Gaussian Kernel พบว่ากลุ่มไม่มีความวิตกกังวลมีความถูกต้องอยู่ที่ 69% กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีความถูกต้องอยู่ที่ 64% กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีความถูกต้องอยู่ที่ 91% และกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีความถูกต้องอยู่ที่ 73% และมีความถูกต้องรวมอยู่ที่ 71%

ตารางที่ 4.27 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM Sigmoid Kernel ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ

Technique ระดับความวิตกกังวล	SVM Sigmoid Kernel			
	Precision	Recall	F1	Support
ไม่มีความวิตกกังวล	23.00%	44.00%	31.00%	360
วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	15.00%	0.50%	0.80%	432
วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	20.00%	38.00%	26.00%	396
วิตกกังวลมากที่สุด	67.00%	0.10%	0.10%	396
Accuracy Rate	21.00%			

จากตารางที่ 4.27 แสดงผลการทำนายโดยใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Sigmoid Kernel พบกลุ่มว่าไม่มีความวิตกกังวลมีความถูกต้องอยู่ที่ 23% กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีความถูกต้องอยู่ที่ 15% กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีความถูกต้องอยู่ที่ 20% และกลุ่ม วิตกกังวลมากที่สุด มีความถูกต้องอยู่ที่ 67% และมีความถูกต้องรวมอยู่ที่ 21%

4.3.3 การทำนายคลื่นไฟฟ้าสมองตามระดับความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Logistic Regression

หลักการของการวิเคราะห์ความถดถอยแบบโลจิสติก (Logistic Regression Analysis) ตัวแปรตาม (ตัวแปรเกณฑ์) จะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ในขณะที่ตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) จะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณเพียงอย่างเดียวหรืออาจมีตัวแปรบางตัวที่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรบางตัวเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มหรือเชิงคุณภาพแต่ถ้าตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มจะต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกซึ่งยังคงมีวัตถุประสงค์และแนวคิดเหมือนกับการวิเคราะห์การถดถอย เชิงเส้นคือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระและนำเสนอการที่ได้ไป ประมาณหรือพยากรณ์ตัวแปรตามเมื่อกำหนดค่าตัวแปรอิสระ

ประเภทของการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

1. Binary Logistic จะใช้เมื่อตัวแปรตาม Y เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า (Dichotomous Variable) เช่น

$Y = 1$ ถ้าคนไข้เป็นโรคหัวใจ

$Y = 0$ ถ้าคนไข้ไม่ได้เป็นโรคหัวใจ

โดยพิจารณาจากตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ เช่น อาการการออกกำลังกาย การสูบบุหรี่ระดับคอเลสเตอรอล เป็นต้น

หรือ

$Y = 1$ ถ้าลูกค้าซื้อสินค้า

$Y = 0$ ถ้าลูกค้าไม่ซื้อสินค้า

โดยพิจารณาตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระอาจจะเป็นรายได้อาชีพและอายุ เป็นต้น

2. Multinomial Logistic จะใช้เมื่อตัวแปรตาม Y เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่ามากกว่า 2 ค่า เช่น ด้านการตลาดในตลาดภาพยนตร์บริษัทผู้สร้างภาพยนตร์ต้องการพยากรณ์ว่าภาพยนตร์ประเภทใดจะเป็นที่นิยมโดยที่

$Y = 1$ ถ้าเป็นภาพยนตร์ประเภทสารคดี

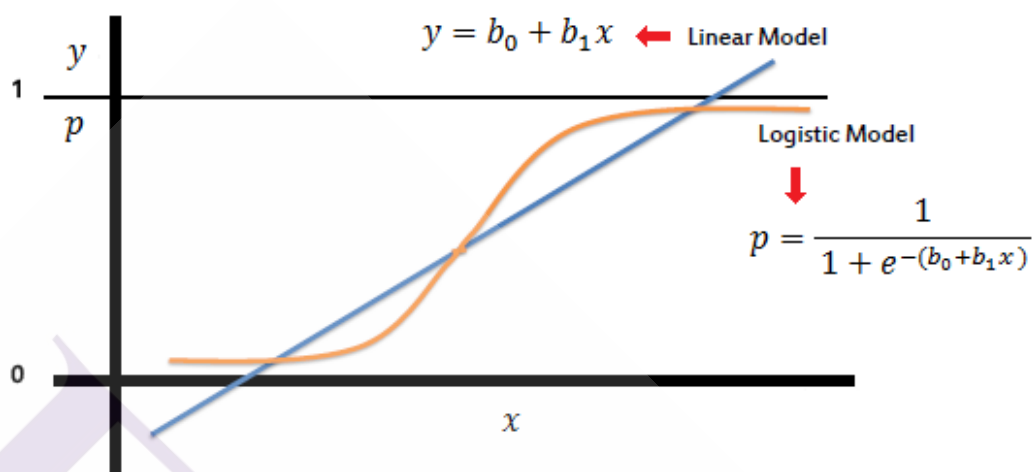
$Y = 2$ ถ้าเป็นภาพยนตร์ประเภทชีวิต

$Y = 3$ ถ้าเป็นภาพยนตร์ประเภทตลก

โดยตัวแปรอิสระอาจจะเป็นอายุของกลุ่มเป้าหมายเพศ เป็นต้น ด้านสังคมศาสตร์ Y หมายถึง ระดับที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน $Y = 1, 2, 3, 4, 5$ โดยที่ $Y = 1$ เมื่อไม่มีส่วนร่วมเลย,, $Y = 5$ มีส่วนร่วมมากที่สุด

ด้านการแพทย์ Y หมายถึง ระดับการเป็นโรคมะเร็ง เช่น $Y = 1, 2, 3, 4, 5$ โดยที่ $Y = 1$ หมายถึง ไม่เป็นโรคมะเร็ง, $Y = 2$ หมายถึง การเป็นมะเร็งขั้นต้น,, $Y = 5$ หมายถึง การเป็น มะเร็งขั้นสุดท้าย

เหตุผลที่ใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแทนการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (สวัสดีชัย ศรีพนมธนากร, 2548) ได้กล่าวว่าเมื่อ Y มีค่าได้เพียง 2 ค่าทำให้ค่าประมาณของ Y เป็นโอกาสที่เหตุการณ์ที่สนใจ จะเกิดขึ้นมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าใช้สมการการถดถอยเชิงเส้นตรงคือ $Y = be + bX$ ค่า Y ที่ได้ อาจจะไม่ได้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 หรืออาจมีค่าน้อยกว่า 0 หรือมากกว่า 1 ดังภาพที่ 4.35



ภาพที่ 4.35 แสดงความแตกต่างของ linear regression และ logistic regression

```
#####LogisticRegression#####
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
svcclassifier = LogisticRegression(solver='liblinear', multi_class='ovr').fit(X, y)
svcclassifier.fit(X_train, y_train)
```

```
LogisticRegression(C=1.0, class_weight=None, dual=False, fit_intercept=True,
intercept_scaling=1, l1_ratio=None, max_iter=100,
multi_class='ovr', n_jobs=None, penalty='l2',
random_state=None, solver='liblinear', tol=0.0001, verbose=0,
warm_start=False)
```

ภาพที่ 4.36 แสดงการทำนายด้วยเทคนิค Logistic Regression แบบ Multi Class

จากภาพที่ 4.36 ผู้วิจัยโดยใช้อัลกอริทึม SVC ของชุดคำสั่ง Scikit-Learn ที่มีการใช้เทคนิค One-vs-All ซึ่งวิธีการสำหรับการจำแนกแบบ Multi-Class ได้มีการทดลองโดย ทดสอบประสิทธิภาพเทคนิค Logistic Regression โดยทำการแบ่งชุดทดสอบไว้ที่ 10% ชุดเรียนรู้ 90% วนจนครบ 10 รอบแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

จากภาพที่ 4.36 ผู้วิจัยโดยใช้อัลกอริทึม SVC ของชุดคำสั่ง Scikit-Learn ที่มีการใช้เทคนิค One-vs-All ซึ่งวิธีการสำหรับการจำแนกแบบ Multi-Class เทคนิค One-vs-All ซึ่งจะใช้งานวิจัยนี้เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความจำแนกปัญหาน้อยกว่าวิธีแรก โดยจะเป็นการแบ่งการจำแนกปัญหาออกเป็นคู่ โดย N ตัว ต่อ 1 Class ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมีจำนวน 4 Class คือ Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล, Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย- ปานกลาง, Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง และ Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด

การแบ่งข้อมูล 1 = *Class 0 vs Class 1, Class2, Class3*

การแบ่งข้อมูล 2 = *Class 1 vs Class 0, Class2, Class3*

การแบ่งข้อมูล 3 = *Class 2 vs Class 0, Class1, Class3*

การแบ่งข้อมูล 4 = *Class 3 vs Class 0, Class1, Class2*

โดยที่

Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล

Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย- ปานกลาง

Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด

โดยจะหาค่าความน่าจะเป็นที่มากที่สุดจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากสมการ logistic function ที่ได้จึงตอบ Class นั้นๆ

$$\Pr(Y_i = 0) = \Pr(Y_{i0} > Y_{i1} \text{ and } Y_{i0} > Y_{i2} \text{ and } Y_{i0} > Y_{ik})$$

$$\Pr(Y_i = 1) = \Pr(Y_{i1} > Y_{i0} \text{ and } Y_{i1} > Y_{i2} \text{ and } Y_{i1} > Y_{ik})$$

$$\Pr(Y_i = 2) = \Pr(Y_{i2} > Y_{i0} \text{ and } Y_{i2} > Y_{i1} \text{ and } Y_{i2} > Y_{ik})$$

$$\Pr(Y_i = 3) = \Pr(Y_{i3} > Y_{i0} \text{ and } Y_{i3} > Y_{i1} \text{ and } Y_{i3} > Y_{ik})$$

ได้มีการทดลองโดย ทดสอบประสิทธิภาพเทคนิค Logistic Regression โดยแบ่งข้อมูลชุดฝึกอบรวม ร้อยละ 90 และชุดทดสอบร้อยละ 10 วนซ้ำจนครบ 10 รอบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

```
[21] y_pred = svcclassifier.predict(X_test)

from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix, mean_squared_error
print(confusion_matrix(y_test,y_pred))
print(classification_report(y_test,y_pred))
print(mean_squared_error(y_test, y_pred))
```

```
[[301  54   0   5]
 [114 196  57  65]
 [ 34  67 165 130]
 [  6  50   1 339]]
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.66	0.84	0.74	360
1	0.53	0.45	0.49	432
2	0.74	0.42	0.53	396
3	0.63	0.86	0.73	396
accuracy			0.63	1584
macro avg	0.64	0.64	0.62	1584
weighted avg	0.64	0.63	0.62	1584

0.7058080808080808

ภาพที่ 4.37 แสดงการทำนายผลข้อมูล (Predictions) ของเทคนิค Logistic Regression

จากภาพที่ 4.37 แสดงข้อมูล Confusion matrix, precision, recall, และ F1 measures เป็นตัวชี้วัดที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการใช้วัดประสิทธิภาพ ของอัลกอริทึม

ตารางที่ 4.28 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม Logistic Regression ในระดับความวิตกกังวลต่างๆ

ระดับความวิตกกังวล	Technique	Logistic Regression			
		Precision	Recall	F1	Support
ไม่มีความวิตกกังวล		66.00%	84.00%	74.00%	360
วิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง		53.00%	45.00%	49.00%	432
วิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง		74.00%	42.00%	53.00%	396
วิตกกังวลมากที่สุด		63.00%	86.00%	73.00%	396
Accuracy Rate		63.00%			

จากตารางที่ 4.28 แสดงผลการทำนายโดยใช้อัลกอริทึม Logistic Regression พบกลุ่มที่ไม่มีมีความวิตกกังวลมีความถูกต้องอยู่ที่ 66% กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีความถูกต้องอยู่ที่ 53% กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีความถูกต้องอยู่ที่ 74% และกลุ่ม วิตกกังวลมากที่สุด มีความถูกต้องอยู่ที่ 63% และมีความถูกต้องรวมอยู่ที่ 63.00%

โดยใช้สมการ (Logistic Regression) ในการทำนายจำแนกระดับความวิตกกังวล ซึ่งสามารถเขียนสมการถดถอยโลจิสติกส์เชิงอันดับ ได้ ดังนี้

สมการ Logistic Regression

$$P(y) = \frac{1}{1 + e^{-f(x)}}$$

โดยที่

$P(y)$ = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ y

e = exponential function ($e = 2.71828$)

$f(x)$ = ฟังก์ชันของตัวแปรทำนาย

สมการ ฟังก์ชันของตัวแปรทำนาย

$$f(x) = W_0 + W_1X_1 \dots W_nX_n$$

โดยที่

$f(x)$ = ฟังก์ชันของตัวแปรทำนาย

W_0 = สัมประสิทธิ์การถดถอย Y ในแต่ละ Class ระดับความวิตกกังวล

W_1 = สัมประสิทธิ์การถดถอย X_{Alpha}

W_2 = สัมประสิทธิ์การถดถอย X_{Beta}

W_3 = สัมประสิทธิ์การถดถอย X_{Gamma}

X_1 = ค่าคลื่นสมองชนิด $Alpha$

X_2 = ค่าคลื่นสมองชนิด $Beta$

X_3 = ค่าคลื่นสมองชนิด $Gamma$

การหาค่า W ใช้เทคนิคที่เรียกว่า Maximum Likelihood Estimation (MLE) (ภาวะน่าจะเป็นสูงสุด) ในการคำนวณ weights สิ่งที่ได้จาก MLE นั้น จะเป็นค่าพารามิเตอร์ W ที่ดีที่สุดเพียงค่าเดียวออกมา จากข้อมูลที่มี

การหา W_0 สัมประสิทธิ์การถดถอย Y ในแต่ละ Class ผ่าน อัลกอริทึม SVC ของชุดคำสั่ง Scikit-Learn ในชุดคำสั่ง `intercept_ (intercept)` โดยมีค่าดังนี้

```
[25] svclassifier.intercept_
array([ 0.57328041, -0.36316664, -2.17001402, -1.54573491])
```

ภาพที่ 4.38 แสดงค่าสัมประสิทธิ์โดยประมาณสำหรับปัญหาการถดถอยเชิงเส้น ของตัวแปร Y ผ่านฟังก์ชัน `intercept_ (intercept)`

Class 0 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (Y) 0.573

Class 1 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (Y) -0.363

Class 2 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (Y) -2.17

Class 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (Y) -1.546

การหา $W_1 - W_4$ สัมประสิทธิ์การถดถอย X ในแต่ละ Class ผ่าน อัลกอริทึม SVC ของชุดคำสั่ง Scikit-Learn ในชุดคำสั่ง `coef_ (coefficient)` โดยมีค่าดังนี้

```
[23] svclassifier.coef_
array([[ 4.14767872, -9.72084659, -10.09128246],
       [ 0.83578803, -2.2014576 , -2.16279699],
       [ 0.3714804 , 2.27319864, 2.45470143],
       [-11.18039447, 4.49402008, 4.88972855]])
```

ภาพที่ 4.39 แสดงค่าสัมประสิทธิ์โดยประมาณสำหรับปัญหาการถดถอยเชิงเส้น ของตัวแปร X ผ่านฟังก์ชัน `coef_ (coefficient)`

Class 0 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (X_{Alpha}) 4.148 (X_{Beta}) -9.720 และ (X_{Gamma}) -10.091

Class 1 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (X_{Alpha}) 0.8346 (X_{Beta}) -2.201 และ (X_{Gamma}) -2.162

Class 2 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (X_{Alpha}) 0.371 (X_{Beta}) 2.273 และ (X_{Gamma}) 2.455

Class 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้น (X_{Alpha}) -11.18 (X_{Beta}) 4.494 และ (X_{Gamma}) 4.89

ตารางที่ 4.29 สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบระดับความวิตกกังวล

ระดับความวิตกกังวล Class 0			
Intercept	Alpha	Beta	Gamma
0.573	4.148	-9.720	-10.091
ระดับความวิตกกังวล Class 1			
Intercept	Alpha	Beta	Gamma
-0.363	0.8346	-2.201	-2.162
ระดับความวิตกกังวล Class 2			
Intercept	Alpha	Beta	Gamma
-2.17	0.371	2.273	2.455
ระดับความวิตกกังวล Class 3			
Intercept	Alpha	Beta	Gamma
-1.546	-11.18	4.494	4.89

จากตารางที่ 4.29 แสดงตารางสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบระดับความวิตกกังวล และจะได้ตัวแบบในการทำนายความน่าจะเป็นสะสม เพื่อการจำแนกระดับความวิตกกังวล (Y) ในแต่ละระดับ

เมื่อนำมาแทนค่าจะได้สมการดังนี้

$$f_{(x)} = w_0 + w_1X_1 + w_2X_2 + w_3X_3$$

$$f_{(x)}(\text{Class0}) = 0.573 + 4.148(x_1) - 9.720(x_2) - 10.091(x_3)$$

$$f_{(x)}(\text{Class1}) = -0.363 + 0.8346(x_1) - 2.201(x_2) - 2.162(x_3)$$

$$f_{(x)}(\text{Class2}) = -2.170 + 0.371(x_1) + 2.273(x_2) + 2.445(x_3)$$

$$f_{(x)}(\text{Class3}) = -1.546 - 11.18(x_1) + 4.494(x_2) + 4.890(x_3)$$

โดยที่

$$x_1 = \text{Alpha}$$

$$x_2 = \text{Beta}$$

$$x_3 = \text{Gamma}$$

ตัวอย่างจากสมการถดถอยโลจิสติกส์ที่สร้างได้นี้ ถ้านำไปลองทำนายระดับความวิตกกังวลของชายคนหนึ่งที่มีช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง อยู่ที่ Alpha 0.25 Beta 0.16 และ Gamma 0.09 จะมีโอกาสอยู่ในกลุ่มไม่มีความวิตกกังวลหรือไม่

$$f_{(x)}(\text{Class0}) = 0.573 + 4.148(x_1) - 9.720(x_2) - 10.091(x_3)$$

$$f_{(x)}(\text{Class0}) = .573 + 4.148(0.25) + 9.720(0.16) - 10.091(0.09)$$

$$f_{(x)}(\text{Class0}) = .573 + 1.037 + 1.555 - 0.91$$

$$f_{(x)}(\text{Class0}) = 2.255$$

ฟังก์ชันโลจิสติกส์ (logistic function) ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในที่นี้คือ กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล $P(y=0)$

$$P(\text{กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล}) = \frac{1}{1 + e^{-f(x)}}$$

$$P(\text{กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล}) = \frac{1}{1 + e^{-(2.255)}}$$

$$P(\text{กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล}) = \frac{1}{1 + 2.71828^{-(2.255)}}$$

$$P(\text{กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล}) = 0.905$$

จากสมการที่ $P(\text{กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล})$ แสดงว่ามีโอกาสอยู่ใน Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวลในที่นี้มีค่า $P = 0.905$ หรือ .9 ซึ่งมากกว่า .5 แสดงว่าชายคนอยู่ในกลุ่มไม่มีความวิตกกังวลในเวลานั้นๆ

ค่า 0.5 เป็นค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ Cutting Score ที่ผู้วิเคราะห์อาจจะกำหนดเป็นค่า 0.7 หรือ 0.4 หรือค่าอื่นๆ แล้วแต่ผู้วิเคราะห์จะเห็นสมควรในแต่ละเรื่อง แต่โดยทั่วไปมักนิยมใช้ป็น 0.5 (กัลยา, 2546)

การหาค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ Cutting Score ที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มวิตกกังวลได้ใช้วิธีการหาค่า Threshold ที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มโดยใช้วิธีการตัดค่า Cutting Score หรือ Threshold ที่ละ 0.4-0.8 และหาค่า Accuracy rate ที่มากที่สุดเป็นตัวกำหนดค่า Cutting Score หรือ Threshold ในแต่ละกลุ่ม โดยเขียนโปรแกรมผ่านภาษา Python ผ่าน sklearn library ดังภาพที่ 4.40

```
[ ] THRESHOLD = 0.4
preds = np.where(svclassifier.predict_proba(X_test)[: ,1] > THRESHOLD, 1, 0)

pd.DataFrame(data=[metrics.accuracy_score(y_test, preds)],
             index=["accuracy"])
```

0

accuracy 0.626894

```
[ ] THRESHOLD = 0.5
preds = np.where(svclassifier.predict_proba(X_test)[: ,1] > THRESHOLD, 1, 0)

pd.DataFrame(data=[metrics.accuracy_score(y_test, preds)],
             index=["accuracy"])
```

0

accuracy 0.714015

ภาพที่ 4.40 แสดงการหาค่า Cutting Score หรือ Threshold ที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มความวิตกกังวล

ตารางที่ 4.30 แสดงผลลัพธ์ค่า Cutting Score หรือ Threshold ที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มความวิตกกังวล

Threshold	Accuracy			
	Class0	Class1	Class2	Class3
0.4	0.754167	0.526894	0.601389	0.754798
0.5	0.754798	0.614015	0.622222	0.754798
0.6	0.742803	0.627273	0.647475	0.745328

0.7	0.726389	0.627273	0.65	0.720076
0.8	0.708081	0.627273	0.65	0.720076

จากตารางที่ 4.30 แสดงให้เห็นค่า Cutting Score หรือ Threshold ที่เหมาะสมที่จะใช้ตัดแยกในแต่ละกลุ่มความวิตกกังวล

การปรับรูปแบบความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปแบบเชิงเส้น

จากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายกับตัวแปรเกณฑ์ของการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกไม่เป็นรูปเชิงเส้น จึงต้องมีการปรับให้ความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปแบบเชิงเส้น ในรูปแบบของ odds หรือ odd ratio หมายถึง อัตราส่วน ระหว่างโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ($y = 1$) กับโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ($y = 0$) จะได้ว่า

$$\text{Odds Ratio} = \frac{P (\text{โอกาสเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ})}{Q (\text{โอกาสไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ})}$$

ถ้า odds มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจนั้นมากกว่าโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ

$$\text{Odds Ratio (success)} = \frac{P}{1 - P} \text{ or } \frac{P}{Q}$$

$$\text{Odds Ratio (success)} = \frac{.9}{.1}$$

$$\text{Odds Ratio (success)} = 9$$

แสดงว่าชายคนนี้มีโอกาสอยู่ในกลุ่ม Class 0 ไม่มีความวิตกกังวล 9 เท่าของโอกาสที่จะไม่ได้อยู่ในกลุ่มนี้

$$\text{Odds Ratio (failure)} = \frac{Q}{P}$$

$$\text{Odds Ratio (failure)} = \frac{.1}{.9}$$

$$\text{Odds Ratio (failure)} = .11$$

แสดงว่าชายคนนี้มีโอกาสไม่อยู่ในกลุ่ม Class 0 ไม่มีความวิตกกังวล ไม่มีความวิตกกังวล 1 ใน 9 ของโอกาสที่จะอยู่ในกลุ่มนี้
 ถ้าค่า Odd มากกว่า 1 แสดงว่า โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์มากกว่าโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์
 ถ้าค่า Odd เท่ากับ 1 แสดงว่า โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์และโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์เท่ากัน
 ถ้าค่า Odd น้อยกว่า 1 แสดงว่า โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ต่ำกว่าโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์
 ตัวอย่างจากสมการถดถอยโลจิสติกส์ที่สร้างได้นี้ ถ้านำไปลองทำนายระดับความวิตกกังวลของชายคนหนึ่งที่มีช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง อยู่ที่ Alpha 0.25 Beta 0.16 และ Gamma 0.09 จะมีโอกาสอยู่ในกลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อยปานกลางหรือไม่

$$f_{(x)}(\text{Class1}) = -0.363 + 0.8346(0.25) - 2.201 (0.16) - 2.162(0.09)$$

$$f_{(x)}(\text{Class1}) = -0.363 + 0.209 - 0.352 - 0.195$$

$$f_{(x)}(\text{Class1}) = -0.701$$

ฟังก์ชันโลจิสติกส์ (logistic function) ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในที่นี้คือ กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง $P(y=1)$

$$P(\text{วิตกกังวลเล็กน้อยปานกลาง}) = \frac{1}{1 + e^{-(-0.701)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลเล็กน้อยปานกลาง}) = \frac{1}{1 + e^{-(-0.701)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลเล็กน้อยปานกลาง}) = \frac{1}{1 + 2.71828^{-(-0.701)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลเล็กน้อยปานกลาง}) = 0.331$$

จากสมการที่ $P(\text{วิตกกังวลเล็กน้อยปานกลาง})$ แสดงว่ามีโอกาสอยู่ใน Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง ในที่นี้มีค่า $P = 0.331$ หรือ .3 ซึ่งน้อยกว่า .6 ชายคนไม่อยู่ในกลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลางใน ณ เวลานั้นๆ

ตัวอย่างจากสมการถดถอยโลจิสติกส์ที่สร้างได้นี้ ถ้านำไปลองทำนายระดับความวิตกกังวลของชายคนหนึ่งที่มีช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง อยู่ที่ Alpha 0.25 Beta 0.16 และ Gamma 0.09 จะมีโอกาสอยู่ในกลุ่มวิตกกังวลเด่นชัดรุนแรงหรือไม่

$$f_{(x)}(\text{Class2}) = -2.170 + 0.371(0.25) + 2.273 (0.16) + 2.445(0.09)$$

$$f_{(x)}(\text{Class2}) = -2.170 + 0.09 + 0.363 + 0.220$$

$$f_{(x)}(\text{Class2}) = -1.497$$

ฟังก์ชันโลจิสติกส์ (logistic function) ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในที่นี้คือ กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง $P(y=2)$

$$P(\text{วิตกกังวลเด่นชัดรุนแรง}) = \frac{1}{1 + e^{-(-1.497)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลเด่นชัดรุนแรง}) = \frac{1}{1 + e^{-(-1.497)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลเด่นชัดรุนแรง}) = \frac{1}{1 + 2.71828^{-(-1.497)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลเด่นชัดรุนแรง}) = 0.183$$

จากสมการที่ $P(\text{วิตกกังวลเด่นชัดรุนแรง})$ แสดงว่ามีโอกาสอยู่ใน Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรงในที่นี้มีค่า $P = 0.183$ หรือ .1 ซึ่งน้อยกว่า .7 ชายคนนี้ไม่อยู่ในกลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ใน ณ เวลานั้นๆ

ตัวอย่างจากสมการถดถอยโลจิสติกส์ที่สร้างได้นี้ ถ้านำไปลองทำนายระดับความวิตกกังวลของชายคนหนึ่งที่มีช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง อยู่ที่ Alpha 0.25 Beta 0.16 และ Gamma 0.09 จะมีโอกาสอยู่ในกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุดหรือไม่

$$f_{(x)}(\text{Class3}) = -1.546 - 11.18(0.25) + 4.494 (0.16) + 4.890(0.09)$$

$$f_{(x)}(\text{Class3}) = -1.546 - 2.795 + 0.719 + 0.440$$

$$f_{(x)}(\text{Class3}) = -3.182$$

ฟังก์ชันโลจิสติกส์ (logistic function) ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในที่นี้คือ กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด $P(y=3)$

$$P(\text{วิตกกังวลมากที่สุด}) = \frac{1}{1 + e^{-(-3.182)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลมากที่สุด}) = \frac{1}{1 + e^{-(-3.182)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลมากที่สุด}) = \frac{1}{1 + 2.71828^{-(-3.182)}}$$

$$P(\text{วิตกกังวลมากที่สุด}) = 0.039$$

จากสมการที่ $P(\text{Class} = 3)$ แสดงว่ามีโอกาสอยู่ใน Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ในที่นี้มีค่า $P = 0.039$ หรือ .03 ซึ่งน้อยกว่า .4 ชายคนนี้ไม่อยู่ในกลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง ในเวลานั้นๆ

โดยที่

$P(y)$ = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ Y

e = ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (exponential function ซึ่ง e มีค่าประมาณ 2.71828)

$f_{(x)}$ = ฟังก์ชันของตัวแปรทำนาย

เมื่อทำการเปรียบเทียบ ฟังก์ชัน โลจิสติกส์ (logistic function) ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในแต่ละ Class โดยที่ Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล มีโอกาสอยู่ในกลุ่มไม่มีความวิตกกังวล 90% Class 1 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีโอกาสอยู่ในกลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง 33% Class 2 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีโอกาสอยู่ในกลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง 18% และ Class 3 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีโอกาสอยู่ในกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด 3.9% โมเดลจะนำค่าความน่าจะเป็นในแต่ละ Class เปรียบเทียบว่า Class ใดมีความน่าจะเป็นมากที่สุดตัวโมเดลก็จะตอบเป็น Class นั้นๆ โดยจากตัวอย่างชายคนนี้มีช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง อยู่ที่ Alpha 0.25 Beta 0.16 และ Gamma 0.09 จะมีโอกาสอยู่ในกลุ่ม Class 0 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล

ตารางที่ 4.31 ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Kernel ชนิดต่างๆ และ Logistic Regression

Technique	Accuracy Rate
SVM Linear	65.00%
SVM Polynomial Kernel degree = 2	70.00%
SVM Polynomial Kernel degree = 3	71.00%
SVM Polynomial Kernel degree = 4	70.00%
SVM Gaussian Kernel	71.00%
SVM Sigmoid Kernel	21.00%
Logistic Regression	63.00%

จากตารางที่ 4.31 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Kernel ประเภทต่างๆ และ Logistic Regression จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเคอร์เนล sigmoid ทำงานได้ไม่ดีที่สุด สาเหตุเพราะฟังก์ชัน sigmoid เหมาะกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องเช่นเป็นหรือไม่เป็น และต้องการปริมาณข้อมูลมากๆ อย่างไรก็ตามในกรณีนี้มี 4 Class เอาต์พุต Kernel Gaussian และ Kernel Polynomial สามารถเห็นว่า Kernel Polynomial ที่รัศมีเท่ากับ 3 มีการทำนายได้ถูกต้อง 71% เท่ากับ Kernel Gaussian ดังนั้น Kernel Polynomial และ Kernel Gaussian มีความถูกต้องมากกว่า Kernel Linear และ Logistic Regression มีการทำนายได้ถูกต้องรวม 63.00% อย่างไรก็ตามไม่มีกฎที่ตายตัว Kernel ใดทำงานได้ดีที่สุดในทุกสถานการณ์ ขึ้นอยู่กับชุดข้อมูลที่มี

ตารางที่ 4.32 ตารางเปรียบเทียบผลโดยใช้ค่า Micro-average F-Score จากการใช้อัลกอริทึม SVM แบบ Kernel ชนิดต่างๆ และ Logistic Regression

Technique	Micro-average F-Score
SVM Linear	64%
SVM Polynomial Kernel degree = 2	69%
SVM Polynomial Kernel degree = 3	70%
SVM Polynomial Kernel degree = 4	69%
SVM Gaussian Kernel	70%
SVM Sigmoid Kernel	16%
Logistic Regression	62%

จากตารางที่ 4.32 ตารางเปรียบเทียบผลโดยใช้ค่า Micro-average F-Score ซึ่งค่าเฉลี่ยแบบ harmonic mean ระหว่าง Micro-average of precision และ Micro-average of recall ที่ใช้บ่อยในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลแบบ Multiclass โดยพบว่า Micro-average F-Score ของ SVM ไม่แตกต่างไปจากค่า Accuracy Rate ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่ใช้บอกถึงโมเดลทำนายถูกทั้งหมดกี่เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Logistic Regression จาก Accuracy Rate อยู่ที่ 63.00% แต่ Micro-average F-Score กลับลดลงเหลือ 62% การใช้ Micro-average F-Score จึงอาจเป็นการวัดที่ดีกว่าที่จะใช้เฉพาะค่า Accuracy Rate ถ้าเราต้องการความสมดุลระหว่างวัดความแม่นยำว่าการที่โมเดลทายเคสบวกก็ครั้งในแต่ละ Class (Micro-average of precision) และวัดความครอบคลุมคือเคสบวกทั้งหมดที่มีในข้อมูล นั้นถูกทายถูกกี่เปอร์เซ็นต์ในแต่ละ Class (Recall Micro-average of recall)

ในขณะที่ Support Vector Machines (SVM) พยายามค้นหาระยะขอบแยกที่กว้างที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในแต่ละ Class ทำให้เหมาะสมกับการแยกข้อมูลที่มีลักษณะแบบ Multiclass ขณะที่ Logistic Regression จะเพิ่มประสิทธิภาพของฟังก์ชันความเป็นไปได้ของการบันทึกด้วยความน่าจะเป็นที่จำลองโดยฟังก์ชัน sigmoid ซึ่งทำให้การใช้ Logistic Regression แบ่งข้อมูลแบบ Multiclass หาก Class ยิ่งมากยิ่งขึ้นส่งผลทำให้โมเดลมีความน่าจะเป็นในการทำนายผิดพลาดมากกว่าเทคนิค Support Vector Machine

4.4 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบนิเวศโรฟีดแบค

โดยขั้นตอนออกแบบและพัฒนาระบบนิเวศโรฟีดแบคจะนำเทคนิคการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) มาใช้งานและใช้เทคนิคการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก โดยจะสร้างสถานการณ์ขึ้นมา 3 สถานการณ์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ตามความกลัวของกัลโลนและคิงส์ (Gullone, 1992)

ตารางที่ 4.33 แสดงรูปแบบเกมนิเวศโรฟีดแบคและปัจจัยของความกลัวของกัลโลนและคิงส์

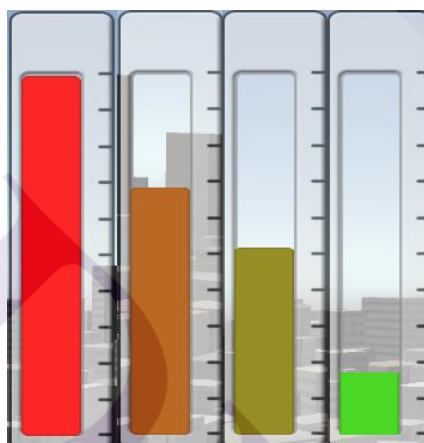
ปัจจัยความกลัวของกัลโลนและคิงส์	รูปแบบเกมที่ใช้ฝึก
1. การกลัวความตายและสิ่งที่เป็นอันตราย	เกมข้ามสะพานสูงเพื่อไปช่วยแมว
2. การกลัวสิ่งที่ไม่รู้	เกมผี
3. การกลัวสัตว์	เกมจิ้งแมงมุม

จากตารางที่ 4.33 โดยแบ่งความกลัวเป็น 3 ปัจจัย 1. คือการกลัวความตายและสิ่งที่เป็นอันตราย 2. คือการกลัวสิ่งที่ไม่รู้ 3. คือการกลัวสัตว์ โดยพัฒนาให้อยู่รูปแบบของเกม จำนวน 3 เกม ได้แก่ 1. เกมข้ามสะพานสูงเพื่อไปช่วยแมว 2. เกมผี และ 3. เกมจิ้งแมงมุม

ซึ่งเป็นเกมที่ฝึกลดความวิตกกังวลแบบกลัวเฉพาะเจาะจงจากสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวหรือความวิตกกังวล ระดับต่ำไปสู่ระดับสูง ถ้าผู้รับการบำบัดสามารถจินตนาการ หรือเผชิญกับ สถานการณ์แต่ละลำดับขั้นได้โดยความกลัวหรือความวิตกกังวลไม่ได้เพิ่มขึ้น ผู้บำบัดก็จะก้าวไปสู่ลำดับขั้นของความกลัวหรือความวิตกกังวลที่เพิ่มมากขึ้นในลำดับถัดไป แต่ถ้าผู้รับการบำบัดเกิดความกลัวหรือความวิตกกังวล ตัวเกมจะสร้างความผ่อนคลายให้ผู้รับการบำบัดสร้างความผ่อนคลายกลัว

ตารางที่ 4.34 แสดงสีของมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น

ระดับความวิตกกังวล	ช่วงคะแนน	แปล ความหมาย
ปกติไม่ปรากฏความวิตกกังวล	1-25	เขียว
ความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	26-50	สีเหลือง
ความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	51-75	สีส้ม
ความวิตกกังวลสูงมากที่สุด	76-100	สีแดง



ภาพที่ 4.41 ภาพแสดงสีที่ใช้แสดงมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น

จากตารางที่ 4.34 และภาพที่ 4.41 การแปลความหมายของความวิตกกังวล ได้มีการกำหนดให้เป็นสีตามระดับความวิตกกังวลโดยมาตรวัดความวิตกกังวลนี้ได้จากการ มาผูกเงื่อนไขรวม 3 คลื่น Gamma, Beta และ Alpha เนื่องจากเป็นคลื่นที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลเมื่อถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า เพื่อสร้างมาตรวัดความวิตกกังวล โดยจะมีค่า 0 – 100 ตามสมการมาตรวัดระดับความวิตกกังวล เพื่อให้ผู้ฝึกนวิโรพีคแบค รับรู้ และจะสามารถลดระดับความวิตกกังวลของตนเอง ดังนี้

$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = \frac{1}{4} \times \frac{(\gamma + \beta)}{\alpha} \times 100$$

เมื่อ γ เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Gamma ที่มีจำนวนเต็มบวก

β เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Beta ที่มีจำนวนเต็มบวก

α เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Alpha ที่มีจำนวนเต็มบวก

เนื่องจากการสร้างมาตรวัดความวิตกกังวลของระบบนิวโรฟีดแบคจะต้องมีการตอบสนองอย่างรวดเร็วเนื่องจากเมื่อผู้ฝึกเกิดความรูสึกวิตกกังวลมาตรวัดความวิตกกังวลจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแบบทันที ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบสูตรการคำนวณโดยอ้างอิงจากผลการทดลองผลการทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่มทดลองก่อนและระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่พบว่า คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha, Beta และ Gamma มีสัมพันธ์กับระดับความวิตกกังวล โดยสรุปผู้ที่มีความวิตกกังวลสูงจะมีค่า Beta และ Gamma สูงสัมพันธ์กันส่วน Alpha จะต่ำ และหากไม่มีความวิตกกังวลค่า Alpha จะสูงส่วน ค่า Beta และ Gamma จะต่ำ โดยผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่ตัวอุปกรณ์ Neurosky mindwave ส่งข้อมูลมาโดยจะเปลี่ยนแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้าเพื่อการตอบสนองที่รวมเร็วของการเปลี่ยนแปลงมาตรวัดความวิตกกังวลของระบบนิวโรฟีดแบค โดยจะยกตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 จากสมการมาตรวัดระดับความวิตกกังวลที่สร้างได้นี้ ถ้านำสร้างมาตรวัดระดับความวิตกกังวลของชายคนหนึ่งที่มีช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) อยู่ที่ Alpha 1305943 Beta 567849 และ Gamma 610190 มาตรวัดความวิตกกังวลจะแสดงเป็นสีอะไร

$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = \frac{1}{4} \times \frac{(\gamma + \beta)}{\alpha} \times 100$$

$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = \frac{1}{4} \times \frac{(610190 + 567849)}{1305943} \times 100$$

$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = 22.6$$

พิจารณาจากตัวเลขมาตรวัดระดับความวิตกกังวล ณ ช่วงเวลาหนึ่ง = 22.6 มาตรวัดความวิตกกังวลจะตกอยู่ที่สีเขียว เมื่อนำไปเทียบย้อนกลับข้อมูล ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองจากตัวอย่างที่ได้ยกไปนั้นมาจากการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มปกติไม่มีความวิตกกังวลและหากเปรียบเทียบในหลายๆช่วงเวลา จะพบว่าสมการมาตรวัดระดับความวิตกกังวลสามารถแสดงสีได้อย่างถูกต้องตามการอ้างอิงจากผลการทดลองผลการทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่มทดลองก่อนและระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าตามภาพที่ 4.39

Alpha	Beta	Gamma	มาตรวัดความวิตกกังวล	SVM Class	Logistic regression Class
1305943	567849	610190	22.6	0	0
2567169	491301	502310	9.7	0	0
2010072	437556	416451	10.6	0	0
1851301	415435	239760	8.8	0	0
955347	273409	198806	12.4	0	0
2803537	136340	329057	4.2	0	0
2608375	203877	317729	5.0	0	0
1081041	532048	247589	18.0	0	0
1270882	132110	426763	11.0	0	0
2694527	279451	620238	8.3	0	0
823015	519530	393092	27.7	1	0
1214797	181399	20830	4.2	0	0
1425857	387848	634847	17.9	0	0
1065340	254316	578395	19.5	0	0
2427302	684460	7302	7.1	0	0

ภาพที่ 4.42 ภาพการแปลงข้อมูลดิบที่ได้รับจากอุปกรณ์แบบ เรียลไทม์ (Realtime) เพื่อนำไปสร้างสมการ มาตรวัดระดับความวิตกกังวลในกลุ่มปกติไม่มีความวิตกกังวล

ตัวอย่างที่ 2 จากสมการมาตรวัดระดับความวิตกกังวลที่สร้างได้นี้ ถ้านำสร้างมาตรวัดระดับความวิตกกังวลของชายคนหนึ่งที่มีช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) อยู่ที่ Alpha 391673 Beta 2782075 และ Gamma 33425 มาตรวัดความวิตกกังวลจะแสดงเป็นสีอะไร

$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = \frac{1}{4} \times \frac{(\gamma + \beta)}{\alpha} \times 100$$

$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = \frac{1}{4} \times \frac{(1125600 + 417480)}{509153} \times 100$$

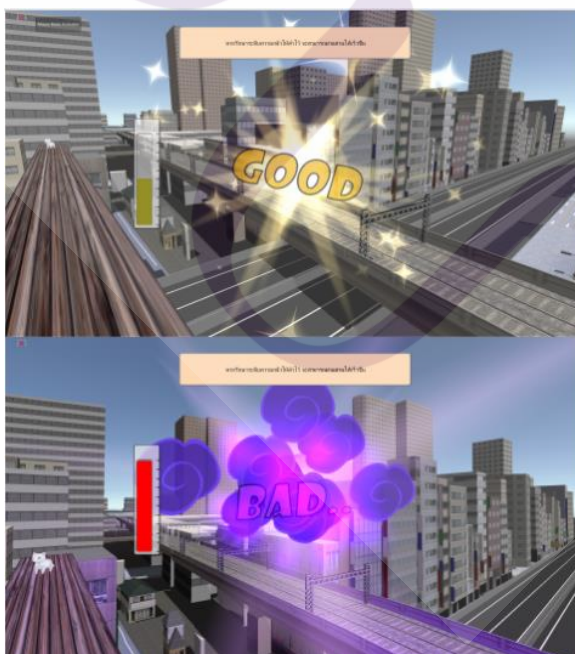
$$\text{มาตรวัดระดับความวิตกกังวล} = 75.8$$

พิจารณาจากตัวเลขมาตรวัดระดับความวิตกกังวล ณ ช่วงเวลาหนึ่ง = 75.8 มาตรวัดความวิตกกังวลจะตกอยู่ที่สีแดง เมื่อนำไปเทียบย้อนกลับข้อมูล ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองจากตัวอย่างที่ได้ยกไปนั้นมาจากการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองที่ 4 คือกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด

และหากเปรียบเทียบในหลายๆช่วงเวลา จะพบว่าสมการมาตรฐานวัดระดับความวิตกกังวลสามารถแสดงสีได้อย่างถูกต้องตามการอ้างอิงจากผลการทดลองผลการทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่มทดลองก่อนและระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าตามภาพที่ 4.42

Alpha	Beta	Gamma	มาตรฐานวัดความวิตกกังวล	SVM Class	Logistic regression Class
547206	940077	967928	87.2	3	3
789692	794321	805178	50.6	1	2
710880	999270	112234	39.1	1	1
635294	1766751	248689	79.3	3	3
594581	458332	1037634	62.9	2	2
622828	1072750	1232841	92.5	3	3
404741	1118010	58232	72.7	2	2
814894	1122481	1488589	80.1	3	3
592015	1542629	123918	70.4	2	2
1293546	2099771	1190071	63.6	2	2
715561	1245339	1197750	85.4	3	3
727137	2174321	695775	98.7	3	3
635906	1166268	1244715	94.8	3	3
519248	877780	845829	83.0	3	3
613025	718250	1602680	94.7	3	3

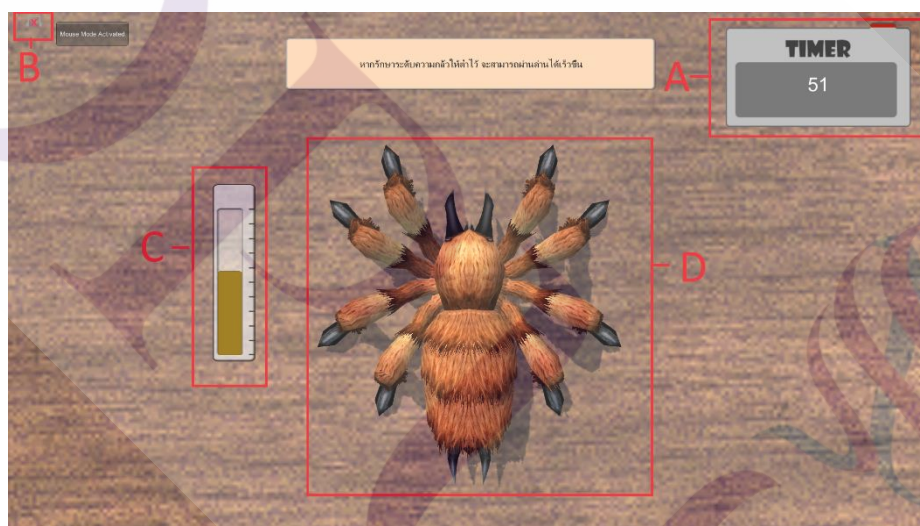
ภาพที่ 4.43 ภาพการแปลงข้อมูลดิบที่ได้รับจากอุปกรณ์แบบ เรียลไทม์ (Realtime) เพื่อนำไปสร้างสมการ มาตรฐานวัดระดับความวิตกกังวลในกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด



ภาพที่ 4.44 ภาพและเสียงเชิงบวกและเชิงลบระหว่างการฝึกนิวโรฟีดแบคที่พัฒนาขึ้น

จากภาพที่ 4.44 หากผู้บำบัดสามารถลดระดับความวิตกกังวลได้ สามารถดูได้จากมาตรวัดระดับความวิตกกังวล โปรแกรมจะแสดงภาพและเสียงทางบวกเพื่อให้ผู้ฝึกรู้ว่าต้องควบคุมความคิดและจิตใจอย่างไรจึงจะสามารถลดความวิตกกังวลได้ และหากผู้ฝึกไม่สามารถควบคุมระดับความวิตกกังวลของตัวเองได้ แสดงภาพและเสียงทางลบ เพื่อบอกให้ผู้ฝึกรู้ว่าต้องปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมความคิดและจิตใจของตนเองใหม่ ซึ่งจะมีอยู่ในทุกๆ เกม

เกมจ้องแมงมุมในเกมการฝึกนี้จะเป็นเกมที่ใช้ในการลดระดับความวิตกกังวลจากปัยจัยการกลัวสัตว์และสัตว์มีขน โดยจะแยกย่อยไปอีก 3 สถานการณ์ ที่ทำให้เกิดความกลัวหรือความวิตกกังวล ระดับต่ำไปสู่อะดับสูง ได้แก่ 1. แมงมุมอยู่นิ่งๆ 2. แมงมุมเคลื่อนไหวในแก้วใส 3. แมงมุมเคลื่อนไหวและเดินไปรอบๆ โดยจะให้ผู้บำบัดมองที่ตัวแมงมุมและเวลาจะเดินไปเรื่อยๆ แต่หากผู้บำบัดลดความวิตกกังวลลงได้เวลาจะเดินเร็วขึ้นเพื่อนำไปสู่อะดับที่สูงขึ้น โดยมีส่วนประกอบภายในเกมดังนี้

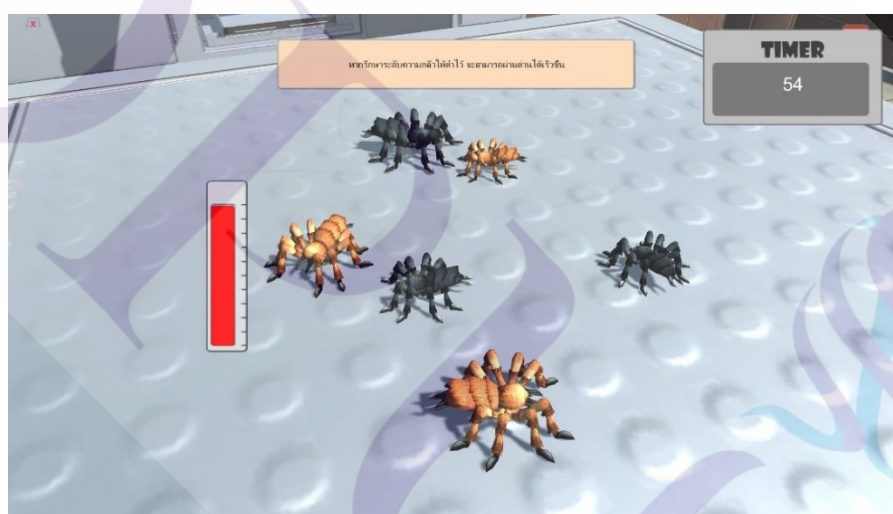


ภาพที่ 4.45 แสดงส่วนประกอบของเกมจ้องแมงมุม

- A. เวลานั้นบดอยหลังเพื่อนำไปสู่อะดับสถานการณ์ความวิตกกังวลที่สูงขึ้น โดยจะสัมพันธ์กับมาตรวัดความวิตกกังวล
- B. แสดงคุณภาพสัญญาณการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้ฝึก
- C. แสดง มาตรวัดความวิตกกังวลมาจากการผูกเงื่อนไข โดยอาศัยคลื่น Gamma, Beta และ Alpha มาสร้างเป็นมาตรวัดความวิตกกังวล
- D. เป้าหมายที่จะสร้างความวิตกกังวลให้ผู้ฝึก

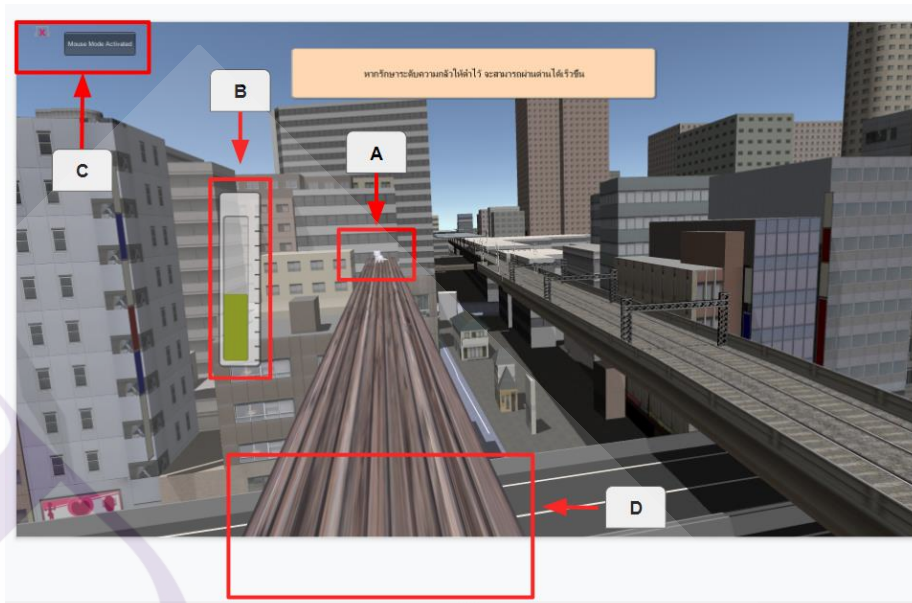


ภาพที่ 4.46 แสดงภาพตัวอย่างในเกมแมงมุมเคลื่อนไหวอยู่ในแก้วใส



ภาพที่ 4.47 แสดงภาพตัวอย่างในเกมแมงมุมเคลื่อนไหวและมีการเดินไปรอบๆ

เกมข้ามสะพานสูงเพื่อไปช่วยแมวในเกมการฝึกนี้จะเป็นเกมที่ใช้ในการลดระดับความวิตกกังวลจากปัจจัย การกลัวความตายและสิ่งที่เป็นอันตราย โดยในเกมนี้ผู้ฝึกจะต้องทำการเดินข้ามสะพานเพื่อไปช่วยแมวที่อยู่ปลายสะพานโดยในระหว่างที่เดินจะพบกับเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวและความวิตกกังวลเช่น มุมกล้องจะสั่นเมื่อเกิดความวิตกกังวล มุมมองของตัวละครจะเปลี่ยนไปเรื่อยๆ และหากเกิดความวิตกกังวลตัวละครในเกมจะหยุดเดิน โดยมีส่วนประกอบภายในเกมดังนี้



ภาพที่ 4.48 แสดงส่วนประกอบของเกมข้ามสะพานสูงเพื่อไปช่วยแมว

โดยที่แต่ละจุดจะทำงานดังนี้

จุด A. เป้าหมายที่จะให้ผู้ฝึกนิวโรฟิคแบคเดินไปหาโดยการที่จะทำให้ตัวละครเดินไปหาเป้าหมายได้จะต้องทำให้มาตรวัดความวิตกกังวลลดลง โดยหากลดลงมากก็จะเดินเร็วขึ้น และหาก มาตรวัดความวิตกกังวล สีแดงเต็มหลอดจะหมายถึงว่าผู้ฝึกรู้สึกถึงความวิตกกังวลตัวละครในนิวโรฟิคแบคจะหยุดเดินและกลิ้งใน โปรแกรมจะหมุนไปมองบรรยากาศโดยรอบ

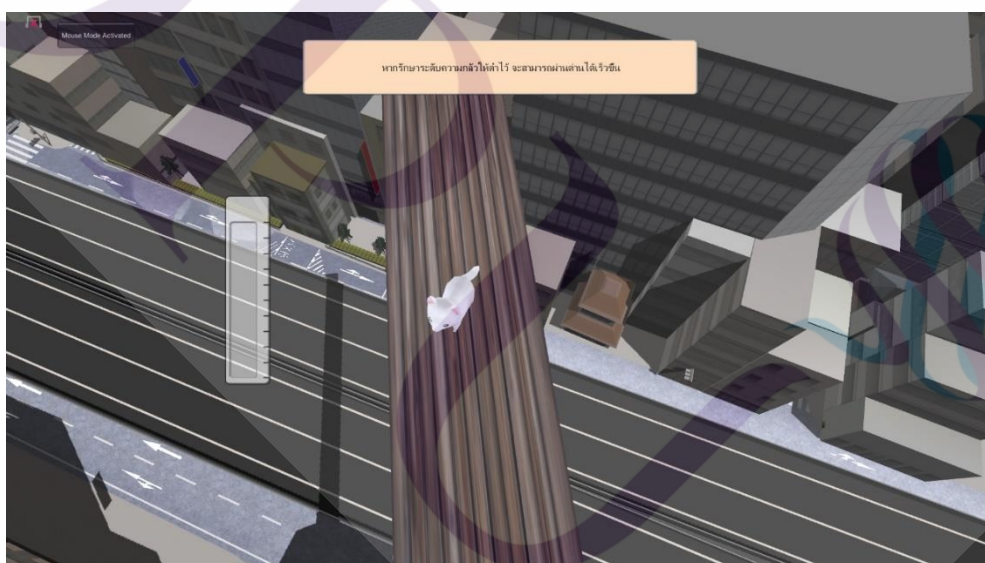
จุด B. แสดง มาตรวัดความวิตกกังวลมาจากการผูกเงื่อนไข โดยอาศัยคลื่น Gamma, Beta และ Alpha มาสร้างเป็นมาตรวัดความวิตกกังวล

จุด C. แสดงคุณภาพสัญญาณการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้ฝึกจุดเริ่มต้นการผู้เล่นในการเดินไปหาเป้าหมาย

จุด D. จุดเริ่มต้นการผู้เล่นในการเดินไปหาเป้าหมาย



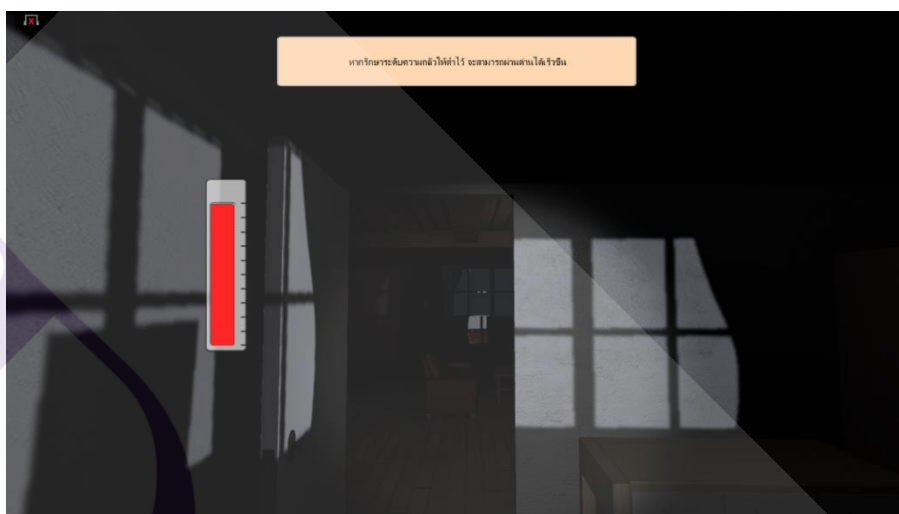
ภาพที่ 4.49 แสดงการเปลี่ยนมุมมองในระหว่างการเดินข้ามสะพาน



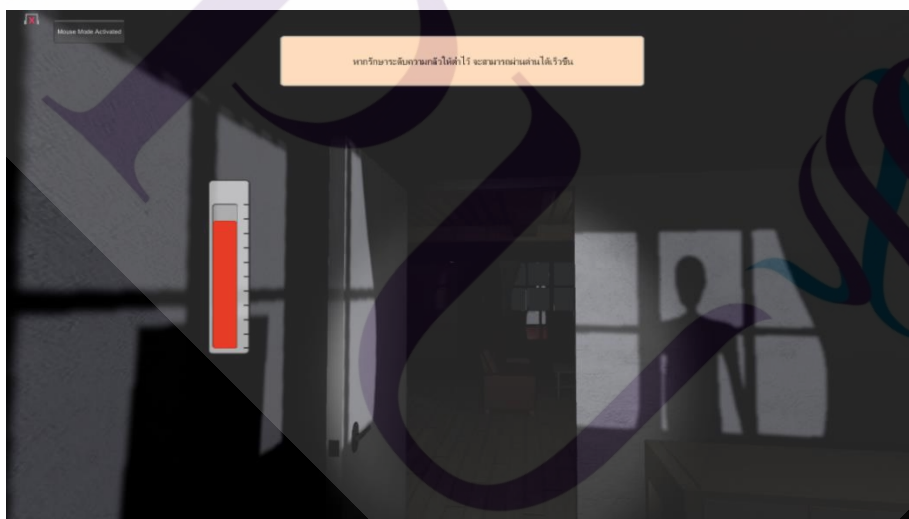
ภาพที่ 4.50 แสดงเมื่อผู้บังคับเดินไปถึงเป้าหมาย

เกมฝึกการฝึกนี้จะเป็นเกมที่ใช้ในการลดระดับความวิตกกังวลจากปัจจัย การกลัวสิ่งที่ไม่รู้โดยในเกมนี้ผู้ฝึกจะต้องทำการเดินสำรวจบริเวณบ้านเนื่องจากไฟในบ้านดับลงในเวลากลางคืน โดยในระหว่างที่เดินจะพบกับเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวและความวิตกกังวลเช่น มุมกล้องจะสั่นเมื่อเกิดความวิตกกังวล เสียงฟ้าร้องและเสียงดนตรีที่เกิดขึ้น โดยมุมมองของตัวละครจะ

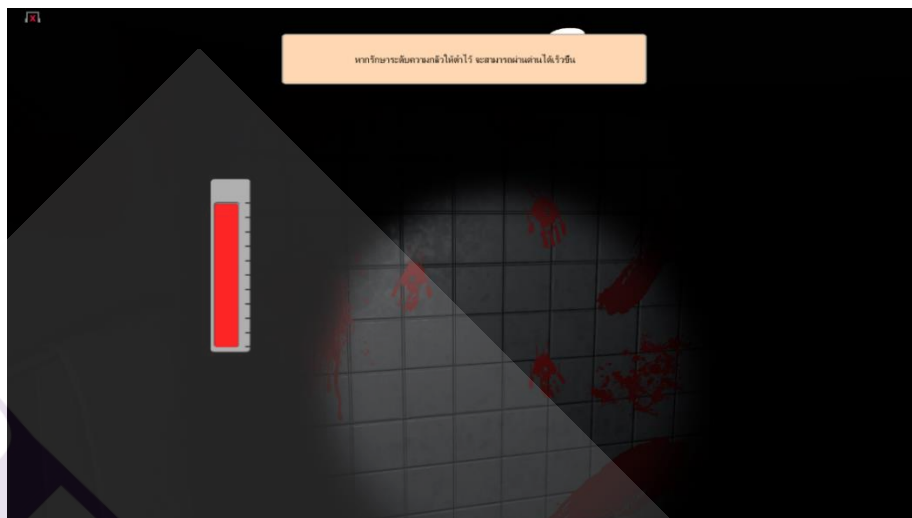
เปลี่ยนไปเรื่อยๆ และหากเกิดความวิตกกังวลตัวละครในเกมจะหยุดเดิน และหากผู้ฝึกมีสมาธิเกมก็จะดำเนินเรื่องต่อไปเรื่อยๆ โดยมีส่วนประกอบภายในเกมดังนี้



ภาพที่ 4.51 ฉากเริ่มแรกโดยจะอยู่ในบ้านที่ไฟดับ



ภาพที่ 4.52 เริ่มปรากฏถึงลำดับในการสร้างความกลัวถึงที่ไม่รู้เป็นเงาคน



ภาพที่ 4.53 เริ่มปรากฏสิ่งลึกลับในการสร้างความกลัวสิ่งที่ไม่รู้รอยเลือดปรากฏบนกำแพง

จากภาพที่ 4.51-4.53 โดยตลอดการฝึกผู้ฝึกจะพบเหตุการณ์ที่สร้างความกลัวและความวิตกกังวล 6 เหตุการณ์ เพื่อให้ผู้ฝึกได้คุ้นชินกับสถานการณ์ความกลัวสิ่งที่ไม่รู้ เพื่อลดความกลัวและความวิตกกังวลที่เกิดขึ้น

4.5 ผลการใช้ ระบบ Neuro feedback เพื่อลดความวิตกกังวล

ผลการจากขั้นตอนการฝึกนิวโรฟีดแบคโดยผู้ที่มีภาวะวิตกกังวลทั้งหมดใช้ระบบ 6 ครั้ง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที โดยได้กลุ่มทดลองที่วัดคลื่นไฟฟ้าอยู่ในช่วง E2-E4 ได้แก่กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (E2) กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง(E3) และกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด (E4) ใช้การฝึกวิธีการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) ผ่านระบบ นิวโรฟีดแบคที่พัฒนาขึ้น จากภาพที่ 4.47 กลุ่ม E2-E4 กำลังฝึกการใช้ระบบนิวโรฟีดแบค



ภาพที่ 4.54 แสดงขั้นตอนการฝึกนิวโรฟีดแบคของกลุ่ม E2-E4 ในการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ

จากภาพที่ 4.54 เมื่อกลุ่มทดลองผ่านการฝึกอบรม จน ครบ 6 ครั้ง จึงเข้าสู่การทดสอบ วัดระดับความวิตกกังวลผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือนอีกครั้ง แต่จะเปลี่ยนสิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้น เพื่อลดความคุ้นชินของผู้ทดสอบ แต่ยังคงประเภทสิ่งเร้าที่มีความคล้ายของเดิม คือ การกลัวความตาย และสิ่งที่เป็นอันตราย, การกลัวสิ่งที่ไม่รู้ และ การกลัวสัตว์

ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมการทดสอบดังนี้บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทดสอบ ความวิตกกังวลผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะใช้เวลา 2 นาที และลำดับการแสดงสิ่งเร้าที่สร้างความตกใจและความวิตกกังวล ทั้ง 3 ปัจจัย โดยผลการทดสอบด้วยสถิติ Dependent t-test เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนฝึกด้วยนิวโรฟีดแบคและหลังการฝึกนิวโรฟีดแบคจากถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า ในกลุ่ม E2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.35 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่ม E2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง

กลุ่ม E2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง N = 23					
EEG Power Spectra	ก่อน Neurofeedback		หลัง Neurofeedback		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Delta	.0830	.10665	.0777	.08063	.217
Theta	.0857	.12354	.0740	.06446	.062
Alpha	.2368	.12987	.2927	.17100	.002*
Beta	.1637	.08690	.1018	.04488	.000*
Gamma	.1468	.08298	.0873	.04152	.000*

หมายเหตุ.*p < .05

จากตารางที่ 4.35 พบว่ากลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง มีคลื่น delta, และ theta คลื่นความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่คลื่น alpha เพิ่มขึ้น ส่วน beta และ gamma ลดลง ในระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบความจริงเสมือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คลื่นไฟฟ้าสมองก่อนฝึกด้วยนิวโรฟีดแบคและหลังการฝึกนิวโรฟีดแบคจากถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า ในกลุ่ม E3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.36 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่ม E3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

กลุ่มที่ E3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง N = 16					
EEG Power Spectra	ก่อน Neurofeedback		หลัง Neurofeedback		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Delta	.0805	.10227	.0850	.10665	.853
Theta	.0761	.09675	.0857	.12354	.483
Alpha	.1568	.08827	.2168	.12987	.000*
Beta	.2235	.13703	.1637	.08690	.000*
Gamma	.2342	.12532	.1568	.08298	.000*

หมายเหตุ.*p < .05

จากตารางที่ 4.36 พบว่ากลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง มีคลื่น delta, และ theta คลื่นความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่คลื่น alpha เพิ่มขึ้น ส่วน beta และ gamma ลดลง ในระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบความจริงเสมือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คลื่นไฟฟ้าสมองก่อนฝึกด้วย Neuro feedback และหลังการฝึก Neuro feedback จากถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า ในกลุ่ม E4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.37 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในกลุ่ม E4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด

กลุ่มที่ E4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด N = 11					
EEG Power Spectra	ก่อน Neurofeedback		หลัง Neurofeedback		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
Delta	.0641	.08232	.0705	.10227	.183
Theta	.0592	.06794	.0661	.09675	.135
Alpha	.0794	.04660	.1468	.08827	.000*
Beta	.3012	.17755	.2135	.13703	.000*
Gamma	.2963	.16342	.2242	.12532	.001*

หมายเหตุ.**p < .05

จากตารางที่ 4.37 พบว่ากลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีคลื่น delta และ theta คลื่นความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่คลื่น alpha เพิ่มขึ้น ส่วน beta และ gamma ลดลง ในระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบความจริงเสมือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองหลังจากการฝึกจิตบำบัดด้วย Neuro feedback เนื่องจากกลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด (E4) ที่มีจำนวน 11 คน มี 4 คนที่มีเอกสารในการเข้ารับการรักษาจากคลินิกสุขภาพจิตจากทางโรงพยาบาลของรัฐเกี่ยวกับอาการผิดปกติของการปรับตัวต่อความเครียดและความวิตกกังวลซึ่งในกลุ่มนี้ผู้วิจัยจะใช้ชื่อกลุ่มว่า MCA (Medical Certificate for Anxiety) และนำคลื่นไฟฟ้าสมองทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ independent Sample t-test แบบเปรียบเทียบทีละคลื่น เนื่องจากเป็นกลุ่มทดลองเป็นคนละกลุ่ม

ตารางที่ 4.38 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมอง หลังการใช้ Neuro Feedback ของกลุ่มตัวอย่างของ กลุ่ม E4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุดและกลุ่ม MCA ที่เข้ารับการรักษามาจากคลินิกสุขภาพจิต

		การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดต่างๆ หลังการใช้ Neuro Feedback ของกลุ่มตัวอย่างของกลุ่ม E4 และกลุ่ม MCA				
		N	Mean	SD	t	Sig.
Delta	E4	7	.0776	.0936	.785	.433
	MCA	4	.0693	.0671		
Theta	E4	7	.0736	.0928	.566	.572
	MCA	4	.0810	.1094		
Alpha	E4	7	.1527	.0846	.1093	.276
	MCA	4	.1649	.0890		
Beta	E4	7	.2575	.1314	.556	.579
	MCA	4	.2477	.1405		
Gamma	E4	7	.2412	.1272	.838	.403
	MCA	4	.2274	.1270		

จากตารางที่ 4.38 การทดสอบ t-test พบว่า กลุ่มตัวอย่าง E4 ที่เป็นกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด จากทำแบบสอบถาม zung self-rating anxiety scale และกลุ่มตัวอย่าง MCA ที่เข้ารับการรักษามาจากคลินิกสุขภาพจิตหลังจากการฝึก Neuro Feedback และทดสอบด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความกลัวและความวิตกกังวลไม่มีความแตกต่างของคลื่นชนิด Delta, Theta, Alpha, Beta และ Gamma หลังจากการถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า เนื่องจากเป็นแบบสอบถามทางจิตเวชใช้สำหรับวัดอาการวิตกกังวลในผู้ป่วยเรื้อรังและผู้ป่วยทั่วไป โดยประเมินความรู้สึกกังวลของตนเองในช่วงเวลานั้น และเวลาใกล้เคียงที่ผ่านมา โดยแบบประเมินประกอบด้วยข้อความแสดงความรู้สึกวิตกกังวลหรือพฤติกรรมแสดงออก นั้นหมายถึงแบบสอบถามนี้ใช้กับผู้ที่กำลังเข้ารับการรักษหรือผู้ที่ใช้สำหรับประเมินตนเองเบื้องต้นได้อยู่แล้ว (สันสนีย์, 2528) ได้นำไปหาความเชื่อมั่น โดยประเมินในผู้ป่วยได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 แบบวัดนี้จะประเมินด้านอารมณ์ 5 ลักษณะ และอาการทางกาย 15 ลักษณะที่เกิดจากความวิตกกังวล

จากผลการทดสอบการใช้ระบบนิวโรฟีดแบคดังกล่าวจะพบว่าเมื่อผู้ฝึกนิวโรฟีดแบคสามารถลดระดับความวิตกกังวลโดยโปรแกรมจะแสดงภาพและเสียงทางบวกเพื่อให้ผู้ฝึกรู้ว่าต้องควบคุมความคิดและจิตใจอย่างไรจึงจะสามารถลดความวิตกกังวลได้ และหากผู้ฝึกไม่สามารถควบคุมระดับความวิตกกังวลของตัวเองได้ แสดงภาพและเสียงทางลบ เพื่อบอกให้ผู้ฝึกรู้ว่าต้องปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมความคิดและจิตใจของตนเองใหม่ ซึ่งส่งผลทำให้กลุ่มทดลองได้ฝึกการบำบัดความกลัวด้วยการเผชิญหน้ากับสิ่งที่กลัวหรือการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนผ่านการฝึกนิวโรฟีดแบค เพื่อควบคุมคลื่นไฟฟ้าสมอง อย่างต่อเนื่องสามารถช่วยลดความวิตกกังวลแก่ผู้ฝึกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทำให้เทคโนโลยีความจริงเสมือนและเทคโนโลยีนิวโรฟีดแบค เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาสุขภาพจิตในอนาคต



บทที่ 5

สรุปอภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวล มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษารูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ช่วงศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ 2) เพื่อสร้างตัวแบบวิเคราะห์และวัดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในเหตุการณ์ความจริงเสมือนที่มีผลต่อความวิตกกังวล และ 3) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวล ก่อนและหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อหารูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองของภาวะความวิตกกังวลตามเหตุการณ์เสมือนจริงประเภทเกมผี (Horror Game) และสร้างระบบฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neuro feedback) เพื่อลดความวิตกกังวลของกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งขั้นตอนวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ระยะที่ 1 เป็นการศึกษารูปแบบของคลื่นสมองในขณะภาวะที่เกิดอาการความวิตกกังวลและสร้างตัวแบบทำนายความวิตกกังวล และระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคและการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ เพื่อลดระดับความวิตกกังวล

โดยในระยะที่ 1 จะแบ่งขั้นตอนย่อยออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1.1 วิเคราะห์และจัดกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดระดับความวิตกกังวล Anxiety Scale ของวิลเลียมด์ับบลิว เค ซุง (zung self-rating anxiety scale) เพื่อแบ่งกลุ่มทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล (Normal Range), กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (Mild to Moderate Anxiety Levels), กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง (Marked to Severe Anxiety Levels), และกลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด (Extreme Anxiety Levels) 1.2 ทดสอบหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองในแต่ละกลุ่มทดลองโดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่บริเวณส่วนหน้าในแต่ละกลุ่มมาตรวจวัดหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะเกิดความวิตกกังวลในเหตุการณ์ความจริงเสมือนประเภทเกมผี (Horror Game) โดยทำการเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าภายในกลุ่มเดียวกันก่อนหลังด้วยสถิติ Dependent t-test และระหว่างกลุ่ม ด้วยสถิติ Anova เพื่อให้ทราบถึงคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดใดที่ส่งผลต่อระดับความวิตกกังวล 1.3 นำคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์

ต่อความวิตกกังวลมาทำนายระดับภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Support Vector Machines (SVM) และเทคนิค Logistic Regression โดยการแบ่งข้อมูลเพื่อนำทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลแบบชุดฝึกอบรวม 70% ชุดทดสอบ 30 % ประเมินผลด้วย Confusion matrix, Precision, Recall, และ F1 measures เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าโมเดลใดสามารถทำนายให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด

ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคและการฝึกลดความกลัวอย่างเป็นระบบ เพื่อลดระดับความวิตกกังวล โดยในระยะที่ 2 จะแบ่งขั้นตอนย่อยออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 2.1 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการฝึกจิตบำบัด (Neuro feedback) และลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) โดยในขั้นตอนนี้จะทำการออกแบบระบบ Neuro feedback และสร้างมาตรวัดระดับความวิตกกังวลเพื่อให้กลุ่มทดลองได้เห็นและฝึกควบคุมความวิตกกังวลโดยนำคลื่นไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์ต่อระดับความวิตกกังวลที่ได้จากการทำนายระดับภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) มาสร้างเป็นมาตรวัดระดับความวิตกกังวลแบบ Progress Bar โดยจะมีค่าระดับความวิตกกังวลในช่วง 0 – 100 และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคลื่นไฟฟ้าสมองตรวจสอบและแก้ไขโดยใช้วิธีการแบบสัมภาษณ์ (Interview) ก่อนนำโปรแกรมการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคใช้งานกับกลุ่มทดลองที่มีภาวะความวิตกกังวล 2.2 ทดสอบโปรแกรมการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคเพื่อลดความวิตกกังวล โดยในขั้นตอนนี้จะนำผู้ที่มีความวิตกกังวลทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งได้แก่ กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (Mild to Moderate Anxiety Levels), กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง (Marked to Severe Anxiety Levels), และ กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด (Extreme Anxiety Levels) โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกครั้งละ 10 นาที จำนวน 6 ครั้ง เป็นเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ หลังการฝึกเสร็จสิ้นทำการตรวจวัดหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะเกิดความวิตกกังวลในเหตุการณ์ความจริงเสมือนประเภทเกมผี (Horror Game) อีกครั้งและทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกด้วยสถิติ Dependent t-test

5.1 สรุปผลและวิจารณ์

จากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่างๆสามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ตั้งไว้ทั้ง 3 ข้อดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ 1 การศึกษารูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ของงานวิจัยที่ตั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

<p>1. การศึกษารูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์</p>
<p>1.1 พบว่าเพศหญิงมีความวิตกกังวลมากกว่าเพศชายเมื่อเปรียบเทียบต่อจำนวนประชากรที่ตอบแบบสอบถาม โดยกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุดเพศชายมีจำนวนร้อยละ 8.3 ส่วนเพศหญิงมีจำนวนร้อยละ 20 และในกลุ่มวิตกกังวลเด่นชัดรุนแรงเพศชายมีจำนวนร้อยละ 16.7 ส่วนเพศหญิงมีจำนวนร้อยละ 20 ซึ่งมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง Predictors of preoperative anxiety in surgical inpatients. (Yilmaz, 2012) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 64.2 เป็นเพศหญิงจะมีความวิตกกังวลสูงมากกว่าเพศชายในระหว่างเตรียมการผ่าตัด</p>
<p>1.2 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล ไม่มีคลื่นสมองชนิดใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำการทดสอบก่อนและหลังจากถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า</p>
<p>1.3 กลุ่มที่ 2-4 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง และกลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีคลื่นสมองชนิด Alpha, Beta และ Gamma แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำการทดสอบก่อนและหลังจากถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า และคลื่นสมองชนิด Delta และ Theta ไม่มีความแตกต่างในทุกกลุ่ม</p>
<p>1.4 เมื่อทดสอบด้วยสถิติ Onaway Anova พบว่าคลื่นสมองชนิด Delta และ Theta ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 4 กลุ่ม เนื่องจากคลื่นสมองชนิด Delta และ Theta เป็นกลุ่มคลื่นที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดการหลับตื่นหรือหลับลึก (P. Tangkraingki, 2017)</p>
<p>1.5 คลื่นสมองชนิด Alpha, Beta และ Gamma นั้นมีความแตกต่างกันทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อทำการทดสอบต่อด้วยการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วยวิธีของ Post Hoc แบบ (LSD)</p>
<p>1.6 พบว่า ในกลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล มีค่าเฉลี่ยของคลื่น Alpha สูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง และกลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด ตามลำดับ ซึ่งค่า Alpha ที่สูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tanyaporn, 2017) เรื่อง Electroencephalographic Study of Shoulder Massage ที่พบว่าการนวดแบบผ่อนคลายจะส่งผลให้คลื่น Alpha สูงขึ้น ซึ่งหมายถึงกลุ่มไม่มีความวิตกกังวลสามารถผ่อนคลายกับสิ่งเร้าที่สร้างความกลัวและความวิตกกังวลได้เร็วกว่ากลุ่มอื่นส่งผลทำให้ค่า Alpha สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ</p>

1. การศึกษารูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ต่อ)

1.7 พบว่า ในกลุ่มที่ 4 กลุ่มวิตกกังวลมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยของคลื่น Beta และ Gamma สูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง กลุ่มที่ 2 กลุ่มวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง และกลุ่มที่ 1 กลุ่มไม่มีความวิตกกังวล ตามลำดับ ซึ่งค่า Beta และ Gamma ที่สูงขึ้นนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Ning Wang, 2011) เรื่อง Gamma oscillation in brain connectivity in emotion recognition by Granger causality ซึ่งศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับคลื่น Gamma กับสิ่งเร้าที่ส่งผลต่ออารมณ์ในเชิงลบ พบว่าคลื่น Gamma จะเพิ่มสูงขึ้นขณะที่ผู้ทดสอบต้องตัดสินใจอะไรบางอย่างที่หนีออกจากสิ่งเร้าที่ส่งผลต่ออารมณ์ในเชิงลบ ส่วนค่า Beta จะเกิดขึ้นในขณะที่ร่างกายถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าต่างๆ แบบฉับพลัน เช่น เสียง หรือภาพที่แสดงออกมาแบบไม่ทันตั้งตัว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Nattawat, 2018) เรื่อง Investigation of Various Manipulated Music Tempo for Reducing Negative Emotion Using Beta EEG Index พบว่าคลื่น Beta กับสิ่งเร้าทางระดับความเร็วของเสียงดนตรีพบว่าดนตรีที่เร็วจะส่งผลต่อคลื่น Beta ที่สูงขึ้น

ตารางที่ 5.2 ตารางสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ 2 สร้างตัวแบบวิเคราะห์และวัดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในเหตุการณ์ความจริงเสมือนที่มีผลต่อความวิตกกังวลของงานวิจัยที่ตั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2. สร้างตัวแบบวิเคราะห์และวัดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในเหตุการณ์ความจริงเสมือนที่มีผลต่อความวิตกกังวล

2.1 การแบ่งด้วย Kernel ประเภทต่างๆ ของ Support Vector Machines (SVM) Linear Kernel, Polynomial Kernel degree = 2, Polynomial Kernel degree = 3, Polynomial Kernel degree = 4, Gaussian Kernel, Sigmoid Kernel

- พบว่าการแบ่งแบบ sigmoid ทำงานได้ไม่ดีที่สุด สาเหตุเพราะฟังก์ชัน sigmoid จะเหมาะสมกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง เช่น เป็นหรือไม่เป็น เป็นต้น และต้องการข้อมูลที่เป็นปริมาณมากๆ
- พบว่าการแบ่งแบบ Kernel Polynomial และ Kernel Gaussian จะให้ค่าการทำนายที่แม่นยำกว่า เนื่องจากข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถแยกออกได้โดยง่ายด้วยเส้นตรง (Linear) Kernel ที่ใช้ จึงเหมาะกับ Polynomial และ Gaussian Kernel มากกว่า (Non-Linear) ในการแบ่งข้อมูล

2. สร้างตัวแบบวิเคราะห์และวัดระดับความวิตกกังวลที่อยู่ในเหตุการณ์ความจริงเสมือนที่มีผลต่อความวิตกกังวล (ต่อ)
2.2 ได้สมการ Multiple Logistic Regression สำหรับใช้ทำนายโอกาสความน่าจะเป็นระดับความวิตกกังวลจำนวน 4 สมการ เมื่อนำคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha, Beta และ Gamma มาแทนในค่าของสมการก็จะสามารถทำนายระดับความวิตกกังวลได้ทันที
2.3 Support Vector Machines (SVM) พยายามค้นหาระยะขอบ (margin) ที่ดีที่สุด (ระยะห่างระหว่างเส้นและซัพพอร์ตเวกเตอร์) ที่สามารถแยกกลุ่มอย่างชัดเจนซึ่งจะช่วยลดความเล็งงที่จะเกิดข้อผิดพลาดกับข้อมูลในขณะที่การ Logistic Regression ไม่ได้ใช้ระยะห่างในการแบ่งกลุ่มข้อมูลแต่ใช้น้ำหนักที่อยู่ใกล้จุดที่เหมาะสมที่สุดเป็นตัวตัดสินใจ
2.4 SVM ทำงานได้ดีกับข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง (unstructured) และกึ่งโครงสร้าง (semi-structured) เช่นข้อความและรูปภาพในขณะที่การถดถอยโลจิสติกทำงานร่วมกับตัวแปรอิสระที่ระบุไว้แล้ว
2.5 SVM ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเรขาคณิตของข้อมูลในขณะที่การถดถอยโลจิสติกขึ้นอยู่กับวิธีการทางสถิติ

ตารางที่ 5.3 ตารางสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวล ก่อนและหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน ของงานวิจัยที่ตั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวล ก่อนและหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน
3.1 ได้ระบบฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neuro feedback) โดยใช้ในการจำลองสถานการณ์ตามความกลัว 3 สถานการณ์ ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน
3.2 พบว่าหลังจากการฝึก Neuro feedback เป็นเวลา 60 นาที มีค่า Alpha เพิ่มสูงขึ้น และค่า Beta, Gamma ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า ค่า Alpha ที่เพิ่มขึ้นนั้นหมายถึงกลุ่มผู้มีความวิตกกังวลสามารถควบคุมความคิดให้มีสมาธิและการจดจ่อกับสิ่งเร้าได้ดีขึ้น ค่า Beta ที่ลดลงนั้นหมายถึงความตื่นตัวต่อความวิตกกังวลต่อสิ่งเร้าลดลง (ไม่ตกใจง่าย) ค่า Gamma ที่ลดลงนั้นหมายถึงความเครียดจากความวิตกกังวลต่อสิ่งเร้าลดลง

3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในแต่ละกลุ่มระดับความวิตกกังวล ก่อนและหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบค (Neurofeedback) โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน (ต่อ)

3.3 1.3 พบว่า กลุ่มตัวอย่าง E4 และกลุ่มตัวอย่าง MCA ที่เข้ารับการรักษาจากคลินิกสุขภาพจิต หลังจากการฝึก Neuro Feedback และทดสอบด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความกลัวและความวิตกกังวลไม่มีความแตกต่างของคลื่นชนิด Delta, Theta, Alpha, Beta และ Gamma หลังจากการถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า เนื่องจากเป็นแบบสอบถามทางจิตเวชใช้สำหรับวัดอาการวิตกกังวล โดยประเมินความรู้สึกกังวลของตนเองในช่วงเวลานั้น และเวลาใกล้เคียงที่ผ่านมา (สันสนีย์, 2528) ได้นำไปหาความเชื่อมั่น โดยประเมินในผู้ป่วยได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

5.2 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

จากผลวิจัยการตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวลซึ่งสามารถตรวจจับระดับความวิตกกังวลได้อย่างแม่นยำ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 2 ส่วนดังนี้ ประโยชน์ในเชิงวิชาการ สามารถนำองค์ความรู้ในการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการ โดยสามารถทราบถึงรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดใดที่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความวิตกกังวล การนำคลื่นไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์ต่อความวิตกกังวลมาทำนายระดับภาวะความวิตกกังวลด้วยเทคนิค Support Vector Machines (SVM) และเทคนิค Logistic Regression ตลอดจนการได้รูปแบบเส้นแบ่ง (Kernel) ที่เหมาะสมในแบ่งกลุ่มของคลื่นไฟฟ้าสมองในภาวะความวิตกกังวลระดับต่างๆ และได้สมการการถดถอยโลจิสติกส์สำหรับนำไปทำนายระดับความวิตกกังวลได้ และยังได้ตัวแบบโปรแกรมนิวโรฟีดแบคด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับผู้ที่มีความวิตกกังวลได้ฝึกเพื่อลดระดับความวิตกกังวลของตนเอง งานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งในการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนและเทคโนโลยีนิวโรฟีดแบค เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาสุขภาพจิตในอนาคต ช่วยเปลี่ยนทัศนคติเชิงลบเป็นเชิงบวกได้ ซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มที่คนจะเป็นโรคทางจิตเวชมากขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี และมีการใช้งบประมาณในการรักษาที่เพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย

ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ สามารถนำการตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวล ในการวิจัยนี้ไปใช้เพื่อวัดความวิตกกังวลในสถานการณ์ที่มีความแตกต่างกัน เช่นการวัดความวิตกกังวลทางผู้ป่วยที่ต้องนั่งรถเข็นเมื่อขึ้นหรือลงในทางลาดชัน เป็นต้น เพื่อนำผลที่ได้จากการวัดไปปรับปรุงการสร้างทางลาดที่มีองศาเหมาะสมที่มีความเหมาะสม หรือนำไปสร้างการตรวจจับคลื่นสมองในภาวะอารมณ์ต่างๆ ที่จะเกี่ยวข้องกับอาการของโรคเช่น โรคอารมณ์

ซึมเศร้าโรคไบโพลาร์ โรคแพนิค และโรคสมาธิสั้นได้ ซึ่งโรคเหล่านี้ล้วนแต่เกิดจากความรู้สึกทางอารมณ์ที่เกิดจากสารเคมีในสมองเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งสิ้น

5.3 การนำไปใช้

การนำงานวิจัย การตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวลสามารถทราบถึงรูปแบบของคลื่นสมองที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในระหว่างการเผชิญเหตุการณ์เสมือนจริงที่ช่วงสัปดาห์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้สามารถนำองค์ความรู้ในการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงคือหน่วยการด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Health Science) โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามหน่วยบริการ (สถาบัน/โรงพยาบาลจิตเวช) ที่มีการใช้คลื่นไฟฟ้าสมองเป็นเครื่องมือวินิจฉัยโรคอยู่แล้วเช่น โรคลมชัก นำไปใช้ตรวจโรคทางอารมณ์ เช่น โรควิตกกังวล โรคกลัวแบบเฉพะเจาะจง เป็นต้น และยังสามารถใช้เพื่อบำบัดผู้ป่วยควบคู่กับการรับประทานยาเพื่อให้การบำบัดผู้ป่วยมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ตัวแบบยังสามารถใช้ทำนายระดับความวิตกกังวลของผู้ทดสอบได้ โดยจะสามารถวัดความรู้สึกต่อสิ่งเร้าที่สร้างความกลัวและความวิตกกังวลให้อยู่ในรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองผ่านทางมาตรวัดความวิตกกังวลเพื่อให้ผู้ป่วยได้ฝึกควบคุมความคิดเมื่ออยู่ในสถานการณ์สร้างความกลัวและความวิตกกังวลได้ด้วยตนเอง

หรือแม้แต่ในอุตสาหกรรมความบันเทิงเช่นอุตสาหกรรมภาพยนตร์และเกม ที่มีความจำเป็นที่ต้องสร้างเนื้อหาในภาพยนตร์หรือเกมประเภทแนวสยองขวัญ ให้มีความสมจริงที่จะสามารถถ่ายทอดอารมณ์และความรู้สึกให้กับผู้รับชมให้รู้สึกกลัว อาจนำตัวแบบการตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวลไปในวัดเนื้อหาคุณภาพของภาพยนตร์หรือเกมว่าสามารถสร้างความกลัวและความวิตกกังวลให้กับผู้ชมได้จริงหรือไม่

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้อาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

อาจมีการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้นเพื่อให้มีความหลากหลายของข้อมูลประชากรศาสตร์และนำมาสร้างตัวแบบใหม่ที่สามารถแยกความวิตกกังวลตามประชากรศาสตร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบทำนายและการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมาจากแบบสอบถามทางจิตวิทยาเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างตามระดับความวิตกกังวล ดังนั้นจึงควรนำปัจจัยอื่นๆเข้ามาศึกษาเพิ่มเติม เช่น ช่วงอายุที่มีความหลากหลายมากขึ้น และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้เป็นโรคความวิตกกังวลในโรงพยาบาลเพื่อที่จะสามารถสร้างตัวแบบการตรวจจับอัตโนมัติของตัวแบบคลื่นสมองเกี่ยวกับความวิตกกังวลให้เป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น

เพิ่มเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งข้อมูล (classification) สำหรับทำนายระดับภาวะความวิตก ด้วยเทคนิคอื่นๆ เช่น neural network เพื่อเปรียบเทียบว่าเทคนิคใดให้ค่าความแม่นยำที่สูงกว่ากัน

เพิ่มการทำวิจัยที่สอดคล้องต่อเนื่องในระยะยาว นอกจากเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง อาจขยายระยะเวลาในการติดตามหลังผ่านการฝึกจิตบำบัดโดยใช้นิวโรฟีดแบคต่อเนื่อง โดยไม่มีการพึ่งพาเครื่องมือ ระหว่าง 2 กลุ่มเพื่อดูความต่อเนื่อง เพื่อให้เห็นปัญหาและความแตกต่างที่เกิดขึ้น





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กนก พานทอง, เสรี ชัดแจ่ม, และกาญจนา พิทักษ์วัฒนานนท์. (2554). ผลของความยากของข้อสอบและความสามารถของผู้สอบที่มีต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง: การศึกษาศักยภาพไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ขณะทดสอบด้านเลขคณิต. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 9, 62-77.
- กิตต์กวี โพธิ์โน. (2561). คิดฟุ้งซ่าน กลัว กังวลเกินเหตุ นานกว่า 6 เดือน เข้าข่าย "โรควิตกกังวล" อย่าซื้อยามากินเอง. ข่าวจากหนังสือพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพจิต: เว็บไซต์กรมสุขภาพจิต สืบค้นจาก <https://www.dmh.go.th/news-dmh/view.asp?id=28234>
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). *การใช้ SPSS for Window ในการวิเคราะห์ข้อมูล* (พิมพ์ครั้งที่ 6). บริษัทธรรมสาร. กุสุมา อภิวรรชกุล (2546).
- จำลอง ดิษยวณิช, และพริ้มเพรา ดิษยวณิช. (2545). *ความเครียด ความวิตกกังวล และสุขภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). โครงการตำรา คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฉวีวรรณ สัตยธรรม. (2541). *การพยาบาลจิตเวชและสุขภาพจิต* (ล. 3). โครงการสวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราชชนกกระทรวงสาธารณสุข.
- ดารารวรรณ ต๊ะปิ่นตา. (2535). *การลดความวิตกกังวล ของพยาบาลประจำการ ที่ดูแลผู้ป่วยโรคเอดส์ ด้วยวิธีการปรับเปลี่ยนความคิดร่วมกับการฝึกสติ* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเรือง ไตรเรืองวุฒิ. (2560a). *บทความกรมสุขภาพจิต ข่าวแจกกรมสุขภาพจิตพบ 5 กลุ่มโรคหลักก่อปัญหาสุขภาพจิตคนไทยสูงถึง 7 ล้านคน คาดแนวโน้มมากขึ้นโดยเฉพาะ "เหล้า-ยาเสพติด"*. เว็บไซต์กรมสุขภาพจิต สืบค้น จาก <https://bit.ly/2NILPNk>
- บุญเรือง ไตรเรืองวุฒิ. (2560b). *บทความกรมคนไทยฆ่าตัวตาย ปีละ 5.3 หมื่นคน เฉลี่ย 6 คน/ชม. แนะนำแนวทางป้องกัน*. เว็บไซต์กรมสุขภาพจิต สืบค้น จาก <https://www.dmh.go.th/news-dmh/view.asp?id=29720>
- บุญเรือง ไตรเรืองวุฒิ. (2561b). *บทความกรมสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิต เผย "ปัญหาเครียด" ครองแชมป์ปรึกษาสายด่วน 1323 ในปี 60 แนะนำคนทำงานใช้ 10 วิธีลดปัญหา!!*. เว็บไซต์กรมสุขภาพจิต สืบค้น จาก <https://bit.ly/2oBbmwY>
- บุญเรือง ไตรเรืองวุฒิ. (2561a). *บทความกรมสุขภาพจิต สัญญาณอันตราย! โรค 'วิตกกังวล' อากาแบบไหนเข้าข่ายป่วยทางจิตเวช*. เว็บไซต์กรมสุขภาพจิต สืบค้น จาก <https://bit.ly/2kml08j>

- พรเทพ ศิริวนารังสรรค์. (2562). *บทความกรมสุขภาพจิต คนไทยฆ่าตัวตาย ปีละ 5.3 หมื่นคน เฉลี่ย 6 คน/ชม. แนะนำแนวทางการป้องกัน*. เว็บไซต์กรมสุขภาพจิต สืบค้น จาก <https://www.dmh.go.th/news-dmh/view.asp?id=29720>
- มรรยาท รุจิวิทย์ และ คณะ. (2555). *ผลของโปรแกรมการฝึกไป โอฟีดแบคและเทคนิคผ่อนคลาย ความเครียดต่อภาวะสุขภาพและระดับความเครียดของผู้ป่วยโรคหัวใจ*. *วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 20, 414-427.
- เขาวลัักษณ์ มหาสิทธิวัฒน์, และลัดดา แสนสีหา. (2540). *การช่วยเหลือผู้มีปัญหาทางจิตสังคม (ล. 2). โครงการสวัสดิการวิชาการ สบช. การพยาบาลจิตเวชและสุขภาพจิต / โดย คณาจารย์สถาบันพระบรมราชชนก*.
- ละเอียด ชูประยูร. (2541). *การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกผ่อนคลายกับอีเอ็มจีไป โอฟีดแบคใน การจัดการกับความเครียด*. *วารสารจิตวิทยาคลินิก*, 2, 1-15.
- วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์. (2556). *การประเมินความตั้งใจจดจ่อโดยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและการ ประยุกต์ใช้ในเด็กที่เป็นโรคสมาธิสั้น*. *วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 20, 1-12.
- วีรกร พงษ์วัน, และ ศรีสุภา ดวงลา. (2559). *ผลของการฟังบทสวดมนตร์ทำสมาธิต่อการผ่อนคลาย ผ่านการศึกษการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมทางประสาทด้วยเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้า สมอง EEG (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริลักษณ์ สุภปิณฑิ. (2546). *ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพจิต แนวทางการเสริมสร้าง พัฒนา ป้องกันและแก้ไขสุขภาพจิตของคนไทย*. เว็บไซต์สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคม แห่งชาติ. สืบค้น จาก <http://www2.nesac.go.th/document/images06/06110006a.doc>.
- สันสนีย์ สมิตระเกษตริน. (2528). *การศึกษาสุขภาพจิตของผู้ป่วยโรคเรื้อน (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยมหิดล สาขาจิตวิทยาคลินิก.
- สมภพ เรืองตระกูล. (2545). *ตำราจิตเวชศาสตร์ (ล. 10)*. มหาวิทยาลัยมหิดล คณะแพทยศาสตร์ศิริ ราชพยาบาล.
- สมภพ เรืองตระกูล. (2547). *อาการทางจิตเวชในผู้ป่วยโรคทางกาย (ล. 1)*. มหาวิทยาลัยมหิดล คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล.
- สวัสดิ์ชัย ศรีพนมธนากร. (2548). *การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติก*. สืบค้น จาก <http://www.thairenu.com/logistic.htm>.
- อรพรรณ ลีบุญชูวัชชัย. (2543). *การพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวช (ล. 1)*. คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุบล นวัตกรรม. (2531). *ความวิตกกังวลและการพยาบาลกรณีเลือกสรรการพยาบาลมารดาและทารก (ด. 1)*. คณะการพยาบาลจิตเวชศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ภาษาต่างประเทศ

A. Gupta, E. Ramdinmawii, & V. K. Mittal. (2016). Significance of alpha brainwaves in meditation examined from the study of binaural beats. *International Conference on Signal Processing and Communication (ICSC), Noida, India*, 484 – 489.

Andrius Vytutas, TadasMeskauskas, & RutaSamaitiene. (2019). Algorithm for automatic EEG classification according to the epilepsy type: Benign focal childhood epilepsy and structural focal epilepsy. *Journal of Biomedical Signal Processing and Control*, 48, 118-127.

Angevine, J., & Cotman, C. (1981). *Principles of Neuroanatomy*: Oxford University Press.

B. S. Zainuddin, Z. Hussain, & I. S. Isa. (2014). *Alpha and beta EEG brainwave signal classification technique: A conceptual study*. International Conference on Colloquium on Signal Processing and its Applications. Kuala Lumpur, Malaysia, 233 – 237.

Chin-Ling Chen. (2017). *Neurofeedback based attention training for children with ADHD*. International Conference on Awareness Science and Technology, Taichung, Taiwan, 93-97.

Chomboon K. (2015). *Classification Technique for Minority Class on Imbalanced Dataset with Data Partitioning Method*. (PhD Thesis), Nakhon Ratchasima. Suranaree. University of Technology.

D. H. Joshi, U. K. Jaliya, & D. G. Thakore. (2016). *A.R.G.O.S: Alertness Rating Gamma Brainwave Observation System*. International Conference on Data Mining and Advanced Computing (SAPIENCE). Ernakulam, India, 374 – 377.

D'Albis, T., (2012). A Predictive Speller for a Brain Computer Interface Based on Motor Imagery. *Journal of ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 19(3), 20-29.

Debra A. Dunstan, Ned Scott, Anna K. Todd. (2017). Screening for anxiety and depression: reassessing the utility of the Zung scales. *Journal of BMC Psychiatry*, 17(1), 85–93.

- Dennis TA., Solomon B., (2010). Frontal EEG and Emotion Regulation: Electrocortical Activity in Response to Emotional Film Clips is Associated with Reduced Mood Induction and Attention Interference Effects. *Journal of Biological Psychology*, 85(3), 456-464.
- Davide Crivelli, Giulia Fronda, & Michela Balconi. (2019). Neurocognitive Enhancement Effects of Combined Mindfulness–Neurofeedback Training in Sport. *Journal of Neuroscience*, 412(1), 83-93.
- Elena Ratti. Rogers., Shani Waninger, Chris Berka, Giulio Ruffini, & Ajay Verma. (2017). Comparison of Medical and Consumer Wireless EEG Systems for Use in Clinical Trials. *Journal of frontiers in human neuroscience*, 11, 1–7.
- Emily Carl (2019). Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials, *Journal of Anxiety Disorders*, 61, 27-36.
- Freud, S. (1963). *Psychoanalysis: General Psychological Theory*. New York: Collier Books
- Feng-Ming Yeh, Der-Chin Chen, Jui-To Wang, Shih-Chieh Lee, & Siak Lim Lee. (2016). New Inspection Method of Visual Refractive Error Using Brainwave Patterns. *Journal of Procedia Engineering*, 140, 85-94.
- Graimann, B. , Allison, B. Z. , & Pfurtscheller, G. (2010) . Brain-computer interfaces: Revolutionizing human-computer interaction. Springer Science & Business Media, XIV, 393 p., Hardcover ISBN: 978-3-642-02090-2
- Gullone, Eleonora & King, Neville J. (2014). Psychometric Evaluation of a Revised Fear Survey Schedule for Children and Adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 33(6), 987-998.
- Hillyard SA, Hink RF, Schwent VL, et al. *Electrical signs of selective attention in the human brain*. Science 1973;182 pp. 77-80.
- Huang, D., Qian, K., Oxenham, S., Fei, D. Y., & Bai, O. (2011). *Event-related Desynchronization synchronization-based brain-computer interface towards Volitional cursor control in a 2D center-out paradigm*. International Conference on Symposium on Computational Intelligence, Cognitive Algorithms, Mind, and Brain, Paris, France, 151-158.
- He Chen, Yan Song & Xiaoli L., (2019). A deep learning framework for identifying children with ADHD using an EEG-based brain network. *Journal of Neurocomputing*, 83-96.

- I. P. Ganin, E. A. Kosichenko, & A. Ya. (2018) Properties of EEG Responses to Emotionally Significant Stimuli Using a P300 Wave-Based Brain–Computer Interface. *Journal of Neuroscience and Behavioral Physiology*, 48(9), 1093-1099.
- Jeffrey M. Rogers., Stuart J. Johnstone, Anna Aminov, James Donnelly, & Peter H. Wilson a. (2016). Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system. *Journal of Psychophysiology*, 106, 87–96.
- Ji J, Porjesz B, & Begleiter H, et al. (1999). P300: the similarities and differences in the scalp distribution of visual and auditory modality. *Journal of Brain Topogr*, 11(4), 15-27.
- Johnson R Jr. (1989). Developmental evidence for modality-dependent P300 generators: a normative study. *Journal of Psychophysiology*, 26(6), 51-67.
- Kain, E.(2017). The Most Disappointing Video Games of 2017.
<https://www.forbes.com/sites/erikkain/2017/12/19/the-top-11-most-disappointing-video-games-of-2017/#1b2595fc76c6>. [Accessed 21 Feb 2017].
- Kaplan, H.I. & Sadock, B.J. (1996). Pocket handbook of clinical psychiatry. (2th Ed.). Baltimore: Williams and Wilkins.
- Kang DH, Jo HJ, & Jung WH, et al. (2013). The effect of meditation on brain structure: cortical thickness mapping and diffusion tensor imaging. *Journal of Soc Cogn Affect Neurosci*, 8(1), 27-33.
- Khemchandani, R. , & Chandra, S. (2007) . Twin support vector machines for pattern classification. Pattern Analysis and Machine Intelligence, *Journal of IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 29(5), 905-910.
- Kubik, A., Kuik, P., Stanios, M., & Kraj, B., (2016). Clinical and neurophysiological data of neurofeedback therapy in children with ADHD. *Journal of Przegł Lek*, 73(3), pp. 48–51.
- Lin, J.H.T. (2017). Fear in virtual reality (VR): fear elements, coping reactions, immediate and next-day fright responses toward a survival horror zombie virtual reality game. *Journal of Computers in Human Behavior*, 72, 350–361.
- M. b. Yahya & Z. H. Murat, (2014). Temporal hemispheric dominance of omega-3: Measurement of theta and delta brainwaves using EEG, *International Conference on Control System, Computing and Engineering, Batu Ferringhi, Malaysia*, 95-100.

- Margaret M. Bradley, & Peter J. Lang, (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Martin D. Marciniak, Maureen J. Lage, Eduardo Dunayevich, James M. Russell, Lee Bowman, Ronald P., Landbloom, & Louise R Levine. (2005). The cost of treating anxiety: the medical and demographic correlates that impact total medical costs. *Journal of the Anxiety and Depression Association of America*, 21(4), 149-203.
- McFarland, D. J., & Wolpaw, J. R. (2011). Brain-computer interfaces for communication and control. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 54(5), 60-66.
- McFarland, D. J., Sarnacki, W. A., & Wolpaw, J. R. (2010). Electroencephalographic (EEG) control of three-dimensional movement. *Journal of Neural Engineering*, 7(3), 35-42.
- Meltzer, B., Reichenbach, C. S., Braiman, C., Schiff, N. D., Hudspeth, A. J., & Reichenbach, T. (2015). The steady-state response of the cerebral cortex to the beat of music reflects both the comprehension of music and attention. *Journal of Frontiers in human neuroscience*, 6(9), 436-442.
- N. Jatupaiboon, S. Pan-Ngum, & P. Israsena. (2013). Emotion classification using minimal EEG channels and frequency bands. *International Conference on Computer Science and Software Engineering, Maha Sarakham, Thailand*, 21-24.
- N. Jatupaiboon, S. Pan-Ngum, and P. Israsena, (2013). Real-time EEG-based happiness detection system, *Journal of The Scientific World Journal*, 1-12.
- Opris, D., Pinteá, S., García-Palacios, A., Botella, C., Szamosközi, s., & David, D. (2012). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a quantitative meta-analysis. *Journal of Depress. Anxiety*, 29(2), 85-93.
- P. Tangkraingij, A. Montaphan, & I. Nakavisute, (2017). An appropriate number of neurons in a hidden layer for personal authentication using delta brainwave signals, *International Conference on Control and Robotics Engineering, Bangkok, Thailand*, 232 – 236.
- Parsons, T.D., & Rizzo, A.A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: a meta-analysis. *Journal of J Behav Ther Exp Psychiatry*, 39(3), 250-261.

- Peplau, H.E. (1991). *Interpersonal releasing in nursing: A conceptual framework of reference for psychodynamic nursing*. New York: Springer publishing Co, Inc.
- Prabhjot Kaur, & Anjana Gosain. (2017). Comparing the Behavior of Oversampling and Undersampling Approach of Class Imbalance Learning by Combining Class Imbalance Problem with Noise. *Journal of ICT Based Innovations*, 653, 23–30.
- Price, M., Mehta, N., Tone, E.B., & Anderson, P.L. (2011). Does engagement with exposure yield better outcomes? Components of presence as a predictor of treatment response for virtual reality exposure therapy for social phobia. *Journal of J Anxiety Disorder*, 5(6), 763–770.
- Patryk Lakuta, (2018). Social anxiety questionnaire (SAQ): Development and preliminary validation. *Journal of Affective Disorders*, 238(1), 233-243.
- Ramadan, R. A., Refat, S., Elshahed, M. A., & Ali, R. A. (2015). Basics of Brain Computer Interface. In Brain-Computer Interfaces. *Journal of Brain-Computer Interfaces*, 31-50.
- Reuters. (2017). Sony's PlayStation VR headset sales top 1 million units.
<https://www.cnbc.com/2017/06/07/sonys-playstation-vr-headset-sales-top-1-million-units.html>.
- S. Finger. (1994). *Origins of Neuroscience: A History of Explorations Into Brain Function*. Oxford University Press,
- S. Jirayucharoensak, S. Pan-Ngum, & P. Israsena, (2014). EEG-Based Emotion Recognition Using Deep Learning Network with Principal Component Based Covariate Shift Adaptation, *Journal of Scientific World Journal*, 1-10.
- Sarason, I. G. (1972). *Personality: An objective approach* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Shih, J. J., Krusienski, D. J., & Wolpaw, J. R. (2012). Brain-computer interfaces in Medicine. *Journal of Mayo Clinic Proceedings*, 87(3), 268-279.
- Shih-Ching Yeh, Yuan-Yuan Li, Chu Zhou, Pin-Hua Chiu, & Jun-Wei Chen. (2017). *Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Induced Anxiety*. International Conference on Enterprise Systems, 132–138.

- Shuman, S. (2017). *The Scariest PS4 and PS VR Horror Games of 2017*.
<https://blog.us.playstation.com/2017/10/29/the-scariest-ps4-and-ps-vr-horror-games-of-2017/>.
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Journal of Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 364(1535), 3549–3557.
- Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the state-trait Anxiety inventory (Form Y)*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Spielberger, C. D. (1985). Assessment of state and trait anxiety: Conceptual and methodological issues. *Journal of Southern Psychologist*, 2(4), 6–16.
- Spielberger, C.D. (1972). *Anxiety: Current trends in theory and research*. New York: Academic Press.
- Sullivan, H.S. (1953). *The interpersonal theory of psychiatry*. New York: Norton.
- Tanyaporn Rattanawan, (2017). *Electroencephalographic Study of Shoulder Massage*, International Conference on Electrical Engineering, Phuket, Thailand, 27-30.
- Tulika Ghosh, Masroor Jahan, & Amool R. Singh. (2014). The efficacy of electroencephalogram neurofeedback training in cognition, anxiety, and depression in alcohol dependence syndrome: A case study. *Journal of Industrial Psychiatry*, 23(2), 166-170.
- Woodham, A. & Peters, D. (1997). *Encyclopedia of complementary medicine*. London: Dorling Kindersley
- World Health Organization. (2019). <https://www.who.int/features/qa/gaming-disorder/en/>
- X. Jie, R. Cao, & L. Li,. (2014). Emotion recognition based on the sample entropy of EEG, *Journal of Bio-Medical Materials and Engineering*, 24(1), 1185-1192,
- Y. H. Liu, C. T. Wu, Y. H. Kao, and Y. T. Chen,. (2013). Single-trial EEG-based emotion recognition using kernel Eigen-emotion pattern and adaptive support vector machine, *International Conference on Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 4306-4309.
- Yilmaz, M., Sezer, H., Gürler, H. and Bekar, M. (2012). Predictors of preoperative anxiety in surgical inpatients. *Journal of Clinical Nursing*, 21(7-8), 956-964.

- Y. Liu and O. Sourina, (2014). Real-time subject-dependent EEG-based emotion recognition algorithm. *Journal of Transactions on Computational Science XXIII*, 8490, 199-223.
- Y. P. Lin, Y. H. Yang, and T. P. Jung, (2014). Fusion of electroencephalographic dynamics and musical contents for estimating emotional responses in music listening, *Journal of Frontiers in Neuroscience*, 8(91), 1-14.
- Z. Lan, O. Sourina, L. Wang, and Y. Liu, (2014). Stability of features in realtime EEG-based emotion recognition algorithm, *International Conference on Cyberworlds*, 137-144.
- Zung WWK. (1971). A rating instrument for anxiety disorders. *Journal of Psychosomatics*, 12(6), 371-379.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
แบบสอบถามวัดระดับวิตกกังวลของ Zung



แบบสอบถามวัดระดับวิตกกังวลของ Zung

คำชี้แจง ข้อความต่อไปนี้เป็นแบบทดสอบวัดความวิตกกังวลของกับตัวท่านเอง โปรด อ่านข้อความในแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย / ลงในช่องด้านขวา คำถามในแต่ละข้อข้างล่าง กรุณาตรวจสอบคำตอบที่อธิบายความถี่ของความรู้สึกหรือพฤติกรรมของคุณได้ดีที่สุดที่เกิดขึ้นในช่วงหลายวันที่ผ่านมา

แทบจะไม่ค่อยเกิดขึ้น หมายถึง ผู้ตอบมีความทุกข์เกี่ยวกับอาการนั้นอยู่บ้างเล็กน้อย

เกิดขึ้นเป็นบางเวลา หมายถึง ผู้ตอบมีความทุกข์เกี่ยวกับอาการนั้นอยู่บ้างบางเวลาแต่ไม่สม่ำเสมอ และเป็นจำนวนน้อย

เกิดขึ้นเป็นปกติ หมายถึง ผู้ตอบมีความทุกข์เกี่ยวกับอาการนั้นสม่ำเสมอ และมีจำนวนพอประมาณ ไปถึงมาก

เกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่ หมายถึง ผู้ตอบมีความทุกข์เกี่ยวกับอาการนั้นอย่างมากทั้งความถี่ และความรุนแรง และเป็นเกือบหรือตลอดเวลา

	แทบจะไม่ค่อยเกิดขึ้น	เกิดขึ้นเป็นบางเวลา	เกิดขึ้นเป็นปกติ	เกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่
1.ฉันรู้สึกประหม่าและกังวลมากกว่าปกติ				
2.ฉันรู้สึกกระแวงโดยไร้เหตุผล				
3.ฉันรู้สึกโกรธได้ง่าย หรือ รู้สึกตื่นตระหนกอย่างฉับพลัน				
4.ฉันรู้สึกเหมือนแตกเป็นเสี่ยงๆและควบคุมตัวเองไม่ได้				
5.ฉันรู้สึกทุกอย่างเป็นปกติดีและจะไม่ มีเรื่องร้ายเกิดขึ้น				
6.แขนและขาของฉันรู้สึกตื้อ				
7.ฉันมักจะมีอาการปวดหัว ปวดคอ และ หงั				
8.ฉันรู้สึกอ่อนแอและเหนื่อยได้ง่าย				

	แทบจะไม่ ค่อยเกิดขึ้น	เกิดขึ้นเป็น บางเวลา	เกิดขึ้นเป็น ปกติ	เกิดขึ้นเป็น ส่วนใหญ่
9.ฉันรู้สึกสงบและสามารถนั่งนิ่งๆได้ ปกติ				
10.ฉันรู้สึกหัวใจเต้นเร็ว				
11.ฉันมักจะมีตัวอาการวิงเวียนศีรษะ				
12.ฉันเหมือนจะเป็นลม				
13.ฉันสามารถหายใจเข้าและออกได้ อย่างปกติ				
14.ฉันมีอาการนิ้วมือและนิ้วเท้าชา				
15.ฉันมักจะมีอาการปวดท้องหรือ อาหารไม่ย่อย				
16.ฉันต้องเข้าห้องน้ำปัสสาวะอยู่ บ่อยครั้ง				
17.โดยปกติมือของฉันจะแห้งและไม่ เหนื่อออกง่าย				
18.ใบหน้าของฉันรู้สึกร้อนและแดง				
19.ฉันนอนหลับได้ปกติและรู้สึกหลับ สบาย				
20.ฉันชอบฝันร้ายอยู่บ่อยครั้ง				

Sources

William WK Zung. A Rating Instrument for Anxiety Disorders. 12(6): Psychosomatics 371-379. 1971.

แบบสอบถามวัดความวิตกกังวลฉบับแปล เป็นภาษาไทย (Original ชื่อ A Rating Instrument for Anxiety Disorders ของ Dr. William K.Zung) จาก (ค้นสนีย์, 2528)

ภาคผนวก ข.

ผลการทำแบบสอบถามวัดระดับวิตกกังวลของกลุ่มทดลอง



คนที่	คณะ	เพศ	อายุ	Zung Self- Rating Anxiety	แปลความหมาย
1	IT	หญิง	20	38	0 Normal Range
2	IT	ชาย	18	55	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
3	IT	ชาย	20	30	0 Normal Range
4	IT	ชาย	21	27	0 Normal Range
5	IT	ชาย	18	51	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
6	IT	หญิง	21	58	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
7	IT	หญิง	20	24	0 Normal Range
8	IT	หญิง	21	64	2 Marked to Severe Anxiety Levels
9	IT	หญิง	21	52	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
10	IT	ชาย	19	36	0 Normal Range
11	IT	หญิง	18	41	0 Normal Range
12	IT	หญิง	21	23	0 Normal Range
13	IT	หญิง	22	78	3 Extreme Anxiety Levels
14	IT	ชาย	20	50	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
15	IT	ชาย	18	51	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
16	IT	หญิง	20	67	2 Marked to Severe Anxiety Levels
17	IT	หญิง	22	38	0 Normal Range
18	IT	หญิง	22	47	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
19	IT	หญิง	20	59	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
20	IT	หญิง	18	35	0 Normal Range
21	IT	ชาย	19	48	1 Mild to Moderate Anxiety Levels

22	IT	ชาย	19	75	3 Extreme Anxiety Levels
23	IT	หญิง	18	40	0 Normal Range
24	IT	หญิง	20	73	2 Marked to Severe Anxiety Levels
25	IT	ชาย	22	56	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
26	IT	ชาย	20	70	2 Marked to Severe Anxiety Levels
27	IT	ชาย	20	65	2 Marked to Severe Anxiety Levels
28	IT	ชาย	19	41	0 Normal Range
29	IT	ชาย	20	52	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
30	IT	ชาย	18	43	0 Normal Range
31	BA	หญิง	20	29	0 Normal Range
32	BA	ชาย	20	26	0 Normal Range
33	BA	ชาย	20	42	0 Normal Range
34	BA	ชาย	18	23	0 Normal Range
35	BA	ชาย	21	42	0 Normal Range
36	BA	หญิง	18	54	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
37	BA	ชาย	19	69	2 Marked to Severe Anxiety Levels
38	BA	ชาย	22	35	0 Normal Range
39	BA	ชาย	20	28	0 Normal Range
40	BA	ชาย	21	49	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
41	BA	หญิง	21	73	2 Marked to Severe Anxiety Levels
42	BA	หญิง	22	80	3 Extreme Anxiety Levels
43	BA	ชาย	22	39	0 Normal Range
44	BA	ชาย	18	38	0 Normal Range

45	BA	ชาย	18	30	0 Normal Range
46	BA	ชาย	21	49	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
47	BA	ชาย	18	24	0 Normal Range
48	BA	ชาย	22	67	2 Marked to Severe Anxiety Levels
49	BA	ชาย	20	36	0 Normal Range
50	BA	หญิง	20	76	3 Extreme Anxiety Levels
51	BA	ชาย	22	29	0 Normal Range
52	BA	ชาย	21	69	2 Marked to Severe Anxiety Levels
53	BA	ชาย	22	56	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
54	BA	หญิง	21	76	3 Extreme Anxiety Levels
55	BA	ชาย	19	33	0 Normal Range
56	BA	หญิง	22	45	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
57	BA	ชาย	18	38	0 Normal Range
58	BA	ชาย	18	68	2 Marked to Severe Anxiety Levels
59	BA	ชาย	18	45	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
60	BA	ชาย	18	64	2 Marked to Severe Anxiety Levels
61	Eng	ชาย	21	32	0 Normal Range
62	Eng	หญิง	18	72	2 Marked to Severe Anxiety Levels
63	Eng	ชาย	18	77	3 Extreme Anxiety Levels
64	Eng	ชาย	22	54	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
65	Eng	ชาย	19	32	0 Normal Range
66	Eng	ชาย	18	22	0 Normal Range
67	Eng	หญิง	20	40	0 Normal Range

68	Eng	ชาย	22	50	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
69	Eng	ชาย	22	23	0 Normal Range
70	Eng	ชาย	21	61	2 Marked to Severe Anxiety Levels
71	Eng	หญิง	21	79	3 Extreme Anxiety Levels
72	Eng	ชาย	20	30	0 Normal Range
73	Eng	ชาย	22	75	3 Extreme Anxiety Levels
74	Eng	ชาย	21	27	0 Normal Range
75	Eng	ชาย	20	32	0 Normal Range
76	Eng	ชาย	19	60	2 Marked to Severe Anxiety Levels
77	Eng	ชาย	18	45	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
78	Eng	ชาย	22	75	3 Extreme Anxiety Levels
79	Eng	ชาย	22	32	0 Normal Range
80	Eng	หญิง	21	56	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
81	Eng	หญิง	20	25	0 Normal Range
82	Eng	ชาย	20	38	0 Normal Range
83	Eng	หญิง	21	33	0 Normal Range
84	Eng	ชาย	20	51	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
85	Eng	ชาย	22	63	2 Marked to Severe Anxiety Levels
86	Eng	ชาย	19	34	0 Normal Range
87	Eng	ชาย	22	80	3 Extreme Anxiety Levels
88	Eng	หญิง	22	72	2 Marked to Severe Anxiety Levels
89	Eng	ชาย	20	57	1 Mild to Moderate Anxiety Levels
90	Eng	หญิง	21	78	3 Extreme Anxiety Levels

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่ยังไม่ผ่านการแปลงเป็นหน่วยไมโคร
โวลต์ (μV) ที่ได้จากการบันทึกของตัวอุปกรณ์ Neurosky Mindwave



obs	time	Delta	Theta	Alpha	Beta	Gamma	Attention	Meditatic	Blink	Derived	totPwr	class
1	1.6	87924	50965	1305943	567849	610190	40	67	66	0.25	717457	0
2	2.6	338037	711398	2567169	491301	502310	89	96	37	0.07	2741320	0
3	3.8	289096	3037139	2010072	437556	416451	35	37	87	0.36	6094921	0
4	4.9	547431	46574	1851301	415435	239760	69	97	229	0.27	1124172	0
5	5.9	372016	202494	955347	273409	198806	50	27	228	0.04	1765967	0
6	6.9	2880	53273	2803537	136340	329057	37	16	38	0.16	3556711	0
7	8	486754	18815	2608375	203877	317729	64	90	228	0.61	1890029	0
8	9	14872	49215	1081041	532048	247589	66	3	24	0.43	1944622	0
9	10	16899	123238	1270882	132110	426763	34	9	203	0.18	458489	0
10	11.1	28001	42226	2694527	279451	620238	87	16	215	0.04	2291111	0
11	12.1	65152	378393	823015	519530	393092	71	92	253	0.11	3606813	0
12	13.1	19665	2039	1214797	181399	20830	22	53	95	0.4	1393103	0
13	14.2	89248	7884	1425857	387848	634847	71	56	225	0.1	3150272	0
14	15.2	44048	319419	1065340	254316	578395	64	65	146	0.4	1245971	0
15	16.2	460541	138495	2427302	684460	7302	20	81	207	0.28	1306291	0
16	17.3	388026	24	183541	469063	294698	89	5	33	0.57	2283972	0
17	18.3	119969	11171	2407286	39115	130461	84	75	122	0.31	703794	0
18	19.3	295927	19306	2231632	286252	279939	5	79	69	0.19	2214321	0
19	20.4	3695	1125341	1289069	169583	100281	97	73	163	0.27	1937778	0
20	21.4	194991	122080	1640198	4873	330195	16	54	221	0.47	1161377	0
21	22.4	12634	734709	1229363	615953	341294	34	47	53	0.12	2259440	0
22	23.5	965893	886791	2519382	150109	638576	49	98	11	0.33	2595834	0
23	24.5	530	1204165	1560507	587283	95693	90	28	190	0.45	2489441	0
24	25.5	48136	4269	2732669	516530	426146	52	65	151	0.34	2325307	0
25	26.6	13353	1011734	921483	455200	458715	26	99	65	0.05	1197085	0
26	27.6	318640	19484	229689	631058	511292	32	46	57	0.13	1466098	0
27	28.6	68468	55671	436837	701079	342546	28	45	11	0.12	997677	0
28	29.7	9122	14779	2611069	467389	357429	66	3	105	0.48	1622544	0
29	30.7	26046	157782	2235697	548798	452315	36	66	33	0.3	4305551	0
30	31.7	528271	788813	1921222	111831	583027	72	25	203	0.13	2129836	0
31	32.7	35454	319065	331698	202131	282451	73	54	4	0.3	1526541	0
32	33.8	7048	133898	1302580	222228	73781	1	29	43	0.8	846715	0
33	34.8	141195	23059	2277945	431621	617143	36	70	211	0.82	3388242	0
34	35.8	1123736	45008	34890	680930	481800	76	99	196	0.21	1885951	0
35	36.9	29295	943058	2676562	47535	162001	38	32	24	0.35	1893490	0
36	37.9	12379	10169	1876834	269782	106518	88	78	203	0.39	1382255	0
37	38.9	284309	268647	2679379	531414	567111	1	64	68	0.24	4469753	0

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่แปลงเป็นหน่วยไมโครโวลต์ (μV)



obs	time	Delta	Theta	Alpha	Beta	Gamma	Attention	Meditatic	Blink	Derived	totPwr	class
1	1.6	0.02	0.02	0.29	0.13	0.14	40	67	66	0.25	717457	0
2	2.6	0.08	0.16	0.57	0.11	0.12	89	96	37	0.07	2741320	0
3	3.8	0.07	0.67	0.45	0.1	0.1	35	37	87	0.36	6094921	0
4	4.9	0.13	0.02	0.41	0.1	0.06	69	97	229	0.27	1124172	0
5	5.9	0.09	0.05	0.21	0.07	0.05	50	27	228	0.04	1765967	0
6	6.9	0.01	0.02	0.62	0.03	0.08	37	16	38	0.16	3556711	0
7	8	0.11	0.01	0.58	0.05	0.07	64	90	228	0.61	1890029	0
8	9	0.01	0.02	0.24	0.12	0.06	66	3	24	0.43	1944622	0
9	10	0.01	0.03	0.28	0.03	0.1	34	9	203	0.18	458489	0
10	11.1	0.01	0.01	0.6	0.07	0.14	87	16	215	0.04	2291111	0
11	12.1	0.02	0.09	0.19	0.12	0.09	71	92	253	0.11	3606813	0
12	13.1	0.01	0.01	0.27	0.04	0.01	22	53	95	0.4	1393103	0
13	14.2	0.02	0.01	0.32	0.09	0.14	71	56	225	0.1	3150272	0
14	15.2	0.01	0.08	0.24	0.06	0.13	64	65	146	0.4	1245971	0
15	16.2	0.11	0.04	0.54	0.16	0.01	20	81	207	0.28	1306291	0
16	17.3	0.09	0.02	0.05	0.11	0.07	89	5	33	0.57	2283972	0
17	18.3	0.03	0.01	0.53	0.01	0.03	84	75	122	0.31	703794	0
18	19.3	0.07	0.01	0.5	0.07	0.07	5	79	69	0.19	2214321	0
19	20.4	0.01	0.25	0.29	0.04	0.03	97	73	163	0.27	1937778	0
20	21.4	0.05	0.03	0.37	0.01	0.08	16	54	221	0.47	1161377	0
21	22.4	0.01	0.17	0.28	0.14	0.08	34	47	53	0.12	2259440	0
22	23.5	0.22	0.2	0.56	0.04	0.15	49	98	11	0.33	2595834	0
23	24.5	0.12	0.27	0.35	0.13	0.03	90	28	190	0.45	2489441	0
24	25.5	0.02	0.01	0.61	0.12	0.1	52	65	151	0.34	2325307	0
25	26.6	0.01	0.23	0.21	0.11	0.11	26	99	65	0.05	1197085	0
26	27.6	0.08	0.01	0.06	0.14	0.12	32	46	57	0.13	1466098	0
27	28.6	0.02	0.02	0.1	0.16	0.08	28	45	11	0.12	997677	0
28	29.7	0.01	0.01	0.58	0.11	0.08	66	3	105	0.48	1622544	0
29	30.7	0.01	0.04	0.5	0.13	0.1	36	66	33	0.3	4305551	0
30	31.7	0.12	0.18	0.43	0.03	0.13	72	25	203	0.13	2129836	0
31	32.7	0.01	0.08	0.08	0.05	0.07	73	54	4	0.3	1526541	0
32	33.8	0.01	0.03	0.29	0.05	0.02	1	29	43	0.8	846715	0
33	34.8	0.04	0.01	0.51	0.1	0.14	36	70	211	0.82	3388242	0
34	35.8	0.25	0.01	0.01	0.15	0.11	76	99	196	0.21	1885951	0
35	36.9	0.01	0.21	0.59	0.02	0.04	38	32	24	0.35	1893490	0
36	37.9	0.01	0.01	0.42	0.06	0.03	88	78	203	0.39	1382255	0
37	38.9	0.07	0.06	0.59	0.12	0.13	1	64	68	0.24	4469753	0

ภาคผนวก จ.

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเรื่อง **Brainwave Detection Model for
Panic Attacks Based on Event-related Potential, Journal of
University of Babylon for Pure and Applied Sciences (JUBPAS)**
p.333-344, Vol 27, No 1, April 2019.



[Home](#) / [Archives](#) / [Vol. 27 No. 1 \(2019\)](#) / [Articles](#)

Brainwave Detection Model for Panic Attacks Based on Event-related Potential

Puwadol Sirikongtham

Dhurakij Pundit University, Thailand

Worapat Paireekreng

Dhurakij Pundit University, Thailand

Suwannit Chareen Chit

Universiti Utara Malaysia, Malaysia

DOI: <https://doi.org/10.29196/jubpas.v27i1.2168>

Keywords: Beck Anxiety Inventory (BAI), brainwave patterns, event-related potential, panic attacks

Abstract

Panic attacks could adversely affect a patient's daily life and can pose risks to others. The symptoms of panic attacks can be timely observed by detecting the brainwave. This research presents a model that can evaluate the level of panic attack symptoms using the brainwaves detection during (or before) the symptom occurs. It helps monitor the patient's brainwave based on Event-related potential (ERP). The model is derived from the simulation with horror pictures and frightening sound on the experimental



PDF

Published
2019-04-01

<https://www.journalofbabylon.com/index.php/JUBPAS/article/view/2168>

ภาคผนวก ฉ.

**ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเรื่อง EEG Effectiveness of Virtual
Reality the Study Acrophobia for the Emotional Elicitation,
Journal of Information Science and Technology (JIST) p.56-62,**

Vol 9, No 2, Dec. 2019.

Home / Archives
 / Vol. 9 No. 2 (2019): Journal of Information Science and Technology (JIST) [Jul. 2019 - Dec. 2019]
 / Research Article: Human-Computer Interaction (Detail in Scope of Journal)

EEG Effectiveness of Virtual Reality the Study Acrophobia for the Emotional Elicitation



PDF (ภาษาไทย)

Published: Dec 26, 2019

DOI:
<https://doi.org/10.14456/jist.2019.14>

Keywords:
 Electroencephalogram,
 Anxiety, Acrophobia, Virtual
 Reality

ภูวดล ศิริทองธรรม
 Thai-Nichi Institute of Technology
<https://orcid.org/0000-0001-6335-5827>

วรภัทร โพธิ์เกรง
 College of Innovative Technology and Engineering, Dhurakij Pundit
 University

Abstract

The anxiety can be phobia to objects or situations which makes people unable to control fear and cannot confront with frightened situation. So the people will try to avoid such a situation. When they encounter or expect to be confronted with something that they fear, the situation will cause severe anxiety and lead to physical appearance such as shaking, sweating or heart pounding. This anxiety greatly affects personal being. Therefore, this research aims to study the changes in electroencephalogram (EEG) related to specific anxiety (Acrophobia). The samples in the experiment can be divided into 2 groups which are experimental group and controlled group using anxiety screening test by Zung Self-Rating Anxiety Scale and virtual reality for simulating the scenarios. When the controlled group wears the virtual reality glasses, the ecosystems and environment enforce the samples feel uncomfortable and anxious. This leads to the changes in electroencephalogram and measured by Neurosky MindWave. The Paired sample t-test has been used in this experiment. It showed that the frequency of Alpha, Beta and Gamma waves had been increased significantly with 0.05 ($p < 0.05$), whereas Delta and Theta waves had not been changed. The benefits of this research will be the guidelines for managing the problems related to immediate and fatal anxiety. It can be extended to measure the

Journal of Information Science and Technology
 (JIST)



Approved by TCI during 2020 - 2024

Indexed in TCI 

Editor: Dr. Kaboon Thongtha

Publication :: JIST

Volume / No. / Month: Volume 11 No 1, JAN - JUN 2021 (Now!!!)

Initial Submission Window (dd/mm/yyyy): Now until 31/02/2021

Submit paper: Online Journal System

Final Submission (dd/mm/yyyy): 15/06/2021 (Only Accepted Papers with double blinded Peer-review)

Frequency: 2 No.(Issues) Per Year

Periodicity (Publication) : Publish 2 issues per year (JAN – JUN and JULY – DEC). (Indexed by TCI tier 2)

Publication Charge: Free!

ISSN: 1906-9553 (Print)

<https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST/article/view/227370>



ภาคผนวก ช.

ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ เรื่อง **The Study of Electronic
Brainwave on Horror Games Via Virtual Reality” ,The 7th
International Conference on Computing and Informatics 2019
(ICOCI2019) ,Bangkok ,Thailand ,March 2019.**





มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

มอบเกียรติบัตรฉบับนี้เพื่อแสดงว่า

ภูวดล ศิริกองธรรม

ได้นำเสนอผลงานวิชาการ

การศึกษาค้นคว้าเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการเล่นเกมของวัยรุ่นบนเทคโนโลยีเสมือนจริง

ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14

Digital Technology for Sustainable Wellbeing and Smart Society

วันที่ 21 มิถุนายน 2562

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิตย์ เพ็ชรรักษ์)

รองอธิการบดีสายงานวิชาการ



ภาคผนวก ซ.

หนังสือรับรองการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ เรื่อง **The use of
Neurofeedback and virtual reality in Acrophobia research and
treatment, Journal of Information Technology (ITJ) Vol 18, No 1,
January 2022.**



ที่ อว ๗๑๐๗/๓๗๒



คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กทม. ๑๐๘๐๐

๕ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง แจ้งผลการรับพิจารณาบทความวิจัยเพื่อลงพิมพ์วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ

เรียน คุณภูวตล ศิริกองธรรม

ตามที่ท่านได้ส่งบทความ เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนิเวศน์แบ็คผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อลดความวิตกกังวลของผู้ที่กลัวความสูง” เพื่อพิจารณาลงพิมพ์วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศนั้น ทางคณะกรรมการจัดทำวารสารได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของบทความของท่านเรียบร้อยแล้ว โดยทางคณะกรรมการเห็นควรให้ลงตีพิมพ์บทความของท่านในวารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ ปีที่ ๑๘ ฉบับที่ ๑ เดือนมกราคม-มิถุนายน ๒๕๖๕

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์)
บรรณาธิการวารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ภูวดล ศิริกองธรรม

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2553

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชา
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปีการศึกษา 2556

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชา
วิศวกรรมเว็บ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

