ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพ

Emotional Monitoring and Heart rate Warning System

ฐิตินันท์ ศิระมานะกุล
Titinun Siramanakul
ณัฐสิมา นครกัณฑ์
Natsima Nakornkun
พลชา ฟักสุวรรณ
Ponlacha Faksuwan

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพ

Emotional Monitoring and Heart rate Warning System

ฐิตินันท์ ศิระมานะกุล
Titinun Siramanakul
ณัฐสิมา นครกัณฑ์
Natsima Nakornkun
พลชา ฟักสุวรรณ
Ponlacha Faksuwan

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Emotional Monitoring and Heart rate Warning System

Titinun Siramanakul
Natsima Nakornkun
Ponlacha Faksuwan

THISES IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพ
Thesis Title	Emotional Monitoring and Heart rate Warning System
ชื่อนักศึกษา	นางสาวฐิตินันท์ ศิระมานะกุล นางสาวณัฐสิมา นครกัณฑ์ นางสาวพลชา ฟักสุวรรณ
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2559

(.....)
ผศ.ดร.พิกุลแก้ว ตังติสานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพ		
Thesis Title	Emotional Monitoring and Heart rate Warning System		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวฐิตินันท์ ศิระมานะกุล	รหัสนักศึกษา	56010338
	นางสาวณัฐสิมา นครกัณฑ์	รหัสนักศึกษา	56010440
	นางสาวพลชา ฟักสุวรรณ	รหัสนักศึกษา	56010821
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2559		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.พิกุลแก้ว ตังติสานนท์		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีผู้ป่วยที่ต้องการทำกายภาพบำบัดเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปัญหาทางสุขภาพและอุบัติเหตุ โครงงานนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการเกี่ยวกับการสร้างระบบเพื่อดูแลผู้ป่วยกายภาพในปัจจุบัน โดยต้องการศึกษาและออกแบบระบบเพื่อติดตามอารมณ์ เฝ้าระวังสัญญาณชีพของผู้ป่วยที่ โดยมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ในโรงพยาบาลโดยโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ สายรัดข้อมือสำหรับวัดและส่งข้อมูล แอปพลิเคชั่นแสดงผลอารมณ์และแจ้งเตือนหากผู้ป่วยมีอัตราเต้นของหัวใจที่ผิดปกติเพื่อช่วยผู้ป่วยขณะทำการรักษาหรือใช้ชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Emotional Monitoring - Heart rate Warning System and Physical Therapy Game		
Student	Miss.Titinun Siramanakul	Student ID.	56010338
	Miss. Natsima Nakornkun	Student ID.	56010440
	Miss. Ponlacha Faksuwan	Student ID.	56010821
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Academic Year	2016		
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Pikulkaew Tangtisanon		

ABSTRACT

Presently, there is a majority of physiotherapy patients due to the increasing of health problems and accidents. This project is developed to create a system attending with the physiotherapy patient' health by designed and made the emotional monitoring system and the heart rate warning system. The project is divided into two parts which included the sensor wristband for measuring and sending data and the application for displaying levels of emotions and warning when the patient has an abnormal heart rate for helping the patients in their everyday life or while they having the physiotherapy treatment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาของ ผศ.ดร.พิกุลแก้ว ตังติสานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดมาจนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ และขอขอบคุณคณาอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิศวกรรมสารสนเทศที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำเสมอมา และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณะการแพทย์แผนจีน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยและการทดลอง

ฐิตินันท์ ศิระมานะกุล

ณัฐสิมา นครกัณฑ์

พลชา ฟักสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงงาน.....1

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้.....3

1.6.1 Hardware.....3

1.6.2 Software.....3

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate).....4

2.2 ความต้านทานของผิวหนัง (Galvanic Skin Response GSR).....5

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....6

2.3.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาร์ดูโน่ (Arduino).....6

2.3.1.1 คุณสมบัติที่สำคัญของบอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino) รุ่น Uno R3.....7

2.3.1.2 การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino).....8

2.4 โมดูลไร้สาย NRF24L01.....9

2.5 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android).....10

2.5.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์.....11

2.6 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth HC-05.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โปรแกรม Microsoft Visual Studio (for C#)....12
2.7.1 ภาษา C#....12
2.8 ตรรกะคลุมเครือ (Fuzzy logic)....13
2.8.1 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างตรรกะคลุมเครือ....13
2.8.1.1 เซตแบบฉบับ....13
2.8.1.2 ฟัซซีเซต....14
2.8.1.3 ฟังก์ความเป็นสมาชิก....14
2.8.1.4 ตัวแปรภาษา....15
2.8.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก....16
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์....19
3.1 การออกแบบ....19
3.1.1 การออกเบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์....20
3.1.2 การออกแบบส่วนซอฟแวร์....24
3.1.2.1 Input / output specification....25
3.1.2.2 Function Specification....26
3.1.2.3 โครงสร้างการทำงานของซอฟต์แวร์ในแอปพลิเคชั่น....27
3.2 การออกแบบอัลกอริธึมจำแนกอารมณ์....28
3.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและค่าตอบสนองผิวหนัง....28
3.2.1.1 การวิเคราะห์ค่าเพื่อใช้ในการจำแนกอารมณ์....29
3.2.1.2 ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้ฟัซซีลอจิกเพื่อจำแนกอารมณ์....38
บทที่ 4 ผลการทดลอง....41
4.1 ผลของการทดสอบโปรแกรมทดลอง....41
4.2 ผลการทดสอบในแอปพลิเคชั่น....53
4.2.1การออกแบบส่วนประสานกราฟฟิคผู้ใช้งาน....53
4.3 การนำไปใช้จริง....56
4.3.1 ผู้ป่วยฝังเข็ม....56
4.3.2 ผู้ป่วยกายภาพ....56
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง....58
5.1 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ....58
5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม.....59
ภาคผนวก.....60
ภาคผนวก ก Poster.....60
ภาคผนวก ข คู่มือการติดตั้งโปรแกรมอย่างละเอียด.....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน....3
ตารางที่ 3.1 กฎที่ใช้ในตัวแปรภาษา....35
ตารางที่ 3.2 output เพื่อใช้ประเมินค่าอารมณ์....37
ตารางที่ 3.3 ตัวแปรภาษาต่างๆที่ใช้กับกฎ....39
ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบค่าเอาต์พุตของระบบกับการจำแนกอารมณ์....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่2.1 หัวใจของมนุษย์....4
รูปที่ 2.2 Typical GSR Signal....5
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน่ (Arduino) รุ่น Uno R3....7
รูปที่ 2.4 โครงสร้างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน่ (Arduino) รุ่น Uno R3....7
รูปที่ 2.5 หน้าต่างโปรแกรม Arduino....9
รูปที่ 2.6 โมดูลไร้สาย NRF24L01....10
รูปที่ 2.7 แอนดรอยด์....10
รูปที่ 2.8 โครงสร้างของแอนดรอยด์....11
รูปที่ 2.9 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth....12
รูปที่ 2.10 การพัฒนาโปรแกรมภาษา C# ผ่าน Visual studio....13
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างรูปฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟังก์ชั่นที่ใช้งานต่างๆ....15
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก....16
รูปที่ 2.13 ขั้นตอนที่ 1 Membership Function....16
รูปที่ 2.14 ขั้นตอนที่ 2 Interface....17
รูปที่ 2.15 ขั้นตอนที่ 3 Fuzzification....17
รูปที่ 2.16 ขั้นตอนที่ 4 Defuzzification....17
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพ....19
รูปที่ 3.2 การทำงานของระบบ....20
รูปที่ 3.3 Pulse Sensor....21
รูปที่ 3.4 GSR Sensor....21
รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการวัดสัญญาณ Heart rate และ GSR....22
รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ในการวัดค่า....22
รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งรับข้อมูลเพื่อที่จะส่งข้อมูลดังกล่าวไปประมวลผลบนโปรแกรม....23
รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งส่งและฝั่งรับ....23
รูปที่ 3.9 แสดงการพัฒนาการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino)....24
รูปที่ 3.10 การพัฒนาโปรแกรมประมวลผลอารมณ์ด้วยภาษา C# โดยใช้โปรแกรม Visual studio....24
รูปที่ 3.11 input และ output ของโปรแกรม....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 การเก็บค่าข้อมูลในไฟล์ Microsoft Excel....26
รูปที่ 3.13 โครงสร้างส่วนซอฟแวร์....27
รูปที่ 3.14 การทำงานของอัลกอริธึมจำแนกอารมณ์....28
รูปที่ 3.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังกับการจำแนกอารมณ์....29
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างฟังก์ชั่นสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู....30
รูปที่ 3.17 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชั่นอินพุตที่เป็นค่า GSR ซึ่งเป็นอินพุตตัวแปรภาษา Y....30
รูปที่ 3.18 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชั่นอินพุตที่เป็นค่า GSR ซึ่งเป็นอินพุตตัวแปรภาษา X....31
รูปที่ 3.19 ฟังก์ชั่นสมาชิกของตัวแปรภาษาของ X ซึ่งมีอินพุตเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจ....32
รูปที่ 3.20 ฟังก์ชั่นสมาชิกของตัวแปรภาษาของ Y ซึ่งมีอินพุตเป็นค่า GSR....33
รูปที่ 3.21 รูปแบบพื้นที่สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภาษา X และตัวแปรภาษา Y....34
รูปที่ 4.1 การเลือกโหมดการทำงาน....41
รูปที่4.2 ปุ่มกดเชื่อมต่อ port เพื่อรับข้อมูล....42
รูปที่ 4.3 ผลหลังกดปุ่ม open port....42
รูปที่ 4.4 ปุ่ม receive เพื่อเริ่มการรับข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และแสดงผลอารมณ์....42
รูปที่ 4.5 การทำงานของโปรแกรม....43
รูปที่ 4.6 การแสดงผลของโปรแกรม....44
รูปที่ 4.7 แสดงปุ่ม Close Port เพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม....45
รูปที่ 4.8 แสดงหลังกดปุ่ม Close Port....45
รูปที่ 4.9 แสดงปุ่ม save data file....46
รูปที่ 4.10 แสดงการเก็บข้อมูลในไฟล์ Excel....46
รูปที่ 4.11 อารมณ์ Depress....47
รูปที่ 4.12 อารมณ์ Depress or Quite Disgust....47
รูปที่ 4.13 อารมณ์ Distress....48
รูปที่ 4.14 อารมณ์ Anxiety....48
รูปที่ 4.15 อารมณ์ Stress....49
รูปที่ 4.16 อารมณ์ Agitation....49
รูปที่ 4.17 อารมณ์ Blissful....50
รูปที่ 4.18 อารมณ์ Quite Blissful or Relax....50
รูปที่ 4.19 อารมณ์ Calm or Surprise....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.20 อารมณ์ Nearly Surprise or little Excited.....51
รูปที่ 4.21 อารมณ์ Joy.....52
รูปที่ 4.22 อารมณ์ Deeply Relax.....52
รูปที่ 4.23 โลโก้ของแอปพลิเคชั่น HEARTMATE.....53
รูปที่ 4.24 หน้าแรก.....53
รูปที่ 4.25 หน้าหลัก.....54
รูปที่ 4.26 หน้าต่างเลือกเข้าใช้งานบลูทูธ 54
รูปที่ 4.27 หน้าแสดงค่าอารมณ์และเปิดปิดโหมดโทรออกอัตโนมัต.....55
รูปที่ 4.28 หน้าโทรออก.....55
รูปที่ 4.29 ผู้ป่วยฝังเข็ม.....56
รูปที่ 4.30 ผู้ป่วยกายภาพดึงหลัง.....56
รูปที่ 4.31 ผู้ป่วยกายภาพรักษาเข่า.....57
รูปที่ ก.1 Poster.....60
รูปที่ ข.1 ไฟล์โปรแกรม HEARTMATE.....61
รูปที่ ข.2 การติดตั้งอุปกรณ์การวัดค่าจากเซนเซอร์.....62
รูปที่ ข.3 อุปกรณ์วัดแบบพกพา และอุปกรณ์ภาครับข้อมูล.....63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุและปัญหาสุขภาพเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มีผู้ป่วยและผู้สูงอายุเป็นจำนวนมาก ซึ่งกิจกรรมในชีวิตประจำวันของแต่ละคนนั้นสามารถเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุ ดังเช่นการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน อุบัติเหตุทางกีฬา หรือแม้แต่โรคประจำตัวอันเกิดจากปัญหาสุขภาพ ส่งผลให้มีความต้องการของเทคโนโลยีที่จะช่วยในการดูแลผู้ป่วยที่ต้องการทำการรักษามากขึ้น โครงงานนี้จึงจัดทำเพื่อมุ่งเน้นการดูแลช่วยเหลือผู้ป่วยและผู้สูงอายุในการรักษาให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

ดังที่กล่าวไว้จะเห็นได้ว่าการดูแลผู้ป่วยและผู้สูงอายุอย่างใกล้ชิดเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ในกรณีของผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงอารมณ์และเคลื่อนไหวร่างกายได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือในการช่วยในการคาดคะเนอารมณ์เพื่อช่วยให้ผู้ดูแลสามารถทราบถึงอารมณ์ของผู้ป่วยได้ หรือในกรณีของผู้ป่วยที่ต้องมีการเฝ้าระวังสัญญาณชีพตลอดเวลาจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการแจ้งเตือนไปที่ผู้ดูแลหากมีความผิดปกติของอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติไป เช่น หัวใจมีอัตราการเต้นที่ต่ำหรือสูงเกินไป และการทำกายภาพบำบัด ไม่เพียงแค่ร่างกายที่ควรได้รับการฟื้นฟูเพียงอย่างเดียว จิตใจของผู้ป่วยก็มีความสำคัญเช่นกัน การรับรู้อารมณ์ของผู้ป่วยเพื่อช่วยในการรักษาจึงเป็นวิธีหนึ่งในการลดความตึงเครียดของผู้ป่วยได้

1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงงาน

ระบบติดตามอารมณ์ เฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพเป็นลักษณะการทำงานของแอปพลิเคชั่นบนมือถือที่จะช่วยในการคาดคะเนอารมณ์และแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งโครงงานนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนหลักที่สำคัญได้แก่ สายรัดข้อมือสำหรับวัดและส่งข้อมูลและแอปพลิเคชั่นแสดงผลและแจ้งเตือน โดยแบ่งการทำงานเป็นสองส่วน ในส่วนแรกเป็นส่วนของการติดตามอัตราการเต้นของหัวใจและส่วนที่สองคือการคาดคะเนอารมณ์ของผู้ป่วย โดยจะมีสายรัดข้อมือในการวัดค่าแล้วประมวลผลในคอมพิวเตอร์และส่งข้อมูลไปยังสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อแสดงผลอารมณ์และแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อคาดคะเนอารมณ์ของผู้ป่วยและผู้สูงอายุได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อเฝ้าระวังและแจ้งเตือนเมื่อผู้ป่วยและผู้สูงอายุมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติไป
3. เพื่อดูแลและสามารถช่วยเหลือผู้ป่วยและผู้สูงอายุอย่างรวดเร็วและใกล้ชิดโดยใช้สมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
4. เพื่อใช้อารมณ์ของผู้ป่วยในการวิเคราะห์และประกอบการตัดสินใจในการรักษาของทางการแพทย์
5. เพื่อให้ผู้ดูแลและผู้ให้การรักษาสามารถใช้งานแอพพลิเคชั่นได้อย่างสะดวกใช้งานง่ายและรวดเร็ว
6. เพื่อเป็นต้นแบบของเทคโนโลยีทางการแพทย์แบบใหม่ๆ ที่สามารถเข้าถึงอารมณ์ของผู้ป่วยทั้งอารมณ์ด้านบวกและอารมณ์ด้านลบของผู้ป่วยในแต่ละราย เพื่อนำมาซึ่งการรักษาที่ถูกวิธีทั้งในแพทย์แผนปัจจุบันและแพทย์ทางเลือก

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1. รับส่งข้อมูลควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านบลูทูธ
2. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้ทฤษฎีตรรกะคลุมเครือ (Fuzzy logic) เพื่อคาดคะเนอารมณ์
3. ออกแบบและจัดทำแอปพลิเคชั่นเพื่อใช้ในการแสดงผลและแจ้งเตือน
4. สามารถบันทึกผลของอารมณ์ของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุและสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ในภายหลัง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นแอนดรอยด์ที่ติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพของผู้ป่วย
2. มีความรู้ในการใช้ภาษา JAVA และภาษาซีมากขึ้น
3. สามารถออกแบบหน้าจอผู้ใช้ เพื่อสร้างแอปพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้

1.6.1 Hardware

- Arduino Board
- Wifi Module NRF24L01
- GSR (Galvanic skin response) sensor
- Battery
- Computer
- Smartphone
- HC-05 Bluetooth module

1.6.2 Software

- Android Studio
- Microsoft Visual Studio for C#

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

	ขั้นตอน	ส.ค.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	ศึกษาการวัดระดับอารมณ์และอัตราการเต้นของหัวใจ									
2	ศึกษาและประกอบอุปกรณ์ Hardware									
3	เขียนโปรแกรมประมวลผลคาดคะเนอารมณ์บนโปรแกรม MATLAB									
4	ทดสอบการใช้งานและหาจุดผิดพลาด									
5	Setup โปรแกรมประมวลผล									
6	นำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลด้วยภาษา c#									
7	ศึกษาการเขียนแอปพลิเคชั่นด้วยโปรแกรม Android studio									
8	ออกแบบ Interface ของแอปพลิเคชั่น									
9	เขียนแอปพลิเคชั่นเพื่อแสดงผลค่าอารมณ์และแจ้งเตือนการเต้นของหัวใจ									
10	ทดสอบการใช้งานและหาจุดผิดพลาด									
11	จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์พร้อมตีพิมพ์									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

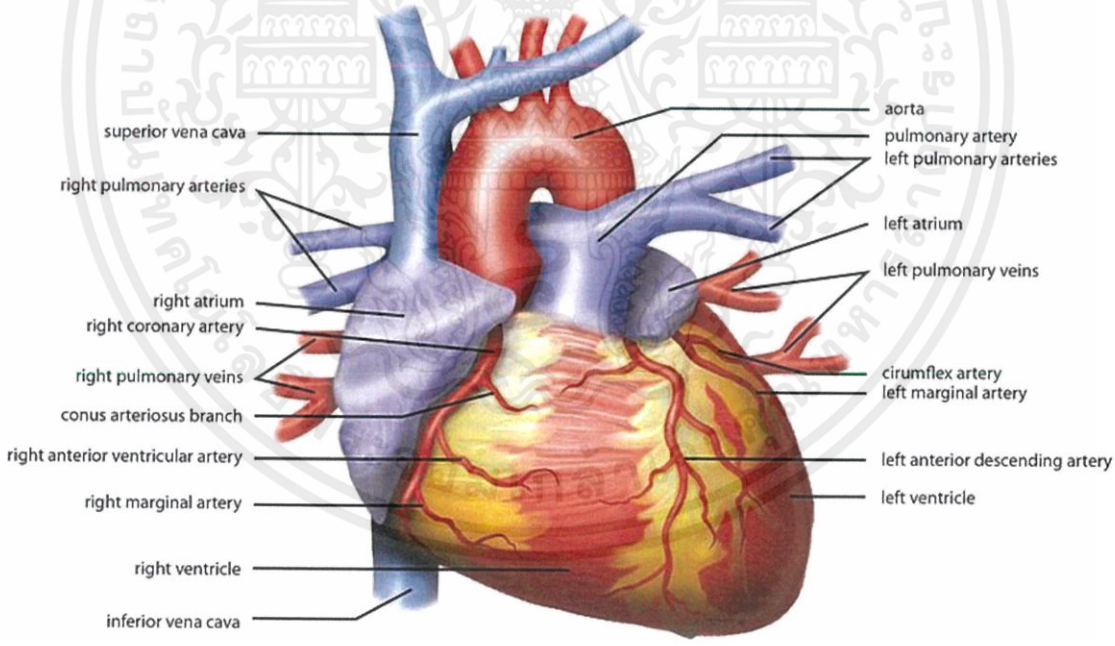
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจ คือ อัตราความเร็วในการบีบตัวของหัวใจเพื่อสูบฉีดเลือดใน1นาที (BPM) โดยมีหน่วยในการวัดเป็นครั้งต่อนาที โดยมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยอัตราการเต้นของหัวใจนั้นจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่บุคคลนั้นกระทำ เช่น การนั่ง เดิน นอน หรือออกกำลังกาย รวมทั้งสุขภาพทางร่างกายและจิตใจของบุคคลนั้น

อัตราการเต้นของหัวใจสามารถบ่งบอกถึงสุขภาพของหัวใจได้ โดยหากหัวใจเต้นเร็วหมายความว่าประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหัวใจไม่ดีพอที่จะสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้อย่างเพียงพอ และหากหัวใจเต้นช้าหมายความว่ากล้ามเนื้อหัวใจของเราสามารถสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกายได้โดยไม่ต้องบีบตัวบ่อย โดยผู้ใหญ่จะมีอัตรการเต้นของหัวใจปกติเฉลี่ย 60-100 ครั้งต่อนาที 50-90 ครั้งต่อนาที ขณะพักผ่อน และ 40-50 ครั้งต่อนาที ขณะนอนหลับ หัวใจของมนุษย์จะแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่2.1 หัวใจของมนุษย์

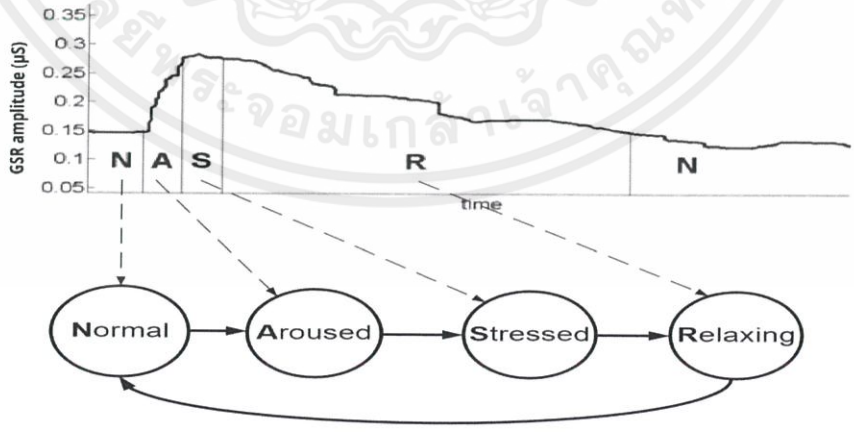
(อ้างอิงโดย http://alexkaz.weebly.com/cardiovascular-heart.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความต้านทานของผิวหนัง (Galvanic Skin Response GSR)

การตอบสนองของผิวที่เป็นกระแสไฟฟ้า (Galvanic) เป็นปรากฏการณ์ที่ผิวหนังของมนุษย์มีความเปลี่ยนแปลงในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่หลากหลายเช่นการตอบสนองทางอารมณ์หรือสภาวะทางจิต เมื่ออารมณ์มีการเปลี่ยนแปลงร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงเช่นมีเหงื่อมากขึ้น ซึ่งเหงื่อที่ออกมาจะถูกควบคุมการหลั่งด้วยระบบประสาทอัตโนมัติ (sympathetic) การเปลี่ยนแปลงของผิวหนังทำให้เกิดไฟฟ้าอ่อนๆและผิวหนังจะมีแรงต้านทานไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้าภายนอกซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อระบุอารมณ์ของมนุษย์ได้ โดยส่วนใหญ่ของการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นระหว่างอารมณ์รุนแรงเช่น ความกลัวหรือความโกรธเป็นผลจากการกระตุ้น (sympathetic division) ของระบบประสาทเสรี

เมื่อมีอารมณ์เกิดขึ้น ระบบประสาทซิมพาเธทิค (sympathetic system) จะกระตุ้นให้มีพลังงานออกมา เมื่ออารมณ์ลดลง ระบบพาราซิมพาเทติค (parasympathetic system) ซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบอนุรักษ์พลังงาน (energy-conserving system) จะทำงานแทนและทำให้อินทรีย์กลับคืนสู่ภาวะปกติตามทฤษฎีของอารมณ์ (theories of emotion) ตามภาพที่ 2.2 Typical GSR signal การตอบสนองของสัญญาณ Galvanic skin response เมื่อเวลาผ่านไป จะเห็นได้ว่า ถ้าค่าของ GSR ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยอย่างต่อเนื่องจะทำนายได้ว่าอารมณ์เป็นปกติ (Normal) หรือ ถ้าค่าของ GSR มีค่าการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แสดงว่า อารมณ์ถูกกระตุ้นจากบางสิ่ง (Aroused) จนกระทั่งสูงขึ้นถึงจุดๆ หนึ่งบ่งบอกได้ถึง อารมณ์ตึงเครียด (Stressed) และเมื่อค่า GSR มีการเปลี่ยนแปลงลดลงเรื่อย ๆ อย่างเห็นได้ชัดแสดงว่า อารมณ์มีการผ่อนคลายลง (Relaxing) จนเข้าสู่สภาวะอารมณ์ปกติเช่นเดิม ค่า GSR ของแต่ละคนจะมีค่าไม่เท่ากัน เช่นตามภาพที่ 2.2 หากคนไข้อยู่ในอารมณ์ที่นอนไม่เต็มที่จะมีค่า GSR อยู่ในค่าที่ต่ำเป็นอารมณ์ปกติ และเมื่ออารมณ์ถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่ทำให้ตื่นตัวจะทำให้ค่า GSR มีการเปลี่ยนแปลง หรือ หากมีการให้ยานอนหลับค่าของ GSR จะมีการเปลี่ยนแปลงลง



รูปที่ 2.2 Typical GSR Signal

(อ้างอิงโดย IEEE-EMBS-ISC-2016-Top-15-Design-Competition.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ชิปอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กหรือชิปไอทีชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานตามที่ต้องการได้คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วยซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการแปลงสัญญาณอนาลอกเอาท์พุตจากเซนเซอร์อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และเซนเซอร์ความต้านทานของผิวหนัง (Galvanic skin response) เป็นสัญญาณดิจิตอล และส่งข้อมูลต่อไปยังคอมพิวเตอร์ โดยภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มีการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เมื่อสัญญาณถูกแปลงจะอยู่ในรูปเลขฐานสองจำนวน 10 บิตโดยมีช่วงของการแปลงสัญญาณตั้งแต่ 0 ถึง 1023 รวม 1024 ระดับ ซึ่งจะมีค่าความละเอียดของแรงดันในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC Voltage Resolution : R_{ADV}) ตามสมการที่ 2.1

$$R_{ADV} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{2^n - 1} \tag{2.1}$$

โดยที่

V_{DD} คือ แรงดันสูงสุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)
V_{SS} คือ แรงดันอ้างอิง มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)
n คือ จำนวนบิตที่ได้จากการแปลงสัญญาณ

2.3.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาร์ดูโน่ (Arduino)

อาร์ดูโน่ (Arduino) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์สำเร็จรูปชนิดหนึ่งในตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source บอร์ดอาร์ดูโน่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา Input/Output ของบอร์ดซึ่งมีหลายรุ่นเพื่อรองรับความต้องการผู้ใช้งานที่แตกต่างกันโดยที่จะแสดงตัวอย่างบอร์ดอาร์ดูโน่รุ่น Uno R3 ในรูปที่ 2.3

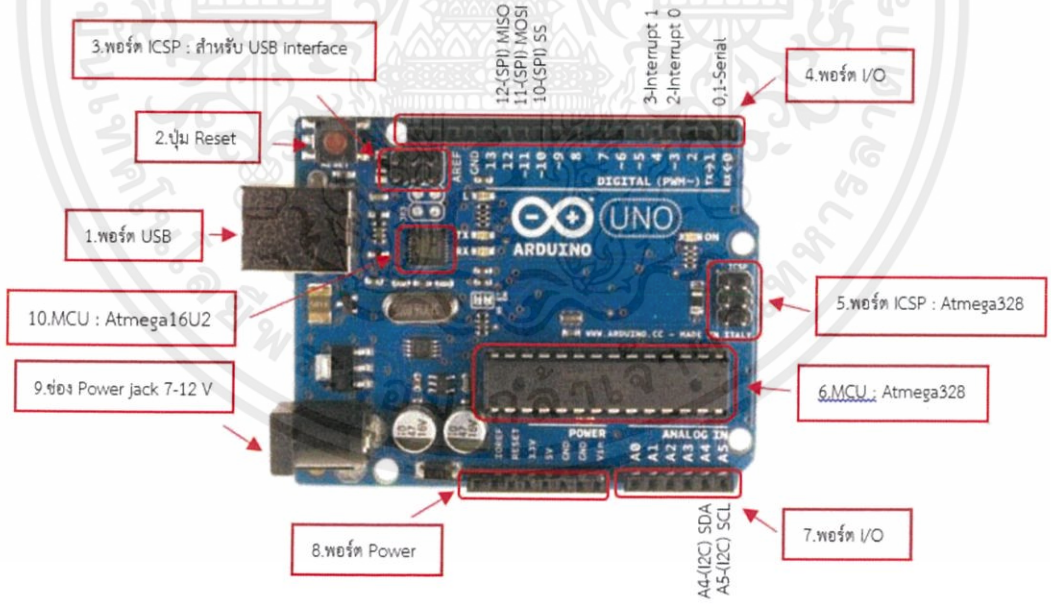
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน่ (Arduino) รุ่น Uno R3

(อ้างอิงโดย http://www.thaieasyelec.com/images/basic-electronics/interview-arduino-part2/2.jpg)

2.3.1.1 คุณสมบัติที่สำคัญของบอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino) รุ่น Uno R3

Arduino Uno R3 เป็นบอร์ดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง โปรเจคและไลบารี่ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมาจะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก ซึ่งโครงสร้างบอร์ดจะแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน่ (Arduino) รุ่น Uno R3

(อ้างอิงโดย http://www.thaieasyelec.com/images/basic-electronics/interview-arduino-part1/7.jpg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

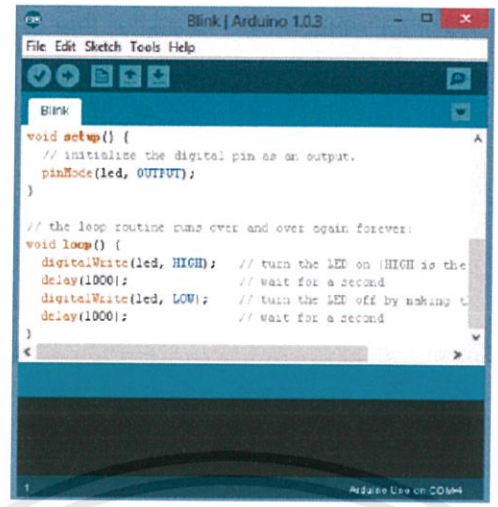
จากรูปที่ 2.4

1. USB Port เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการอัพโหลดโปรแกรมและจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. Reset Button เป็นปุ่มรีเซตเมื่อต้องการให้บอร์ดเริ่มทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. I/OPort เป็นดิจิตอล input และ output ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 บางขาจะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. MCU Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
7. I/OPort แต่ละขาสามารถเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อกได้ตั้งแต่ขา A0-A5
8. Power Port เป็นไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin
9. Power Jack รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางAtmega16U2

2.3.1.2 การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino)

การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน่ (Arduino) จะทำการพัฒนาโดยใช้ภาษา C,C+ โดยใช้โปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมให้บอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino) ทำงานตามที่กำหนดไว้และอัพโหลดไปที่บอร์ด โดยที่รูปที่ 2.5 จะแสดงโปรแกรมอาร์ดูโน่ (Arduino) ที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 หน้าต่างโปรแกรม Arduino

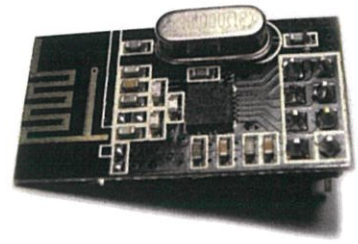
(อ้างอิงโดย https://learn.sparkfun.com/tutorials/using-the-arduino-pro-mini-33v)

2.4 โมดูลไร้สาย NRF24L01

NRF24L01 เป็นชิปรับส่งสัญญาณไร้สาย โดยจะใช้คลื่นความถี่ในย่าน ISM band (2.4-2.5 GHz) โดยแสดงในรูปที่2.6 มีคุณสมบัติดังนี้

1. แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติการต่ำ: 1.9 -3.6 V แรงดันต่ำ
2. อัตรารับส่ง 2 Mbps เวลาการส่งผ่านอากาศสั้นมาก
3. Multi-frequency points: 125 frequency points ตอบสนองการสื่อสารหลายจุดและความถี่กระโดดตามความต้องการสื่อสาร
4. ขนาดกะทัดรัด เสาอากาศในตัว 2.4 GHz ขนาด 15x29 mm (รวมเสาอากาศ)
5. ใช้พลังงานต่ำ เมื่ออยู่ในโหมดการสื่อสารสามารถส่งทางอากาศได้อย่างรวดเร็วและ
   start-up time ดี ช่วยลดการใช้พลังงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โมดูลไร้สาย NRF24L01

(อ้างอิงโดย https://learn.sparkfun.com/tutorials/using-the-arduino-pro-mini-33v)

2.5 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

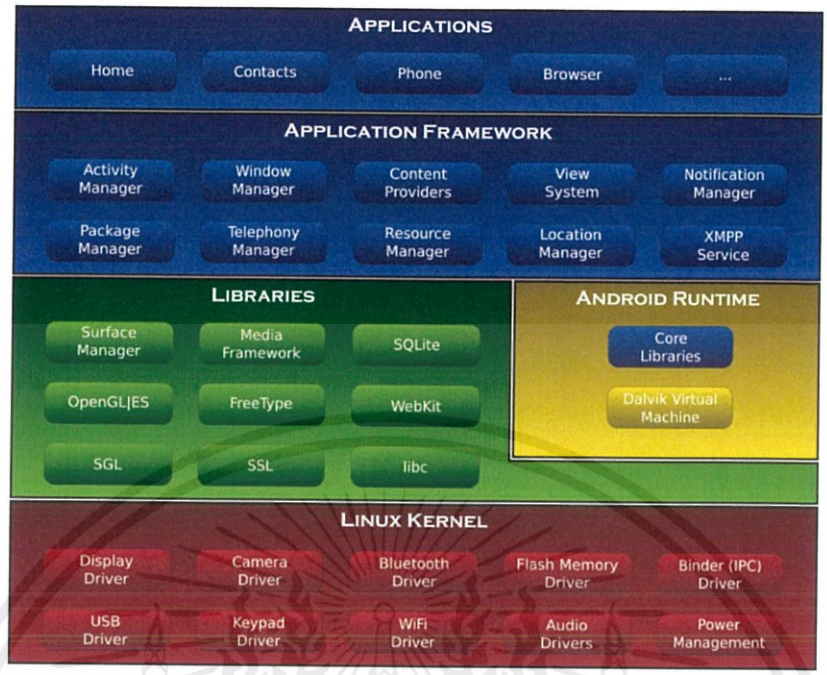
แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบ Open Source โดยบริษัท กูเกิ้ล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับหลายราคารวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอและความละเอียดแตกต่างกันได้ Android SDK จะใช้โครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนามาได้จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine เหมือนกับโปรแกรมจาวาที่ต้องทำงานอยู่ภายใต้ Java Virtual Machine แอนดรอย์จะแสดงในรูปที่2.7

รูปที่ 2.7 แอนดรอยด์

(อ้างอิงโดย http://www.mindphp.com/forums/viewtopic.php?f=79&t=30369)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของแอนดรอยด์

(อ้างอิงโดย http://pantip.com/topic/30640990)

โครงสร้างของระบบปฏิบัติการณ์แอนดรอยด์จะแบ่งเป็นส่วนๆที่เกี่ยวเนื่องกัน โดยในส่วนบนสุดหรือในส่วนของแอพพลิเคชั่น (Application) นั้นจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยตรง และส่วนล่างสุดจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์ผ่านทาง Linux Kernel ซึ่งโครงสร้างของแอนดรอยด์สามารถแบ่งเป็น4ส่วนหลักได้ดังนี้

1. Application คือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบหรือเป็นโปรแกรมที่ผู้ใช้งานทำการติดตั้งไว้ โดยจะสามารถเรียกใช้งานได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาได้เขียนไว้
2. Application Framework เป็นส่วนที่ทำขึ้นเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก โดยไม่ต้องพัฒนาโปรแกรมในส่วนที่ซับซ้อนมาก
3. Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้งาน
4. Android Runtime จะมี2ส่วนได้แก่ Darvik Virtual Machine Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงานเพื่อรองรับความจำกัดทางด้านอุปกรณ์และCore Librariesซึ่งเป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญที่ถูกเขียนด้วยภาษาจาวา
5. Linux Kernel เป็นส่วนที่เป็นหัวใจสำคัญ ในการจัดการระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth HC-05

โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth รุ่น HC-05 เป็นโมดูลที่ไว้ใช้ในการรับส่งข้อมูลไร้สายกับอุปกรณ์ต่างๆเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ โทรศัพท์มือถือที่รองรับ Bluetooth โดยสามารถตั้งค่าผ่าน AT command โดยที่สามารถทำงานได้ทั้งโหมด MASTER และ SLAVE โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 volt เชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบ Serial/UART (RX,TX) โดยการรับ-ส่งสัญญาณผ่านระบบบลูทูธนั้นสามารถรับส่งได้ไกลถึง 10 เมตร

รูปที่ 2.9 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth

(อ้างอิงจาก http://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/167ad2/how-to-use-hc-05-bluetooth-module-with-arduino/)

2.7 โปรแกรม Microsoft Visual Studio (for C#)

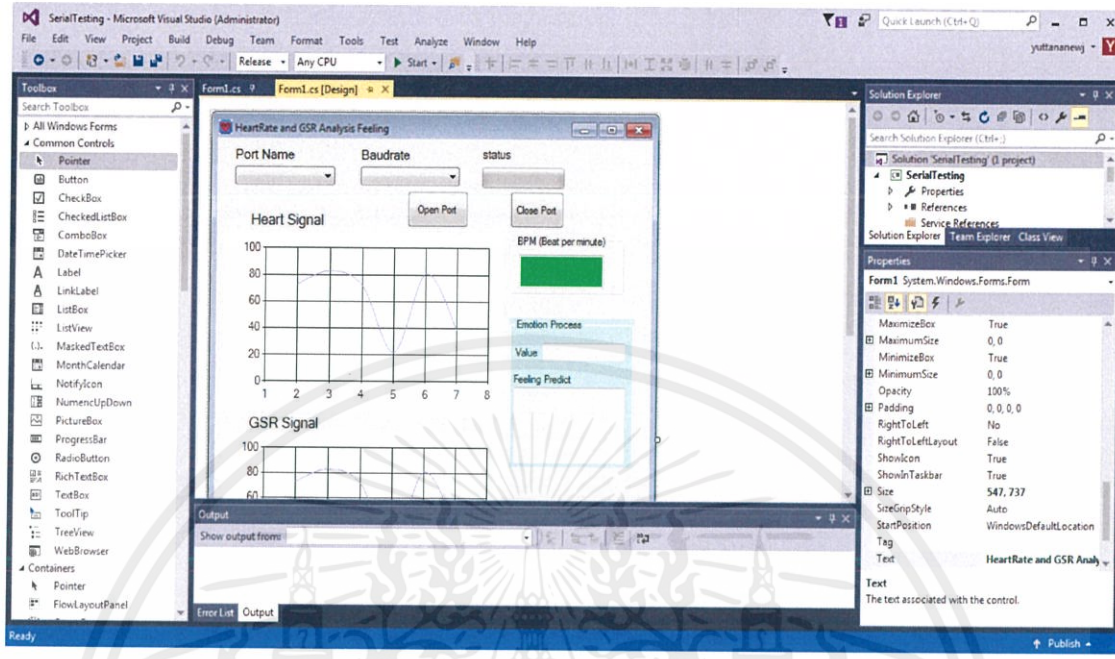
Visual Studio เป็นโปรแกรมหนึ่งที่พัฒนาเพื่อใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่างๆ ทั้งในหลายๆภาษาทั้ง VB, VB.NET, PHP, PYTHON, GROOVY รวมทั้งภาษาอื่นๆ ที่รองรับการทำงานให้หลายๆส่วนเช่น ไมโครซอฟต์วินโดวส์ Smartphone Web browser ซึ่งนักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมในภาษาต่างๆเพื่อนำไปใช้งานในระบบต่างๆตามความต้องการ โดยที่นักพัฒนาสามารถกำหนด platform ของตัวเองได้ตามใจชอบ

2.7.1 ภาษา C#

ภาษา C# เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท Object-Oriented Programming พัฒนาโดย Microsoft โดยที่จุดมุ่งหมายที่มีความสามารถในการคำนวณง่ายกว่า Visual basic โดย C# มีพื้นฐานจาก C++ และภาษา JAVA โดยจุดเด่นหลักๆของภาษา C# คือเป็นภาษาที่เน้นชิ้นส่วนโดยถูกออกแบบมาให้สามารถใช้ต่ออะไรต่อไปก็ได้ สิ่งต่างๆในภาษา C# จะเป็น object ทั้งหมดอีกทั้งเป็นภาษาที่ทนต่อความผิดพลาดเพราะมีตัวช่วยเช่น Garbage Collection , Exception , Type-safety และ Versioning เพื่อป้องกันระบบล่มได้ง่าย โดยที่สามารถนำมาพัฒนาในโปรแกรม Visual Studio ซึ่งสามารถเขียนเป็น USER INTERFACE เพื่อให้สามารถผู้ใช้งานใช้งานได้ง่ายรวมทั้งเขียนให้เชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับอุปกรณ์ต่างๆอาทิ Serial Port กับ อาร์ดูโน่ (Arduino) บอร์ดได้ โดยการพัฒนาโปรแกรมภาษา C# จะแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การพัฒนาโปรแกรมภาษา C# ผ่าน Visual studio

2.8 ตรรกะคลุมเครือ (Fuzzy logic)

ตรรกะคลุมเครือ หรือ ฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการขยายต่อในส่วนของความจริง (partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (completely true) กับเท็จ (completely false) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น

2.8.1 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างตรรกะคลุมเครือ

2.8.1.1 เซตแบบฉบับ

ในเซตแบบฉบับ (classical set) หรือเซตทวินัย (crisp set) เป็นเซตที่มีค่าสมาชิกเป็น 0 หรือ 1 {0, 1} เท่านั้น เซตในทฤษฎีเซตแบบฉบับจะมีขอบเขตแบบแข็ง (sharp boundary) ซึ่งเป็นขอบเขตที่ตัดขาดจากกันแบบทันที เซตแบบฉบับมีการกำหนดค่าสมาชิกตามแนวคิดเลขฐานสอง โดยที่ตัวแปรหนึ่ง ๆ จะมีค่าสมาชิกเพียงสองค่า คือ 0 ไม่เป็นสมาชิก และ 1 เป็นสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 ฟัซซีเซต

ฟัซซีเซต (Fuzzy Set) เป็นเซตที่มีขอบเขตที่ราบเรียบ ทฤษฎีฟัซซีเซตจะครอบคลุมทฤษฎีเซตแบบฉบับ โดยฟัซซีเซตยอมให้มีค่าสมาชิกของเซตระหว่าง 0 และ 1 ในโลกแห่งความเป็นจริงเซตไม่ใช่มีเฉพาะเซตแบบฉบับเท่านั้น จะมีเซตแบบฟัซซีด้วย ฟัซซีเซตจะมีขอบเขตแบบฟัซซีไม่ใช่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใดจากขาวเป็นดำ

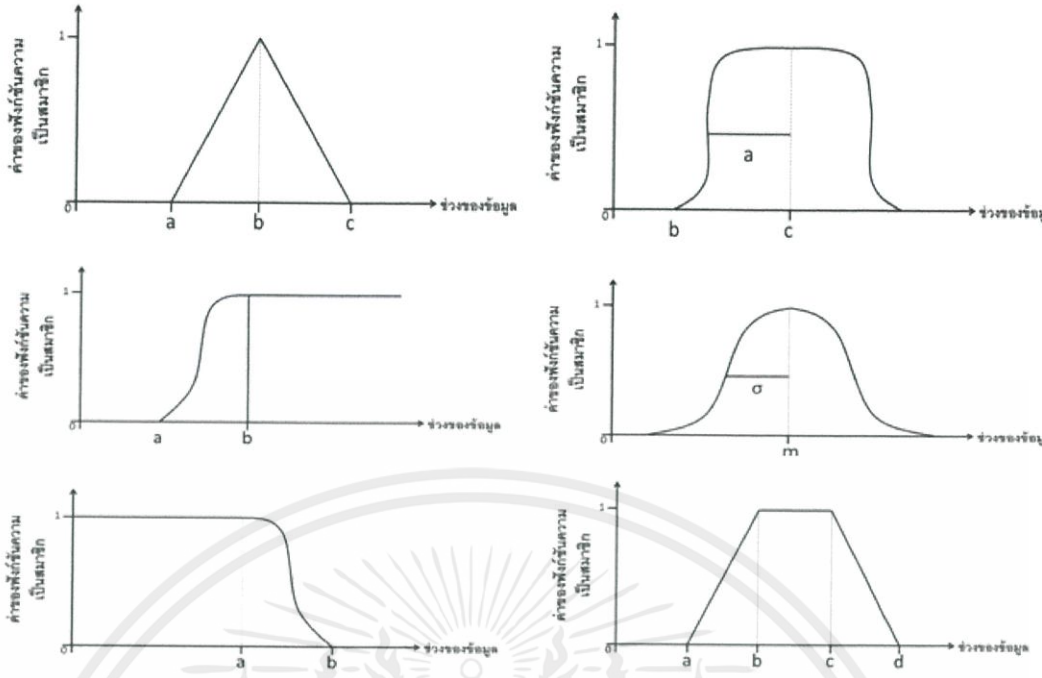
การดำเนินการของฟัซซีเซตมีคุณสมบัติเหมือนกับเซตโดยทั่วไป มีการดำเนินการ (operation) คือ Union Intersection และ Complement

1. ยูเนียน (Union) ของฟัซซีเซต จะเป็น OR operation
2. อินเตอร์เซกชัน (Intersection) ของฟัซซีเซต จะเป็น AND operation
3. คอมพลีเมนต์ (Complement) ของฟัซซีเซต

2.8.1.3 ฟังก์ความเป็นสมาชิก

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องการใช้งาน โดยเริ่มจากการแทนที่กับตัวแทนที่มีความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอน และคลุมเครือ ดังนั้นส่วนที่สำคัญต่อคุณสมบัติหรือการดำเนินการของฟัซซี เพราะรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหา โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะไม่สมมาตรกันหรือสมมาตรกันทุกประการก็ได้ ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้งานทั่วไปมีหลายชนิดโดยส่วนใหญ่จะมี 6 ชนิดที่ใช้งาน เช่น ฟังก์ชั่นสามเหลี่ยม ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมูฟังก์ชันเกาส์เซียน ฟังก์ชันระฆังคว่ำ ฟังก์ชันตัวเอส และฟังก์ชันตัวแซด ดังรูปที่ 2.11 การเลือกใช้ฟังก์ชั่นต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล เช่น การเลือกใช้ฟังก์ชั่นแบบสี่เหลี่ยมคางหมู เนื่องจากสามารถกำหนดสมการคณิตศาสตร์แสดงได้ง่ายซึ่งทำให้สามารถคำนวณ Output ออกมาได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างรูปฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟังก์ชั่นที่ใช้งานต่างๆ

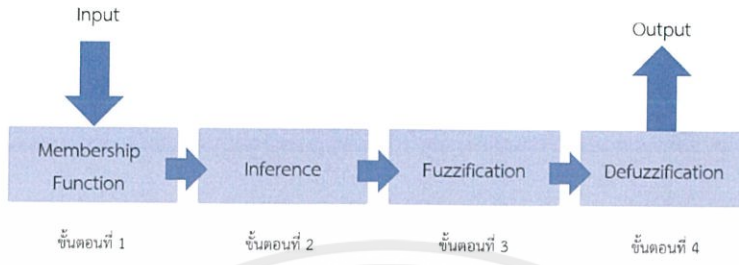
2.8.1.4 ตัวแปรภาษา (linguistic variable)

เซตแบบฟัซซีสามารถประยุกต์ใช้ในการอธิบายค่าของตัวแปรเช่นเดียวกับเซตแบบดั้งเดิม เช่น ประโยค “อุณหภูมิในห้องเย็น” คำว่า “เย็น” เป็นคำที่ใช้แสดงปริมาณอุณหภูมิ ในทางรูปนัยสามารถเขียนได้เป็นปริมาณอุณหภูมิในห้อง เย็น หรือ TemperatureQuantity is Cold ตัวแปรTemperatureQuantity เป็นตัวแปรภาษา (linguistic variable โดยใช้พจน์ภาษา (linguistic term) และในรูปปริมาณ โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) ซึ่งแสดงความของของเซตแบบฟัซซี ซึ่งเป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีประโยชน์ในการจัดการกับอินพุตที่เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

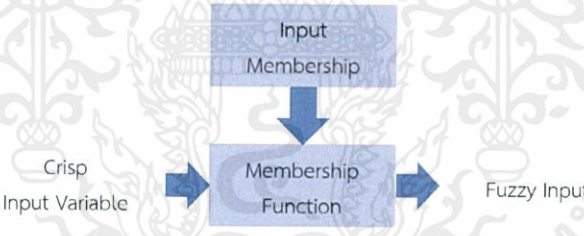
2.8.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิกมีรูปแบบการทางานเป็น 4 ส่วนจะแสดง ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

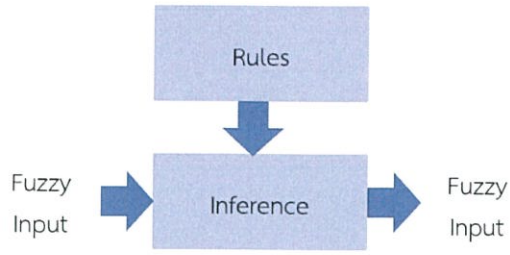
ขั้นตอนที่ 1 (Membership Function) เป็นการแปลงการอินพุต (Crisp Input Variable) เปลี่ยนเป็นการอินพุตแบบตัวแปรฟัซซี โดยจะสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเดียวกัน ขึ้นกับคุณลักษณะของแต่ละการอินพุต (Input) และความสำคัญต่อการเอาต์พุต (Output) ที่ โดยฟังก์ชันจะมีลักษณะเป็นการกำหนดภาษาสามัญ เพื่อให้เป็นฟัซซีการอินพุต ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ขั้นตอนที่ 1 Membership Function

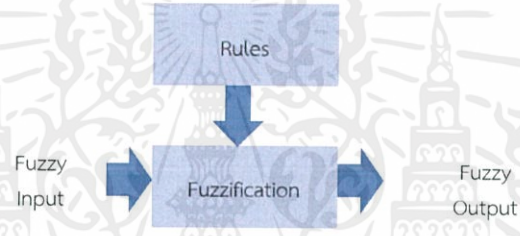
ขั้นตอนที่ 2 (Inference) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการอินพุตทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเอาต์พุตที่อาศัยหลักการของการหาเหตุและผล อาจจะสร้างการเก็บข้อมูล การคาดการณ์จากการตัดสินใจของมนุษย์ หรือค่าจากการทดลอง โดยเขียนเป็นกฎการควบคุมระบบ ซึ่งจะมีลักษณะอยู่ในรูปแบบ ถ้า (If) และ (And) หรือ (Or) ซึ่งเป็นภาษาสามัญ นำกฎทั้งหมดมาประมวลผลรวมกัน เพื่อการหาตัดสินใจที่เหมาะสม ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



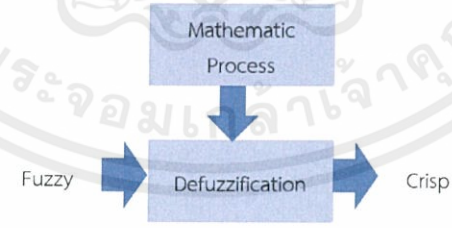
รูปที่ 2.14 ขั้นตอนที่ 2 Inference

ขั้นตอนที่ 3 (Fuzzification) เป็นการหาฟัซซีเอาต์พุต โดยการนำกฎการควบคุมที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลผลกับฟัซซีอินพุตโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้ประมวลผล ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ขั้นตอนที่ 3 Fuzzification

ขั้นตอนที่ 4 (Defuzzification) เป็นขั้นตอนสุดท้ายหรือขั้นตอนการสรุปเหตุผลฟัซซี โดยจะเปลี่ยนฟัซซีเอาต์พุตให้เป็นเอาต์พุต (Crisp Output) ตามรูปที่ 2.16 ด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้มาใช้ในการตัดสินใจเพื่อควบคุมระบบในสถานการณ์นั้นๆ



รูปที่ 2.16 ขั้นตอนที่ 4 Defuzzification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานฉบับนี้จะใช้วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วง (Central of Gravity: COG) เป็นวิธีการเฉลี่ยผลที่ได้จากการตีความหาเหตุที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ค่าที่ได้จะคำนวณจุดศูนย์ถ่วงโดยรวมจะหาได้จากการประมาณค่าจากสมการที่ 2.2

$$WA = \frac{\mu(k_1)\times k_1+\mu(k_2)\times k_2+\mu(k_3)\times k_3+\ldots+\mu(k_n)\times k_n}{\mu(k_1)+\mu(k_2)+\mu(k_3)+\ldots+\mu(k_n)} \qquad (2.2)$$

โดย

WA คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted average)

$\mu(k)$ คือ ค่าระดับความเป็นสมาชิก (Membership)

k คือ ค่าตำแหน่งของระดับสมาชิก

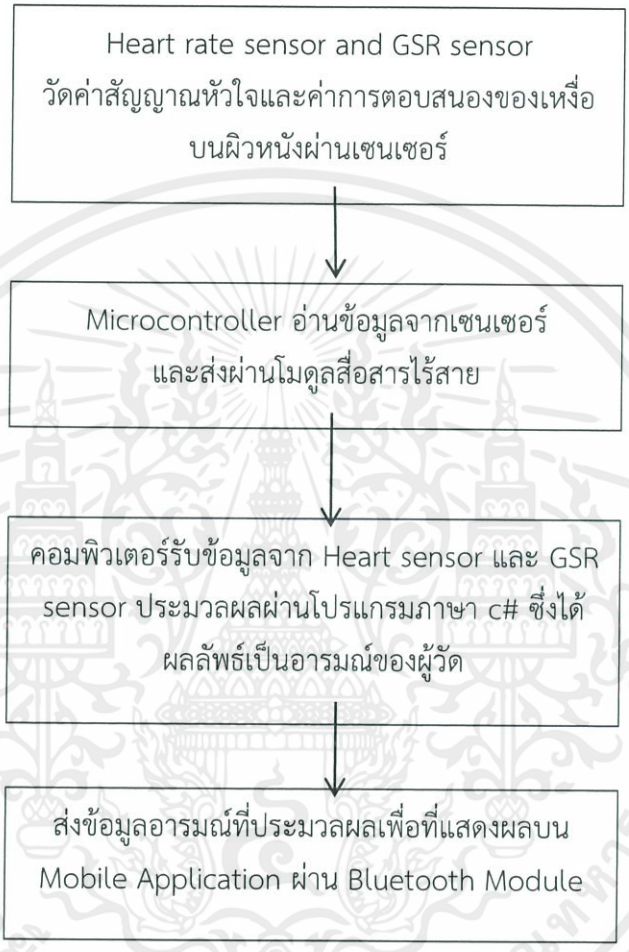
โดยค่าดัชนีถ่วงน้ำหนัก WA สามารถนำไปแปลงเป็นการตัดสินหรือการตีความผล (Output) ในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

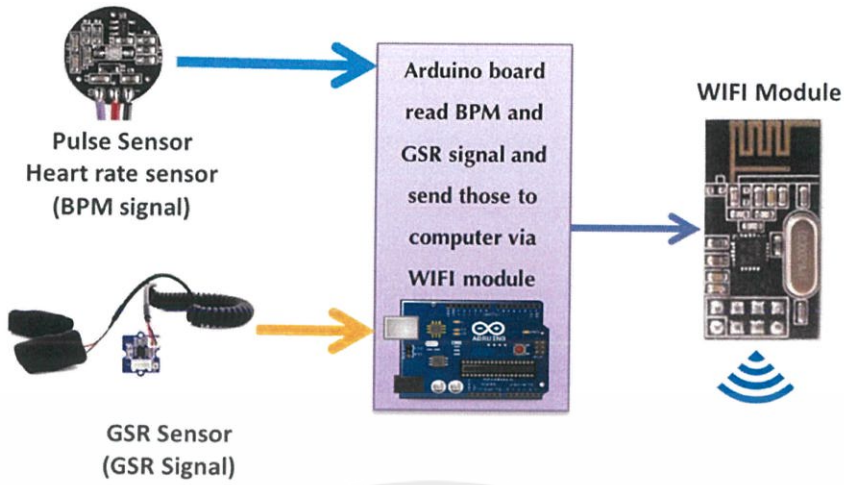
3.1 การออกแบบ

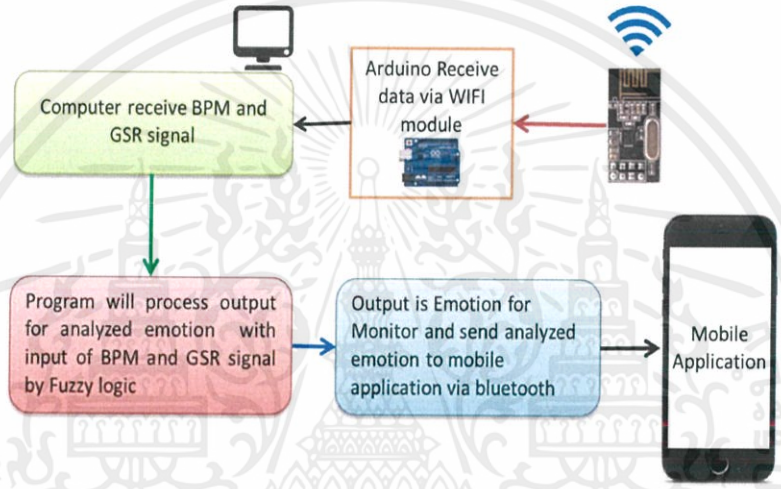


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพ

ระบบติดตามอารมณ์ เฝ้าระวังสัญญาณชีพที่ออกแบบขึ้นดังแสดงดังรูปที่ 3.1 ประกอบไปด้วย Heart rate sensor และ GSR sensor ทำหน้าที่ในการวัดค่าสัญญาณหัวใจและค่าการตอบสนองของเหงื่อบนผิวหนังผ่านเซนเซอร์ Arduino ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์และส่งผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายไปที่คอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์จะนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลบนโปรแกรม C# ผ่านการตัดสินใจด้วย Fuzzy logic ซึ่งวิเคราะห์เป็นเอาต์พุตเป็นค่าอารมณ์ของผู้ถูกวัดและข้อมูลอารมณ์ดังกล่าวจะแสดงให้เห็นบนหน้าต่างของโปรแกรมอีกทั้งจะทำการส่งข้อมูลให้แสดง Mobile Application ผ่านทางโมดูล Bluetooth ซึ่งการทำงานโดยรวมของทั้งระบบแสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.2 การทำงานของระบบ

3.1.1การออกแบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

ในส่วนของการประมวลผลข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจ และค่า galvanic skin response เพื่อวิเคราะห์และทำนายอารมณ์ของผู้ถูกทดลองโดยใช้งานเซ็นเซอร์ 2 ตัวด้วยกันคือ

1) Pulse Sensor ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้แสงในการยืดหดของเส้นเลือดโดยบริเวณที่สามารถวัดได้จะอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นเลือดจากแรงดันเลือดเช่น บริเวณปลายนิ้วมือ หรือ บริเวณติ่งหูและบริเวณอื่นๆ ซึ่งค่าที่ได้จาก sensor จะเป็นค่า raw signal โดยที่สามารถอ่านโดยการใช้งาน function Analogread ของตัวบอร์ด arduino ซึ่งค่า raw signal ดังกล่าวสามารถไปคำนวณค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที (Beat Per Minute, BPM) ได้โดยที่ Arduino board จะทำการอ่านค่าสัญญาณอนาล็อกตั้งแต่ 0 -5 volt (Analog to digital) ซึ่งเป็นค่าจำนวน 0-1023 โดจำนวนค่า analog ที่อ่านได้ขึ้นอยู่กับแรงดันของสัญญาณที่วัดได้โดยจุดวัดค่า BPM จะอยู่บริเวณปลายนิ้วมือ โดย Pulse sensor จะแสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 Pulse Sensor

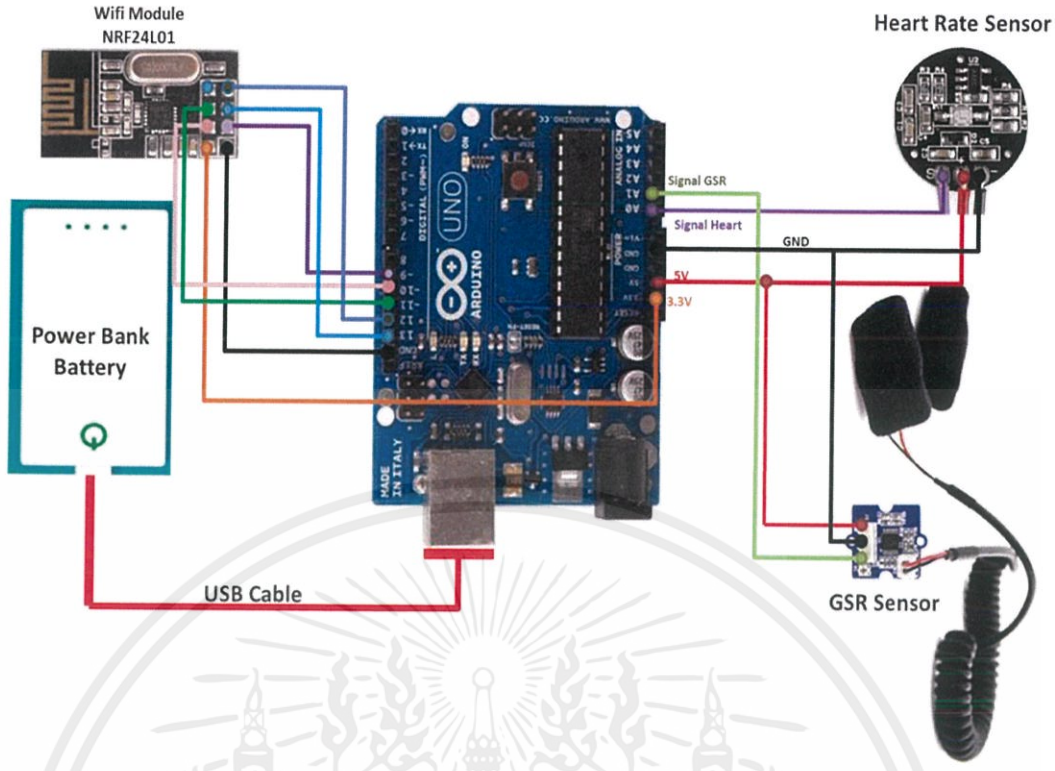
(อ้างอิงจาก https://i.lnwfile.com/_/i/_raw/ne/fm/d1.jpg)

2) Galvanic Skin Response Sensor,(GSR Sensor) เป็นเซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่วัดความต้านทานของผิวหนังโดยบริเวณที่ใช้วัดช่วงปลายนิ้วมือซึ่งใช้การอ่านค่าแบบ Analog ผ่าน Arduino board ซึ่งจะมีค่า 0-1023 ซึ่งค่าดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความต้านทานผิวหนังโดยตรง โดย GSR Sensor จะแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 GSR Sensor

โดยที่เซนเซอร์ทั้งสองตัวจะอ่านค่าโดยใช้ บอร์ด Arduino ในอ่านค่าเซนเซอร์ทั้งสองตัว และทำการส่งข้อมูลไปยัง Computer โดยผ่านโมดูลไร้สาย Wifi NRF24L01 ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งวัดสัญญาณจะแสดงอยู่ในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6 โดยฝั่งรับข้อมูลจะมีโมดูล Wifi NRF24L01 เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino และส่งข้อมูล BPM และ GSR ที่วัดได้ไปยัง computer ผ่าน USB Serial Port โดยในส่วนโปรแกรมรับข้อมูลเพื่อใช้ประมวลผลโดยใช้ฟัซซีลอจิกโดยพัฒนาด้วยภาษา C# ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์อารมณ์อีกทั้งยังส่งค่าอารมณ์ที่จำแนกได้ดังกล่าวไปยัง Mobile Application ผ่านโมดูล Bluetooth HC-05 ซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งรับข้อมูลจะแสดงในรูป 3.7 และในรูปที่ 3.8 จะแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานทั้งฝั่งวัดสัญญาณเพื่อส่งข้อมูลและฝั่งรับข้อมูลที่จะใช้ประมวลผลจำแนกอารมณ์

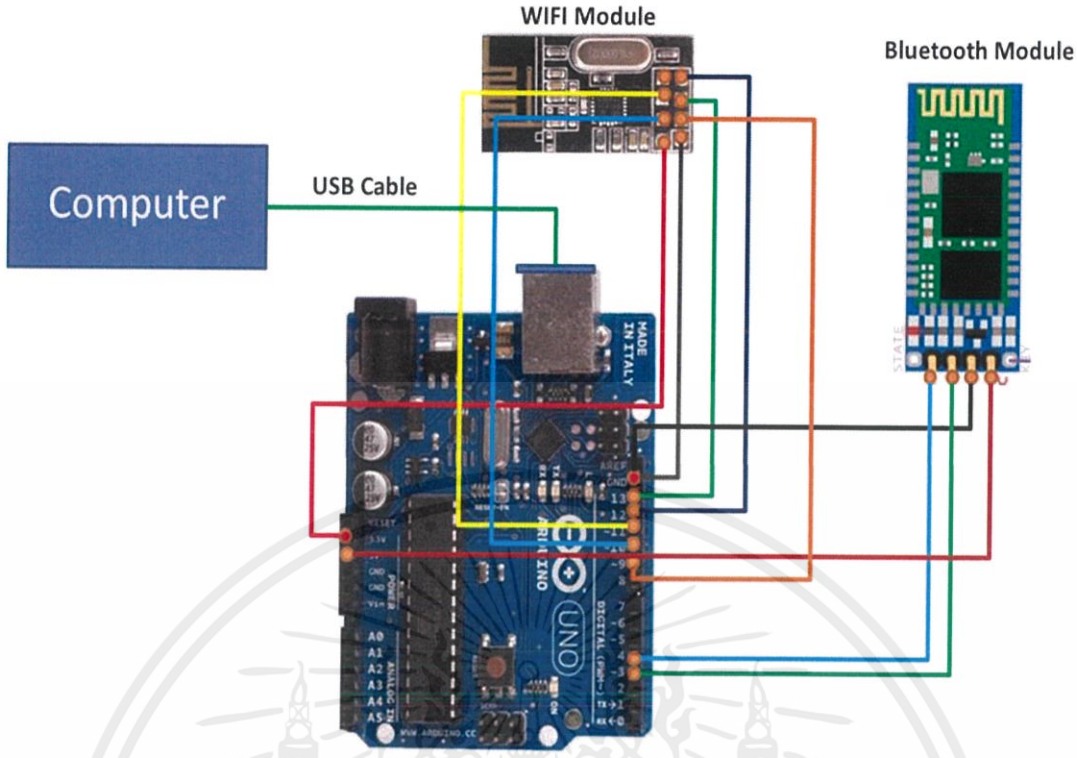
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการวัดสัญญาณ Heart rate และ GSR

รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ในการวัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งรับข้อมูลเพื่อที่จะส่งข้อมูลดังกล่าวไปประมวลผลบนโปรแกรม

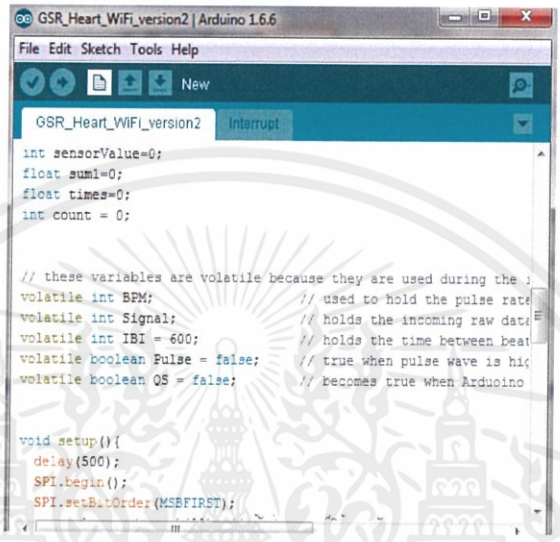
รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งส่งและฝั่งรับ

โดยที่อุปกรณ์ฝั่งรับซึ่งจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยที่ข้อมูลที่วัดได้ (BPM and GSR signal) จะถูกส่งต่อไปคอมพิวเตอร์เพื่อให้โปรแกรมที่ถูกติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูลด้วยฟัซซี่ลอจิก และแสดงผลการวิเคราะห์อารมณ์ นอกจากนี้ข้อมูลอารมณ์ดังกล่าวจะส่งไปต่อไปยัง Mobile Application ผ่านอุปกรณ์ไร้สายบลูทูธ (Bluetooth)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

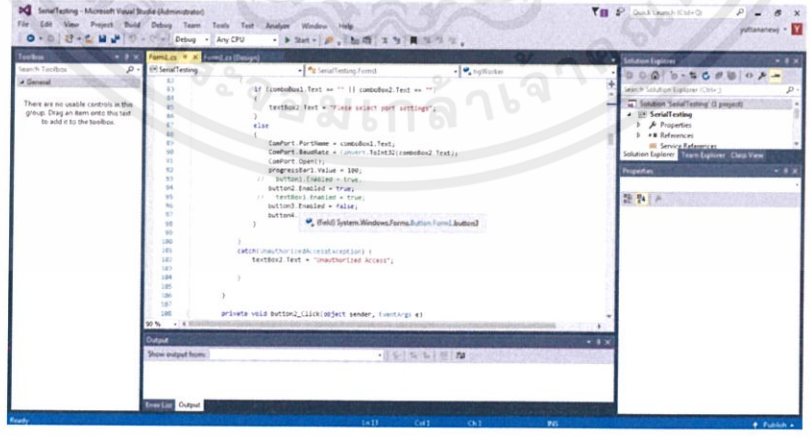
3.1.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

การพัฒนาโปรแกรมนั้นแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การพัฒนาโปรแกรมที่ใช้งานบนบอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino) ซึ่งทำการเขียนโปรแกรมสั่งให้อาร์ดูโน่ (Arduino) อ่านค่าจากเซนเซอร์และส่งต่อข้อมูลไร้สายผ่านมายังคอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงการพัฒนาการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino)

ในส่วนที่ฝั่งโปรแกรมที่ใช้ประมวลผลทำนายอารมณ์ใช้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา C# ซึ่งเขียนผ่านโปรแกรม Visual studio for C# โดยรับข้อมูลจากเซนเซอร์ไร้สายผ่าน Serial port ดังแสดงในรูปที่ 3.10

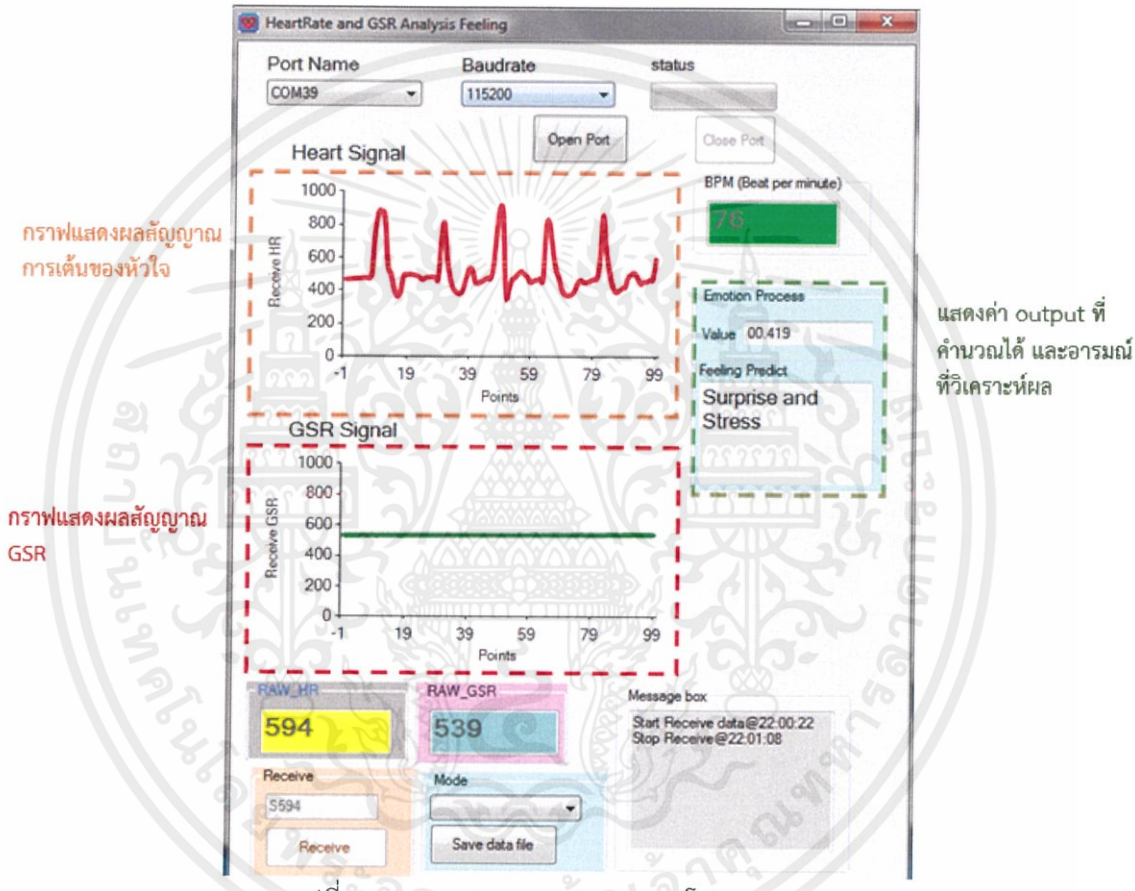


รูปที่ 3.10 การพัฒนาโปรแกรมประมวลผลอารมณ์ด้วยภาษา C# โดยใช้โปรแกรม Visual studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1 Input / output specification

ในส่วนของ Input ข้อมูลเป็นข้อมูลที่วัดได้จาก Pulse Sensor ซึ่งวัดค่าสัญญาณการเต้นและอัตราการเต้นของหัวใจหน่วยครั้งต่อนาที (BPM) และ ค่า GSR จาก GSR Sensor ซึ่งวัดความต้านทานของผิวหนังมีหน่วยสูงสุดคือ 1024 แต่โดยค่าเฉลี่ยปกติจะอยู่ที่ประมาณ 400-500 โดยค่าข้อมูล input ทั้งสองจะประมวลผ่านฟัซซี่ลอจิก (fuzzy logic) ดังที่อธิบายไปข้างต้นผ่านโปรแกรมประมวลผลซึ่งเขียนด้วยภาษา C# ซึ่งหลังจากที่ประมวลผลได้ค่า output ซึ่งทำนายอารมณ์จะแสดงผลบนโปรแกรมเช่นเดียวกันโดยจะแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 input และ output ของโปรแกรม

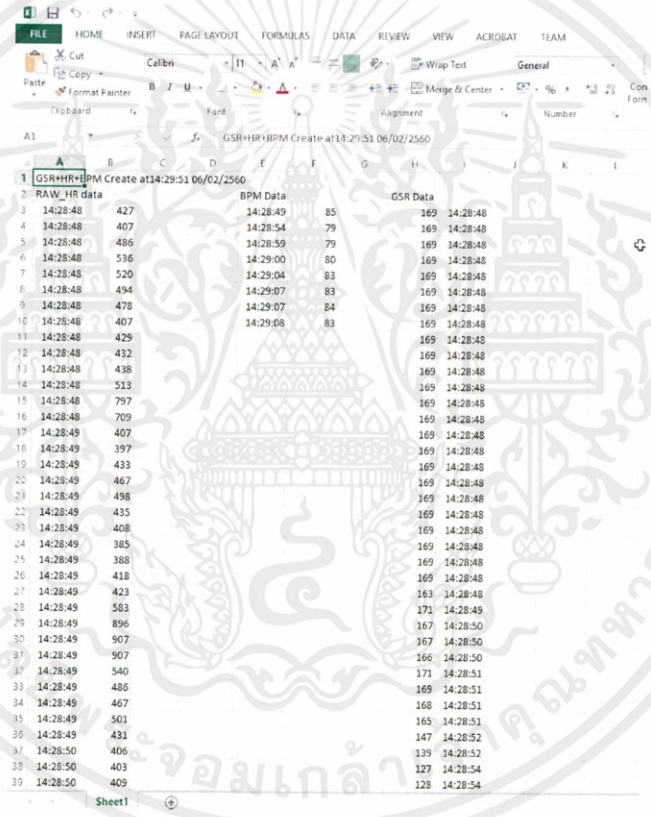
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 Function Specification

ในส่วนของโปรแกรมประมวลผลข้อมูลจะมีสอง function ให้เลือกคือ

1. ประมวลผลอย่างเดียว (Monitor only) ซึ่งโปรแกรมจะทำการรับข้อมูล input เพียงและประมวลผลเพื่อแสดงค่า output เพียงอย่างเดียว

2. ประมวลผลและเก็บค่าผลข้อมูล (monitoring and keeping data) ซึ่งโปรแกรมจะทำการรับค่า input ประมวลผลเพื่อให้ได้ค่า Output และจะเก็บค่าทั้ง Input และ Output ไว้ในรูปแบบ excel file โดยสามารถนำไฟล์ excel ที่เก็บข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ผลภายหลังได้ดังรูปที่ 3.12

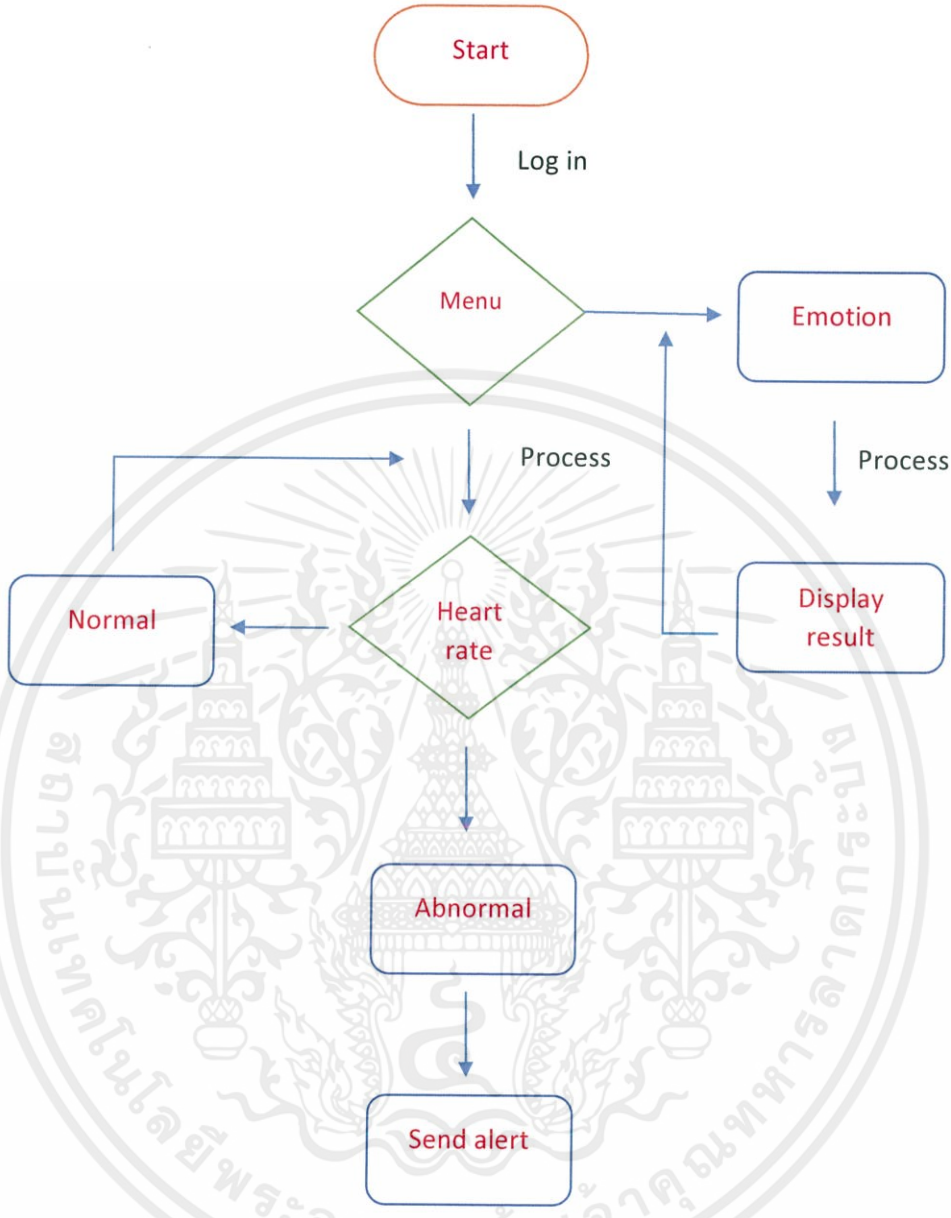


GSR+HR+BPM Create at14:29:51 06/02/2560							
RAW_HR data			BPM Data		GSR Data		
14:28:48	427		14:28:49	85	169	14:28:48	
14:28:48	407		14:28:54	79	169	14:28:48	
14:28:48	486		14:28:59	79	169	14:28:48	
14:28:48	536		14:29:00	80	169	14:28:48	
14:28:48	520		14:29:04	83	169	14:28:48	
14:28:48	494		14:29:07	83	169	14:28:48	
14:28:48	478		14:29:07	84	169	14:28:48	
14:28:48	407		14:29:08	83	169	14:28:48	
14:28:48	429				169	14:28:48	
14:28:48	432				169	14:28:48	
14:28:48	438				169	14:28:48	
14:28:48	513				169	14:28:48	
14:28:48	797				169	14:28:48	
14:28:48	709				169	14:28:48	
14:28:49	407				169	14:28:48	
14:28:49	397				169	14:28:48	
14:28:49	433				169	14:28:48	
14:28:49	467				169	14:28:48	
14:28:49	498				169	14:28:48	
14:28:49	435				169	14:28:48	
14:28:49	408				169	14:28:48	
14:28:49	385				169	14:28:48	
14:28:49	388				169	14:28:48	
14:28:49	418				169	14:28:48	
14:28:49	423				163	14:28:48	
14:28:49	583				171	14:28:49	
14:28:49	896				167	14:28:50	
14:28:49	907				167	14:28:50	
14:28:49	907				166	14:28:50	
14:28:49	540				171	14:28:51	
14:28:49	486				169	14:28:51	
14:28:49	467				168	14:28:51	
14:28:49	501				165	14:28:51	
14:28:49	431				147	14:28:52	
14:28:50	406				139	14:28:52	
14:28:50	403				127	14:28:54	
14:28:50	409				128	14:28:54	

รูปที่ 3.12 การเก็บค่าข้อมูลในไฟล์ Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 โครงสร้างการทำงานของซอฟต์แวร์ในแอปพลิเคชั่น

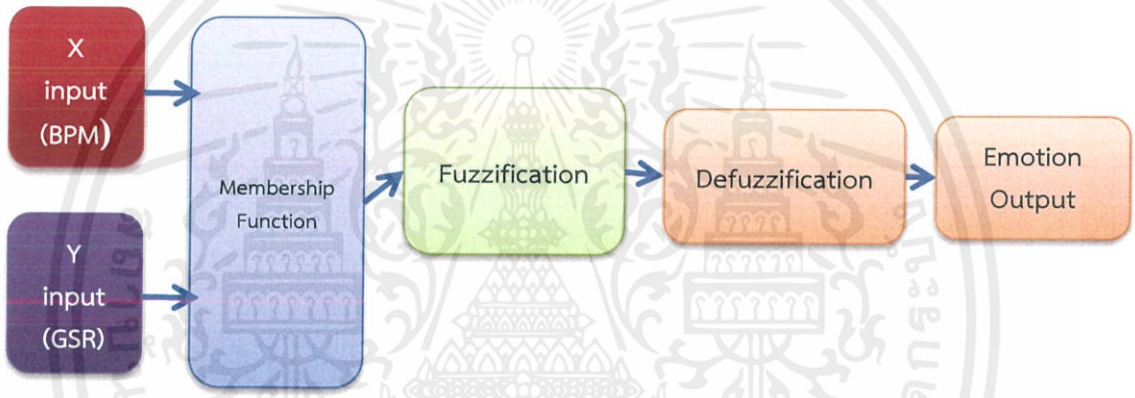


รูปที่ 3.13 โครงสร้างส่วนซอฟแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบอัลกอริธึมจำแนกอารมณ์

จุดมุ่งหมายในการประเมินอารมณ์ โดยโครงสร้างการทำงานของอัลกอริธึมประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ส่วนที่ 1 ใช้ระบบฟัซซีลอจิก ดังแสดงในรูปที่ 3.14 โดยขั้นตอนนี้จะใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์อัตราการเต้นของหัวใจ คือแกน X และ ค่า GSR คือแกน Y ข้อมูลจะถูกส่งมายังคอมพิวเตอร์ เพื่อผ่านขั้นตอนทั้ง 4 ของฟัซซีลอจิก โดยใช้ Membership function การทำ Fuzzification แปลงข้อมูลอินพุตที่เป็นค่าตัวเลขมาเป็นตัวแปรทางภาษา จากนั้นนำตัวแปรทางภาษามาสร้างกฎฟัซซีและผ่านกระบวนการ Defuzzification เพื่อแสดงข้อมูลออกมาเป็นค่าของเอาต์พุตซึ่งคือการประเมินด้านอารมณ์ โดยใช้ข้อมูลเบื้องต้นที่วัดได้หลายบุคคลที่สุ่มมาจากผู้ทดสอบ อายุระหว่าง 18 ถึง 25 มาทำการออกแบบอัลกอริธึม

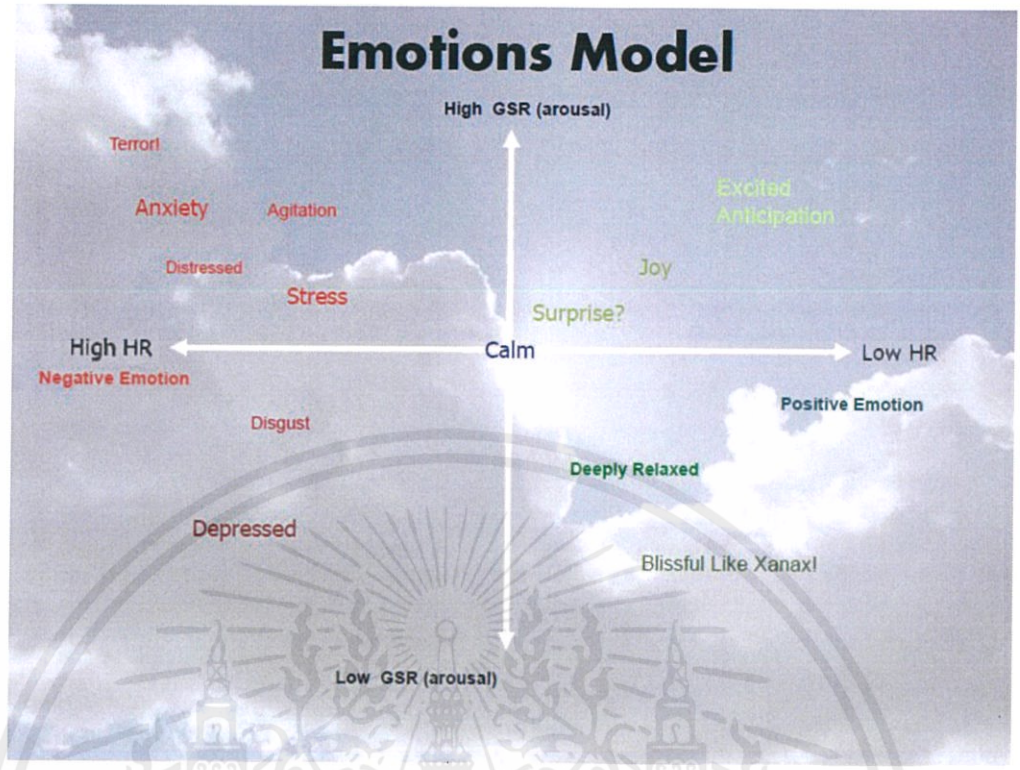


รูปที่ 3.14 การทำงานของอัลกอริธึมจำแนกอารมณ์

3.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและค่าตอบสนองผิวหนัง

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (Beat per minute ,BPM) ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งอายุ โดยปกติชีพจรเด็กจะเร็วกว่าผู้ใหญ่ หรือการเคลื่อนไหวเช่น ในขณะออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจหรือสัญญาณชีพจรจะสูงขึ้น รวมทั้งอารมณ์ย่อมมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจเช่น อารมณ์ตื่นเต้น ร่างกายจะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้นตามไปด้วยในขณะเดียวกันอารมณ์ยังส่งผลต่อสภาวะภายในของร่างกายทำให้มีผลกระทบโดยตรงกับค่าความต้านทานของผิวหนัง GSR ซึ่งเป็นผลจากการกระตุ้นของระบบประสาทของร่างกายดังนั้นทั้งอัตราการเต้นของหัวใจและค่าการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังมีความสัมพันธ์กับอารมณ์ร่วมกันซึ่งพบว่า อารมณ์ต่างๆมีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่าอัตราการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังในรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



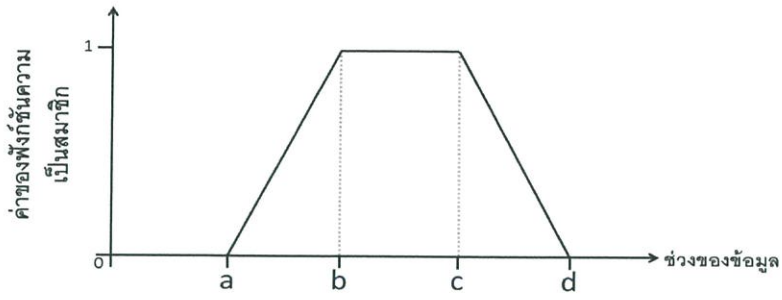
รูปที่ 3.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังกับการจำแนกอารมณ์

3.2.1.1 การวิเคราะห์ค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR เพื่อใช้ในการจำแนกอารมณ์

ขั้นตอนที่ 1 การทำ Membership function วิเคราะห์จากอินพุตของค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR โดยปกติอัตราการเต้นของหัวใจสำหรับคนทั่วไปจะมีค่าประมาณ 60-100 ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละปัจจัยต่างๆเช่น อายุ สุขภาพ สภาวะร่างกาย ซึ่งในการวัดค่าปกติทั่วไปประมาณการให้กำหนดค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 75 ครั้งต่อนาที (Beat per minute , BPM) ในขณะที่ค่าอัตราการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนัง GSR โดยทำการอ่านค่าแรงดันซึ่งแปรผันตรงกับค่าความต้านทานไฟฟ้าของผิวหนังโดยอ่านได้ตั้งแต่ 0-1023

ซึ่งจากการทดสอบอุปกรณ์วัดค่า GSR sensor ทำการวัดมีค่าตั้งค่าจุดกลางอยู่ที่ประมาณ 400 ดังนั้นจึงกำหนดค่าประมาณอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR เพื่อคำนวณความสัมพันธ์ค่าฟังก์ชั่นสมาชิกซึ่งจะใช้ใน Fuzzy logic โดยทำการเลือกใช้ฟังก์ชั่นแบบสี่เหลี่ยมคางหมูซึ่งแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.16 เนื่องจากสามารถกำหนดสมการคณิตศาสตร์แสดงได้ง่ายซึ่งทำให้สามารถคำนวณ Output ออกมาได้อย่างรวดเร็วโดยตัวอย่างสมการฟังก์ชั่นสมาชิกในสมการที่ 3.1 หาค่าสมาชิกของฟังก์ชั่นได้สูงสุดเท่ากับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

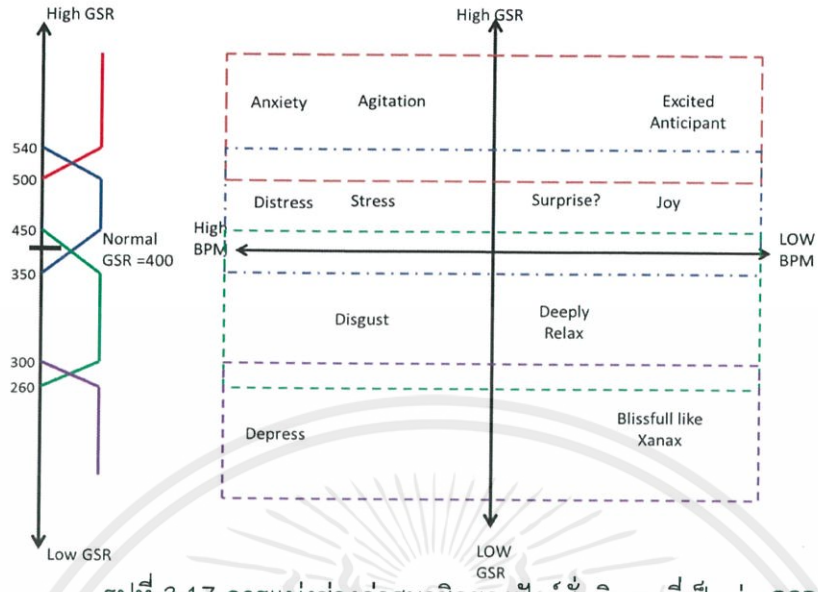


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างฟังก์ชั่นสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

$$f(x;a,b,c,d)=\begin{cases}0, & x\le a \text{ or } d\le x\\ \frac{x}{b-a}-a, & a\le x\le b\\ 1, & b\le x\le c\\ \frac{x}{c-d}+d, & a\le x\le d\end{cases} \tag{3.1}$$

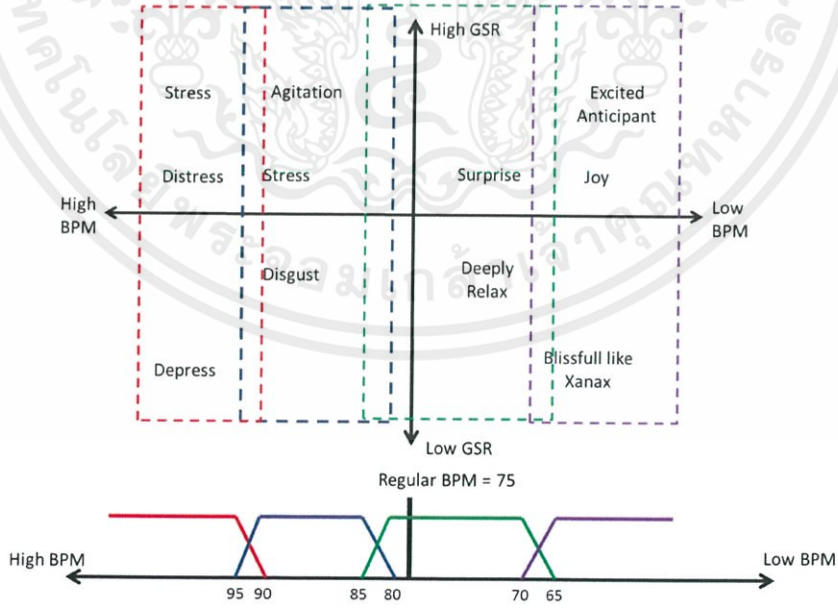
โดยที่สามารถกำหนดค่าฟังก์ชั่นสมาชิก Fuzzy logic เพื่อใช้ในการจำแนกอารมณ์โดยอาศัยอินพุตเป็นอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR โดยจากรูป 3.16 ในที่นี้กำหนดให้ a ,b c, d คือช่วงของข้อมูล และ x คือ อินพุตค่าอัตราการเต้นของหัวใจ หรือค่า GSR ที่เข้ามา ทำให้สามารถกำหนดความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR กับการจำแนกอารมณ์โดยกำหนดค่าฟังก์ชันสมาชิกในแนวแกนตั้งซึ่งเป็นค่า GSR แสดงในรูปที่ 3.17 โดยกำหนดให้ค่ากลางของ GSR มีค่าเท่ากับ 400 อีกทั้งได้กำหนดค่าสมาชิกของฟังก์ชั่นของอินพุตที่เป็นค่า GSR เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชั่นอินพุตที่เป็นค่า GSR

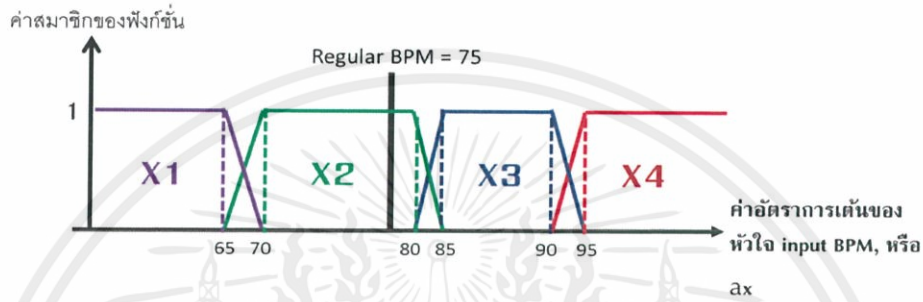
หลังจากทำการกำหนดค่าสมาชิกฟังก์ชั่นของอินพุต Y ซึ่งเป็นค่าแกนตั้งหรือค่า GSR แล้วจึงทำการกำหนดค่าสมาชิกฟังก์ชั่นของอินพุต x ซึ่งมีอินพุตเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจในหน่วย ครั้งต่อนาที (Beat Per minute, BPM) โดยที่การกำหนดค่าช่วงของฟังก์ชั่นสมาชิกโดยคร่าวโดยให้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจปกติมีค่าเท่ากับ 75 ครั้งต่อนาที ซึ่งการกำหนดค่าฟังก์ชั่นสมาชิกของอินพุตที่เป็นอัตราการเต้นของใจแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชั่นอินพุตที่เป็นค่า BPM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การทำ Fuzzification นำค่าจากเซนเซอร์มาพิจารณาสร้างฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership function) ขึ้น โดยใช้ฟังก์ชันรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งต้องกำหนดตัวแปรภาษาในแต่ละฟังก์ชัน โดยในฟังก์ชันการเป็นค่าสมาชิกของแกน X จะมีตัวแปรทางภาษาเป็น X1, X2 ,X3 และ X4 ดังรูปที่ 3.19 ซึ่งกำหนดค่าอินพุตซึ่งเป็นอัตราการเต้นของหัวใจในหน่วยครั้งต่อนาที (BPM) โดยที่กำหนดให้ ค่า a_x คือ อัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที (BPM) และฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของแกน Y จะมีตัวแปรทางภาษาเป็น Y1, Y2, Y3 และ Y4 ดังรูปที่ 3.20 ซึ่งมีอินพุตของตัวแปรภาษาเป็นค่า GSR กำหนดให้ a_y คือ ค่า GSR (Unit)



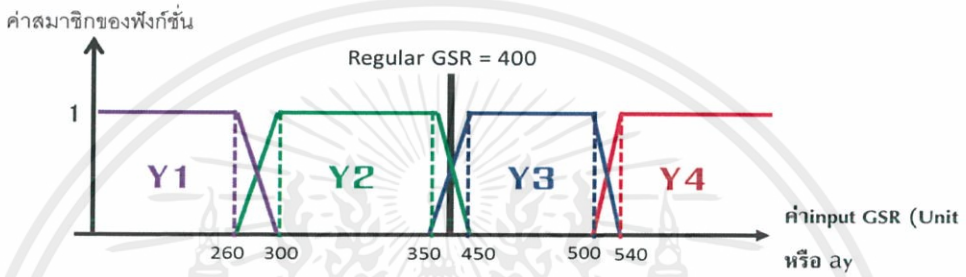
รูปที่ 3.19 ฟังก์ชั่นสมาชิกของตัวแปรภาษาของ X ซึ่งมีอินพุตเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

จากรูปที่ 3.19 กำหนดโดยที่ค่า a_x คือ อัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที (BPM) ซึ่งจากการทดลองจะมีช่วงที่อัตราการเต้นของหัวใจมีความก้ำกึ่ง เช่น ระหว่างช่วงของ x1 อัตรการเต้นของหัวใจต่ำ และ x2 อัตราการเต้นของหัวใจปกติ ซึ่งจะหาค่าตัวแปรภาษา X ได้จากสมการความชันดังวิธีดังต่อไปนี้

- ข้อมูลอินพุต X (a_x) ที่มีค่าน้อยกว่า 65 ค่าตัวแปรทางภาษา X1 = 1
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 65 ถึง 70 ค่าตัวแปรทางภาษา X1 = (-1/5) * (a_x)+ (70/5)
- ข้อมูลอินพุต X มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 70 ค่าตัวแปรทางภาษา X1 = 0
- ข้อมูลอินพุต X ที่มีค่าน้อยกว่า 70 ค่าตัวแปรทางภาษา X2 = 0
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 65 ถึง 70 ค่าตัวแปรทางภาษา X2 = (1/5) * (a_x) - (65/5)
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 75 ถึง 80 ค่าตัวแปรทางภาษา X2 = 1
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 85 ถึง 90 ค่าตัวแปรทางภาษา X2 = (-1/5) * (a_x) + (85/5)
- ข้อมูลอินพุต X มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 85 ค่าตัวแปรทางภาษา X2 = 0
- ข้อมูลอินพุต X ที่มีค่าน้อยกว่า 80 ค่าตัวแปรทางภาษา X3 = 0
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 80 ถึง 85 ค่าตัวแปรทางภาษา X3 = (1/5) * (a_x) - (80/5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 85 ถึง 90 ค่าตัวแปรทางภาษา X3 = 1
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 90 ถึง 95 ค่าตัวแปรทางภาษา X3 = -(1/5) * (a_x) + (95/5)
- ข้อมูลอินพุต X มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 95 ค่าตัวแปรทางภาษา X3 = 0
- ข้อมูลอินพุต X ที่มีค่าน้อยกว่า 90 ค่าตัวแปรทางภาษา X4 = 0
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 90 ถึง 95 ค่าตัวแปรทางภาษา X4 = (1/5) * (a_x) - (90/5)
- ข้อมูลอินพุต X มีค่ามากกว่า 95 ค่าตัวแปรทางภาษา X4 = 1



รูปที่ 3.20 ฟังก์ชั่นสมาชิกของตัวแปรภาษาของ Y ซึ่งมีอินพุตเป็นค่า GSR

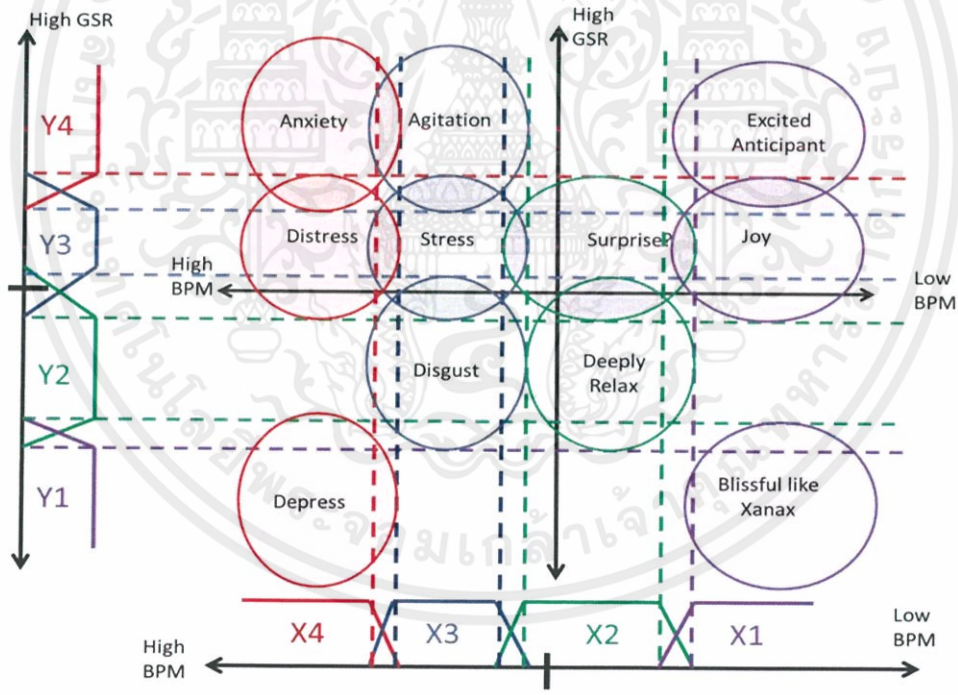
จากรูปที่ 3.20 กำหนดให้ โดยที่ค่า a_y คือ ค่า GSR (Unit) ซึ่งจากการทดลองจะมีช่วงที่ค่า GSR มีความก้ำกึ่ง เช่น ระหว่างช่วงของ Y1 คือช่วงที่ GSR มีค่าต่ำ และ Y2 คือช่วงที่ GSR มีค่าปกติ ซึ่งจะหาค่าตัวแปรภาษา Y ได้จากสมการความชันดังนี้

- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่าน้อยกว่า 260 ค่าตัวแปรทางภาษา Y1 = 1
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 260 ถึง 300 ค่าตัวแปรทางภาษา Y1 = -1/40 * (a_y) + (300/40)
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่ามากกว่า 300 ค่าตัวแปรทางภาษา Y1 = 0
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่าน้อยกว่า 260 หรือมีค่ามากกว่า 450 ค่าตัวแปรทางภาษา Y2 = 0
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 260 ถึง 300 ค่าตัวแปรทางภาษา Y2 = (1/40) * (a_y) - (260/40)
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 300 ถึง 350 ค่าตัวแปรทางภาษ Y2 = 1
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 350 ถึง 450 ค่าตัวแปรทางภาษา Y2 = (-1/100) * (a_y) + (450/100)
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่ามากกว่า 450 ค่าตัวแปรทางภาษา Y2 =0
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่าน้อยกว่า 350 ค่าตัวแปรทางภาษา Y3 =0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 350 ถึง 450 ค่าตัวแปรทางภาษา Y3 = (1/100) * (a_y) - (350/100)
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 450 ถึง 500 ค่าตัวแปรทางภาษา Y3 = 1
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 500 ถึง 540 ค่าตัวแปรทางภาษา Y3 = -1/40 * (a_y) + 540/40
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่ามากกว่า 540 ค่าตัวแปรทางภาษา Y3 = 0
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 500 ถึง 540 ค่าตัวแปรทางภาษา Y4 = (1/40)* (a_y) – 500/40
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่ามากกว่า 540 ค่าตัวแปรทางภาษา Y4 = 1

ซึ่งการทำ Fuzzification มีการกำหนดค่าตัวแปรภาษา Y และ X ตามลำดับ เงื่อนไขดังกล่าวคือกระบวนการทำ Member function ในขั้นตอน Fuzzy logic ซึ่งเป็นการนำค่าอินพุตมาสร้างเป็นฟังก์ชั่นสมาชิกซึ่งในขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างกฎ Rule จากตัวแปรภาษาเพื่อใช้ในการประเมินอารมณ์ ซึ่งเป็นตัวแปรภาษาทั้งสองสัมพันธ์กันในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 รูปแบบพื้นที่สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภาษา X และตัวแปรภาษา Y

จากรูปที่ 3.21 มีอารมณ์ที่จำแนกมาได้ทั้งสิ้น 16 อารมณ์ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่ต่างๆในรูป 3.22 ดังกล่าวโดยสังเกตได้ว่ามีบางพื้นที่ที่ไม่กำหนดอารมณ์อย่างชัดเจนจึงต้องมีการกำหนดอารมณ์ร่วมเพิ่มเติมไว้ซึ่งตัวแปรภาษา X และตัวแปรภาษา Y สามารถนำมาสร้างตัวแปรของภาษาได้ 16 ตัวแปร ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 กฎที่ใช้ในตัวแปรภาษา

แกน / อารมณ์	X-axis Heart Rate	Y-axis (GSR) Unit
$\mu(S1)$ Depress	X4	Y1
$\mu(S2)$ Depress or Quite Disgust	X4	Y2
$\mu(S3)$ Distress	X4	Y3
$\mu(S4)$ Anxiety	X4	Y4
$\mu(S5)$ Quite Depress or Disgust	X3	Y1
$\mu(S6)$ Disgust	X3	Y2
$\mu(S7)$ Stress	X3	Y3
$\mu(S8)$ Agitation	X3	Y4
$\mu(S9)$ Quite Blissful or Relax	X2	Y1
$\mu(S10)$ Deeply Relax	X2	Y2
$\mu(S11)$ Surprise?	X2	Y3
$\mu(S12)$ Surprise? Or Excited	X2	Y4
$\mu(S13)$ Blissful	X1	Y1
$\mu(S14)$ Quite Relax or Blissful	X1	Y2
$\mu(S15)$ Joy	X1	Y3
$\mu(S16)$ Excited Anticipant	X1	Y4

กฎจากตารางที่ 3.1 จะถูกนำไปคำนวณเป็นค่าเอาต์พุตซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 3.2 ซึ่งเป็นสมการถ่วงน้ำหนักโดยที่ค่า $\mu(Sa)$โดยที่ a =1,2,3,4,5.....16 จะมีค่าเท่ากับ minimize ของ {Xx,Yy} โดยที่ x และ y=1,2,3,4 ซึ่งแสดงอยู่ในตาราง 3.1 ซึ่งค่า $\mu(Sa)$ เป็นค่าที่ได้จากตัวแปร X และในกรณีนี้จะใช้การดำเนินการของ Intersection หรือ AND ซึ่งจะทำการเลือกค่าตัวแปรภาษา X หรือ Y ที่มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อได้ค่าที่น้อยที่สุดค่าการแปรปรวนของ output จะลดลง ตัวอย่างเช่นจากตารางที่ 3.1 เมื่อมีการคำนวณค่าตัวแปรภาษาพบว่า ตัวแปรภาษา X4 มีค่าเท่ากับ 0.5 และค่าตัวแปรภาษา Y1 มีค่าเท่ากับ 0.8 ดังนั้น $\mu(S1)$ ซึ่งนำค่าจากตัวแปรภาษา X4 และ Y1 ที่มีค่าน้อยกว่าโดยในกรณีนี้ค่า X4 ค่าน้อยกว่า Y1 ดังนั้นค่า $\mu(S1)$ ค่าเท่ากับ X4 หรือ 0.5 เป็นต้น โดยที่ในการคำนวณค่าเอาต์พุตของระบบจากกฎตัวแปรภาษาจากตารางที่ 3.1 จากสมการที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Output = \frac{(\mu(S1)\times k1)+(\mu(S2)\times k2)+(\mu(S3)\times k3)+\cdots+((\mu(S16)\times k16)}{\mu(S1)+\mu(S2)+\mu(S3)+\cdots+\mu(S16)} \quad (3.2)$$

ค่าคงที่เฉลี่ยน้ำหนัก $\mathrm{k1} = \frac{1}{16}$; $\mathrm{k2} = \frac{2}{16}$; $\mathrm{k3} = \frac{3}{16} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$; $\mathrm{k16} = \frac{16}{16}$

โดยที่

k คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักปกติของแต่ละอารมณ์ 16 อารมณ์โดยมีค่าตั้งแต่ 0-1 โดยจะเรียงตั้งแต่อารมณ์ Depress เป็นอารมณ์ทางลบที่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 1/16 และอารมณ์ Excited Anticipant เป็นอารมณ์ทางบวกที่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 16/16

$\mu(S1)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Depress

$\mu(S2)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Depress or Quite Disgust

$\mu(S3)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Distress

$\mu(S4)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Anxiety

$\mu(S5)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Quite Depress or Disgust

$\mu(S6)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Disgust

$\mu(S7)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Stress

$\mu(S8)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Agitation

$\mu(S9)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Quite Blissful or Relax

$\mu(S10)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Deeply Relax

$\mu(S11)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Surprise?

$\mu(S12)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Surprise? Or Excite

$\mu(S13)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Blissful

$\mu(S14)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Quite Relax or Blissful

$\mu(S15)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Joy

$\mu(S16)$ คือ ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันการ Excited Anticipant

ขั้นตอนที่ 3 Defuzzification ขั้นตอนสุดท้ายหลังจากที่ทำการในคำนวณค่ากฎตัวแปรภาษา ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเพื่อหาเอาต์พุตของระบบออกมาได้แล้วจึงทำการขั้นตอน Defuzzification เพื่อประเมิน Output จำแนกอารมณ์ออกมาซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลในตาราง 3.1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยตามค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตั้งแต่ 0 จนถึง 1 ดังนั้นตารางที่ 3.2 จะแสดงค่าเอาต์พุตการจำแนกอารมณ์ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 Output เพื่อใช้ประเมินค่าอารมณ์ซึ่งคำนวณได้จากสมการค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

ค่า Output จำแนกอารมณ์	ช่วง Output ของค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก
Depress	0.0000 - 0.0625
Depress or Quite Disgust	0.0626 - 0.1250
Distress	0.1251 - 0.1875
Anxiety	0.1876 – 0.2500
Quite Depress or Disgust	0.2501 – 0.3125
Disgust	0.3126 – 0.3750
Stress	0.3751 – 0.4375
Agitation	0.4376 – 0.5000
Quite Blissful or Relax	0.5001 – 0.5625
Deeply Relax	0.5626 – 0.6250
Surprise?	0.6251 – 0.6875
Surprise? Or Excited	0.6876 - 0.7500
Blissful	0.7501 – 0.8125
Quite Relax or Blissful	0.8126 – 0.8750
Joy	0.8751 – 0.9375
Excited Anticipant	0.9376 – 1.0000

จากตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าเอาต์พุตที่ได้การจากคำนวณจากสมการค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในสมการที่ 3.2 ซึ่งกำหนดช่วงของแต่ละอารมณ์โดยอ้างอิงจากรูปที่ 3.15 และตั้งสมมติฐานเพื่อประมาณค่าช่วงของอารมณ์และทำการตรวจสอบความถูกต้องจากการทดลองจากผู้ทดสอบในเวลา3 นาทีหากค่าไม่สอดคล้องกันจึงจะทำการปรับค่าใหม่ โดยค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละช่วงมาจากค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดที่ได้จากการทดลองจากผู้ทดลองหลายๆคน และผลลัพธ์การจำแนกอารมณ์ดังกล่าวจะถูกแสดงขึ้นบนโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงค่าอารมณ์ที่จำแนกได้ซึ่งในหัวข้อ 3.2.1.2 จะแสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อจำแนกอารมณ์ เมื่อทำ Defuzzification แล้วจึงเอาค่าที่ได้มาเทียบในตารางนี้แล้วตัดสินออกมาว่าผู้ใช้อยู่ในอารมณ์ใด โดยค่าที่นำมาใช้คำนวณมาจากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งผู้ป่วยและคนปกติในช่วงอายุ 18-60 ปี ทั้งหมด 80 คน โดยจะใช้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR มาใช้คำนวณในสมการ fuzzy logic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้ฟัซซี่ลอจิกเพื่อจำแนกอารมณ์

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่า Output จากหัวข้อ 3.2.1.1 จะทำการกำหนดค่าอินพุตอัตราการเต้นของหัวใจและค่าอินพุต GSR และจะใช้อัลกอลิทึมในหัวข้อ 3.2.1.1 เพื่อจำแนกอารมณ์ออกมา โดยในกรณีนี้กำหนดให้อัตราการเต้นของหัวใจมีค่าเท่ากับ 69 ครั้งต่อนาทีและกำหนดให้ค่า GSR มีค่าเท่ากับ 435

กำหนดให้ โดยที่ค่า a_x คือ ค่า อัตราการเต้นของหัวใจ (BPM) มีค่าเท่ากับ 69 ครั้งต่อนาที ดังนั้นเงื่อนไขของตัวแปรภาษา X จะมีค่าดังต่อไปนี้

- ตัวแปรภาษา X1 จะมีค่าเท่ากับ

$$X1 = \frac{-a_x}{5} + \frac{70}{5} = \frac{-69}{5} + \frac{70}{5} = 0.200 \quad (3.3)$$

- ตัวแปรภาษา X2 จะมีค่าเท่ากับ

$$X2 = \frac{a_x}{5} - \frac{65}{5} = \frac{69}{5} - \frac{65}{5} = 0.800 \quad (3.4)$$

- ตัวแปรภาษา X3 จะมีค่าเท่ากับ

$$X3 = 0.000 \quad (3.5)$$

- ตัวแปรภาษา X4 จะมีค่าเท่ากับ

$$X4 = 0.000 \quad (3.6)$$

กำหนดให้ โดยที่ค่า a_y คือ ค่า GSR (Unit) กรณีนี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 435 ดังนั้นค่าของเงื่อนไขของตัวแปรภาษา Y จะมีค่าดังต่อไปนี้

- ตัวแปรภาษา Y1 จะมีค่าเท่ากับ

$$Y1 = 0 \quad (3.7)$$

- ตัวแปรภาษา Y2 จะมีค่าเท่ากับ

$$Y2 = \frac{-a_y}{100} + \frac{450}{100} = \frac{-435}{100} + \frac{450}{100} = 0.15 \quad (3.8)$$

- ตัวแปรภาษา Y3 จะมีค่าเท่ากับ

$$Y3 = \frac{a_y}{100} - \frac{350}{100} = \frac{435}{100} - \frac{350}{100} = 0.85 \quad (3.9)$$

- ตัวแปรภาษา Y4 จะมีค่าเท่ากับ

$$Y4 = 0.000 \quad (3.10)$$

หลังจากที่กำหนดค่าตัวแปรภาษา X และ Y แล้วทำการกำหนดค่าลงในกฎฟัซซี่ในตารางที่ 3.1 ซึ่งตารางที่ 3.3 แสดงตารางตัวแปรกฎที่กับตัวแปรภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตัวแปรภาษาต่างๆที่ใช้กับกฎ

แกน / ค่าตัวแปรอารมณ์	X-axis Heart Rate	Y-axis (GSR) Unit	$\mu(Sx)$= Min of (X,Y)
$\mu(S1)$ Depress	X4 =0	Y1 = 0	$\mu(S1)$ = 0
$\mu(S2)$ Depress or Quite Disgust	X4 =0	Y2 = 0.15	$\mu(S2)$ = 0
$\mu(S3)$ Distress	X4 = 0	Y3 = 0.85	$\mu(S3)$ = 0
$\mu(S4)$ Anxiety	X4 = 0	Y4 = 0	$\mu(S4)$ = 0
$\mu(S5)$ Quite Depress or Disgust	X3 =0	Y1 = 0	$\mu(S5)$ = 0
$\mu(S6)$ Disgust	X3 = 0	Y2 = 0.15	$\mu(S6)$ = 0
$\mu(S7)$ Stress	X3 = 0	Y3 = 0.85	$\mu(S7)$ = 0
$\mu(S8)$ Agitation	X3 = 0	Y4 = 0	$\mu(S8)$ = 0
$\mu(S9)$ Quite Blissful or Relax	X2 = 0.8	Y1 = 0	$\mu(S9)$ = 0
$\mu(S10)$ Deeply Relax	X2 = 0.8	Y2 = 0.15	$\mu(S10)$ = 0.15*
$\mu(S11)$ Surprise?	X2 = 0.8	Y3 = 0.85	$\mu(S11)$ = 0.8*
$\mu(S12)$ Surprise? Or Excited	X2 = 0.8	Y4 = 0	$\mu(S12)$ = 0
$\mu(S13)$ Blissful	X1 = 0.2	Y1 = 0	$\mu(S13)$ = 0
$\mu(S14)$ Quite Relax or Blissful	X1 = 0.2	Y2 = 0.15	$\mu(S14)$ = 0.15*
$\mu(S15)$ Joy	X1 = 0.2	Y3 = 0.85	$\mu(S15)$ =0.2*
$\mu(S16)$ Excited Anticipant	X1 = 0.2	Y4 = 0	$\mu(S16)$ =0

หลังจากที่ได้ค่าตัวแปรอารมณ์จากตารางที่ 3.3 จากนั้นนำค่าตัวแปรด้านอารมณ์ทั้ง 16 ค่า ไปคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักจากสมการที่ 3.2

$$Output = \frac{(\mu(S1)\times k1)+(\mu(S2)\times k2)+(\mu(S3)\times k3)+\cdots+((\mu(S16)\times k16)}{\mu(S1)+\mu(S2)+\mu(S3)+\cdots+\mu(S16)} \quad (3.10)$$

โดยที่ค่าคงที่เฉลี่ยน้ำหนัก $k1 = \frac{1}{16}$; $k2 = \frac{2}{16}$; $k3 = \frac{3}{16} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$; $k16 = \frac{16}{16}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะได้ค่าเอาต์พุตของระบบ

$$Output = \frac{\left(0 \times \frac{1}{16}\right) + \left(0 \times \frac{2}{16}\right) + \left(0 \times \frac{3}{16}\right) + \cdots + \left(0.2 \times \frac{15}{16}\right) + \left(0 \times \frac{16}{16}\right)}{0 + 0 + 0 + \cdots + 0.2 + 0}$$

$$Output = 0.7403$$

ซึ่งจากเอาต์พุตของระบบมีค่าเท่ากับ 0.7403 ซึ่งสามารถนำค่าเอาต์พุตดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.2 เพื่อให้ได้เป็นผลลัพธ์ของอารมณ์ดังแสดงต่อในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบค่าเอาต์พุตของระบบกับการจำแนกอารมณ์

ค่า Output จำแนกอารมณ์	ช่วง Output ของค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	Output ของระบบที่ทำการคำนวณได้
Depress	0.0000 - 0.0625	
Depress or Quite Disgust	0.0626 - 0.1250	
Distress	0.1251 - 0.1875	
Anxiety	0.1876 – 0.2500	
Quite Depress or Disgust	0.2501 – 0.3125	
Disgust	0.3126 – 0.3750	
Stress	0.3751 – 0.4375	
Agitation	0.4376 – 0.5000	
Quite Blissful or Relax	0.5001 – 0.5625	
Deeply Relax	0.5626 – 0.6250	
Surprise?	0.6251 – 0.6875	
Surprise? Or Excited	0.6876 - 0.7500	0.7403*
Blissful	0.7501 – 0.8125	
Quite Relax or Blissful	0.8126 – 0.8750	
Joy	0.8751 – 0.9375	
Excited Anticipant	0.9376 – 1.0000	

ดังนั้นจากตารางที่ 3.4 ซึ่งเปรียบเทียบ output ของระบบกับการจำแนกอารมณ์อยู่ในช่วงอารมณ์ Surprise? Or Excited ซึ่งสรุปได้ว่าจากตัวอย่างการประมวลผลโดยมีอินพุตเป็นอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR ซึ่งประมวลผลด้วยวิธีการฟัซซี่ลอจิก สามารถจำแนกอารมณ์ได้ผลลัพธ์คือ Surprise? Or Excited

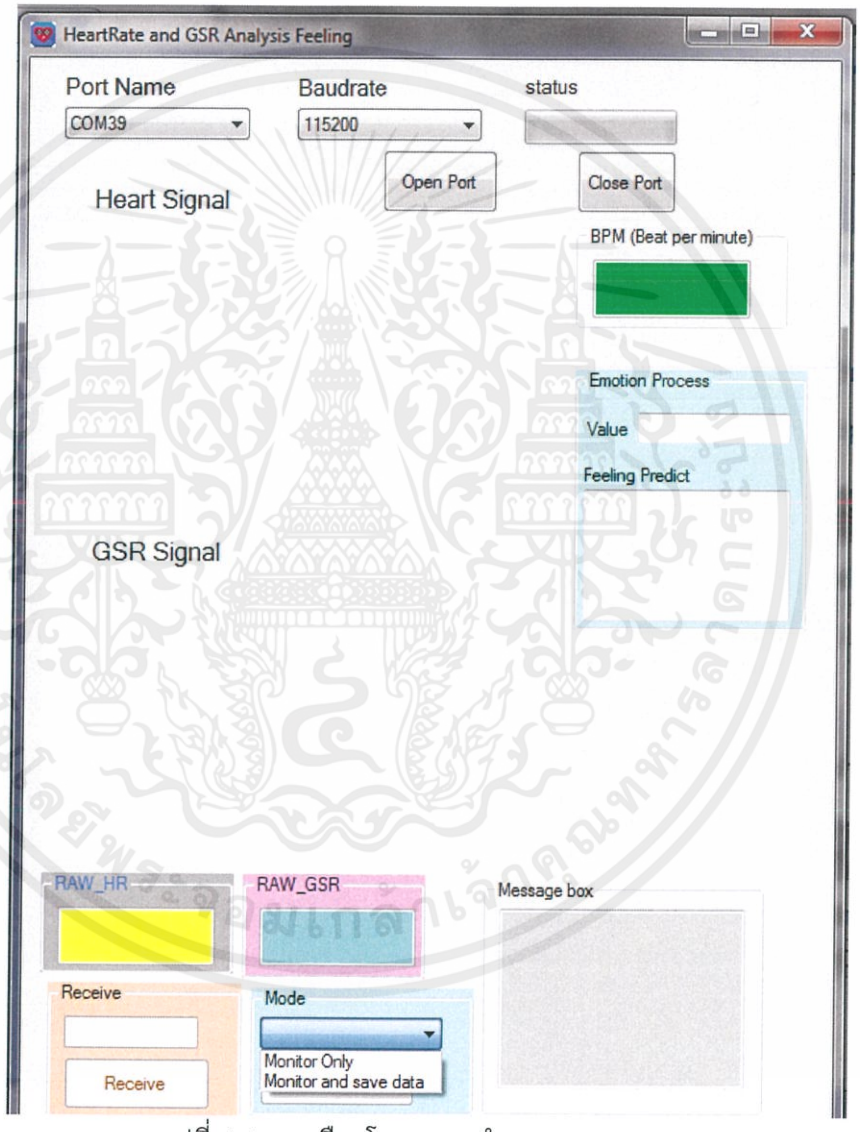
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของการทดสอบโปรแกรม

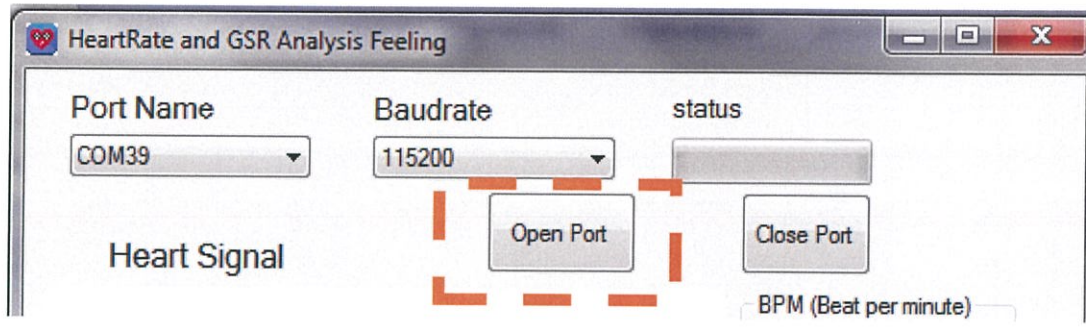
โปรแกรม Heartmate แบ่งออกเป็น 2 ฟังชั่นหลักๆ คือ Monitor only และ Monitor and save data ซึ่งทำงานบนคอมพิวเตอร์ ดังในรูปที่ 4.1



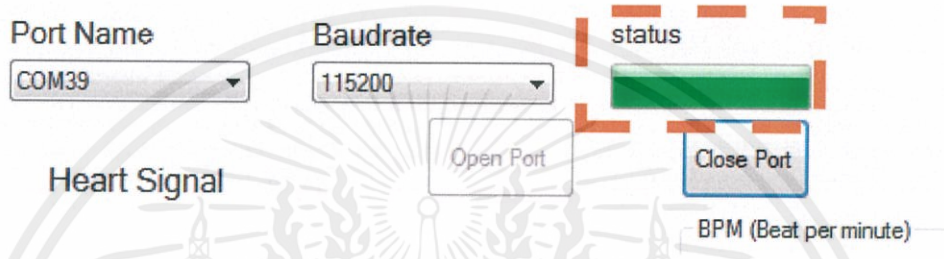
รูปที่ 4.1 การเลือกโหมดการทำงาน

หลังจากที่ผู้ใช้งานเลือกโหมดการทำงานเรียบร้อยแล้วนั้นทำการกดปุ่ม Open port เพื่อทำการเปิดพอร์ตให้สามารถรับข้อมูลได้ซึ่งหากกดปุ่ม Open port เรียบร้อยแล้ว จะแสดงแถบสีเขียวซึ่งหมายความว่าสามารถเชื่อมต่อเพื่อรับข้อมูลจาก port ดังกล่าวได้ ดังในรูปที่ 4.2 และ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

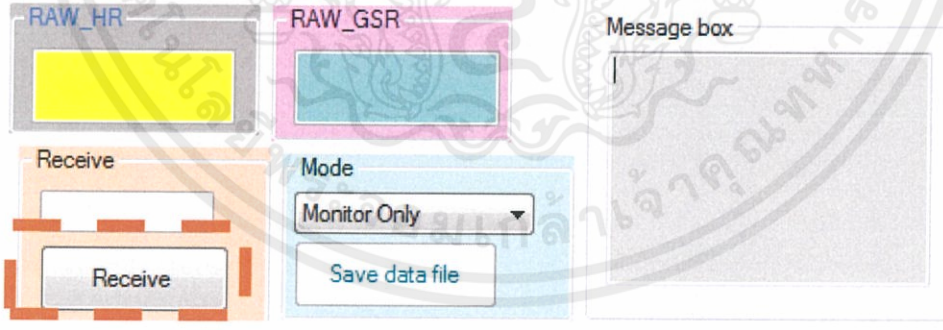


รูปที่4.2 ปุ่มกดเชื่อมต่อ port เพื่อรับข้อมูล



รูปที่ 4.3 ผลหลังกดปุ่ม open port

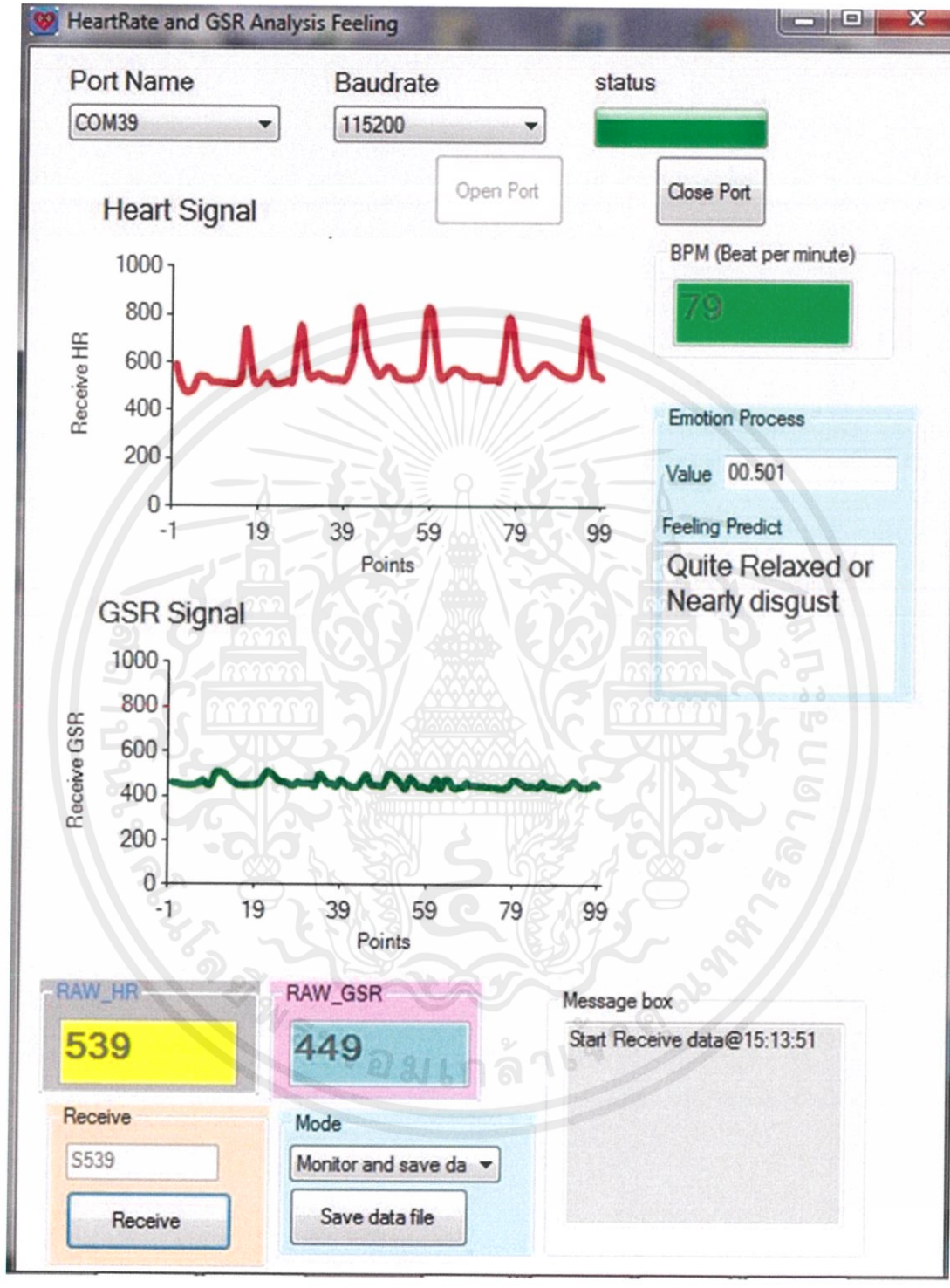
Open port เพื่อเชื่อมต่อ port ให้รับข้อมูลได้สำเร็จและจะมีการแสดง status ซึ่งแสดงแถบสีเขียวด้านข้างหลังจากเชื่อมต่อ port ได้สำเร็จแล้ว ทำการกดปุ่ม Receive เพื่อทำการเริ่มรับข้อมูลและทำการประมวลผลเพื่อแสดงผลการวิเคราะห์อารมณ์ ดังในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ปุ่ม receive เพื่อเริ่มการรับข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และแสดงผลอารมณ์

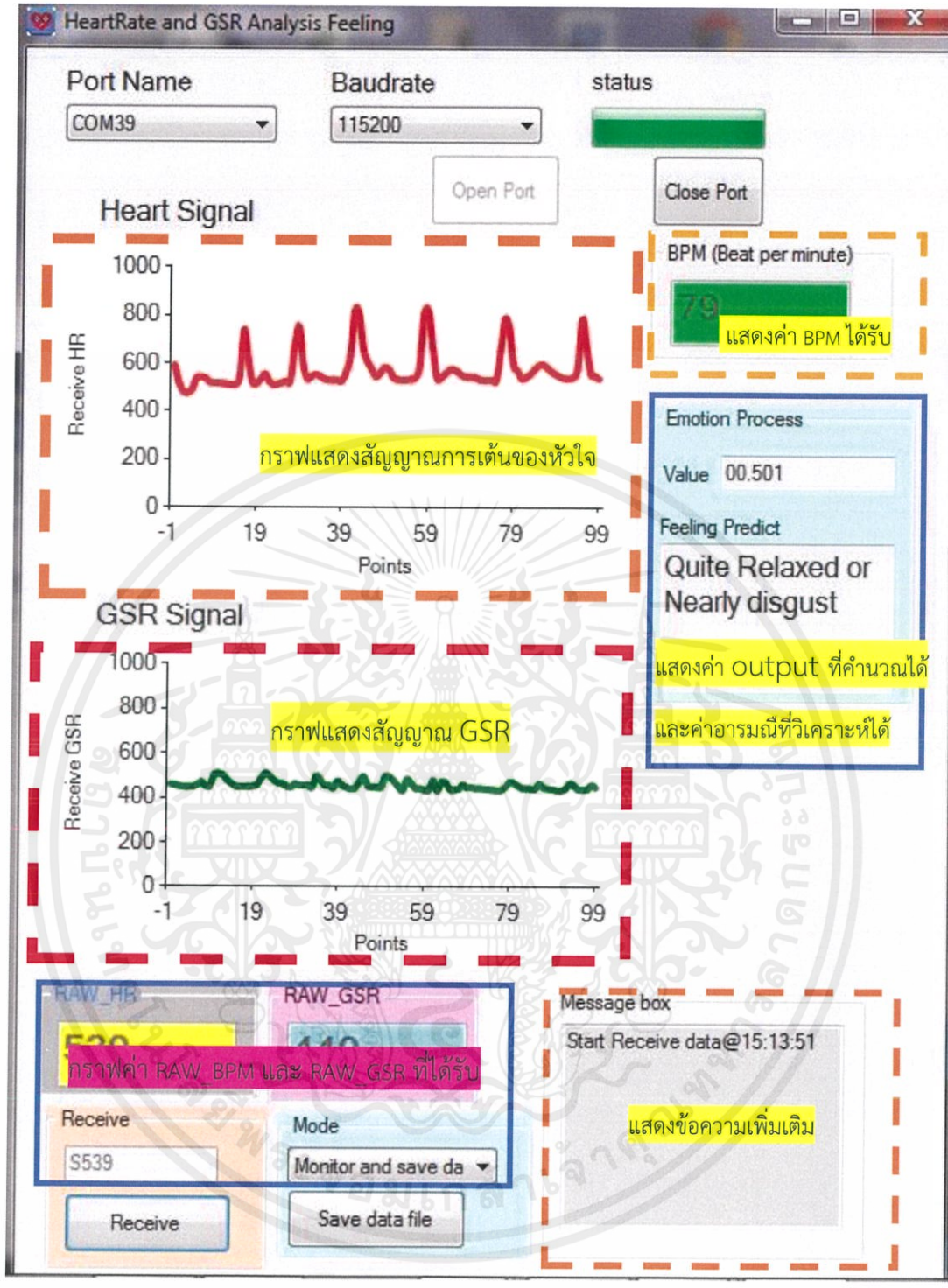
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากกดปุ่ม Receive เพื่อเริ่มทำการประมวลผลและแสดงผลอารมณ์ที่ทำนายได้ รวมค่าจากเซนเซอร์ที่ได้รับมา ดังในรูปที่ 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 การทำงานของโปรแกรม

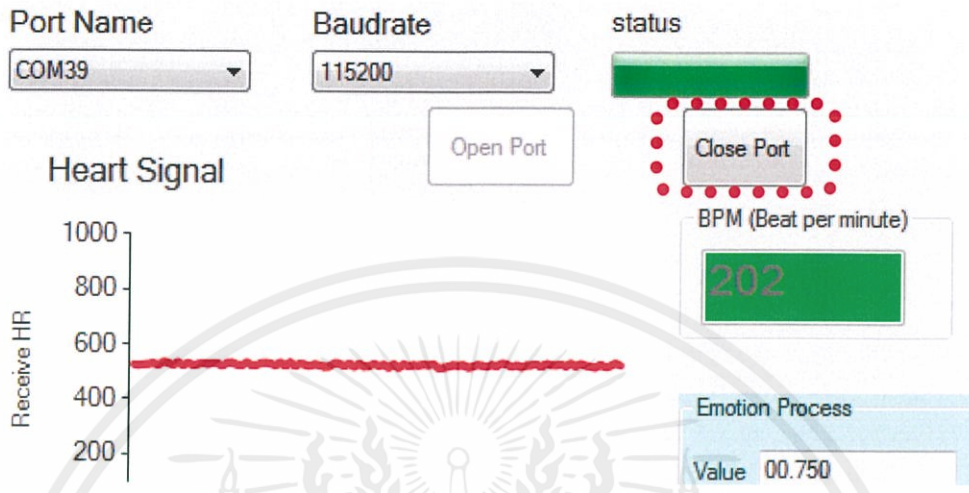
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



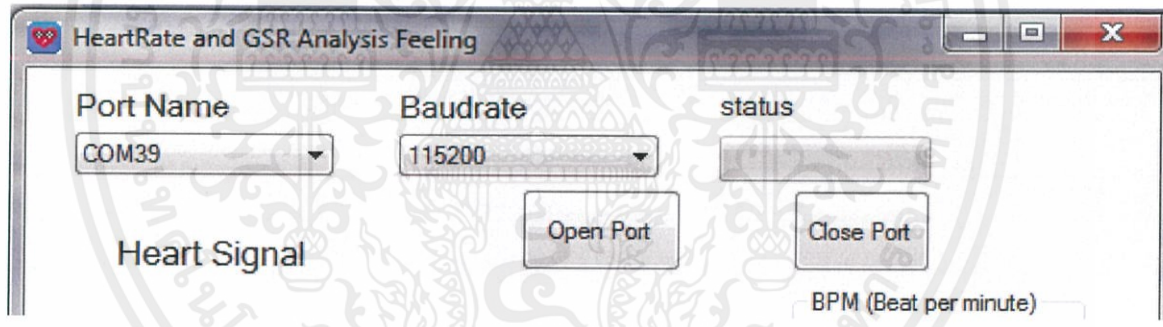
รูปที่ 4.6 การแสดงผลของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการทดสอบเสร็จแล้วหากต้องการจะหยุดการรับข้อมูลและประมวลผลให้กดปุ่ม Close Port เพื่อหยุดการรับข้อมูลและประมวลผลเพื่อแสดงผลลัพธ์ โดยหลังจากกดปุ่ม Close port จะทำการตัดการเชื่อมต่ออุปกรณ์และในแถบ Status จะขึ้นแถบสีเทา ดังในรูปที่ 4.7 และ 4.8



รูปที่ 4.7 แสดงปุ่ม Close Port เพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม

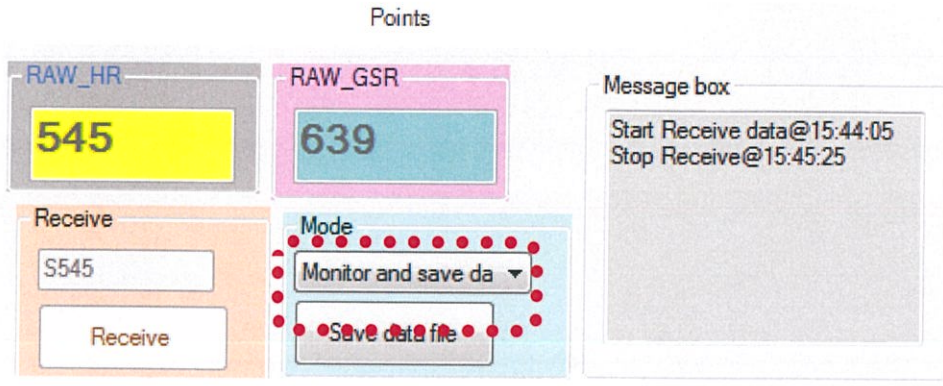


รูปที่ 4.8 แสดงหลังกดปุ่ม Close Port

กด close port เพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรมซึ่งโปรแกรมจะหยุดทำงานและแถบ status จะขึ้นแถบสีเทากรณีต้องการให้โปรแกรมทำงานใหม่อีกครั้งก็สามารถทำได้โดยไม่ต้องเลือก Port name หรือ baud rate ใหม่เพียงแค่ กดปุ่ม open port และ กดปุ่ม receive เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำการรับข้อมูลและประมวลผลข้อมูลได้

ในกรณีที่ต้องการเลือกทำงานในโหมด Monitor and save data ให้เลือกโหมดการทำงานในช่อง Mode เป็น Monitor and save data จากนั้นทำการวัดค่าและแสดงผลข้อมูลตามปกติโดยในโหมด Monitor and save data จะทำการบันทึกค่าที่ทำการวัดค่าลงในไฟล์ excel โดยมีขั้นตอนการบันทึกผลดังนี้

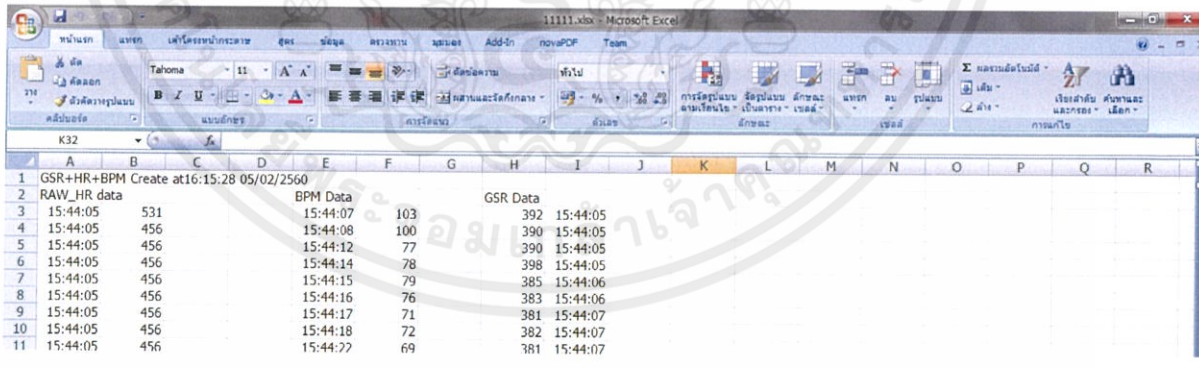
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงปุ่ม save data file

หลังจากการทำตามขั้นตอนรับข้อมูลและประมวลผลอารมณ์หากต้องการหยุดประมวลผลให้กดปุ่ม Close Port โดยหน้าต่าง Message จะแสดงเวลาที่เริ่มทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลและเวลาสิ้นสุดการประมวลผลและเก็บข้อมูล โดยที่หากต้องการเก็บไฟล์บันทึกผลให้กดปุ่ม Save data file ดังในรูปที่ 4.9

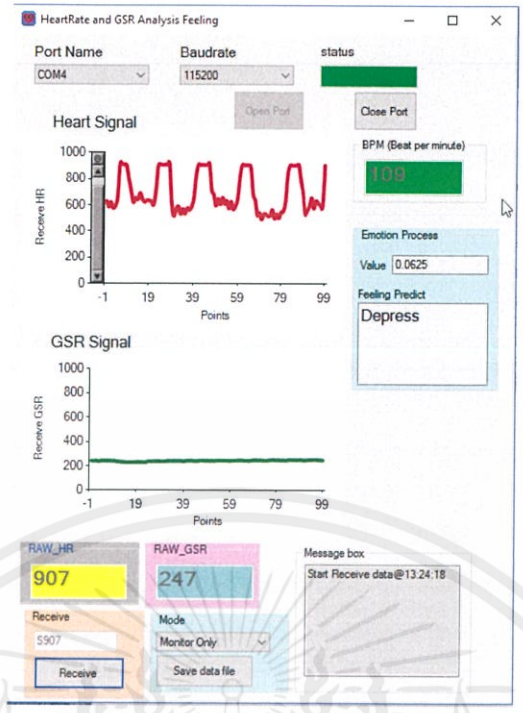
หลังจากกดปุ่ม save data file จะแสดงหน้าต่างให้ทำการบันทึกไฟล์ excel ซึ่งสามารถบันทึกไฟล์ดังกล่าวตามชื่อและ directory ที่ต้องการตามผู้ใช้งาน ซึ่งไฟล์ excel ดังกล่าวประกอบด้วยเวลาที่เริ่มต้นทำการบันทึกค่า ค่า GSR ค่า BPM รวมทั้งเวลาที่ทำการบันทึกค่าไว้ซึ่งในส่วนนี้สามารถนำผลดังกล่าวไปวิเคราะห์เพิ่มเติมภายหลังได้ดังในรูปที่ 4.10



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	GSR+HR+BPM Create at16:15:28 05/02/2560								
2	RAW_HR data			BPM Data			GSR Data		
3	15:44:05	531		15:44:07	103		392	15:44:05	
4	15:44:05	456		15:44:08	100		390	15:44:05	
5	15:44:05	456		15:44:12	77		390	15:44:05	
6	15:44:05	456		15:44:14	78		398	15:44:05	
7	15:44:05	456		15:44:15	79		385	15:44:06	
8	15:44:05	456		15:44:16	76		383	15:44:06	
9	15:44:05	456		15:44:17	71		381	15:44:07	
10	15:44:05	456		15:44:18	72		382	15:44:07	
11	15:44:05	456		15:44:22	69		381	15:44:07	

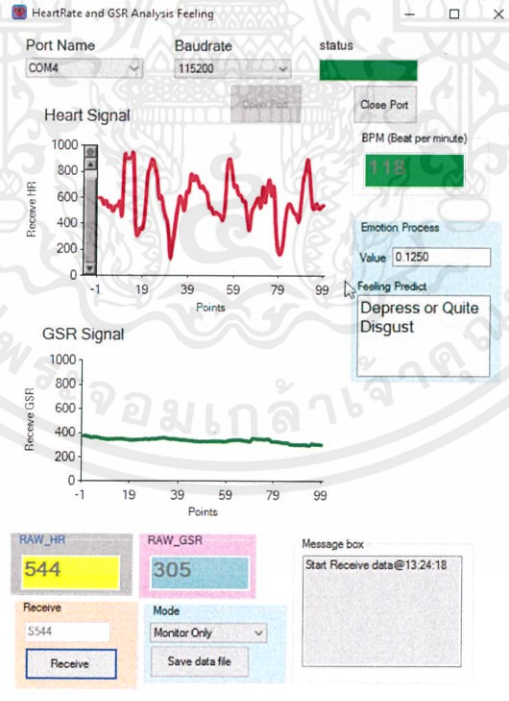
รูปที่ 4.10 แสดงการเก็บข้อมูลในไฟล์ Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 อารมณ์ Depress

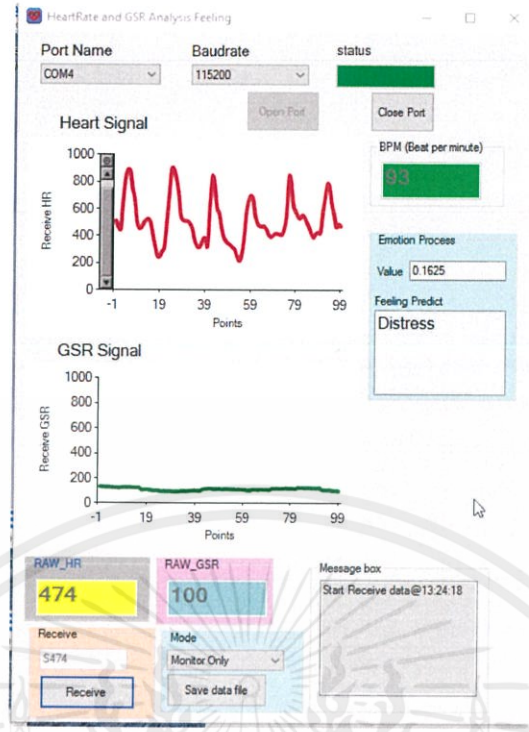
จากรูปที่ 4.11 คือกรณีที่ผู้ป่วยมีความรู้สึกแย่ รู้สึกหดหู่ใจ เป็นอารมณ์ด้านลบ หากมีอาการเจ็บจะเจ็บมาก



รูปที่ 4.12 อารมณ์ Depress or Quite Disgust

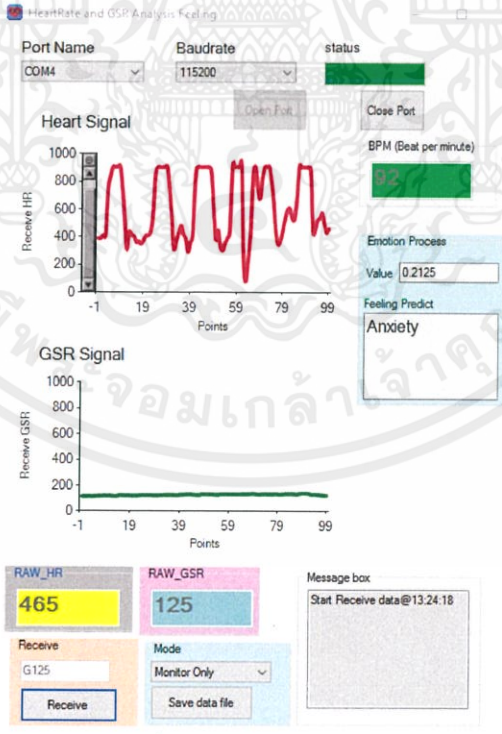
จากรูปที่ 4.12 เป็นการคาบเกี่ยวระหว่างอารมณ์ Depress และ Quite Disgust ในส่วนอารมณ์ disgust คือ อารมณ์ไม่พอใจไม่ชอบใจ และDepress คือความรู้สึกแย่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 อารมณ์ Distress

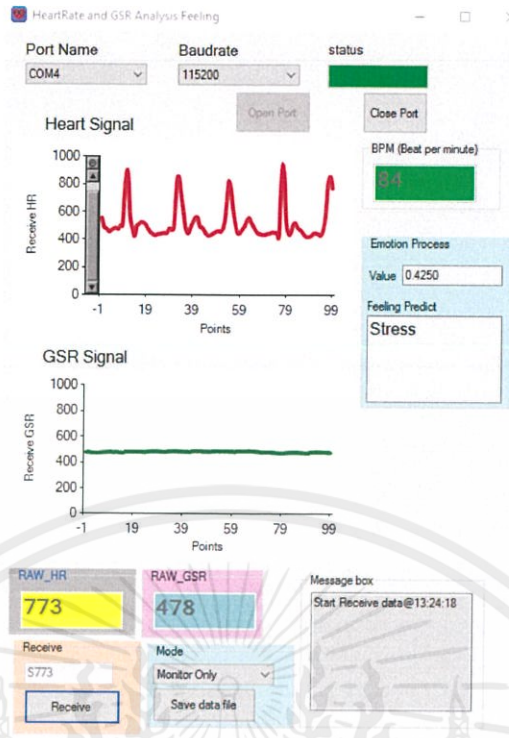
จากรูปที่ 4.13 Distressคืออารมณ์ กลุ้มใจ มีเรื่องค้างคาใจ ลำบากใจ ยกตัวอย่างเช่นแก้โจทย์เรียนไม่ได้



รูปที่ 4.14 อารมณ์ Anxiety

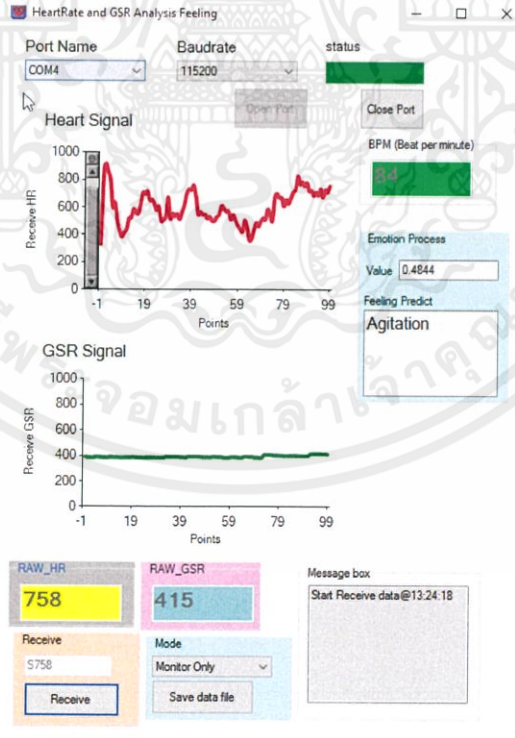
จากรูปที่ 4.14 Anxiety คือความรู้สึกกระวนกระวาย วิตกกังวล ทุกข์ร้อน อยู่ไม่สุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 อารมณ์ Stress

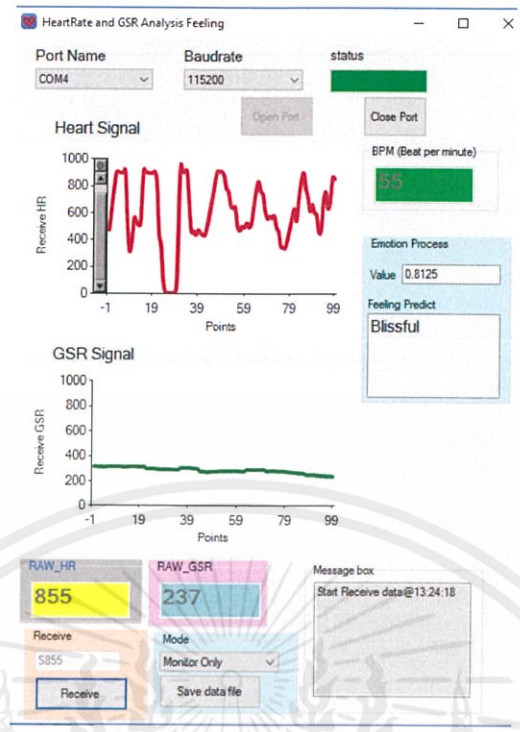
จากรูปที่ 4.15 Stress คือกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการตึงเครียด มีอาการเกร็ง



รูปที่ 4.16 อารมณ์ Agitation

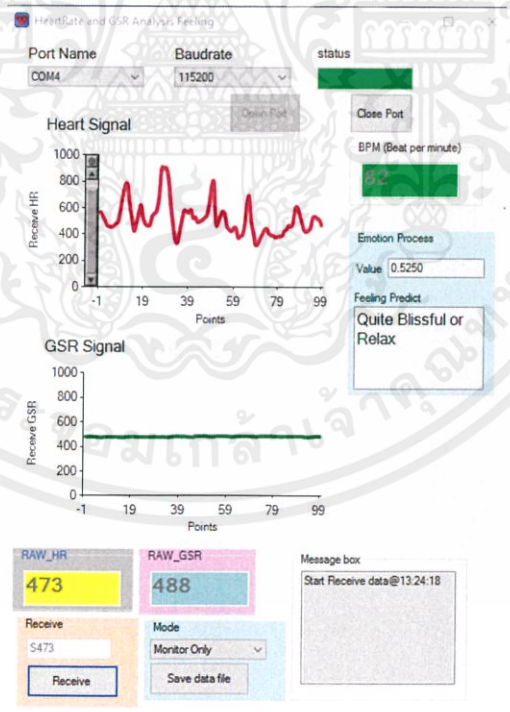
จากรูปที่ 4.16 Agitation คือมีความตื่นเต้น ยกตัวอย่างเช่นเช่นการตื่นเวที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 อารมณ์ Blissful

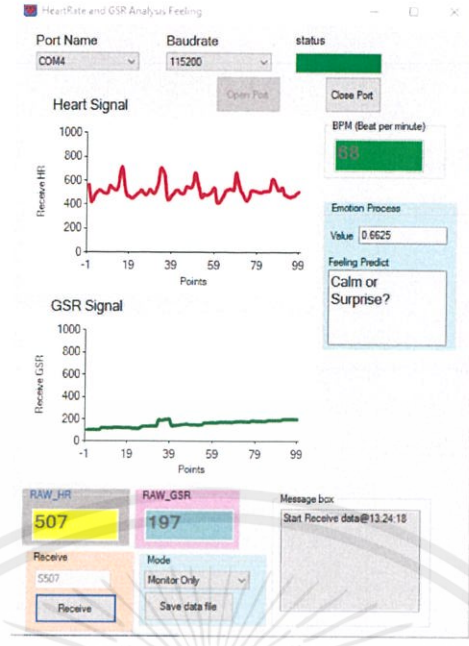
จากรูปที่ 4.17 คืออารมณ์มีความสุข



รูปที่ 4.18 อารมณ์ Quite Blissful or Relax

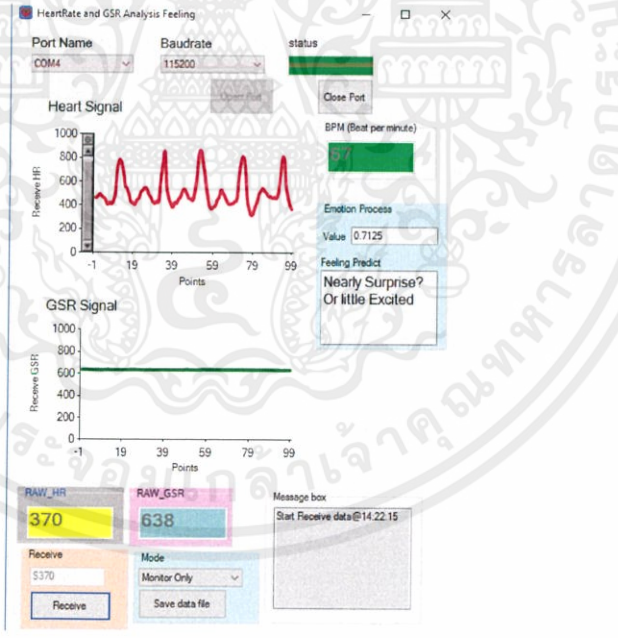
จากรูปที่ 4.18 เป็นการคาบเกี่ยวระหว่างอารมณ์ Blissful และ Relax โดยในส่วนอารม์ Relax เป็นอารมณ์สบายใจ ผ่อนคลาย มีความง่วงเล็กน้อย และอารมณ์ Blissful คือมีความสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 อารมณ์ Calm or Surprise

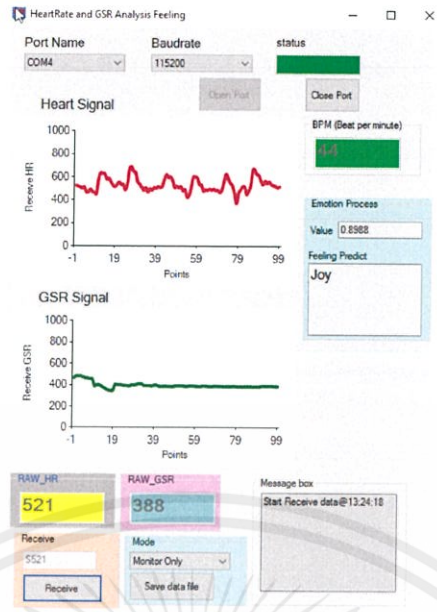
จากรูปที่ 4.19 เป็นอารมณ์คาบเกี่ยวระหว่าง Calm คือรู้สึกสงบ และ Surprise เป็นอารมณ์ประหลาดใจในอารมณ์ด้านบวก



รูปที่ 4.20 อารมณ์ Nearly Surprise or little Excited

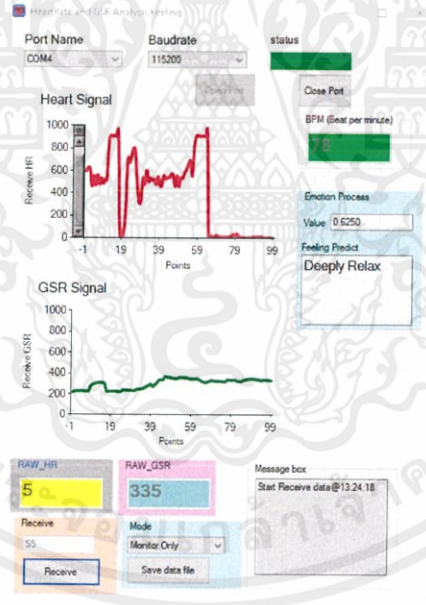
จากรูปที่ 4.20 เป็นอารมณ์คาบเกี่ยวระหว่าง Nearly Surprise คือรู้สึกประหลาดใจและ little Excitedหรือ Excited Anticipant คืออารมณ์ตื่นเต้น มีความคาดหวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 อารมณ์ Joy

จากรูปที่ 4.21 Joy คืออารมณ์มีความสุข อารมณ์ดี สนุกสนาน



รูปที่ 4.22 อารมณ์ Deeply Relax

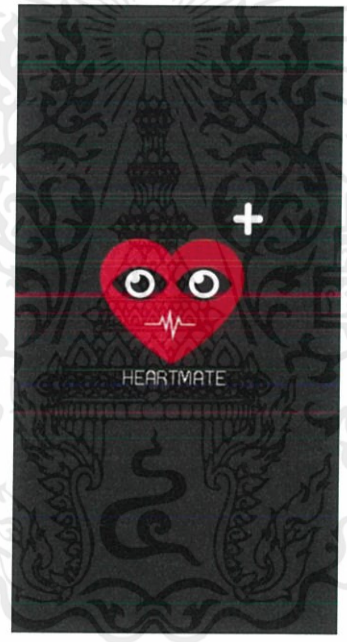
จากรูปที่ 4.22 Deeply Relax คืออารมณ์ ง่วงนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบในแอปพลิเคชั่น

4.2.1 การออกแบบส่วนประสานกราฟฟิคผู้ใช้งาน

รูปที่ 4.23 โลโก้ของแอปพลิเคชั่น HEARTMATE



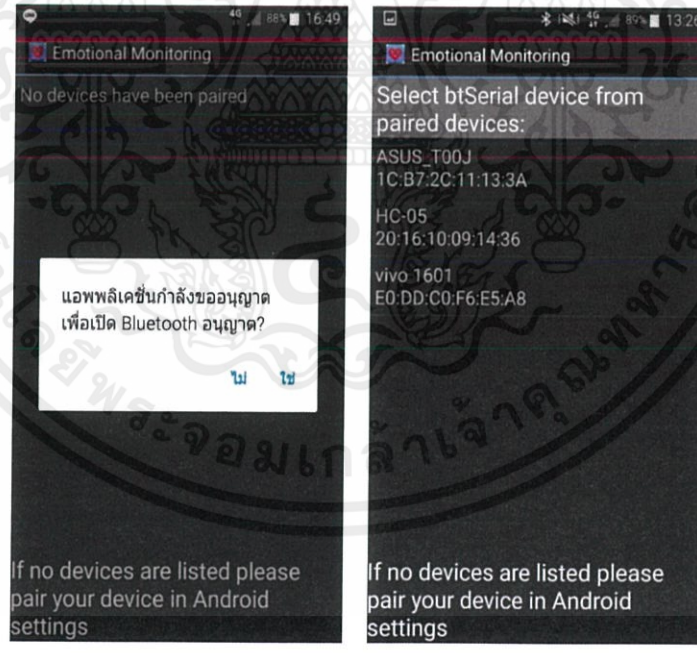
รูปที่ 4.24 หน้าแรก

จากรูปที่ 4.24 จะแสดงเมื่อผู้ใช้กดเข้าสู่แอปพลิเคชั่นและจะเข้าสู่หน้าเมนูต่อไปดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.25 หน้าหลัก

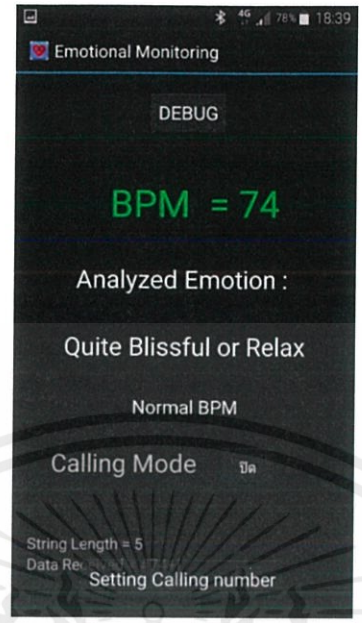
จากรูปที่ 4.25 หน้าหลักจะเป็นหน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชั่น เมื่อกดปุ่มStart จะขึ้นให้เปิดใช้งานบลูทูธดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 หน้าต่างเลือกเข้าใช้งานบลูทูธ

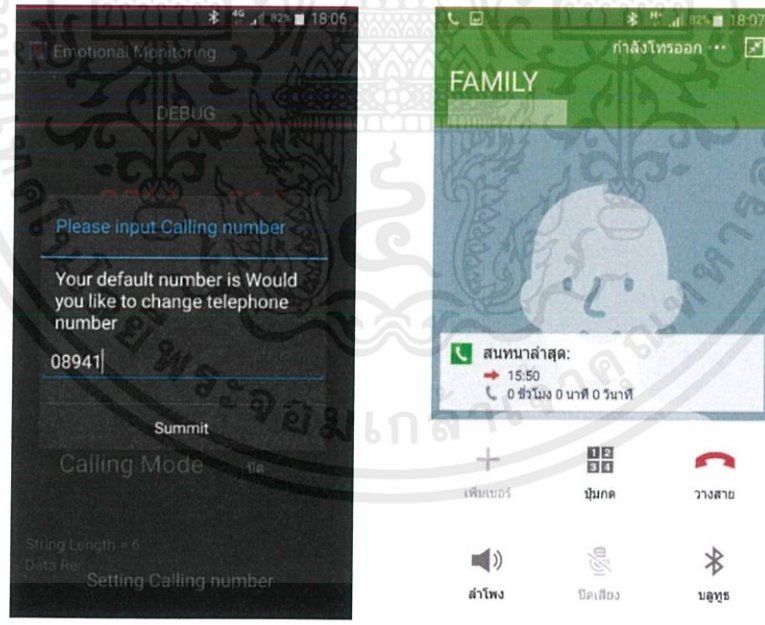
จากรูปที่ 4.26 จะเป็นหน้าต่างปรากฏขึ้นมาให้เชื่อมต่อบลูทูธ เมื่อกดเปิดบลูทูธจะมีบลูทูธที่แอปพลิเคชั่นสามารถเชื่อต่อได้ขึ้นมาให้เลือก จากนั้นกดเลือก HC-05 ซึ่งเป็นบลูทูธของเครื่องมือฮาร์ดแวร์สายรัดข้อมือที่จะเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 หน้าแสดงค่าอารมณ์และเปิดปิดโหมดโทรออกอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.27 จะแสดงค่า BPM และค่าอารมณ์ของผู้ป่วยในขณะนั้น และมีปุ่มควบคุมการเปิดปิด Calling Mode



รูปที่ 4.28 หน้าโทรออก

จากรูปที่ 4.28 จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นมาให้ใส่เบอร์ที่จะโทรออกอัตโนมัติและทำการโทรออกเมื่อผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การนำไปใช้จริง

4.3.1 ผู้ป่วยฝังเข็ม

รูปที่ 4.29 ผู้ป่วยฝังเข็ม

จากรูปที่ 4.29 ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาโดยการฝังเข็มที่คลินิกแพทย์จีนหัวเฉียวเวชกรรม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โดยเป็นการรักษาเพื่อลดน้ำหนัก ซึ่งค่าอารมณ์ที่ได้คือ Stress คือมีอาการตึงและเกร็ง เมื่อสอบถามผู้ป่วยถึงอารมณ์ในขณะนั้นแล้ว พบว่ามีความตรงกันกับค่าที่อุปกรณ์ประมวลผลได้

4.3.2 ผู้ป่วยกายภาพ

รูปที่ 4.30 ผู้ป่วยกายภาพดึงหลัง

จากรูปที่ 4.30 ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาโดยการทำการกายภาพบำบัดโดยการดึงหลังที่คลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ เนื่องจากมีอาการ ปวดหลัง นิ้วล็อค ปวดไหล่ ซึ่งวัดค่าอารมณ์ที่ได้คือ Stress คือมีอาการตึงและเกร็ง เมื่อสอบถามผู้ป่วยถึงอารมณ์ในขณะนั้นแล้ว พบว่ามีความตรงกันกับค่าที่อุปกรณ์ประมวลผลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.31 ผู้ป่วยกายภาพรักษาเข่า

จากรูปที่ 4.31 ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาโดยการทำการกายภาพบำบัดเพื่อรักษาอาการปวดหัวเข่าข้างขวาที่คลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งวัดค่าอารมณ์ที่ได้คือ Quite Relax คือมีอารมณ์ผ่อนคลายเนื่องจากเครื่องมือไม่กระทบและสร้างความเจ็บให้แก่ผู้ป่วย เมื่อสอบถามผู้ป่วยถึงอารมณ์ในขณะนั้นแล้ว พบว่ามีความตรงกันกับค่าที่อุปกรณ์ประมวลผลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการทดลอง

5.1 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพ เป็นลักษณะการทำงานของแอปพลิเคชั่นบนมือถือที่จะช่วยในการคาดคะเนอารมณ์ของผู้ป่วยให้ผู้ดูแลหรือผู้ให้การรักษารับรู้โดยมีสายรัดข้อมือที่ส่งข้อมูลของผู้ป่วยแบบไร้สาย นอกจากนี้ยังสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติเกิดขึ้น สามารถบันทึกค่าในระบบในรูปแบบไฟล์ (.xlsx) เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและหาวิธีทางรักษาที่ถูกต้อง ออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว มีการวิเคราะห์ตลอดเวลา เป็นนวัตกรรมใหม่ทางการแพทย์ ในการแสดงอารมณ์ด้านบวก ด้านลบ ของผู้ป่วยและผู้สูงอายุ เพื่อการดูแล รักษา

5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ระบบและแอพพลิเคชั่นนี้สามารถต่อยอดไปยังกลุ่มเป้าหมายอื่นๆได้ อาทิเช่น ผู้ขับรถโดยสารสาธารณะตอนกลางคืน อาจเกิดอาการง่วงนอน และเกิดอุบัติเหตุได้ แอพพลิเคชั่นนี้สามารถพัฒนาบอกอารมณ์ความง่วงและแจ้งเตือนไปยังคนขับรถได้ ในรูปแบบ Smart watch ให้คนขับใส่ หรือใช้ในการวัดสมาธิของเด็กนักเรียนระกว่างการเรียนการสอน เพื่อนำไปวิเคราะห์และพัฒนาการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

อุปกรณ์มีขนาดใหญ่ทำให้ไม่สะดวกต่อการสวมใส่ในชีวิตประจำวันของผู้ป่วย ซึ่งสามารถแก้ไขให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กลงได้ในอนาคต โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กลงมาและมีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือมากกว่าอุปกรณ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ดร.พยุง มีสัจ "FUZZY LOGIC." เข้าถึงได้จาก : http://alaska.reru.ac.th/text/fuzzylogic.pdf.

[2] Android Tutorials – สอนเขียน Android App ฟรี เข้าถึงได้จาก : https://www.thaicreate.com/mobile/android.html

[3] Android Tutorials – Youtube เข้าถึงได้จาก : https://www.youtube.com/results?search_query=android+tutorials

[4] C.M. Althaff Irfan, Shusaku Nomura, Takao Yamagishi, Yoshimasa,Kurosawa, Kuniaki Yajima, Katsuko T. Nakahira, Nobuyuki Ogawa, and Yoshimi Fukumura, "Utilization of Bio-Signals to understand the physiological states of e-learners and improve the learning contents Date of Evaluation"IEICE Transactions on Information and Systems, (2011.6.1)

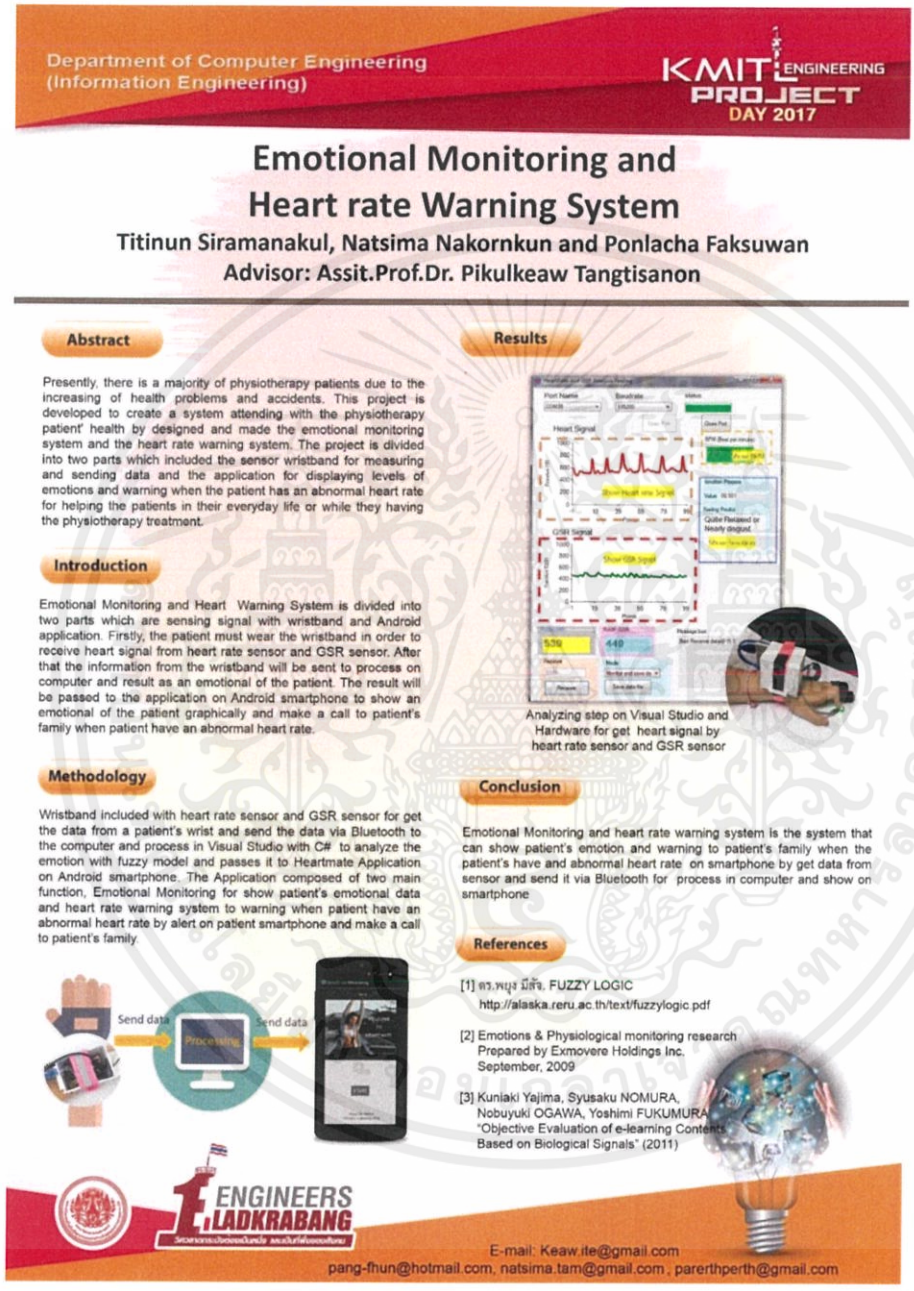
[5] Emotions & Physiological monitoring research Prepared by Exmovere Holdings Inc. September, 2009

[6] Kuniaki Yajima, Syusaku NOMURA, Nobuyuki OGAWA, Yoshimi FUKUMURA "Objective Evaluation of e-learning Contents Based on Biological Signals" (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Poster



รูปที่ ก.1 Poster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
คู่มือการติดตั้งโปรแกรมอย่าละเอียด

1. การติดตั้งโปรแกรมประมวลผลอารมณ์บนคอมพิวเตอร์

1.1 copy file โปรแกรม Heart_Monitoring.exe ไว้ใน Folder ที่ต้องการติดตั้ง

รูปที่ ข.1 ไฟล์โปรแกรม HEARTMATE

1.2 เลือก Heart_Monitoring.exe เพื่อใช้งานโปรแกรมประมวลผลหากในกรณีที่เปิดโปรแกรม Heart_Monitoring.exe ขึ้นมาแล้วโปรแกรมแสดงว่าให้ติดตั้ง Microsoft .NET Framework 4 Client Profile เพิ่มเติม ในกรณีดังกล่าว ผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องติดตั้ง Microsoft .NET Framework 4 Client Profile ก่อนเพื่อที่สามารถให้ใช้งานโปรแกรม Heart_Monitoring.exe ได้ โดยสามารถ Download โปรแกรม ได้จากเว็บไซต์ https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=24872

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่า BPM และ GSR

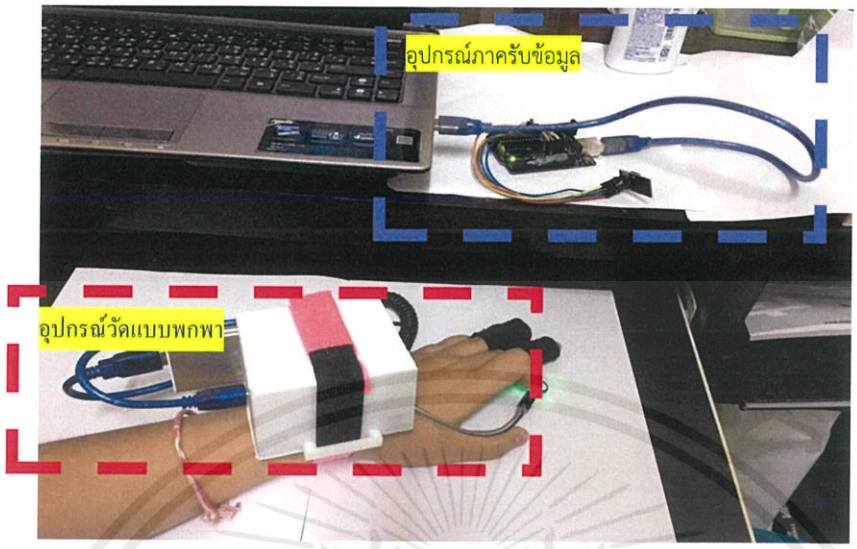
โดยอุปกรณ์จะแบ่งเป็น2 ส่วนคือ

2.1. อุปกรณ์วัดค่าซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะติดตั้งบริเวณข้อมือของผู้ทดลอง โดยที่เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ (pulse sensor) จะอยู่ที่ปลายนิ้วชี้ของผู้ทดสอบในขณะที่เซนเซอร์วัดค่า GSR ซึ่งมีลักษณะเป็นปลอกจะสวมไว้ที่บริเวณนิ้วกลางและนิ้วนางซึ่งจะโดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีแหล่งจ่ายไฟเป็น battery โดยค่าที่วัดได้จะส่งข้อมูลไร้สายไปยังอุปกรณ์ภาครับที่ติดตั้งกับคอมพิวเตอร์ประมวลผล ซึ่งรูปแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ ข.2 การติดตั้งอุปกรณ์การวัดค่าจากเซนเซอร์

2.2 อุปกรณ์ภาครับข้อมูลไร้สาย โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะติดตั้งกับ computer ซึ่งอุปกรณ์จะรับข้อมูลดังกล่าวมาจาก เซนเซอร์ที่วัดค่าได้และจะส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังโปรแกรมประมวลผลอารมณ์ที่ถูกติดตั้งอยู่บนคอมพิวเตอร์โดยเสียบผ่าน usb-port ดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 อุปกรณ์วัดแบบพกพา และอุปกรณ์ภาครับข้อมูล

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ทั้งสองส่วนเสร็จก็สามารถเปิดใช้งานโปรแกรม Heart_Monitoring.exe เพื่อใช้งานได้

3. การติดตั้งแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์

3.1 ดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่น Heartmate มาติดตั้งไว้ในสมาร์ทโฟน
3.2 รอจนติดตั้งเสร็จ จากนั้นสามารถเข้าสู่แอพพลิเคชั่นเพื่อใช้งานได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้