

ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วย
กายภาพ

Emotional Monitoring and Heart rate Warning System



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

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วย
กายภาพ

Emotional Monitoring and Heart rate Warning System



ฐิตินันท์ ศิระมานะกุล

Titinun Siramanakul

ณัฐสิมา นครกัณฑ์

Natsima Nakornkun

พลชา พักสุวรรณ

Ponlacha Faksuwan

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Emotional Monitoring and Heart rate Warning System



THIS 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
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพ
Thesis Title	Emotional Monitoring and Heart rate Warning System
ชื่อนักศึกษา	นางสาวฐิตินันท์ ศิระมานะกุล นางสาวณัฐลิมา นครกันท์ นางสาวพลชา พิกสุวรรณ
ระดับปริญญา สาขาวิชา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา	2559

(.....)
ผศ.ดร.พิกุลแก้ว ตังติสานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

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

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีผู้ป่วยที่ต้องการทำกายภาพบำบัดเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปัญหาทางสุขภาพและอุบัติเหตุ โครงการนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการเกี่ยวกับการสร้างระบบเพื่อดูแลผู้ป่วยกายภาพในปัจจุบัน โดยต้องการศึกษาและออกแบบระบบเพื่อติดตามอารมณ์ เฝ้าระวังสัญญาณชีพของผู้ป่วยที่ โดยมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ในโรงพยาบาลโดยโครงการนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ สายรัดข้อมือสำหรับวัดและส่งข้อมูล แอปพลิเคชันแสดงผลอารมณ์และแจ้งเตือนหากผู้ป่วยมีอัตราเต้นของหัวใจที่ผิดปกติเพื่อช่วยผู้ป่วยขณะทำการรักษาหรือใช้ชีวิตประจำวัน

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.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาของ ผศ.ดร.พิกุลแก้ว ตังติสานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดมาจนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิศวกรรมสารสนเทศที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำเสมอมา และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณะกรรมการแพทย์แผนจีน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยและการทดลอง



ฐิตินันท์ ศิระมานะกุล

ณัฐสิมา นครกัณฑ์

พลชา พิกสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงการ.....	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	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 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาร์ดูโน้ (Arduino).....	6
2.3.1.1 คุณสมบัติที่สำคัญของบอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino) รุ่น Uno R3.....	7
2.3.1.2 การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino).....	8
2.4 โมดูลไร้สาย NRF24L01.....	9
2.5 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android).....	10
2.5.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์.....	11
2.6 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth HC-05.....	12

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 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก.....	14
2.8.1.4 ตัวแปรภาษา.....	15
2.8.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก.....	16
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปฏิญานิพนธ์.....	19
3.1 การออกแบบ.....	19
3.1.1 การออกแบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์.....	20
3.1.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์.....	24
3.1.2.1 Input / output specification.....	25
3.1.2.2 Function Specification.....	26
3.1.2.3 โครงสร้างการทำงานของซอฟต์แวร์ในแอปพลิเคชัน.....	27
3.2 การออกแบบอัลกอริทึมจำแนกอารมณ์.....	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 ผลการทดสอบในแอปพลิเคชัน.....	53
4.2.1 การออกแบบส่วนประสานกราฟิกผู้ใช้งาน.....	53
4.3 การนำไปใช้จริง.....	56
4.3.1 ผู้ป่วยฟังเข็ม.....	56
4.3.2 ผู้ป่วยกายภาพ.....	56
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	58
5.1 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ.....	58
5.2 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	58

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



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



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 หัวใจของมนุษย์.....	4
รูปที่ 2.2 Typical GSR Signal.....	5
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน้ (Arduino) รุ่น Uno R3.....	7
รูปที่ 2.4 โครงสร้างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน้ (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 ตัวอย่างรูปฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟังก์ชันที่ใช้งานต่างๆ.....	15
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซี่ลอจิก.....	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 แสดงการพัฒนาการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino).....	24
รูปที่ 3.10 การพัฒนาโปรแกรมประมวลผลอารมณ์ด้วยภาษา C# โดยใช้โปรแกรม Visual studio.....	24
รูปที่ 3.11 input และ output ของโปรแกรม.....	25

รูปที่ 3.12 การเก็บค่าข้อมูลในไฟล์ Microsoft Excel.....	26
รูปที่ 3.13 โครงสร้างส่วนซอฟต์แวร์.....	27
รูปที่ 3.14 การทำงานของอัลกอริทึมจำแนกอารมณ์.....	28
รูปที่ 3.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังกับการจำแนกอารมณ์.....	29
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างฟังก์ชันสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู.....	30
รูปที่ 3.17 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชันอินพุตที่เป็นค่า GSR ซึ่งเป็นอินพุตตัวแปรภาษา Y.....	30
รูปที่ 3.18 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชันอินพุตที่เป็นค่า GSR ซึ่งเป็นอินพุตตัวแปรภาษา X.....	31
รูปที่ 3.19 ฟังก์ชันสมาชิกของตัวแปรภาษาของ X ซึ่งมีอินพุตเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจ.....	32
รูปที่ 3.20 ฟังก์ชันสมาชิกของตัวแปรภาษาของ Y ซึ่งมีอินพุตเป็นค่า GSR.....	33
รูปที่ 3.21 รูปแบบพื้นที่สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภาษา X และตัวแปรภาษา Y.....	34
รูปที่ 4.1 การเลือกโหมดการทำงาน.....	41
รูปที่ 4.2 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

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	โลโก้ของแอปพลิเคชัน HEARTMATE.....	53
รูปที่ 4.24	หน้าแรก.....	53
รูปที่ 4.25	หน้าหลัก.....	54
รูปที่ 4.26	หน้าต่างเลือกเข้าใช้งานบลูทูธ	54
รูปที่ 4.27	หน้าแสดงค่าอารมณ์และเปิดปิดโหมดโทรออกอัตโนมัติ.....	55
รูปที่ 4.28	หน้าโทรออก.....	55
รูปที่ 4.29	ผู้ป่วยฝังเข็ม.....	56
รูปที่ 4.30	ผู้ป่วยกายภาพดิ่งหลัง.....	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

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุและปัญหาสุขภาพเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มีผู้ป่วยและผู้สูงอายุเป็นจำนวนมาก ซึ่งกิจกรรมในชีวิตประจำวันของแต่ละคนนั้นสามารถเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุ ดังเช่นการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน อุบัติเหตุทางกีฬา หรือแม้แต่โรคประจำตัวอันเกิดจากปัญหาสุขภาพ ส่งผลให้มีความต้องการของเทคโนโลยีที่จะช่วยในการดูแลผู้ป่วยที่ต้องการการรักษามากขึ้น โครงการนี้จึงจัดทำเพื่อมุ่งเน้นการดูแลช่วยเหลือผู้ป่วยและผู้สูงอายุในการรักษาให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

ดังที่กล่าวไว้จะเห็นได้ว่าการดูแลผู้ป่วยและผู้สูงอายุอย่างใกล้ชิดเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ในกรณีของผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงอารมณ์และเคลื่อนไหวร่างกายได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือในการช่วยในการคาดคะเนอารมณ์เพื่อช่วยให้ผู้ดูแลสามารถทราบถึงอารมณ์ของผู้ป่วยได้ หรือในกรณีของผู้ป่วยที่ต้องมีการเฝ้าระวังสัญญาณชีพตลอดเวลาจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการแจ้งเตือนไปที่ผู้ดูแลหากมีความผิดปกติของอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติไป เช่น หัวใจมีอัตราการเต้นที่ต่ำหรือสูงเกินไป และการทำกายภาพบำบัด ไม่เพียงแต่ร่างกายที่ควรได้รับการฟื้นฟูเพียงอย่างเดียวจิตใจของผู้ป่วยก็มีความสำคัญเช่นกัน การรับรู้อารมณ์ของผู้ป่วยเพื่อช่วยในการรักษาจึงเป็นวิธีหนึ่งในการลดความตึงเครียดของผู้ป่วยได้

1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงการ

ระบบติดตามอารมณ์ เฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพเป็นลักษณะการทำงานของแอปพลิเคชันบนมือถือที่จะช่วยในการคาดคะเนอารมณ์และแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งโครงการนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนหลักที่สำคัญได้แก่ สายรัดข้อมือสำหรับวัดและส่งข้อมูลและแอปพลิเคชันแสดงผลและแจ้งเตือน โดยแบ่งการทำงานเป็นสองส่วน ในส่วนแรกเป็นส่วนของการติดตามอัตราการเต้นของหัวใจและส่วนที่สองคือ การคาดคะเนอารมณ์ของผู้ป่วย โดยจะมีสายรัดข้อมือในการวัดค่าแล้วประมวลผลในคอมพิวเตอร์และส่งข้อมูลไปยังสมาร์ตโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อแสดงผลอารมณ์และแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชัน

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

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

1.4 ขอบเขตของโครงการ

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

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ที่ติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพของผู้ป่วย
2. มีความรู้ในการใช้ภาษา JAVA และภาษาซีมากขึ้น
3. สามารถออกแบบหน้าจอผู้ใช้ เพื่อสร้างแอปพลิเคชัน

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

ตารางที่ 1.1 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	เขียนโปรแกรมประมวลผลค่าคะแนนอารมณ์บนโปรแกรม MATLAB		■							
4	ทดสอบการใช้งานและหาจุดผิดพลาด		■							
5	Setup โปรแกรมประมวลผล		■							
6	นำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลด้วยภาษา c#		■							
7	ศึกษาการเขียนแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Android studio	■	■	■	■	■	■			
8	ออกแบบ Interface ของแอปพลิเคชัน						■			
9	เขียนแอปพลิเคชันเพื่อแสดงผลค่าอารมณ์และแจ้งเตือนการเต้นของหัวใจ						■	■		
10	ทดสอบการใช้งานและหาจุดผิดพลาด							■		
11	จัดทำรูปเล่มปฏิญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์พร้อมตีพิมพ์								■	■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

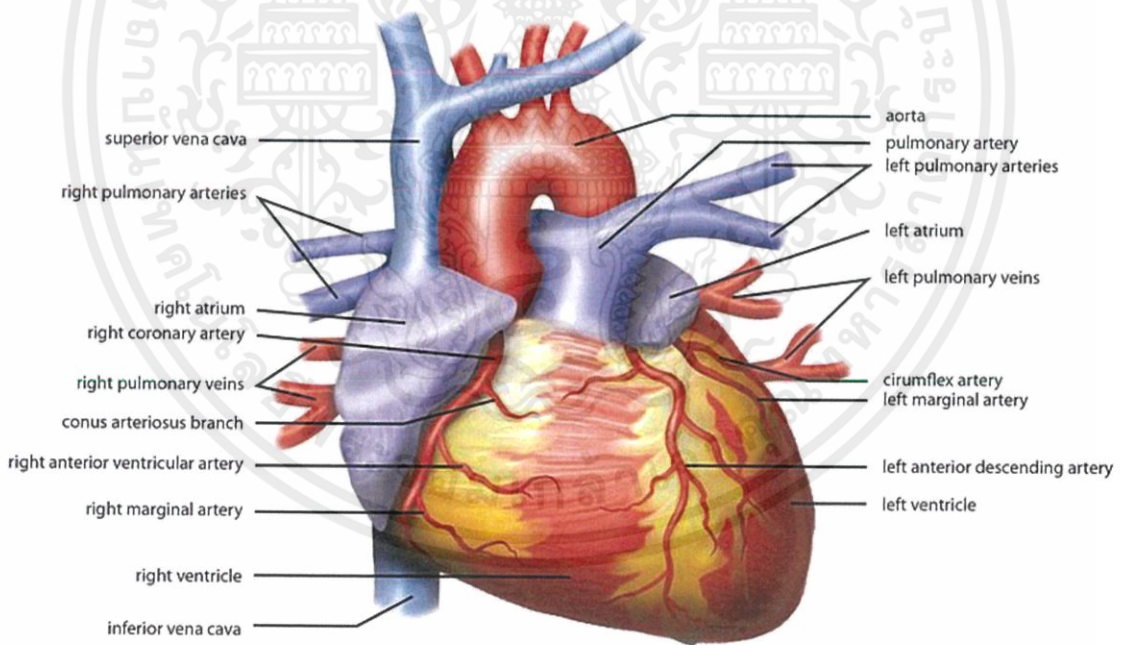
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจ คือ อัตราความเร็วในการบีบตัวของหัวใจเพื่อสูบฉีดเลือดใน 1 นาที (BPM) โดยมีหน่วยในการวัดเป็นครั้งต่อนาที โดยมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยอัตราการเต้นของหัวใจนั้นจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่บุคคลนั้นกระทำ เช่น การนั่ง เดิน นอน หรือ ออกกำลังกาย รวมทั้งสุขภาพทางร่างกายและจิตใจของบุคคลนั้น

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



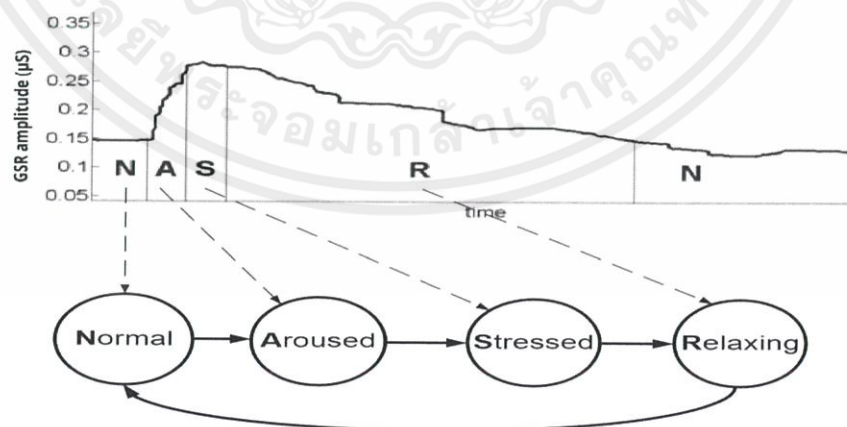
รูปที่ 2.1 หัวใจของมนุษย์

(อ้างอิงโดย <http://alekzaz.weebly.com/cardiovascular-heart.html>)

2.2 ความต้านทานของผิวหนัง (Galvanic Skin Response GSR)

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

เมื่อมีอารมณ์เกิดขึ้น ระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic system) จะกระตุ้นให้มีพลังงานออกมา เมื่ออารมณ์ลดลง ระบบพาราซิมพาเทติก (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 มีค่าการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แสดงว่า อารมณ์ถูกกระตุ้นจากบางสิ่ง (Aroused) จนกระทั่งสูงขึ้นถึงจุดๆ หนึ่งบ่งบอกได้ถึง อารมณ์ตึงเครียด (Stressed) และเมื่อค่า GSR มีการเปลี่ยนแปลงลดลงเรื่อยๆ อย่างเห็นได้ชัดแสดงว่า อารมณ์มีการผ่อนคลายลง (Relaxing) จนเข้าสู่สภาวะอารมณ์ปกติเช่นเดิม ค่า GSR ของแต่ละคนจะมีค่าไม่เท่ากัน เช่นตามภาพที่ 2.2 หากคนใช้อยู่ในอารมณ์ที่นอนไม่เต็มที่จะมีค่า 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)

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ชิปอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กหรือชิปไอทีชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานตามที่ต้องการได้คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วยซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกเอาท์พุตจากเซนเซอร์อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และเซนเซอร์ความต้านทานของผิวหนัง (Galvanic skin response) เป็นสัญญาณดิจิทัล และส่งข้อมูลต่อไปยังคอมพิวเตอร์ โดยภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มีการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล เมื่อสัญญาณถูกแปลงจะอยู่ในรูปเลขฐานสองจำนวน 10 บิตโดยมีช่วงของการแปลงสัญญาณตั้งแต่ 0 ถึง 1023 รวม 1024 ระดับ ซึ่งจะมีค่าความละเอียดของแรงดันในการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (ADC Voltage Resolution : R_{ADV}) ตามสมการที่ 2.1

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

โดยที่

V_{DD} คือ แรงดันสูงสุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

V_{SS} คือ แรงดันอ้างอิง มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

n คือ จำนวนบิตที่ได้จากการแปลงสัญญาณ

2.3.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาร์ดูโน้ (Arduino)

อาร์ดูโน้ (Arduino) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปชนิดหนึ่งในตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source บอร์ดอาร์ดูโน้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา Input/Output ของบอร์ดซึ่งมีหลายรุ่นเพื่อรองรับความต้องการผู้ใช้งานที่แตกต่างกันโดยที่จะแสดงตัวอย่างบอร์ดอาร์ดูโน้รุ่น Uno R3 ในรูปที่ 2.3

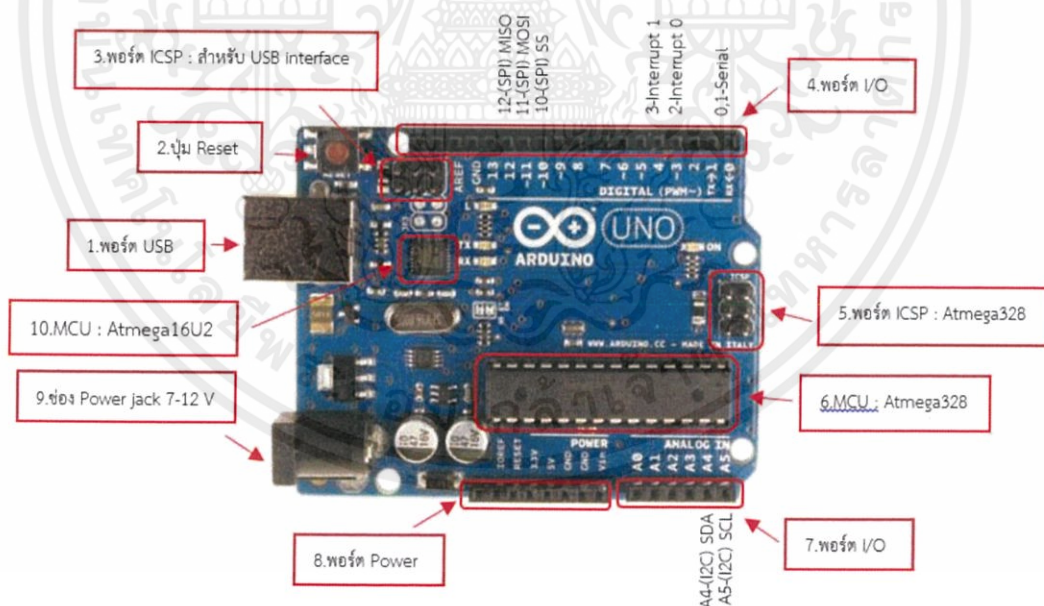


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน้ (Arduino) รุ่น Uno R3

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

2.3.1.1 คุณสมบัติที่สำคัญของบอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino) รุ่น Uno R3

Arduino Uno R3 เป็นบอร์ดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง โปรเจกต์และไลบรารีต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมาจะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก ซึ่งโครงสร้างบอร์ดจะแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน้ (Arduino) รุ่น Uno R3

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

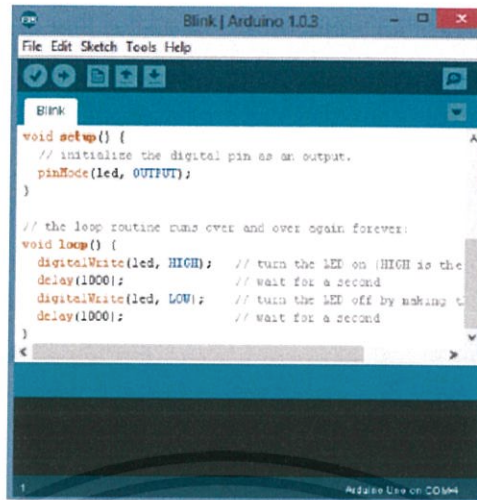
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.4

1. USB Port เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการอัปโหลดโปรแกรมและจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. Reset Button เป็นปุ่มรีเซ็ตเมื่อต้องการให้บอร์ดเริ่มทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. I/O Port 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/O Port 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 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง Atmega16U2

2.3.1.2 การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino)

การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน้ (Arduino) จะทำการพัฒนาโดยใช้ภาษา C,C+ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมให้บอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino) ทำงานตามที่กำหนดไว้และอัปโหลดไปที่บอร์ด โดยที่รูปที่ 2.5 จะแสดงโปรแกรมอาร์ดูโน้ (Arduino) ที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม



```

Blink | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help
Blink
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW); // turn the LED off by making the
  delay(1000); // wait for a second
}
  
```

รูปที่ 2.5 หน้าต่างโปรแกรม Arduino

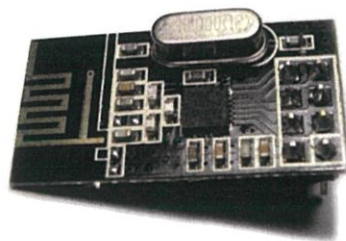
(อ้างอิงโดย <https://learn.sparkfun.com/tutorials/using-the-arduino-pro-mini-33v>)

2.4 โมดูลไร้สาย NRF24L01

NRF24L01 เป็นชิปรับส่งสัญญาณไร้สาย โดยจะใช้คลื่นความถี่ในย่าน ISM band (2.4-2.5 GHz) โดยแสดงในรูปที่ 2.6 มีคุณสมบัติดังนี้

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

start-up time ต่ำ ช่วยลดการใช้พลังงานได้



รูปที่ 2.6 โมดูลไร้สาย NRF24L01

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

2.5 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

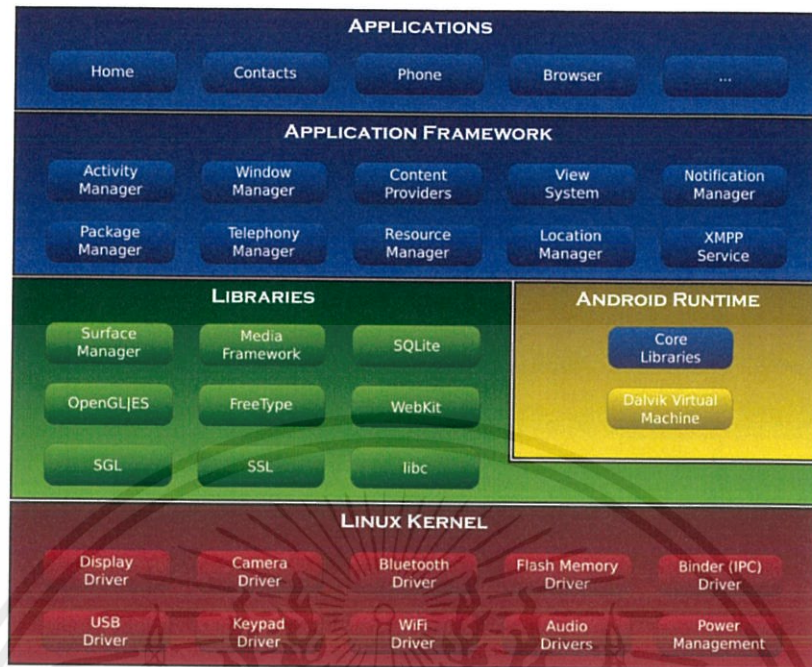
แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบ Open Source โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับหลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอและความละเอียดแตกต่างกันได้ Android SDK จะใช้โครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนามาได้จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine เหมือนกับโปรแกรมจาวาที่ต้องทำงานอยู่ภายใต้ Java Virtual Machine แอนดรอยด์จะแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แอนดรอยด์

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

2.5.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของแอนดรอยด์

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

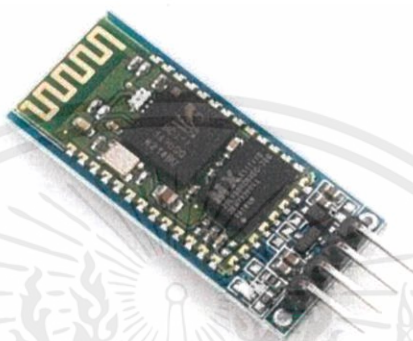
โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะแบ่งเป็นส่วนๆที่เกี่ยวข้องกัน โดยในส่วนบนสุดหรือในส่วนของแอปพลิเคชัน (Application) นั้นจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยตรง และส่วนล่างสุดจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์ผ่านทาง Linux Kernel ซึ่งโครงสร้างของแอนดรอยด์สามารถแบ่งเป็น 4 ส่วนหลักได้ดังนี้

1. Application คือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบหรือเป็นโปรแกรมที่ผู้ใช้งานทำการติดตั้งไว้ โดยจะสามารถเรียกใช้งานได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาได้เขียนไว้
2. Application Framework เป็นส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก โดยไม่ต้องพัฒนาโปรแกรมในส่วนที่ซับซ้อนมาก
3. Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้งาน
4. Android Runtime จะมี 2 ส่วนได้แก่ Dalvik Virtual Machine Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงานเพื่อรองรับความจำกัดทางด้านอุปกรณ์และ Core Libraries ซึ่งเป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญที่ถูกเขียนด้วยภาษาจาวา
5. Linux Kernel เป็นส่วนที่เป็นหัวใจสำคัญ ในการจัดการระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด 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#)

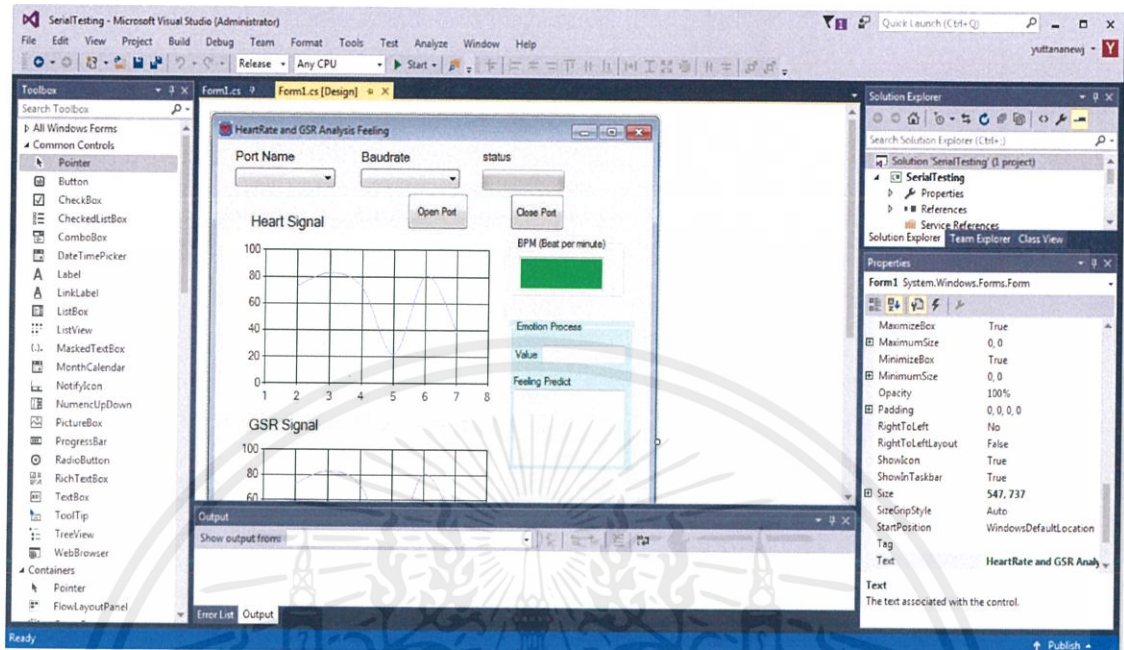
Visual Studio เป็นโปรแกรมหนึ่งทีพัฒนาเพื่อใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่างๆ ทั้งในหลายๆภาษาทั้ง VB, VB.NET, PHP, PYTHON, GROOVY รวมทั้งภาษาอื่นๆ ที่รองรับการทำงานให้หลายๆส่วนเช่น ไมโครซอฟต์วินโดวส์ Smartphone Web browser ซึ่งนักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมในภาษาต่างๆเพื่อนำไปใช้งานในระบบต่างๆตามความต้องการ 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

กับอุปกรณ์ต่างๆ อาทิ Serial Port กับ อาร์ดูโน้ (Arduino) บอร์ดได้ โดยการพัฒนาโปรแกรมภาษา C# จะแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การพัฒนาโปรแกรมภาษา C# ผ่าน Visual studio

2.8 ตรรกะคลุมเครือ (Fuzzy logic)

ตรรกะคลุมเครือ หรือ ฟัชซีลอจิก (Fuzzy logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิถีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ฟัชซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (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 ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 ฟัชซีเซต

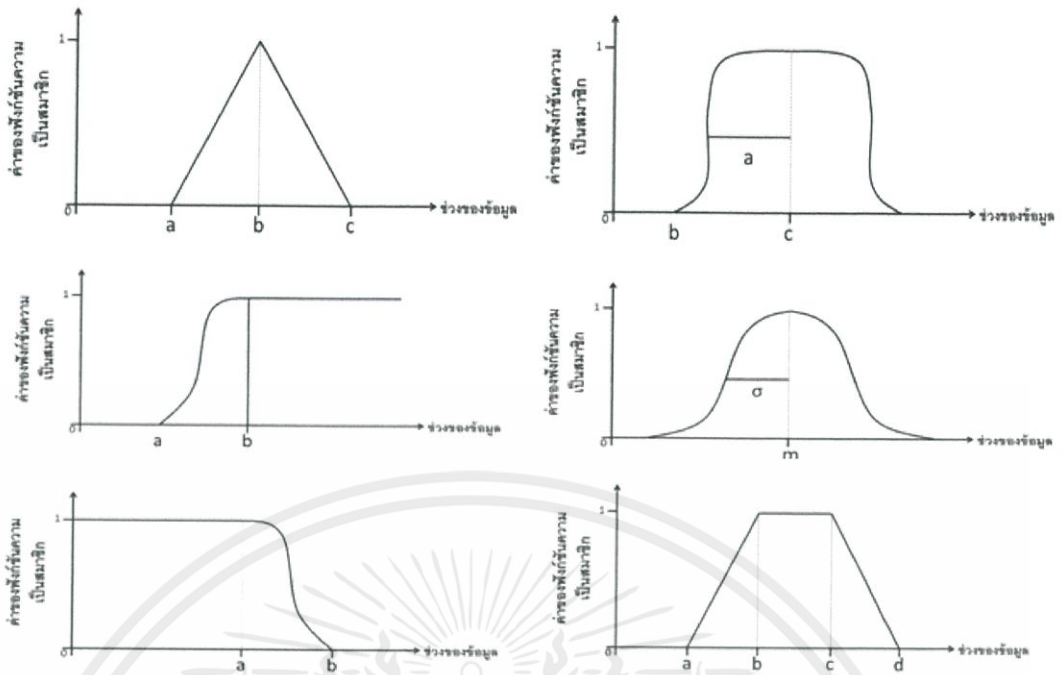
ฟัชซีเซต (Fuzzy Set) เป็นเซตที่มีขอบเขตที่ราบเรียบ ทฤษฎีฟัชซีเซตจะครอบคลุมทฤษฎีเซตแบบฉบับ โดยฟัชซีเซตยอมให้มีค่าสมาชิกของเซตระหว่าง 0 และ 1 ในโลกแห่งความเป็นจริงเซตไม่ใช่มีเฉพาะเซตแบบฉบับเท่านั้น จะมีเซตแบบฟัชซีด้วย ฟัชซีเซตจะมีขอบเขตแบบฟัชซีไม่ใช่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใดจากขาวเป็นดำ

การดำเนินการของฟัชซีเซตมีคุณสมบัติเหมือนกับเซตโดยทั่วไป มีการดำเนินการ (operation) คือ Union Intersection และ Complement

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

2.8.1.3 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องการใช้งาน โดยเริ่มจากการแทนที่กับตัวแทนที่มีความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอน และคลุมเครือ ดังนั้นส่วนที่สำคัญต่อคุณสมบัติหรือการดำเนินการของฟัชซี เพราะรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหา โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะไม่สมมาตรกันหรือสมมาตรกันทุกประการก็ได้ ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้งานทั่วไปมีหลายชนิดโดยส่วนใหญ่จะมี 6 ชนิดที่ใช้งาน เช่น ฟังก์ชันสามเหลี่ยม ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู ฟังก์ชันเกาส์เซียน ฟังก์ชันระฆังคว่ำ ฟังก์ชันตัวเอส และฟังก์ชันตัวแซด ดังรูปที่ 2.11 การเลือกใช้ฟังก์ชันต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล เช่น การเลือกใช้ฟังก์ชันแบบสี่เหลี่ยมคางหมู เนื่องจากสามารถกำหนดสมการคณิตศาสตร์แสดงได้ง่ายซึ่งทำให้สามารถคำนวณ Output ออกมาได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างรูปฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟังก์ชันที่ใช้งานต่างๆ

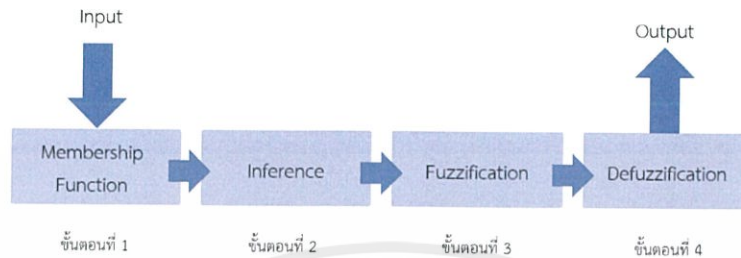
2.8.1.4 ตัวแปรภาษา (linguistic variable)

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

2.8.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

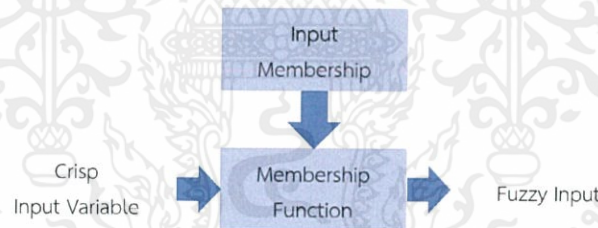
ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิกมีรูปแบบการทำงานเป็น 4 ส่วนจะแสดง ดังรูปที่

2.12



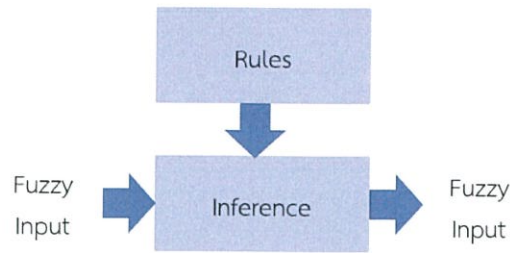
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

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



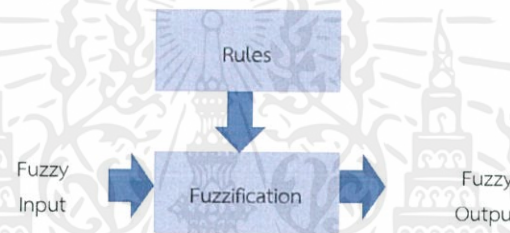
รูปที่ 2.13 ขั้นตอนที่ 1 Membership Function

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



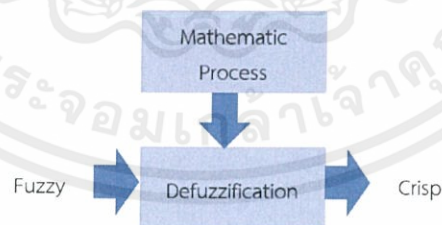
รูปที่ 2.14 ขั้นตอนที่ 2 Inference

ขั้นตอนที่ 3 (Fuzzification) เป็นการหาฟัซซีเอาต์พุต โดยการนำกฎการควบคุมที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลผลกับฟัซซีอินพุตโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้ประมวลผลดังรูปที่ 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

ในโครงงานฉบับนี้จะใช้วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วง (Central of Gravity: COG) เป็นวิธีการเฉลี่ยผลที่ได้จากการตีความหาเหตุที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ค่าที่ได้จะคำนวณจุดศูนย์ถ่วงโดยรวมจะหาได้จากการประมาณค่าจากสมการที่ 2.2

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

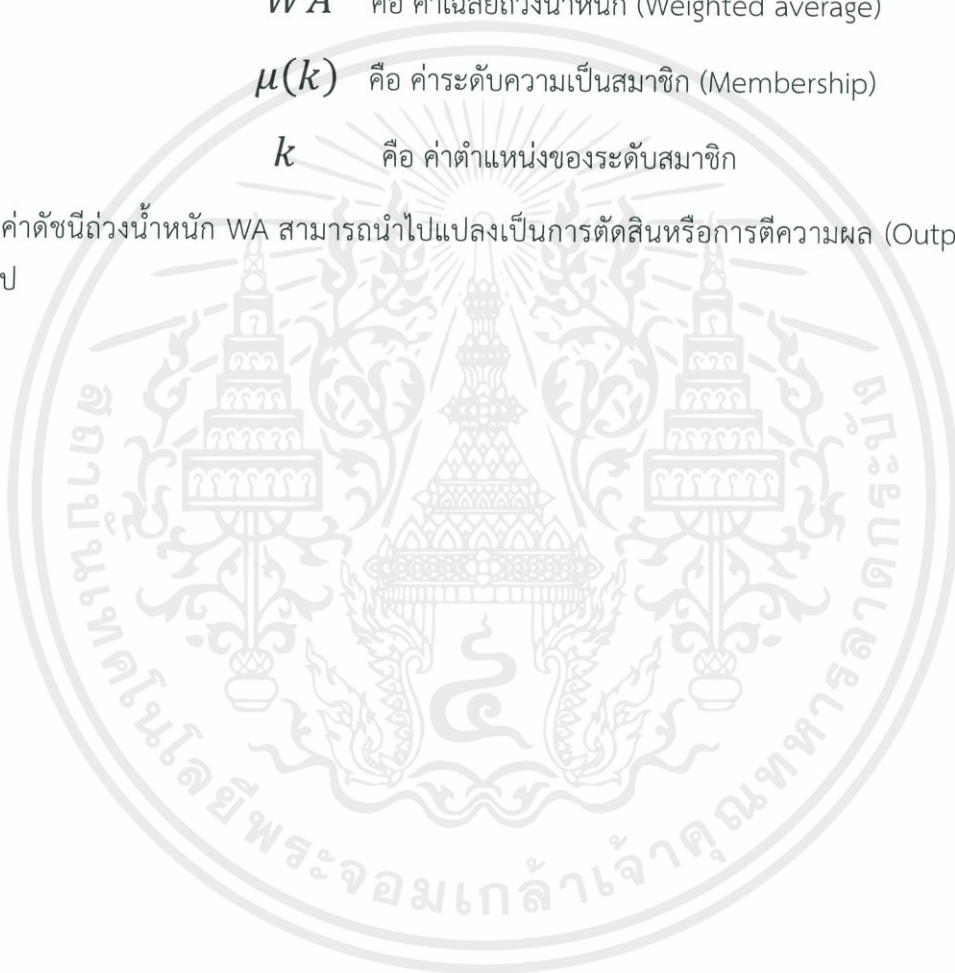
โดย

WA คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted average)

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

k คือ ค่าตำแหน่งของระดับสมาชิก

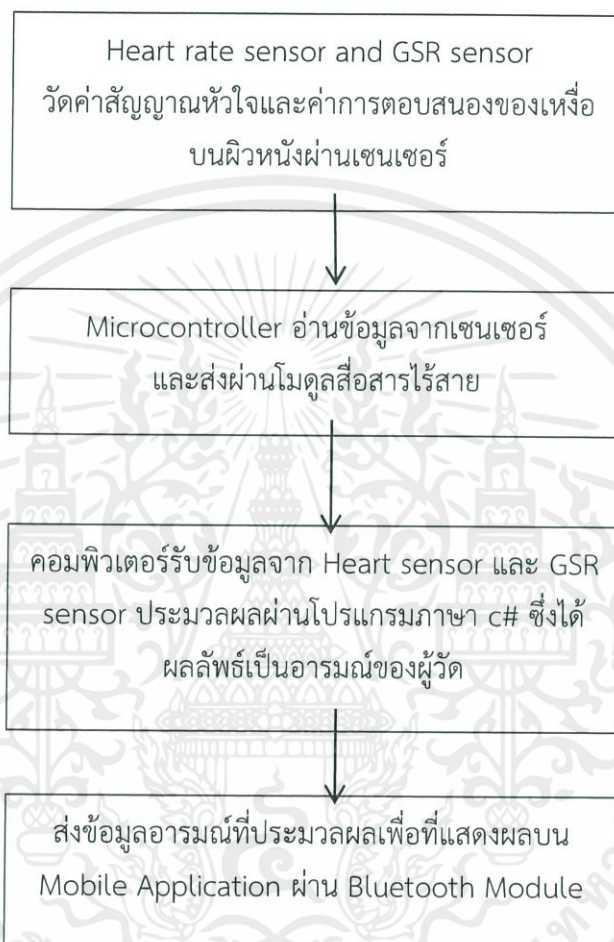
โดยค่าดัชนีถ่วงน้ำหนัก WA สามารถนำไปแปลงเป็นการตัดสินใจหรือการตีความผล (Output) ในขั้นต่อไป



บทที่ 3

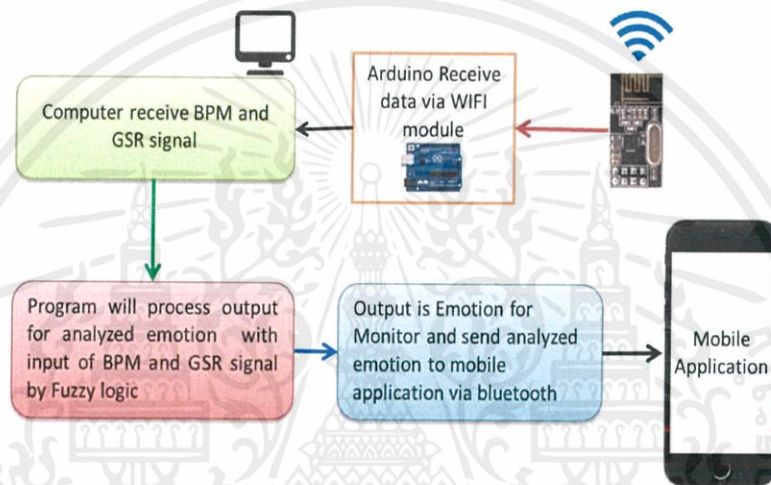
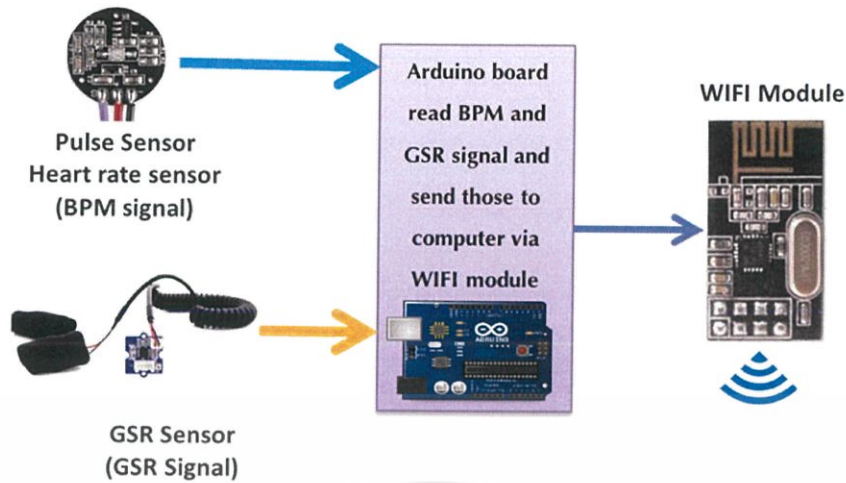
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

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



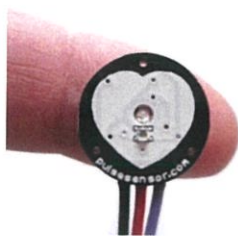
รูปที่ 3.2 การทำงานของระบบ

3.1.1 การออกแบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

ในส่วนของการประมวลผลข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจ และค่า galvanic skin response เพื่อวิเคราะห์และทำนายอารมณ์ของผู้ถูกทดลองโดยใช้งานเซ็นเซอร์ 2 ตัวด้วยกันคือ

1) Pulse Sensor ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้แสงในการยืดหดของเส้นเลือดโดยบริเวณที่สามารถวัดได้จะอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นเลือดจากแรงดันเลือดเช่น บริเวณปลายนิ้วมือ หรือ บริเวณตึงหูและบริเวณอื่นๆ 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 โดยจำนวนค่า analog ที่อ่านได้ขึ้นอยู่กับแรงดันของสัญญาณที่วัดได้โดยจุดวัดค่า BPM จะอยู่บริเวณปลายนิ้วมือ โดย Pulse sensor จะแสดงในรูปที่ 3.3

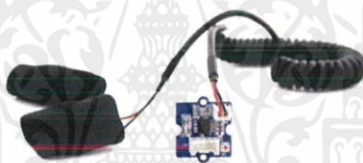
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้นานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Pulse Sensor

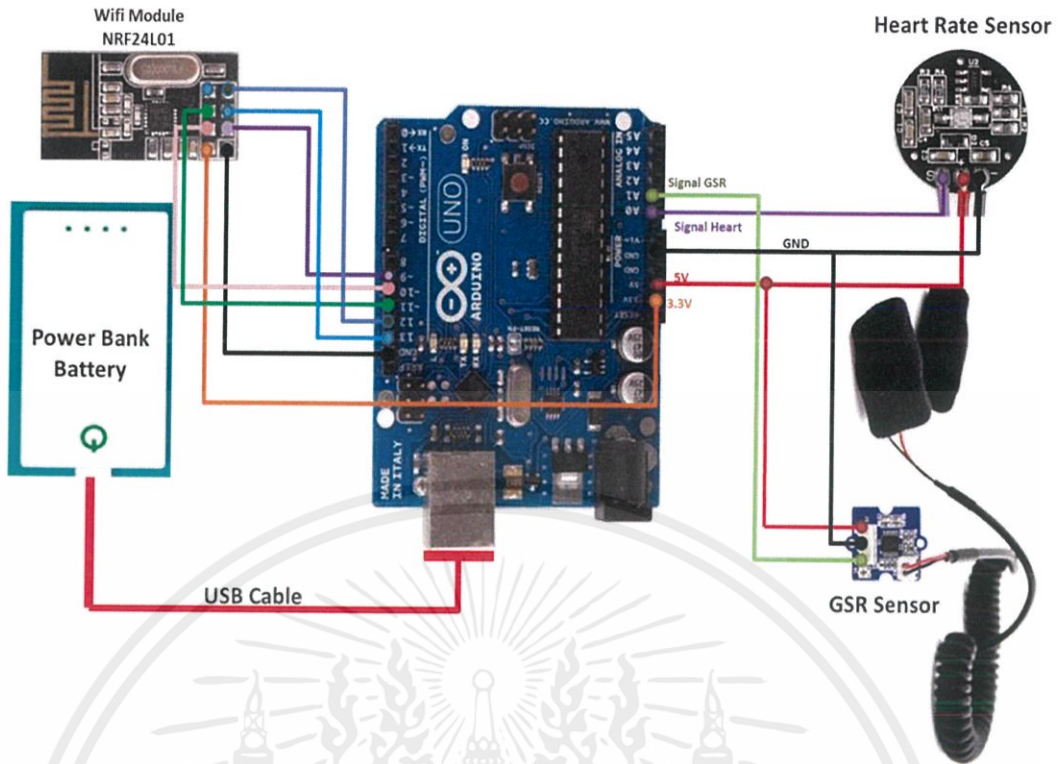
(อ้างอิงจาก https://i.lnwf.com/_/i/_raw/ne/fm/d1.jpg)

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 ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝังวัดสัญญาณจะแสดงอยู่ในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6 โดยฝั่งรับข้อมูลจะมีโมดูล Wifi NRF24L01 เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino และส่งข้อมูล BPM และ GSR ที่วัดได้ไปยัง computer ผ่าน USB Serial Port โดยในส่วนโปรแกรมรับข้อมูลเพื่อใช้ประมวลผลโดยใช้พีซีลอจิกโดยพัฒนาด้วยภาษา C# ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์อารมณ์อีกทั้งยังส่งค่าอารมณ์ที่จำแนกได้ดังกล่าวไปยัง Mobile Application ผ่านโมดูล Bluetooth HC-05 ซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝังรับข้อมูลจะแสดงในรูป 3.7 และในรูปที่ 3.8 จะแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานทั้งฝั่งวัดสัญญาณเพื่อส่งข้อมูลและฝั่งรับข้อมูลที่จะใช้ประมวลผลจำแนกอารมณ์

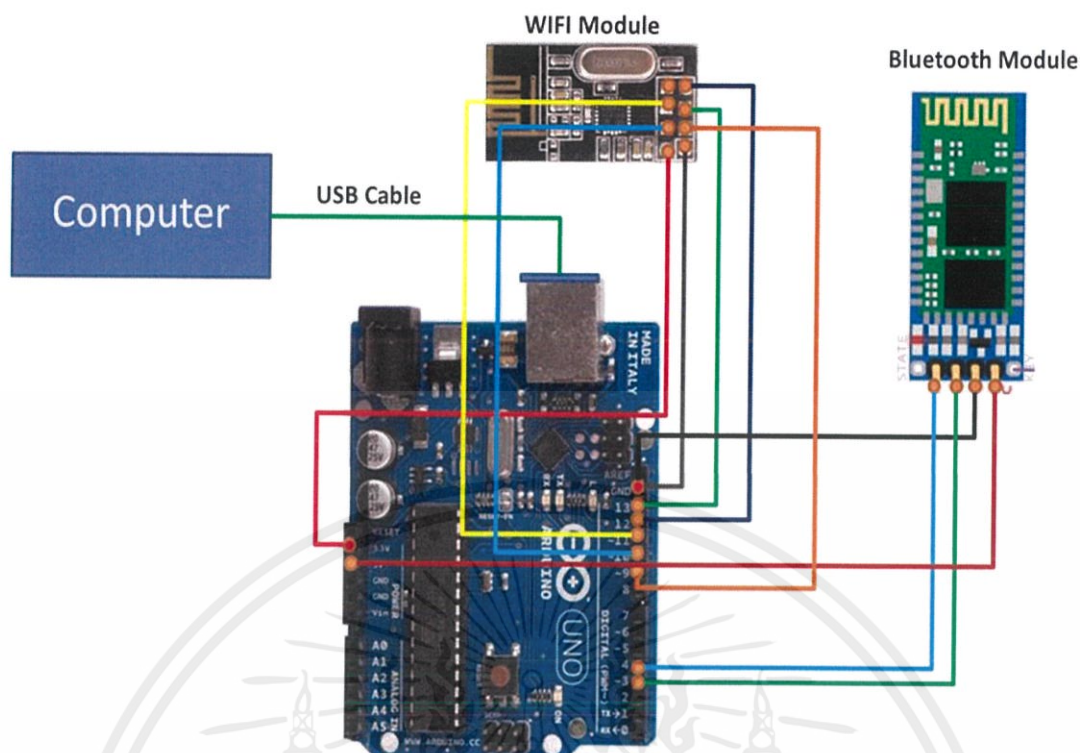


รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการวัดสัญญาณ Heart rate และ GSR



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ในการวัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งรับข้อมูลเพื่อที่จะส่งข้อมูลดังกล่าวไปประมวลผลบนโปรแกรม



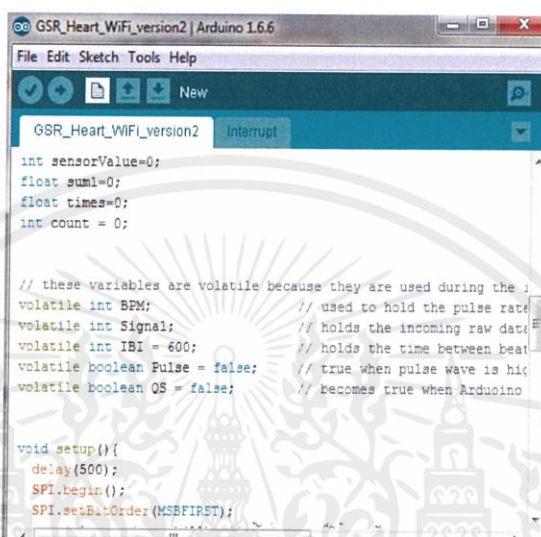
รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝั่งส่งและฝั่งรับ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

การพัฒนาโปรแกรมนั้นแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การพัฒนาโปรแกรมที่ใช้งานบนบอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino) ซึ่งทำการเขียนโปรแกรมสั่งให้อาร์ดูโน้ (Arduino) อ่านค่าจากเซนเซอร์และส่งต่อข้อมูลไร้สายผ่านมายังคอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลดังแสดงในรูปที่ 3.9



```

GSR_Heart_WiFi_version2 | Arduino 1.6.6
File Edit Sketch Tools Help
GSR_Heart_WiFi_version2 Interrupt
int sensorValue=0;
float sum1=0;
float times=0;
int count = 0;

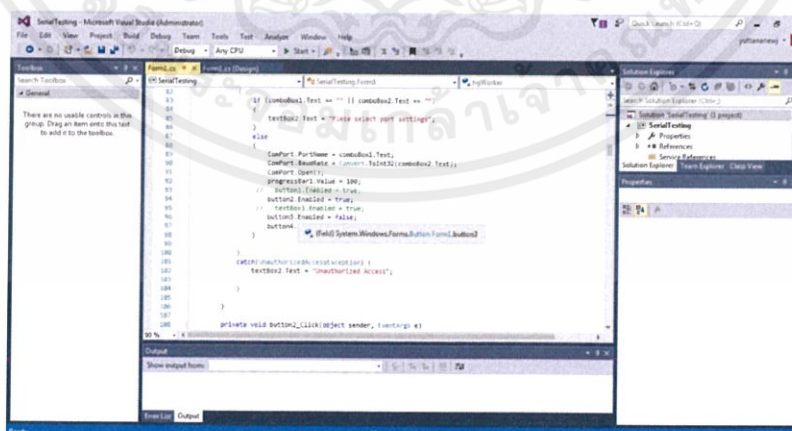
// these variables are volatile because they are used during the I
volatile int BPM; // used to hold the pulse rate
volatile int Signal; // holds the incoming raw data
volatile int IBI = 600; // holds the time between beats
volatile boolean Pulse = false; // true when pulse wave is high
volatile boolean QS = false; // becomes true when Arduino

void setup(){
  delay(500);
  SPI.begin();
  SPI.setBitOrder(MSBFIRST);

```

รูปที่ 3.9 แสดงการพัฒนาการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดอาร์ดูโน้ (Arduino)

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

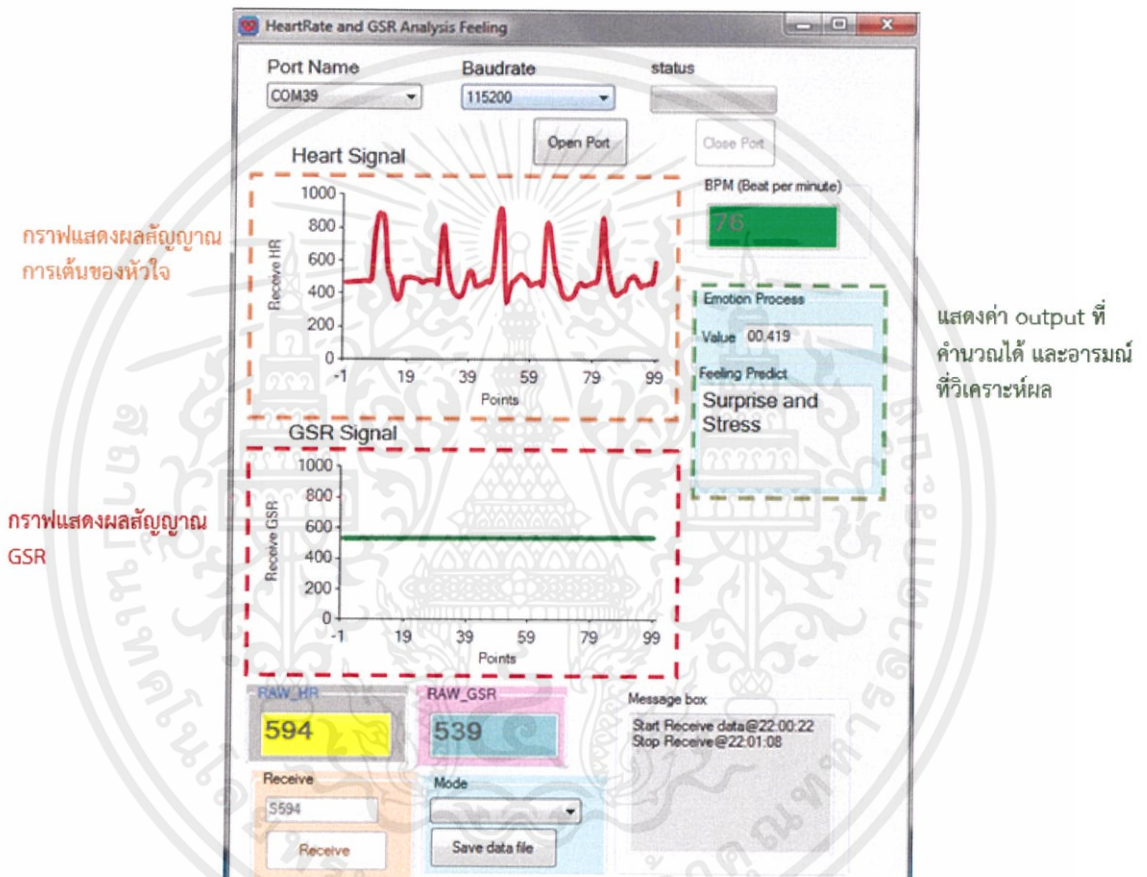


```

SerialTesting - Microsoft Visual Studio Administration
File Edit View Project Build Debug Team Tools Test Analysis Window Help
Debug Any CPU Start
SerialTesting
Form1.cs (Design) SerialTesting.Form1 SerialTesting
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2
```

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 ทั้งสองจะประมวลผ่านพีซีที่ลอจิก (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

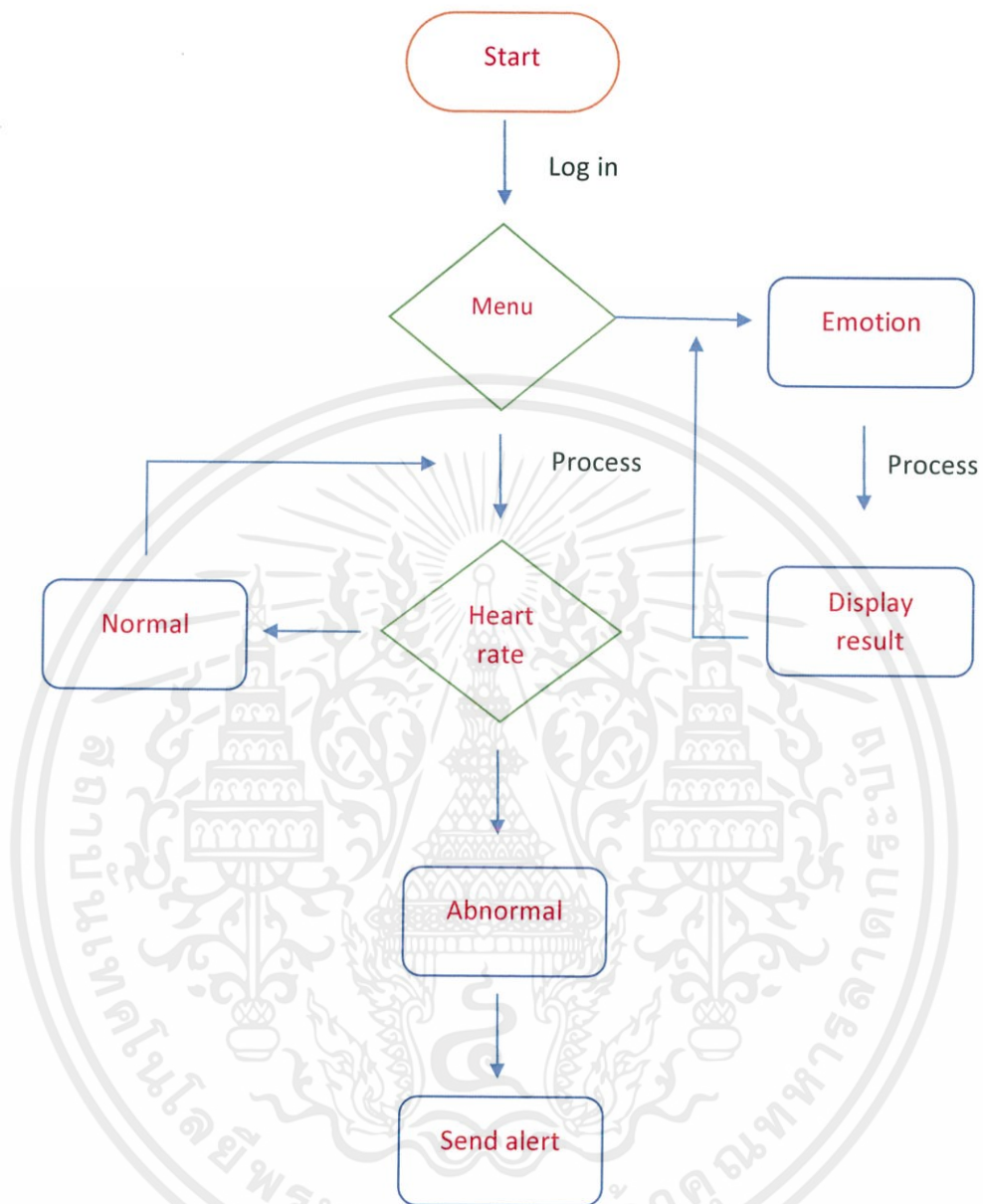
ในส่วนของโปรแกรมประมวลผลข้อมูลจะมีสอง function ให้เลือกคือ

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

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

3.1.2.3 โครงสร้างการทำงานของซอฟต์แวร์ในแอปพลิเคชัน

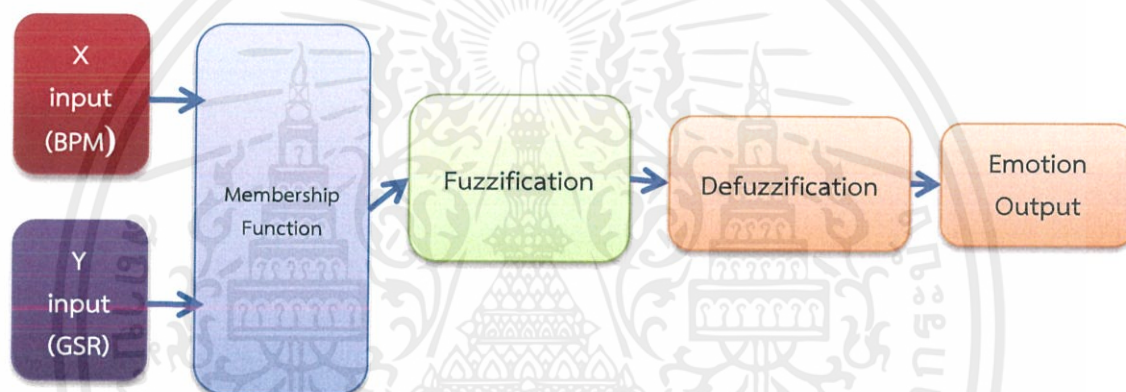


รูปที่ 3.13 โครงสร้างส่วนซอฟต์แวร์

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

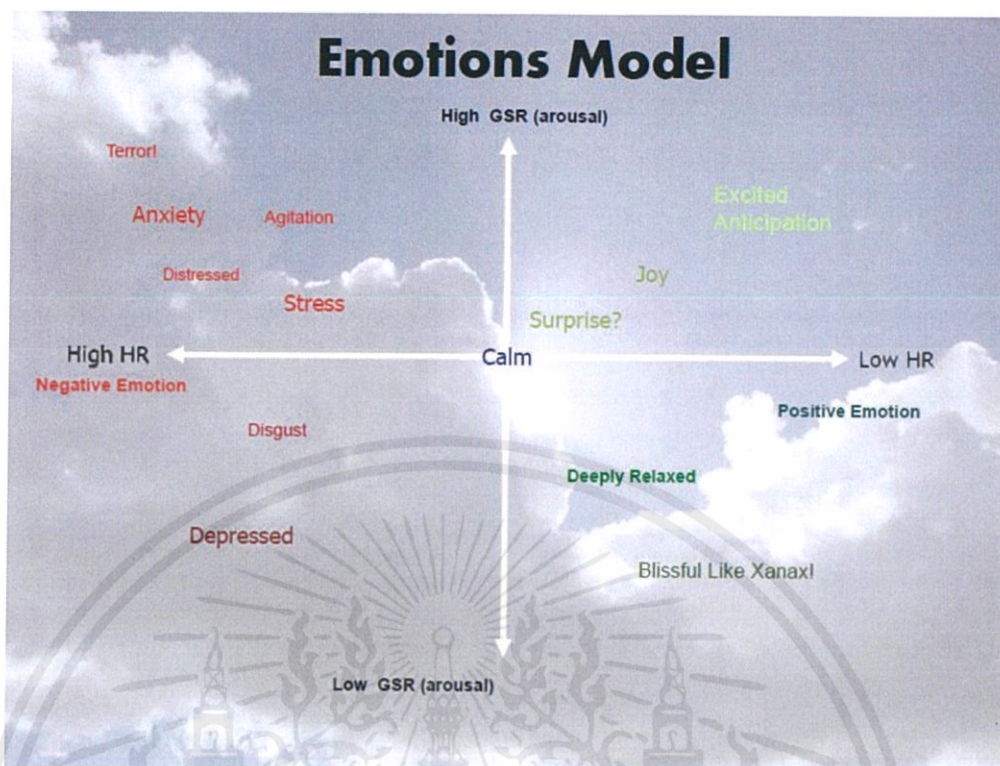


รูปที่ 3.14 การทำงานของอัลกอริธึมจำแนกอารมณ์

3.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและค่าตอบสนองผิวหนัง

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (Beat per minute ,BPM) ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งอายุ โดยปกติซีพจรเด็กจะเร็วกว่าผู้ใหญ่ หรือการเคลื่อนไหวเช่น ในขณะที่ออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจหรือสัญญาณซีพจรจะสูงขึ้น รวมทั้งอารมณ์ย่อมมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจเช่น อารมณ์ตื่นเต้น ร่างกายจะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้นตามไปด้วยในขณะเดียวกัน อารมณ์ยังส่งผลต่อสภาวะภายในของร่างกายทำให้มีผลกระทบโดยตรงกับค่าความต้านทานของผิวหนัง GSR ซึ่งเป็นผลจากการกระตุ้นของระบบประสาทของร่างกายดังนั้นทั้งอัตราการเต้นของหัวใจและค่าการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังมีความสัมพันธ์กับอารมณ์ร่วมกันซึ่งพบว่า อารมณ์ต่างๆมีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่าอัตราการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังในรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

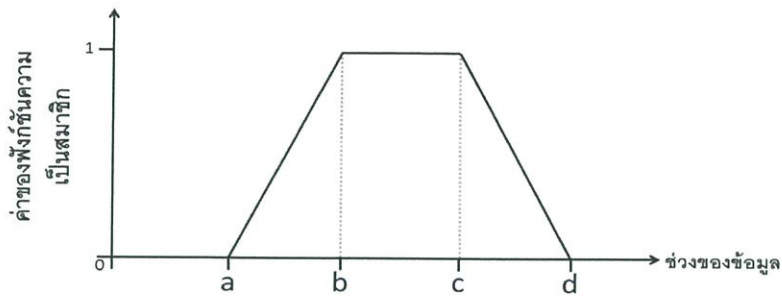


รูปที่ 3.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและการตอบสนองทางไฟฟ้าของผิวหนังกับการจำแนกอารมณ์

3.2.1.1 การวิเคราะห์ค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR เพื่อใช้ในการจำแนกอารมณ์

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

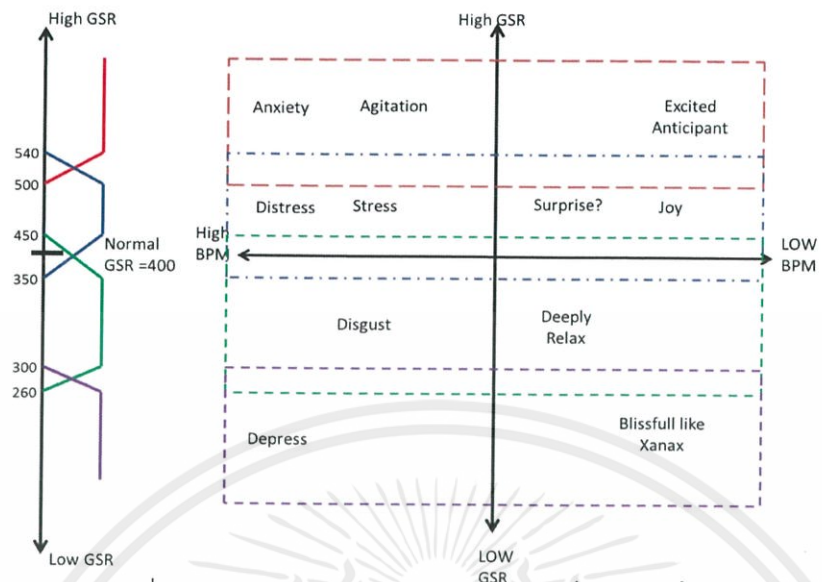
ซึ่งจากการทดสอบอุปกรณ์วัดค่า GSR sensor ทำการวัดมีค่าตั้งค่าจุดกลางอยู่ที่ประมาณ 400 ดังนั้นจึงกำหนดค่าประมาณอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR เพื่อคำนวณความสัมพันธ์ค่าฟังก์ชันสมาชิกซึ่งจะใช้ใน Fuzzy logic โดยทำการเลือกใช้ฟังก์ชันแบบสี่เหลี่ยมคางหมูซึ่งแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.16 เนื่องจากสามารถกำหนดสมการคณิตศาสตร์แสดงได้ง่ายซึ่งทำให้สามารถคำนวณ Output ออกมาได้อย่างรวดเร็วโดยตัวอย่างสมการฟังก์ชันสมาชิกในสมการที่ 3.1 หาค่าสมาชิกของฟังก์ชันได้สูงสุดเท่ากับ 1



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างฟังก์ชันสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

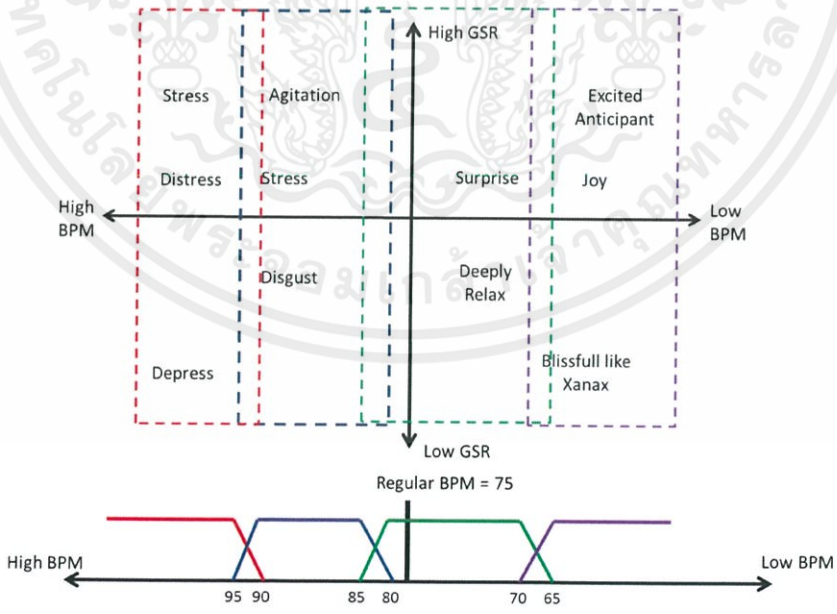
$$f(x; a, b, c, d) = \left. \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ or } d \leq x \\ \frac{x}{b-a} - a, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{x}{c-d} + d, & c \leq x \leq d \end{cases} \right\} \quad (3.1)$$

โดยที่สามารถกำหนดค่าฟังก์ชันสมาชิก 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 อีกทั้งได้กำหนดค่าสมาชิกของฟังก์ชันของอินพุตที่เป็นค่า GSR เช่นเดียวกัน



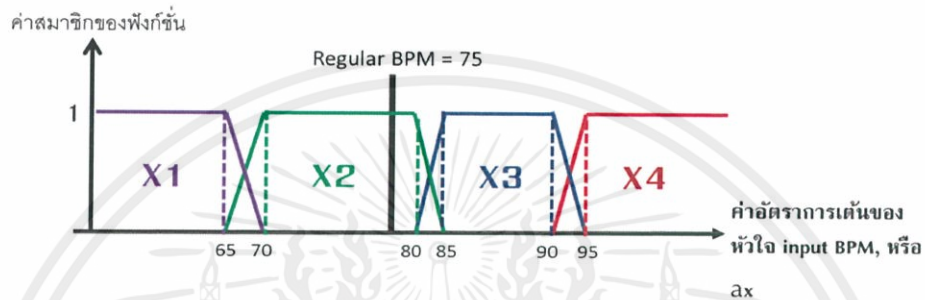
รูปที่ 3.17 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชันอินพุตที่เป็นค่า GSR

หลังจากทำการกำหนดค่าสมาชิกฟังก์ชันของอินพุต Y ซึ่งเป็นค่าแกตตั้งหรือค่า GSR แล้วจึงทำการกำหนดค่าสมาชิกฟังก์ชันของอินพุต X ซึ่งมีอินพุตเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจในหน่วย ครึ่งต่อนาที (Beat Per minute, BPM) โดยที่การกำหนดค่าช่วงของฟังก์ชันสมาชิกโดยคร่าวโดยให้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจปกติมีค่าเท่ากับ 75 ครั้งต่อนาที ซึ่งการกำหนดค่าฟังก์ชันสมาชิกของอินพุตที่เป็นอัตราการเต้นของใจแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชันอินพุตที่เป็นค่า BPM

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)

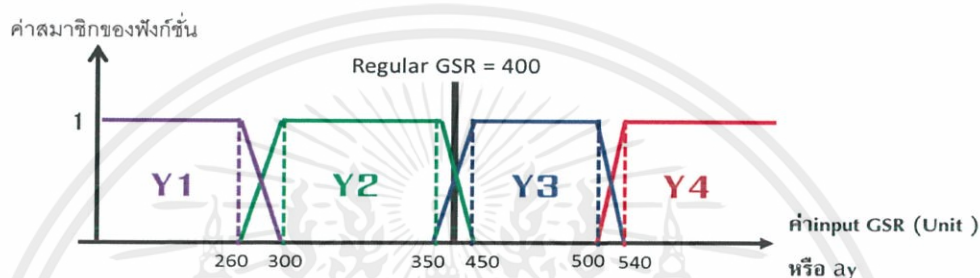


รูปที่ 3.19 ฟังก์ชันสมาชิกของตัวแปรภาษาของ X ซึ่งมีอินพุตเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

จากรูปที่ 3.19 กำหนดโดยที่ค่า a_x คือ อัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที (BPM) ซึ่งจากการทดลอง จะมีช่วงที่อัตราการเต้นของหัวใจมีความกำกวม เช่น ระหว่างช่วงของ x1 อัตราการเต้นของหัวใจต่ำ 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 = $(1/5) * (a_x) - (80/5)$

- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 85 ถึง 90 ค่าตัวแปรทางภาษา $X_3 = 1$
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 90 ถึง 95 ค่าตัวแปรทางภาษา $X_3 = -(1/5) * (a_x) + (95/5)$
- ข้อมูลอินพุต X มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 95 ค่าตัวแปรทางภาษา $X_3 = 0$
- ข้อมูลอินพุต X ที่มีค่าน้อยกว่า 90 ค่าตัวแปรทางภาษา $X_4 = 0$
- ข้อมูลอินพุต X มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 90 ถึง 95 ค่าตัวแปรทางภาษา $X_4 = (1/5) * (a_x) - (90/5)$
- ข้อมูลอินพุต X มีค่ามากกว่า 95 ค่าตัวแปรทางภาษา $X_4 = 1$



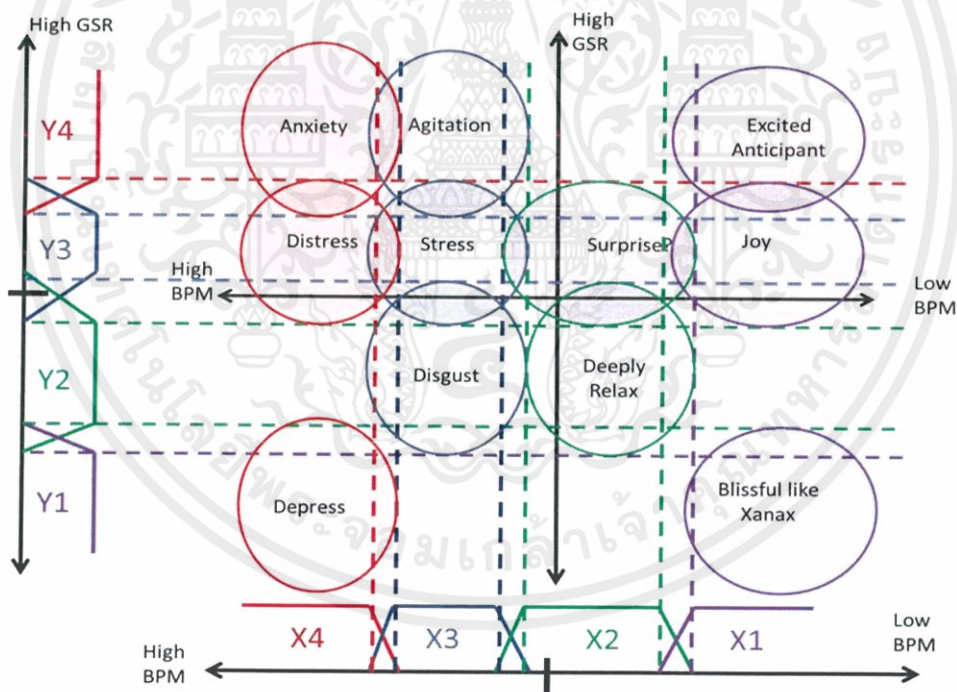
รูปที่ 3.20 ฟังก์ชันสมาชิกของตัวแปรภาษาของ Y ซึ่งมีอินพุตเป็นค่า GSR

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

- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่าน้อยกว่า 260 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_1 = 1$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 260 ถึง 300 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_1 = -1/40 * (a_y) + (300/40)$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่ามากกว่า 300 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_1 = 0$
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่าน้อยกว่า 260 หรือมีค่ามากกว่า 450 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_2 = 0$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 260 ถึง 300 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_2 = (1/40) * (a_y) - (260/40)$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 300 ถึง 350 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_2 = 1$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 350 ถึง 450 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_2 = (-1/100) * (a_y) + (450/100)$
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่ามากกว่า 450 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_2 = 0$
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่าน้อยกว่า 350 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_3 = 0$

- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 350 ถึง 450 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_3 = (1/100) * (a_y) - (350/100)$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 450 ถึง 500 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_3 = 1$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 500 ถึง 540 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_3 = -1/40 * (a_y) + 540/40$
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่ามากกว่า 540 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_3 = 0$
- ข้อมูลอินพุต Y มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 500 ถึง 540 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_4 = (1/40) * (a_y) - 500/40$
- ข้อมูลอินพุต Y ที่มีค่ามากกว่า 540 ค่าตัวแปรทางภาษา $Y_4 = 1$

ซึ่งการทำ Fuzzification มีการกำหนดค่าตัวแปรภาษา Y และ X ตามลำดับ เงื่อนไขดังกล่าวคือ กระบวนการทำ Member function ในขั้นตอน Fuzzy logic ซึ่งเป็นการนำค่าอินพุตมาสร้างเป็น ฟังก์ชันสมาชิกซึ่งในขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างกฎ Rule จากตัวแปรภาษาเพื่อใช้ในการประเมิน อารมณ์ 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

อารมณ์ \ แกน	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 $a = 1,2,3,4,5,\dots,16$ 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 ซึ่งจะทำให้การเลือกค่าตัวแปรภาษา X หรือ Y ที่มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อได้ค่าน้อยที่สุดค่าการแปรปรวนของ 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

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

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

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

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 และตั้งสมมติฐานเพื่อประมาณค่าช่วงของอารมณ์และทำการตรวจสอบความถูกต้องจากการทดลองจากผู้ทดสอบในเวลา 3 นาที หากค่าไม่สอดคล้องกันจึงจะทำการปรับค่าใหม่ โดยค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละช่วงมาจากค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดที่ได้จากการทดลองจากผู้ทดลองหลายๆคน และผลลัพธ์การจำแนกอารมณ์ดังกล่าวจะถูกแสดงขึ้นบนโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงค่าอารมณ์ที่จำแนกได้ซึ่งในหัวข้อ 3.2.1.2 จะแสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อจำแนกอารมณ์ เมื่อทำ Defuzzification แล้วจึงเอาค่าที่ได้มาเทียบในตารางนี้แล้วตัดสินออกมาว่าผู้ใช้อยู่ในอารมณ์ใด โดยค่าที่นำมาใช้คำนวณมาจากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งผู้ป่วยและคนปกติในช่วงอายุ 18-60 ปี ทั้งหมด 80 คน โดยจะใช้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่า GSR มาใช้คำนวณในสมการ fuzzy logic

3.2.1.2 ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้พีชคณิตเพื่อจำแนกอารมณ์

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่า Output จากหัวข้อ 3.2.1.1 จะทำการกำหนดค่าอินพุตอัตราการเต้นของหัวใจและค่าอินพุต GSR และจะใช้อัลกอริทึมในหัวข้อ 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 แล้วทำการกำหนดค่าลงในกฎพีชคณิตในตารางที่ 3.1 ซึ่งตารางที่ 3.3 แสดงตารางตัวแปรกฎที่กับตัวแปรภาษา

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะได้ค่าเอาต์พุตของระบบ

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

$$Output = 0.7403$$

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 ซึ่งประมวลผลด้วยวิธีการพีซีซีลอจิก สามารถจำแนกอารมณ์ได้ผลลัพธ์คือ Surprise? Or Excited

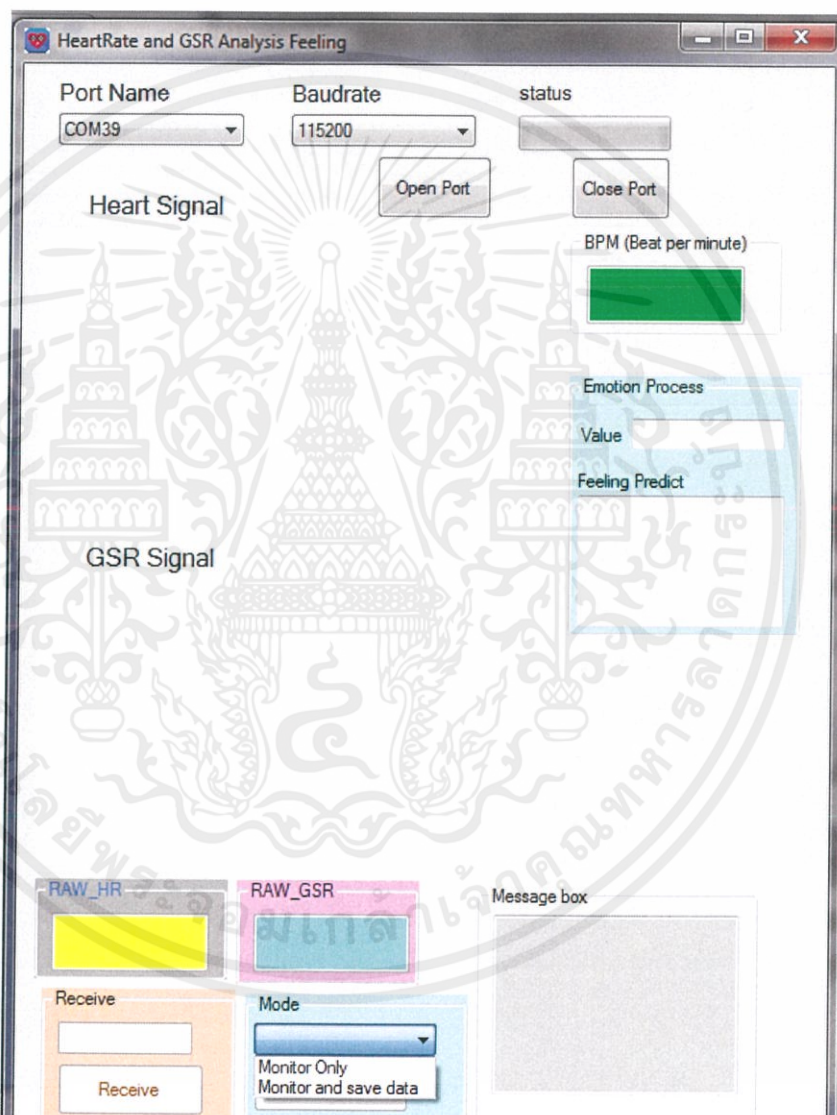
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของการทดสอบโปรแกรม

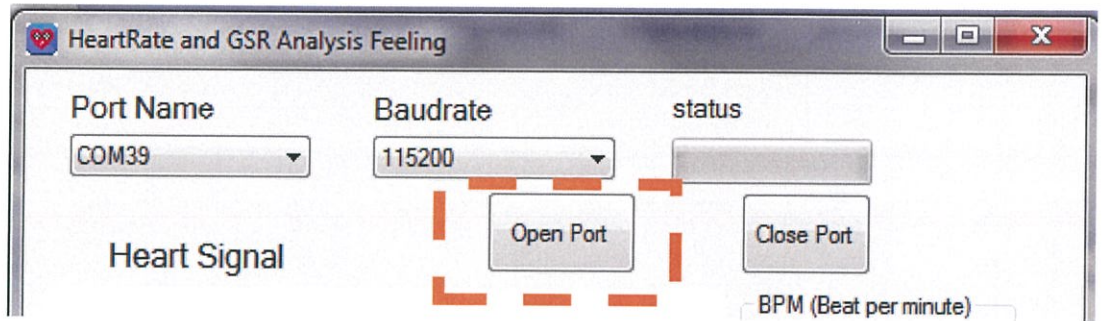
โปรแกรม Heartmate แบ่งออกเป็น 2 ฟังก์ชันหลักๆ คือ Monitor only และ Monitor and save data ซึ่งทำงานบนคอมพิวเตอร์ ดังในรูปที่ 4.1



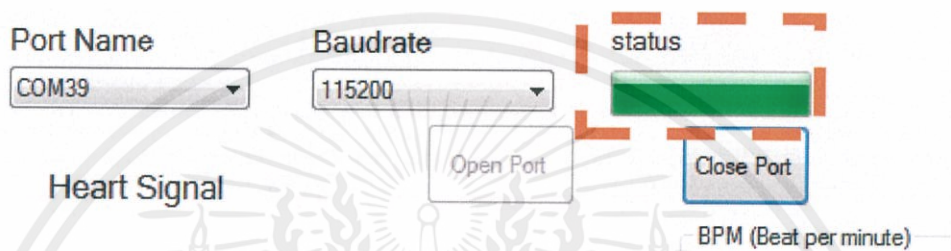
รูปที่ 4.1 การเลือกโหมดการทำงาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

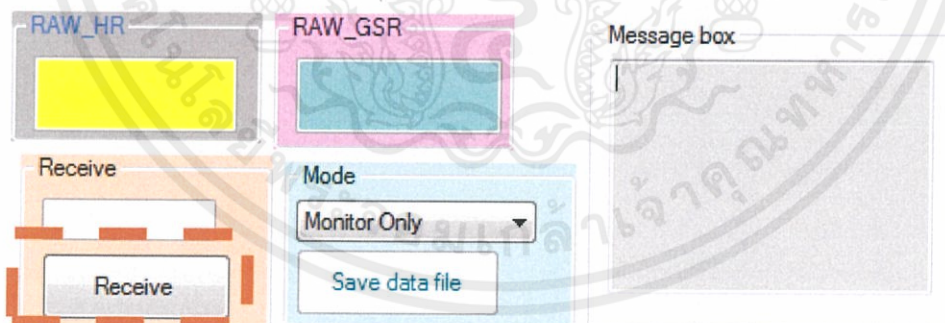


รูปที่4.2 ปุ่มกดเชื่อมต่อ port เพื่อรับข้อมูล



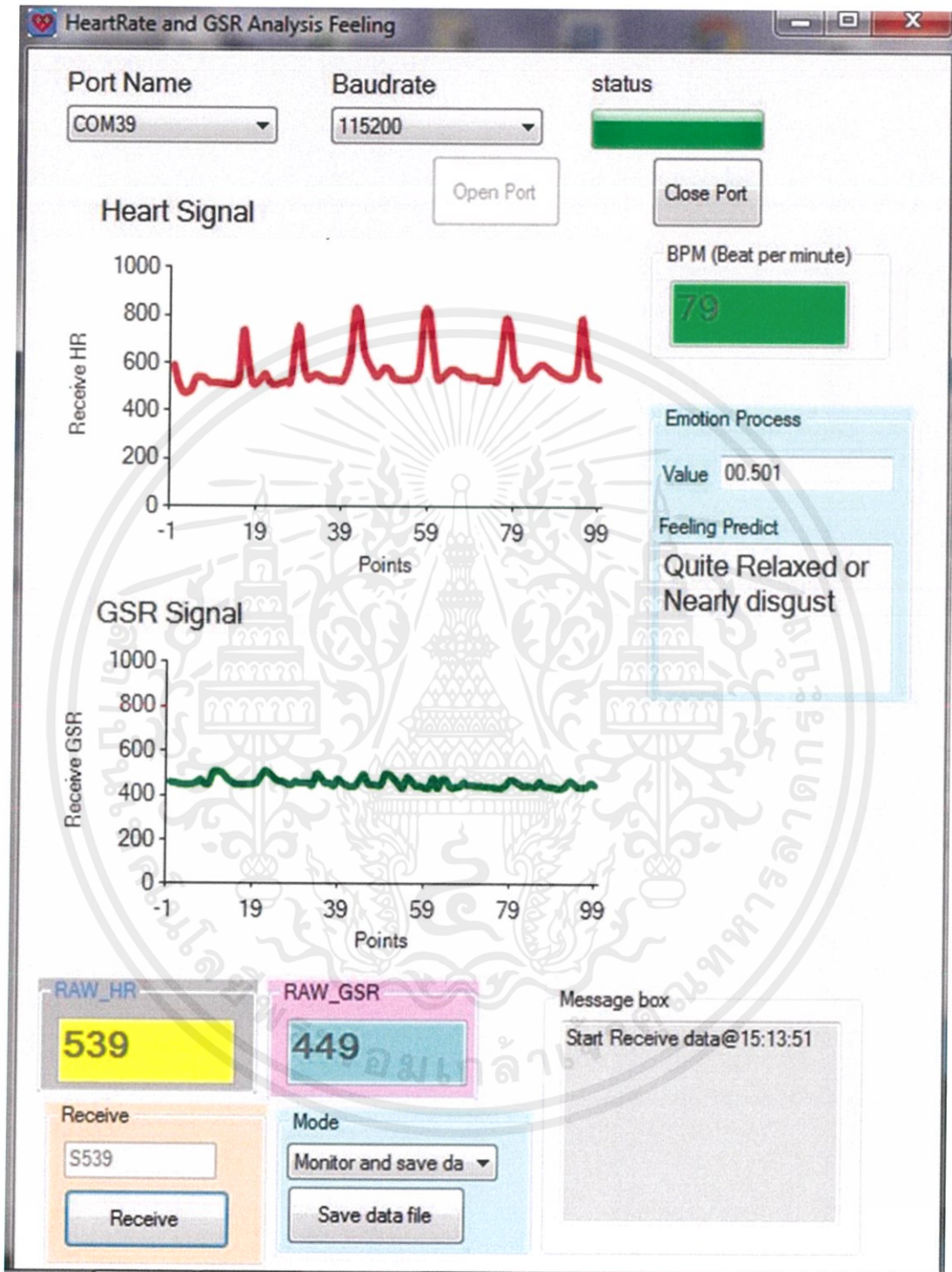
รูปที่ 4.3 ผลหลังกดปุ่ม open port

Open port เพื่อเชื่อมต่อ port ให้รับข้อมูลได้สำเร็จและจะมีการแสดง status ซึ่งแสดงแถบสีเขียวด้านข้างหลังจากเชื่อมต่อ port ได้สำเร็จแล้ว ทำการกดปุ่ม Receive เพื่อทำการเริ่มรับข้อมูล และทำการประมวลผลเพื่อแสดงผลการวิเคราะห์อารมณ์ ดังในรูปที่ 4.4



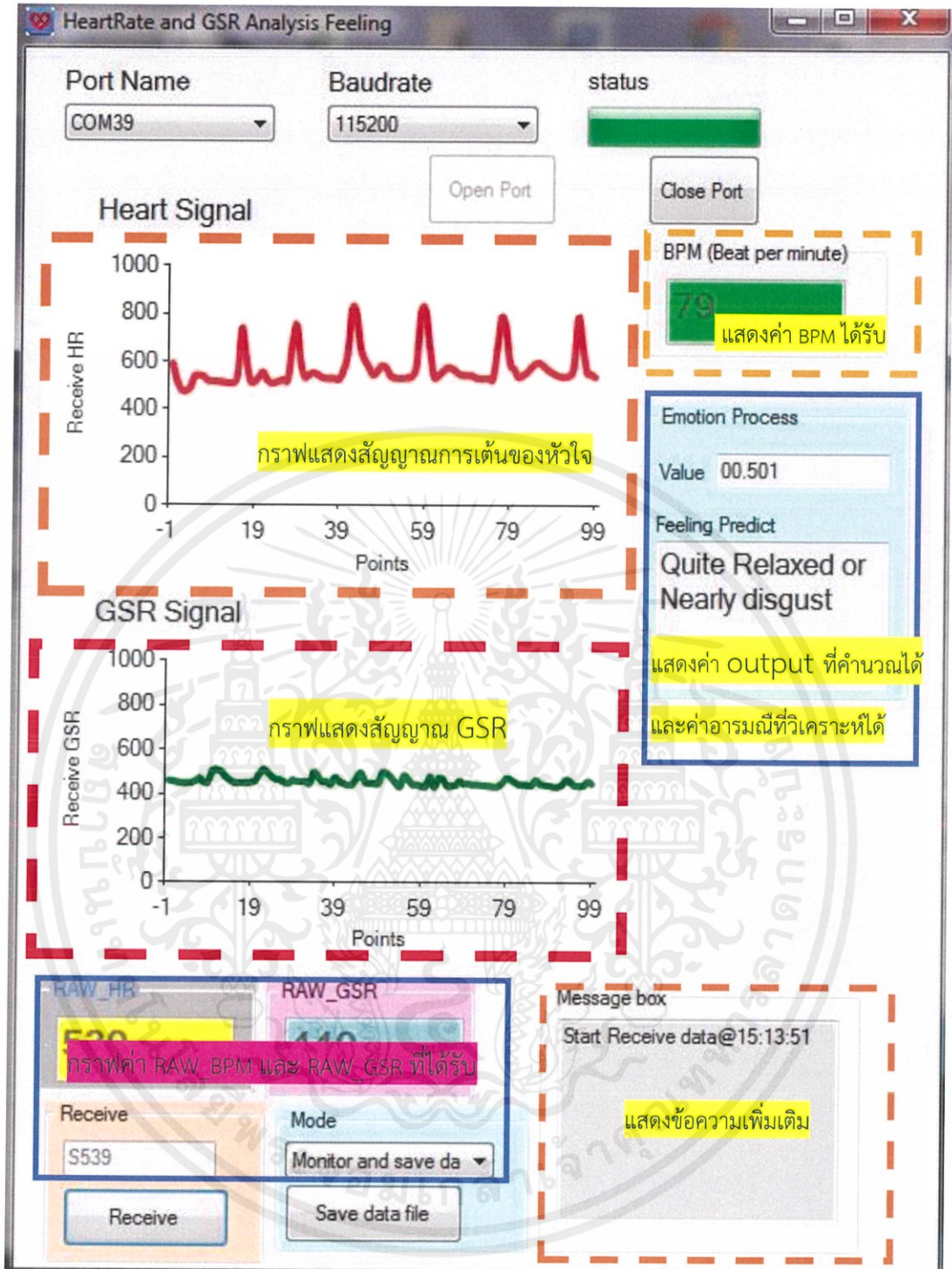
รูปที่ 4.4 ปุ่ม receive เพื่อเริ่มการรับข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และแสดงผลอารมณ์

หลังจากกดปุ่ม Receive เพื่อเริ่มทำการประมวลผลและแสดงผลอารมณ์ที่ทำนายได้ รวมค่าจากเซนเซอร์ที่ได้รับมา ดังในรูปที่ 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 การทำงานของโปรแกรม

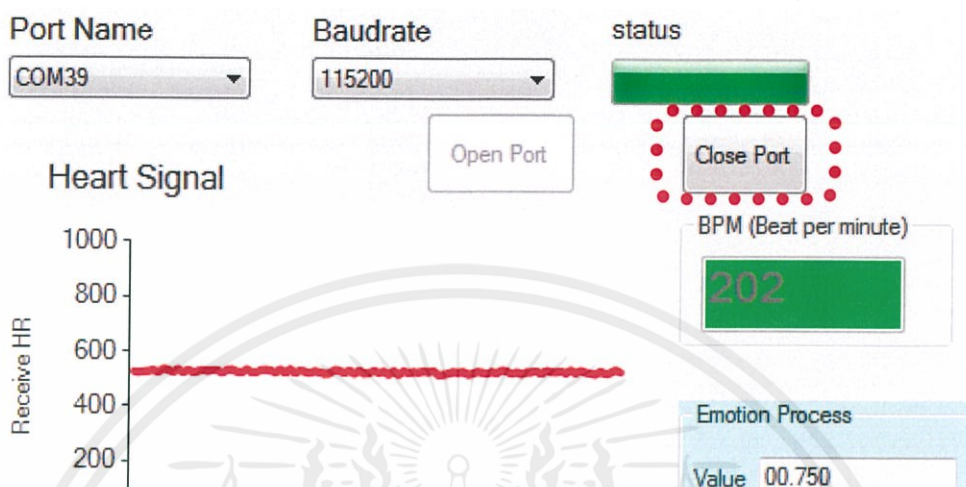
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



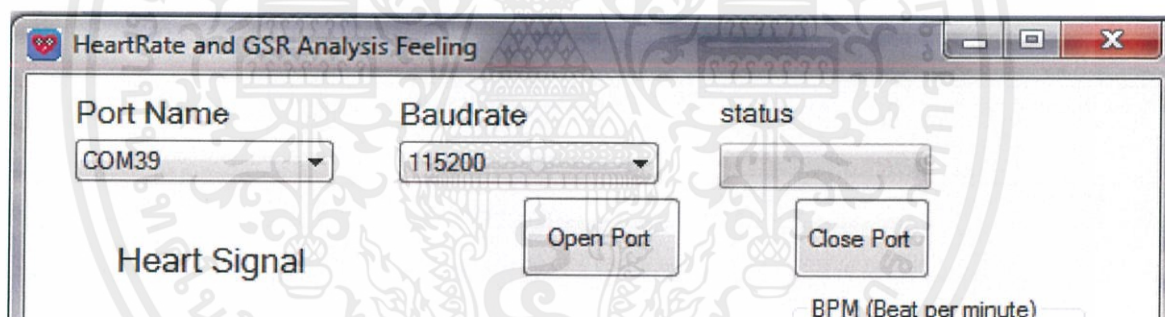
รูปที่ 4.6 การแสดงผลของโปรแกรม

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



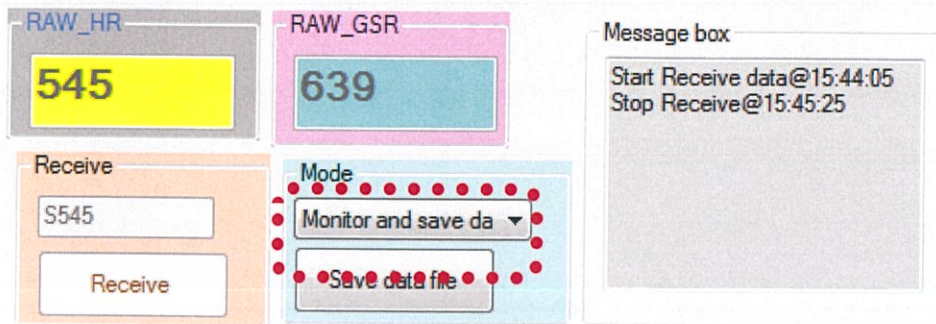
รูปที่ 4.8 แสดงหลังกดปุ่ม Close Port

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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Points



รูปที่ 4.9 แสดงปุ่ม save data file

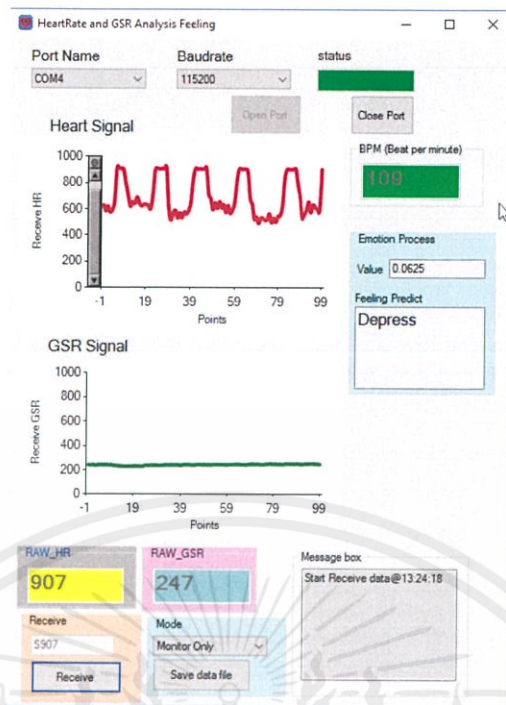
หลังจากการทำตามขั้นตอนรับข้อมูลและประมวลผลอารมณ์หากต้องการหยุดประมวลผลให้กดปุ่ม Close Port โดยหน้าต่าง Message จะแสดงเวลาที่เริ่มทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลและเวลาสิ้นสุดการประมวลผลและเก็บข้อมูล โดยที่หากต้องการเก็บไฟล์บันทึกผลให้กดปุ่ม Save data file ดังในรูปที่ 4.9

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	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	GSR+HR+BPM Create at16:15:28 05/02/2560																	
2	RAW_HR 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										

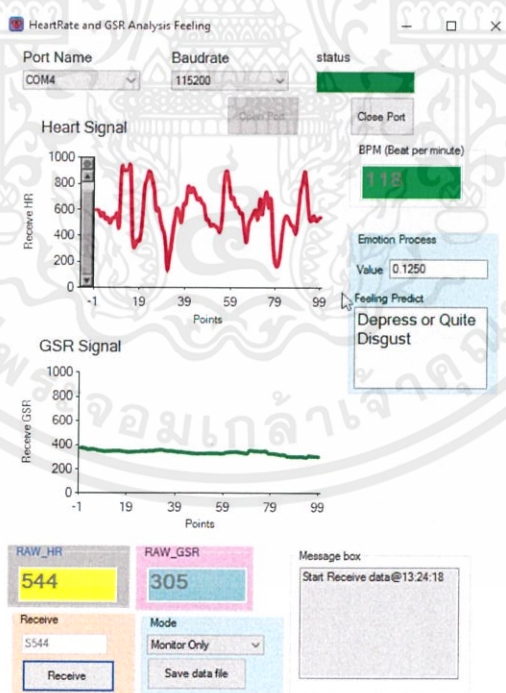
รูปที่ 4.10 แสดงการเก็บข้อมูลในไฟล์ Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 อารมณ์ Depress

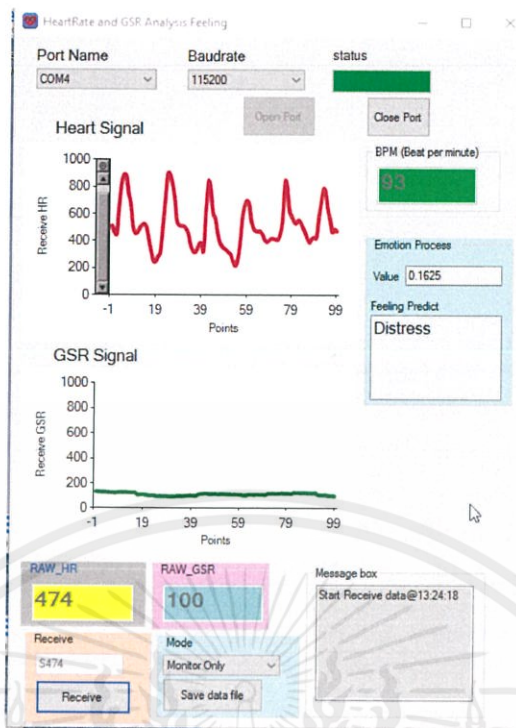
จากรูปที่ 4.11 คือกรณีที่ผู้ป่วยมีความรู้สึกแสบ รู้สึกหดหู่ใจ เป็นอารมณ์ด้านลบ หากมีอาการเจ็บจะเจ็บมาก



รูปที่ 4.12 อารมณ์ Depress or Quite Disgust

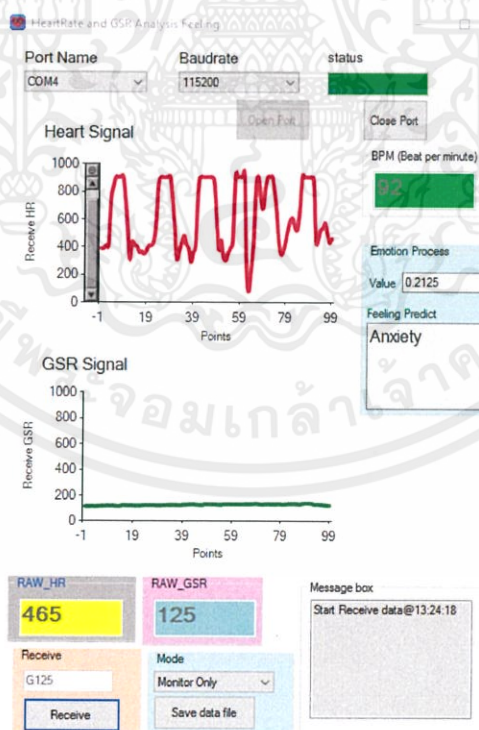
จากรูปที่ 4.12 เป็นการคาบเกี่ยวระหว่างอารมณ์ Depress และ Quite Disgust ในส่วนอารมณ์ disgust คือ อารมณ์ไม่พอใจไม่ชอบใจ และ Depress คือความรู้สึกแสบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 อารมณ์ Distress

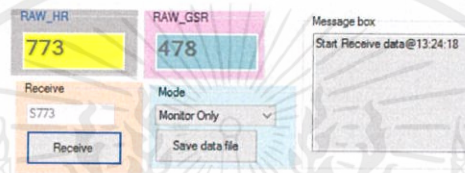
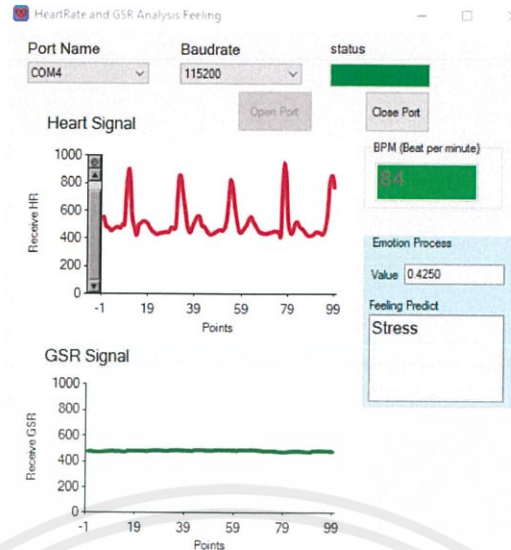
จากรูปที่ 4.13 Distressคืออารมณ์ กลุ้มใจ มีเรื่องค้างคาใจ ลำบากใจ ยกตัวอย่างเช่นแก้โจทย์เรียนไม่ได้



รูปที่ 4.14 อารมณ์ Anxiety

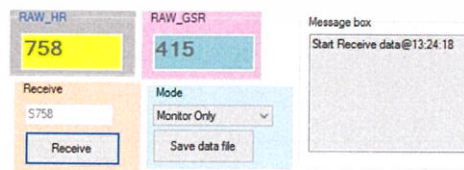
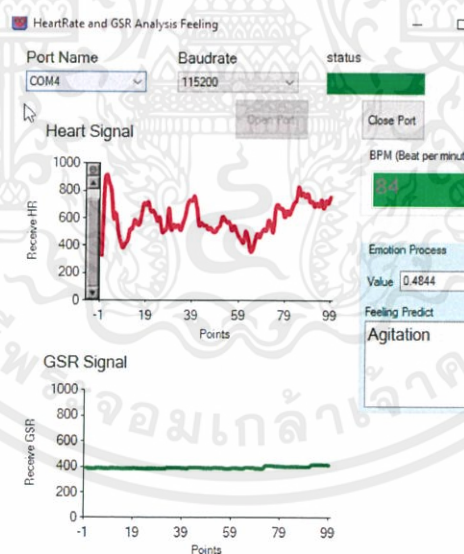
จากรูปที่ 4.14 Anxiety คือความรู้สึกระวนระวาย วิตกกังวล ทุกข์ร้อน อยู่ไม่สุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 อารมณ์ Stress

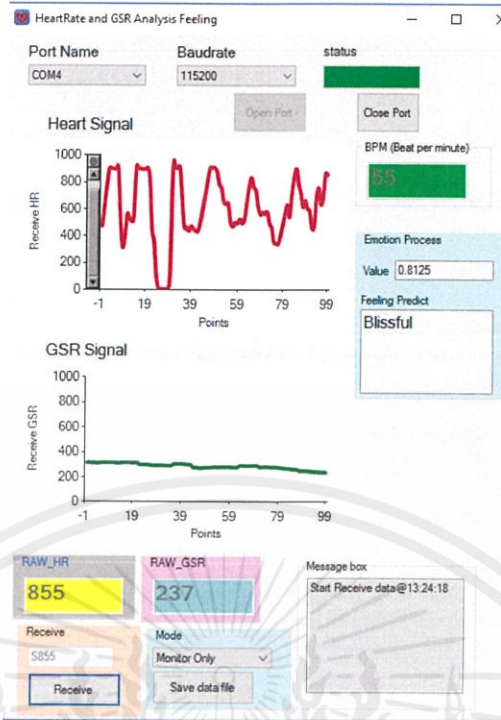
จากรูปที่ 4.15 Stress คือกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการตึงเครียด มีอาการเกร็ง



รูปที่ 4.16 อารมณ์ Agitation

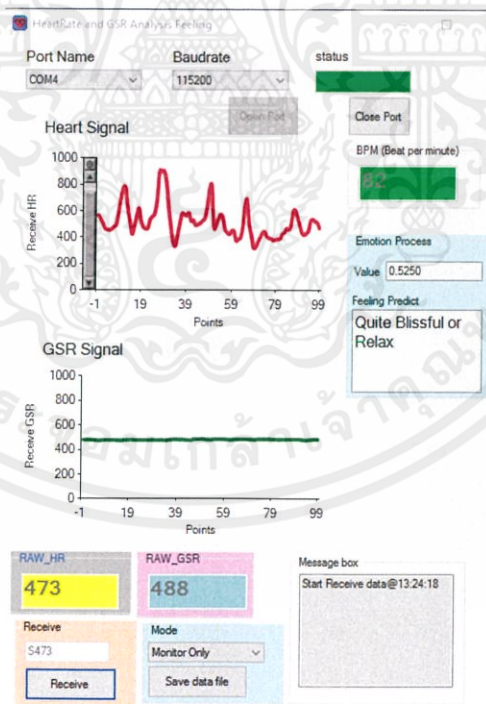
จากรูปที่ 4.16 Agitation คือมีความตื่นเต้น ยกตัวอย่างเช่นเช่นการตื่นเวที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 อารมณ์ Blissful

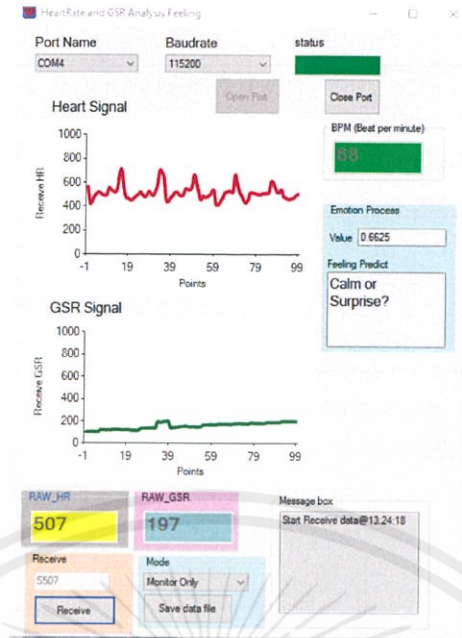
จากรูปที่ 4.17 คืออารมณ์มีความสุข



รูปที่ 4.18 อารมณ์ Quite Blissful or Relax

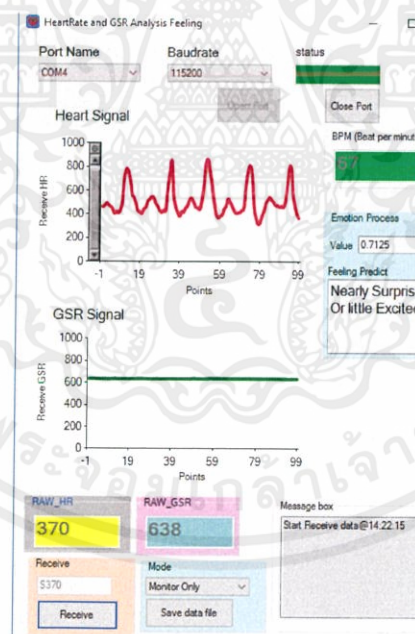
จากรูปที่ 4.18 เป็นการคาบเกี่ยวระหว่างอารมณ์ Blissful และ Relax โดยในส่วนอารมณ์ Relax เป็นอารมณ์สบายใจ ผ่อนคลาย มีความง่วงเล็กน้อย และอารมณ์ Blissful คือมีความสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 อารมณ์ Calm or Surprise

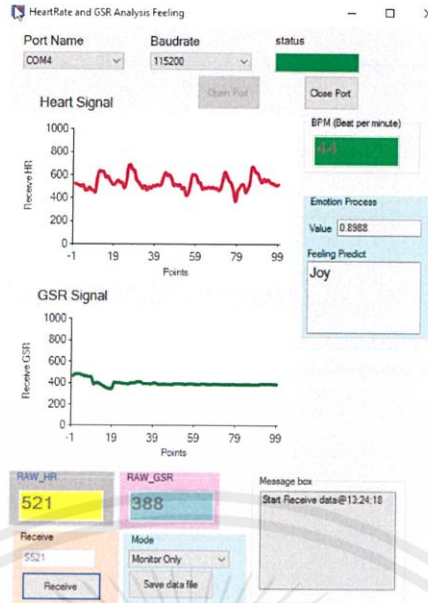
จากรูปที่ 4.19 เป็นอารมณ์คาบเกี่ยวระหว่าง Calm คือรู้สึกสงบ และ Surprise เป็นอารมณ์ประหลาดใจในอารมณ์ด้านบวก



รูปที่ 4.20 อารมณ์ Nearly Surprise or little Excited

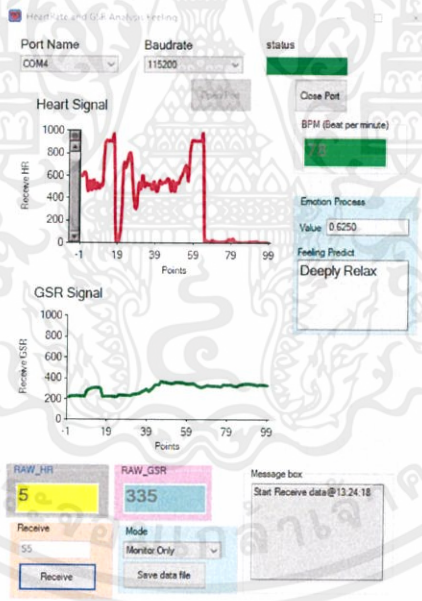
จากรูปที่ 4.20 เป็นอารมณ์คาบเกี่ยวระหว่าง Nearly Surprise คือรู้สึกประหลาดใจและ little Excited หรือ Excited Anticipant คืออารมณ์ตื่นเต้น มีความคาดหวัง

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

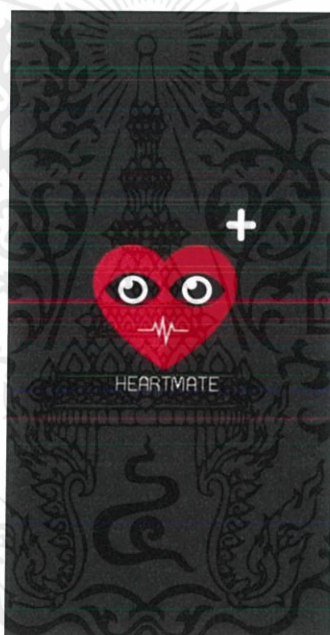
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบในแอปพลิเคชัน

4.2.1 การออกแบบส่วนประสานกราฟิกผู้ใช้งาน



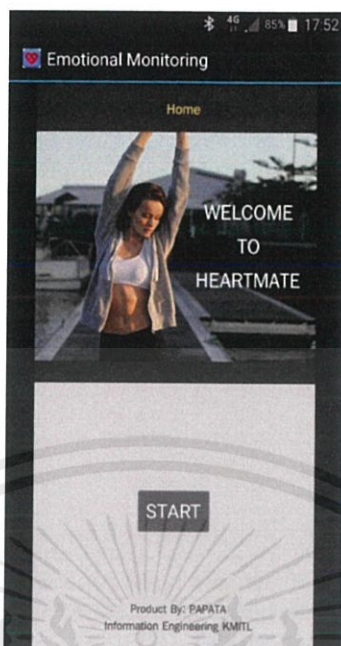
รูปที่ 4.23 โลโก้ของแอปพลิเคชัน HEARTMATE



รูปที่ 4.24 หน้าแรก

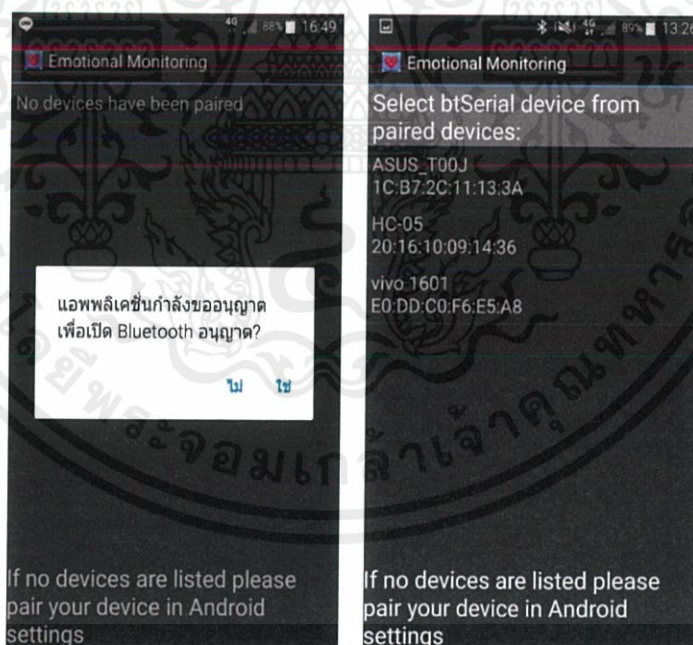
จากรูปที่ 4.24 จะแสดงเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่แอปพลิเคชันและจะเข้าสู่หน้าเมนูต่อไปดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 หน้าหลัก

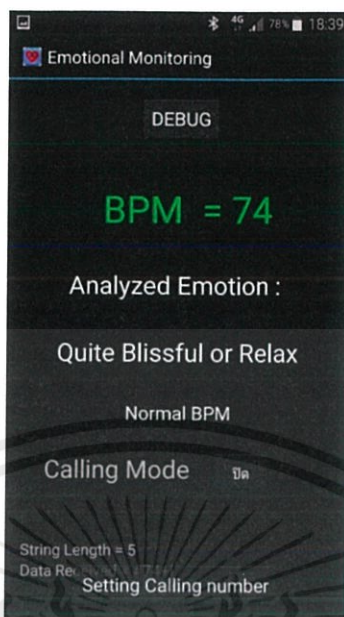
จากรูปที่ 4.25 หน้าหลักจะเป็นหน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน เมื่อกดปุ่มStart จะขึ้นให้เปิดใช้งานบลูทูธดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 หน้าต่างเลือกเข้าใช้งานบลูทูธ

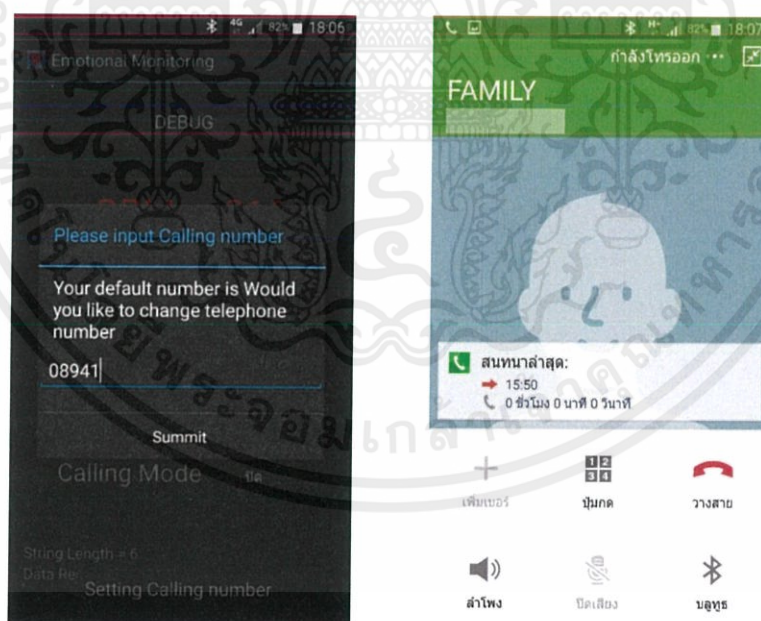
จากรูปที่ 4.26 จะเป็นหน้าต่างปรากฏขึ้นมาให้เชื่อมต่อบลูทูธ เมื่อกดเปิดบลูทูธจะมีบลูทูธที่แอปพลิเคชันสามารถเชื่อมต่อได้ขึ้นมาให้เลือก จากนั้นกดเลือก HC-05 ซึ่งเป็นบลูทูธของเครื่องมือฮาร์ดแวร์สายรัดข้อมือที่จะเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 หน้าแสดงค่าอารมณ์และเปิดปิดโหมดโทรออกอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.27 จะแสดงค่า BPM และค่าอารมณ์ของผู้ป่วยในขณะนั้น และมีปุ่มควบคุมการเปิดปิด Calling Mode



รูปที่ 4.28 หน้าโทรออก

จากรูปที่ 4.28 จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นมาให้ใส่เบอร์ที่จะโทรออกอัตโนมัติและทำการโทรออกเมื่อผู้ป่วยมีอาการการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด 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 ผู้ป่วยกายภาพตึงหลัง

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



รูปที่ 4.31 ผู้ป่วยกายภาพรักษาเข่า

จากรูปที่ 4.31 ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาโดยการทำการกายภาพบำบัดเพื่อรักษาอาการปวดหัวเข่าข้างขวาที่คลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งวัดค่าอารมณ์ที่ได้คือ Quite Relax คือมีอาการผ่อนคลายเนื่องจากเครื่องมือไม่กระทบและสร้างความเจ็บให้แก่ผู้ป่วย เมื่อสอบถามผู้ป่วยถึงอารมณ์ในขณะนั้นแล้ว พบว่ามีความตรงกันกับค่าที่อุปกรณ์ประมวลผลได้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพเพื่อผู้ป่วยและผู้ป่วยกายภาพ เป็นลักษณะการทำงานของแอปพลิเคชันบนมือถือที่จะช่วยในการคาดคะเนอารมณ์ของผู้ป่วยให้ผู้ดูแลหรือผู้ให้การรักษารับรู้โดยมีสายรัดข้อมือที่ส่งข้อมูลของผู้ป่วยแบบไร้สาย นอกจากนี้ยังสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเมื่อผู้ป่วยมีอาการเริ่มต้นของหัวใจที่ผิดปกติเกิดขึ้น สามารถบันทึกค่าในระบบในรูปแบบไฟล์ (.xlsx) เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและหาวิธีการรักษาที่ถูกต้อง ออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว มีการวิเคราะห์ตลอดเวลา เป็นนวัตกรรมใหม่ทางการแพทย์ ในการแสดงอารมณ์ ด้านบวก ด้านลบ ของผู้ป่วยและผู้สูงอายุ เพื่อการดูแล รักษา

5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ระบบและแอปพลิเคชันนี้สามารถต่อยอดไปยังกลุ่มเป้าหมายอื่นๆได้ อาทิเช่น ผู้ขับรถโดยสารสาธารณะตอนกลางคืน อาจเกิดอาการง่วงนอน และเกิดอุบัติเหตุได้ แอปพลิเคชันนี้สามารถพัฒนาบอกอารมณ์ความง่วงและแจ้งเตือนไปยังคนขับรถได้ ในรูปแบบ Smart watch ให้คนขับใส่หรือใช้ในการวัดสมาธิของเด็กนักเรียนระกวางการเรียนการสอน เพื่อนำไปวิเคราะห์และพัฒนาการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

อุปกรณ์มีขนาดใหญ่ทำให้ไม่สะดวกต่อการสวมใส่ในชีวิตประจำวันของผู้ป่วย ซึ่งสามารถแก้ไขให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กลงได้ในอนาคต โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กลงมาและมีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือมากกว่าอุปกรณ์เดิม


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)

ภาคผนวก ก

Poster

Department of Computer Engineering
(Information Engineering)



Emotional Monitoring and Heart rate Warning System

Titinun Siramanakul, Natsima Nakornkun and Ponlacha Faksuwan
Advisor: Assit.Prof.Dr. Pikulkeaw 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.

Introduction


Emotional Monitoring and Heart Warning System is divided into two parts which are sensing signal with wristband and Android application. Firstly, the patient must wear the wristband in order to receive heart signal from heart rate sensor and GSR sensor. After that the information from the wristband will be sent to process on computer and result as an emotional of the patient. The result will be passed to the application on Android smartphone to show an emotional of the patient graphically and make a call to patient's family when patient have an abnormal heart rate.

Methodology

Wristband included with heart rate sensor and GSR sensor for get the data from a patient's wrist and send the data via Bluetooth to the computer and process in Visual Studio with C# to analyze the emotion with fuzzy model and passes it to Heartmate Application on Android smartphone. The Application composed of two main function, Emotional Monitoring for show patient's emotional data and heart rate warning system to warning when patient have an abnormal heart rate by alert on patient smartphone and make a call to patient's family.



Results




Analyzing step on Visual Studio and Hardware for get heart signal by heart rate sensor and GSR sensor


Conclusion

Emotional Monitoring and heart rate warning system is the system that can show patient's emotion and warning to patient's family when the patient's have and abnormal heart rate on smartphone by get data from sensor and send it via Bluetooth for process in computer and show on smartphone

References

- [1] ดร.พญร มิ่ง, FUZZY LOGIC
<http://alaska.reu.ac.th/text/fuzzylogic.pdf>
- [2] Emotions & Physiological monitoring research
Prepared by Exmovere Holdings Inc. September, 2009
- [3] Kuniaki Yajima, Syusaku NOMURA, Nobuyuki OGAWA, Yoshimi FUKUMURA
"Objective Evaluation of e-learning Contents Based on Biological Signals" (2011)





ENGINEERS
in LADKRABANG

สมาคมวิศวกรที่เมืองลาดกระบัง

E-mail: Keaw.ite@gmail.com
 pang-fhun@hotmail.com, natsima.tam@gmail.com, parerthperth@gmail.com

รูปที่ ก.1 Poster

ภาคผนวก ข

คู่มือการติดตั้งโปรแกรมอย่าละเอียด

1. การติดตั้งโปรแกรมประมวลผลอารมณ์บนคอมพิวเตอร์

1.1 copy file โปรแกรม Heart_Monitoring.exe ไว้ใน Folder ที่ต้องการติดตั้ง

 Heart_Monitor.exe	30/1/2560 1:04	Application	560 KB
---	----------------	-------------	--------

รูปที่ ข.1 ไฟล์โปรแกรม HEARTMATE

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

2. การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่า BPM และ GSR

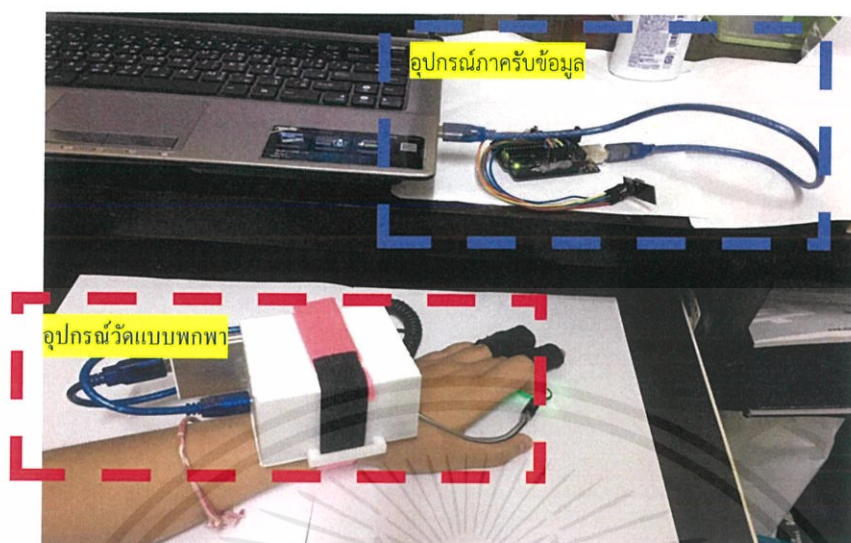
โดยอุปกรณ์จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

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



รูปที่ ข.3 อุปกรณ์วัดแบบพกพา และอุปกรณ์ภาครับข้อมูล

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ทั้งสองส่วนเสร็จก็สามารถเปิดใช้งานโปรแกรม Heart_Monitoring.exe เพื่อใช้งานได้

3. การติดตั้งแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์

- 3.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Heartmate มาติดตั้งไว้ในสมาร์ทโฟน
- 3.2 รอจนติดตั้งเสร็จ จากนั้นสามารถเข้าสู่แอปพลิเคชันเพื่อใช้งานได้เลย