



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

สายรัดข้อมือเพื่อวัดระดับสมาธิในการเรียนและแอปพลิเคชันแจ้งเตือนกรณีฉุกเฉิน  
Learning concentration measurement wristband and automatic alert system

นางสาว พิกุลแก้ว ตังติสานนท์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) สายรัดข้อมือเพื่อวัดระดับสมาธิในการเรียนและแอปพลิเคชันแจ้งเตือนกรณีฉุกเฉิน  
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Learning concentration measurement wristband and automatic alert system  
แหล่งเงิน เงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 480,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 31 มีนาคม 2562

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร. พิภูลแก้ว ตั้งติสานนท์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการศึกษาได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ การศึกษาส่งผลให้เกิดความรู้ ความรู้ที่นำมาใช้พัฒนาคนให้มีความสามารถที่จะใช้ประกอบอาชีพและมีความสามารถในการ คิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อช่วยประเทศชาติให้เจริญรุ่งเรืองและก้าวหน้าทัดเทียมอารยประเทศได้ด้วยการ ศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันมีกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่หลากหลายมากขึ้น มีการจัดทำและนำ เครื่องมือต่าง ๆ ที่ทันสมัย หนึ่งในนั้นรวมถึงด้านการศึกษา เทคโนโลยีถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียน การสอนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สื่อการเรียนการสอนที่มีความทันสมัยมากขึ้น การลงทะเบียนเรียนผ่านทาง อินเทอร์เน็ต หรือแม้กระทั่งด้านการทดสอบวัดความรู้ หากแต่ความพร้อมของนักเรียนนั้นยังไม่มีเครื่องมือวัด ได้ว่าผู้เรียนมีสมาธิพร้อมที่จะเรียนมากน้อยเพียงใด โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อผลิตสายรัดข้อมือต้นแบบเพื่อ สมานธิของนักเรียนว่านักเรียนมีสมาธิและความพร้อมในการเรียนหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลทางชีวภาพของผู้สวม ใส่อัตราการเต้นของหัวใจและความต้านทานของผิวหนังเป็นข้อมูลส่งเข้าสู่ระบบพีซีซึ่งบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อ ประมวลผลว่าผู้สวมใส่อารมณ์ซึ่งเป็นสมาธิหรือไม่ รวมถึงสามารถแจ้งเตือนได้แบบอัตโนมัติในกรณีที่ผู้ สวมใส่อุปกรณ์สุขภาพผิดปกติ

คำสำคัญ : แอนดรอยด์, แอปพลิเคชัน, การเรียนการสอน, วัดสมาธิ

**Research Title:** Interactive campus guide application on Smartphone

**Researcher:** Asst. Prof. Dr. Pikulkaew Tangtisanon

**Faculty:** Engineering **Department:** Computer Engineering

## ABSTRACT

Nowadays, the technology has been rapidly changed. It is very easy for students to learn many skills from the Internet. Learning platform has been changed from traditional classroom to active learning classroom where the student must be interacted with teacher. However, students have their individual learning curve that depends on their concentration at the study time. Unfortunately, even the modern platform has been implemented to the learning system but there is no tool that built to measure a level of concentration of the students. The purpose of this project is to build a prototype wristband that can be used to measure a level of concentration of each student. Moreover, a server was built to receive bio-signal from a user and it will decide if the user's bio signal is abnormal or not. If the system decides that the user is in abnormal state the server will send command to the user's smartphone to play silent ringtone from the speaker and call to a pre-set caretaker phone number automatically. The wristband is composed of ESP32 and bio-sensor to measure human bio signals which are heart rate and galvanic skin response.

**Keywords :** android, application, learning, concentration

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ต้องขอขอบคุณบุคคลากรทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน (เงินรายได้) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

ผศ.ดร. พิภพแก้ว ตังติสานนท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
<b>บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>4</b>
2.1 แนวคิด ทฤษฎีหลักตามประเด็นให้ครอบคลุมเรื่องที่วิจัย.....	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
<b>บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน</b> .....	<b>14</b>
3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัย.....	14
3.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์.....	18
3.3 การออกแบบอัลกอริธึมจำแนกอารมณ์.....	19
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b> .....	<b>29</b>
4.1 ผลการทดลองการวัดผลที่แสดงบนคอมพิวเตอร์.....	25
4.2 การแสดงผลหน้าจอในส่วนของสมาร์ตโฟน.....	34
4.3 อภิปรายผลการทดลอง.....	38

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 5</b> สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	39
5.1 สรุปผลการวิจัยตามสมมุติฐาน .....	39
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	39
<b>บทที่ 6</b> สรุปผลผลิตงานวิจัย .....	41
<b>บรรณานุกรม</b> .....	42
<b>ภาคผนวก</b> .....	42
ภาคผนวก ก .....	43
ภาคผนวก ข .....	44
ภาคผนวก ค .....	45
ภาคผนวก ง .....	46
<b>ประวัตินักวิจัย</b> .....	47

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
3.1 ตัวอย่างการคำนวณค่าความต้านทานผิวหนังที่รับเข้ามาจากเซนเซอร์.....	24
3.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่รับเข้ามาจากเซนเซอร์.....	28



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 หัวใจของมนุษย์	5
2.2 ตัวอย่างค่า GSR และ Heart rate ที่มีผลต่ออารมณ์มนุษย์	6
2.3 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน้ (Arduino) รุ่น นาโน	7
2.4 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ไปได้	8
2.5 หน้าต่างโปรแกรม	8
2.6 Arduino โมดูลไร้สาย NRF24L01	9
2.7 โครงสร้างของแอนดรอยด์	9
2.8 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth	10
2.9 การพัฒนาโปรแกรมภาษา C# ผ่าน Visual studio	10
2.10 ตัวอย่างรูปฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟังก์ชันที่ใช้งานต่างๆ	12
3.1 แผนผังการทำงานระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพ	14
3.2 การทำงานของระบบ	15
3.3 Pulse Sensor	15
3.4 GSR Sensor	16
3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการวัดสัญญาณ Heart rate และ GSR	16
3.6 สายรัดข้อมือ	17
3.7 การทำงานของสายรัดข้อมือ	17
3.8 โปรแกรม Visual Studio	19
3.9 หน้าจอเลือกแบบทดสอบ	37
3.10 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A+	21
3.11 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A-	22
3.12 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S+	22
3.13 หน้าฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S-	22
3.14 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S	23
3.15 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน N	23
3.16 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของค่าความต้านทานในผิวหนัง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.17 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชันอินพุตที่เป็นค่า BPM	24
3.18 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A-	26
3.19 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A+	26
3.20 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน N	26
3.21 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S-	27
3.22 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S	27
3.23 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S+	27
3.24 การตัดสินใจของระบบ	28
4.1 หน้าต่างการรันโปรแกรมก่อนที่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สายรัดข้อมือ	30
4.2 หน้าต่างเชื่อมต่อกับโฮส Amazon โดยเชื่อมต่อผ่าน remote desktop	30
4.3 เมื่อเปิดการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แล้วโดยได้ค่าอารมณ์ปกติยังไม่ได้มีสมาธิ (N)	31
4.4 ค่าสัญญาณทางชีวภาพผิดปกติจากการจำลองสัญญาณ (A+)	31
4.5 ค่าสัญญาณทางชีวภาพผิดปกติจากการจำลองสัญญาณ (A-)	32
4.6 ค่าสัญญาณอารมณ์เริ่มมีสมาธิ (S-)	32
4.7 ค่าสัญญาณอารมณ์มีสมาธิ (S)	33
4.8 ค่าสัญญาณทางชีวภาพผิดปกติ (S+)	33
4.9 ไฟล์ข้อมูลที่เก็บไว้เมื่อใช้ excel เปิด	34
4.10 อารมณ์ปกติ (N)	35
4.11 สัญญาณชีพผิดปกติ (A-)	35
4.12 สัญญาณชีพผิดปกติ (A+)	36
4.13 สัญญาณชีพผิดปกติ (S+)	36
4.14 มีสมาธิมาก (S)	37
4.15 มีระดับอารมณ์เริ่มมีสมาธิ (S-)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ (Introduction)

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันการศึกษาได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ การศึกษาส่งผลให้เกิดความรู้ ความรู้นั้นสามารถนำมาใช้พัฒนาคนให้มีความสามารถที่จะใช้ประกอบอาชีพและมีความสามารถในการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อช่วยประเทศชาติให้เจริญรุ่งเรืองและก้าวหน้าทัดเทียมอารยประเทศได้ด้วยการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันมีกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่หลากหลายมากขึ้น มีการจัดทำและนำเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทันสมัย หากแต่ผลการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) กว่า 70 ประเทศทั่วโลก ระบุว่า สิงคโปร์มีอันดับการรู้เรื่องการอ่าน, คณิตศาสตร์, วิทยาศาสตร์ อันดับ 1 ทุกด้าน ขณะที่เวียดนามมีอันดับสูงกว่าไทย ส่วนไทยมีคะแนนทุกด้านต่ำกว่าค่าเฉลี่ย จากการวิเคราะห์พบว่าสิงคโปร์ทุ่มเทงบประมาณพัฒนาด้านการศึกษาอย่างจริงจัง ตั้งแต่ปี 1965 จนกระทั่งปัจจุบันเป็นประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาอยู่อันดับต้นๆ ของโลก ส่วนประเทศเวียดนามนั้น วัฒนธรรมความขยันเป็นพื้นฐานของคนเวียดนามจึงเป็นกรอบให้นักเรียนขยัน ทุ่มเทกับการเรียนอย่างจริงจัง และเห็นว่าความสำเร็จทางการศึกษาของแต่ละคนคือสิ่งสำคัญมากในชีวิต ความขยัน ทุ่มเท และมีวินัย ของครู นักเรียน และพ่อแม่หรือผู้ปกครอง คือ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เวียดนามเป็นประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาสูงเมื่อเทียบกับประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้ต่ำในระดับใกล้เคียงกัน เช่น ไทย เป็นต้น [1, 2] สำหรับประเทศไทยนั้นวัฒนธรรมในการเรียนที่แตกต่างออกไป นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในห้องเรียนซึ่งเป็นการยากสำหรับผู้สอนเป็นอย่างยิ่งที่จะระบุว่านักเรียนมีความพร้อมในการเรียนมากน้อยเพียงใดในขณะที่ผู้สอนกำลังทำการสอนอยู่ โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาหลัก ๆ สองปัญหา กล่าวคือ ปัญหาแรก เรื่องสมาธิในการเรียนของนักเรียน โดยผู้ปกครองและนักเรียนเองก็สามารถนำข้อมูลที่เก็บไว้มาเพื่อวิเคราะห์ตนเองได้ว่าในแต่ละวัน นักเรียนมีสมาธิในการเรียนช่วงใดบ้าง มีมากเพียงพอมิหรือน้อยเกินไป ควรจะเพิ่มจำนวนชั่วโมงในการเรียนหรือไม่ เพื่อให้ผลการเรียนดีขึ้น ปัญหาที่สองคือเรื่องปัญหาการเดินทางมาโรงเรียน เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ระบบขนส่งและระบบรักษาความปลอดภัยยังมีประสิทธิภาพที่ไม่ค่อยดีนักจึงทำให้ผู้ปกครองต้องเป็นห่วงนักเรียนเวลาเดินทางไปโรงเรียนว่าหากเกิดเหตุร้ายกับนักเรียน นักเรียนจะไม่มีสติพอที่จะแก้ปัญหาหรือโทรหาผู้ปกครอง ดังนั้นผู้ปกครองบางท่านก็จำเป็นต้องทำงานไปด้วยและไปรับ ส่ง นักเรียนด้วย ถ้าหากวันใดที่ผู้ปกครองไม่ว่างไปส่งนักเรียนก็ต้องขาดเรียนและทำให้เกิดปัญหาตามมาว่านักเรียนจะเรียนตามเพื่อนในชั้นไม่ทัน ถึงแม้จะมีนาฬิกาที่ทำขายในท้องตลาดเช่น True Kidz Watch แต่นาฬิกาไม่ได้ทำงานแบบอัตโนมัติ จำเป็นที่ผู้ปกครองจะต้องใช้คำสั่งในการติดตามดูแลนักเรียน ซึ่งหากผู้ปกครองสุ่มโทรมาไม่ตรงกับช่วงที่เกิดเหตุ ก็จะไม่สามารถรับรู้ได้ว่านักเรียนกำลังตกอยู่ในอันตราย โครงการนี้ได้จัดทำแอปพลิเคชันที่จะทำการประมวลผลว่าถ้าหากนักเรียนอยู่ในสถานะที่ผิดปกติ แอปพลิเคชันจะทำการโทรออกไปยังผู้ปกครองโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เป้าหมายของโครงการคือการใช้เทคโนโลยี embed system และผลงานวิจัยมาสร้างอุปกรณ์ เพื่อช่วยให้ช่วยให้นักเรียนและผู้ปกครองสามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ให้ดีขึ้น โดยอุปกรณ์จะต้องมีต้นทุนต่ำ เพื่อให้ผู้คนได้เข้าถึงในราคาที่ย่อมเยา ใช้งานง่าย ในโครงการนี้มีการพัฒนาสายรัดข้อมือต้นแบบที่สามารถวัดระดับสมาธิของนักศึกษาโดยนักเรียนและผู้ปกครองนำข้อมูลที่เก็บไว้ไปวิเคราะห์ได้ว่านักเรียนนั้นได้มีสมาธิในการอ่านหนังสือเพียงพอหรือไม่ จะได้ทำการปรับปรุงตัวเพื่อผลในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น วัตถุประสงค์ต่อมาคือเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการเดินทางมายังโรงเรียนและการใช้ชีวิตในโรงเรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปกครองสามารถรู้ได้ในทันทีที่เกิดเหตุร้ายขึ้นโดยผู้ปกครองไม่ต้องสุมโทรเข้ามาฟังเป็นระยะเหมือน True Kidz Watch

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. สร้างสายรัดข้อมือเพื่อวัดระดับสมาธิในการเรียนของนักเรียน
2. สร้างแอปพลิเคชันเชื่อมต่อกับสายรัดข้อมือ ส่งต่อค่าสัญญาณชีพและระดับความมีสมาธิของนักเรียนและผู้ปกครองสามารถนำข้อมูลไปดูเพื่อวิเคราะห์ ประเมินตนเองว่ามีสมาธิกับบทเรียนเพียงพอหรือไม่ในแต่ละวัน หากไม่พอจะปรับปรุงสมาธิเพิ่มอย่างไรให้ผลการเรียนรู้ดีขึ้น
3. แอปพลิเคชันเชื่อมต่อกับสายรัดข้อมือเพื่อเฝ้าระวังเหตุร้ายที่อาจเกิดขึ้นกับนักเรียนในขณะที่เดินทางมาโรงเรียนหรือในขณะที่อยู่ในโรงเรียน โดยหากค่าสัญญาณทางชีวภาพของผู้สวมใส่สายรัดข้อมือผิดปกติ แอปพลิเคชันจะทำการโทรออกไปหาผู้ดูแลโดยอัตโนมัติ

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นนวัตกรรมการสร้างสายรัดข้อมือที่รับข้อมูลทาง Biological ของผู้ใส่ผ่านทางสายรัดข้อมือ จากนั้นนำข้อมูลมาประมวลผลด้วย Fuzzy logic ที่มีการทำ expert system เพื่อตัดสินใจว่าผู้สวมใส่กำลังอยู่ในอารมณ์ใดและสร้างแอปพลิเคชันขึ้นมาเพื่อโทรออกไปยังผู้ดูแลแบบอัตโนมัติกรณีผู้ใส่มีสภาวะผิดปกติและจะมีสัญญาณไซเรนดังเพื่อเรียกร้องความสนใจต่อคนรอบข้าง โดยมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์สำหรับวัดสมาธิของผู้เรียน เทคโนโลยีที่ใช้คือ Android studio, Visual studio, embed system, fuzzy, machine learning ซึ่งคณะผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

### 1. การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ เป็นกลุ่มนักเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มคือกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกปฏิบัติหลักสูตรการทำสมาธิ กับนักเรียนธรรมดาที่ไม่เคยผ่านการฝึกมาก่อน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม แบบตรวจรายการ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด จำนวน 3 ตอนมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจรายการ

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการใช้สายรัดข้อมือต้นแบบและแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ปัญหาและแนวทางทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด

### 3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เดินทางไปยังโรงเรียนและสถานศึกษาต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูลค่าความเที่ยงตรงของสภาวะอารมณ์ของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาเชิงลึกด้วยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion)

### 4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์

#### ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

	ขั้นตอน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	ศึกษาความเกี่ยวข้องของ HR กับ GSR ที่มีผลต่ออารมณ์	████████████████████									
2	ศึกษาและประกอบอุปกรณ์ Hardware	██									
3	สร้าง model เพื่อตัดสินอารมณ์	██									
4	นำไปทดลองใช้							████████████████			
5	สรุปผลและทำรายงาน									████████████████	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิด ทฤษฎีหลักตามประเด็นให้ครอบคลุมเรื่องที่วิจัย

ในปัจจุบันยังไม่มีสายรัดข้อมือเพื่อใช้ในการตรวจสอบสมาธิในการเรียนของนักเรียนแต่นาฬิกาที่พอจะใช้เพื่อความปลอดภัยระหว่างที่ผู้ปกครองไม่ได้อยู่ด้วยได้ แต่ก็ไม่มีการแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติ ทำให้ผู้ปกครองต้องกังวลคอยคอยส่องโทรเข้าไปฟังเพื่อตรวจสอบเหตุการณ์อยู่เรื่อยๆ ซึ่งก็อาจจะส่องไม่ถูกจังหวะทำให้พลาดเหตุการณ์อันตรายที่กำลังเกิดขึ้นได้

##### 2.1.1 True Kidz Watch

ใช้ใส่เป็นนาฬิกาข้อมือสำหรับนักเรียนเพื่อคอยดูแลเรื่องความปลอดภัยให้กับนักเรียนในขณะที่ผู้ปกครองไม่ได้อยู่ด้วย มีการทำงาน 10 ฟังก์ชันหลักๆ ด้วยกันคือ

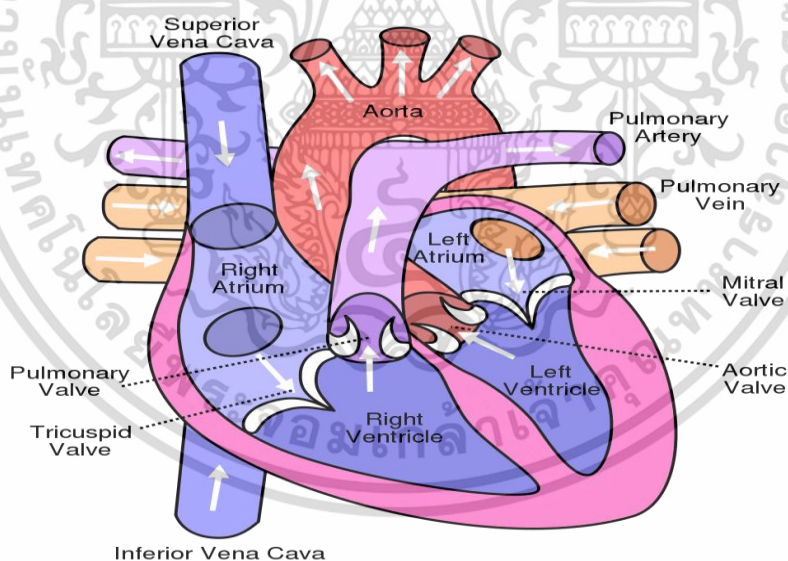
1. Color Touch Screen หน้าจอสัมผัส
2. Safe Zone ตั้งพื้นที่ปลอดภัยได้ 5 จุด : หากออกหรือเข้ามายังตำแหน่งที่ระบุไว้จะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ปกครอง
3. Voice Message
4. Camera ถ่ายภาพได้จากตัวนาฬิกา หรือส่งถ่ายภาพจากแอปพลิเคชันบนมือถือ
5. Voice Calling โทรออก/รับสายสะดวกรวดเร็ว
6. Alarm ตั้งนาฬิกาปลุกและแจ้งเตือนผ่านนาฬิกา
7. Journey History ระบุตำแหน่งแม่นยำพร้อมดูข้อมูลการเดินทางย้อนหลัง
8. Shaky Buddy เพิ่มเพื่อนได้ง่ายๆแค่เขย่านาฬิกาพร้อมกัน
9. SOS กดปุ่ม SOS แจ้งผู้ปกครองเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน
10. Remote Listening เปิดไมโครโฟนที่ตัวนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.2 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจคือความเร็วในการบีบตัวของหัวใจที่ระยะเวลาหนึ่งโดยปกติจะมีหน่วยครั้งต่อนาที ซึ่งมนุษย์แต่ละคนจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ไม่เท่ากันโดยขึ้นอยู่กับช่วงอายุและสภาพร่างกาย โดยอัตราการเต้นของหัวใจจะสามารถบ่งบอกถึงสุขภาพของมนุษย์ได้โดยการงานวิจัยหลายๆงานได้สรุปไว้ว่าการเต้นของหัวใจที่มีจังหวะช้าเป็นสิ่งที่ดี มนุษย์ที่มีอัตราการเต้นของหัวใจช้าจะมีอายุยืนยาวกว่ามนุษย์ที่มีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำ เนื่องจากการที่ร่างกายไม่สามารถสูดเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้จึงทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าปกติ โดยนักกีฬาที่มีร่างกายแข็งแรงนั้นจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำ 30 -50 ครั้งต่อนาที โดยในมนุษย์ปกติแล้วเวลาพักผ่อนหัวใจมนุษย์จะมีอัตราการเต้น 60-80 ครั้งต่อนาที ส่วนทารกจะมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 90-140 ครั้งต่อนาที วิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจนั้นมีหลายแบบ แบบที่ง่ายและนิยมใช้คือการวัดชีพจร เนื่องจากชีพจรนั้นคืออัตราการหดตัวและคลายตัวของหลอดเลือด สามารถวัดได้ที่บริเวณข้อมือ ข้อพับ หรือคอ หากแต่ในขณะที่วัดจะต้องระวังถ้าหากใช้นิ้วหัวแม่มือกดจุดชีพจรอาจสับสนได้เนื่องจากนิ้วหัวแม่มือเองนั้นก็ยังมีชีพจรที่เต้นแรงอยู่เช่นกัน วิธีวัดจึงควรใช้นิ้วนางแตะเบาๆบริเวณจุดชีพจรนั้นๆ

อีกวิธีที่มีประสิทธิภาพในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจคือเซนเซอร์วัดการเต้นของหัวใจโดยเฉพาะ (Pulse Oximeter Sensor) ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้หลักการของ optical heartrate sensor โดยนำสัญญาณที่ได้มาเพิ่มกำลังขยายและกำจัดสัญญาณรบกวนทิ้งไปซึ่งเซนเซอร์ชนิดนี้สามารถใช้งานง่ายและได้ผลที่ค่อนข้างจะแม่นยำ



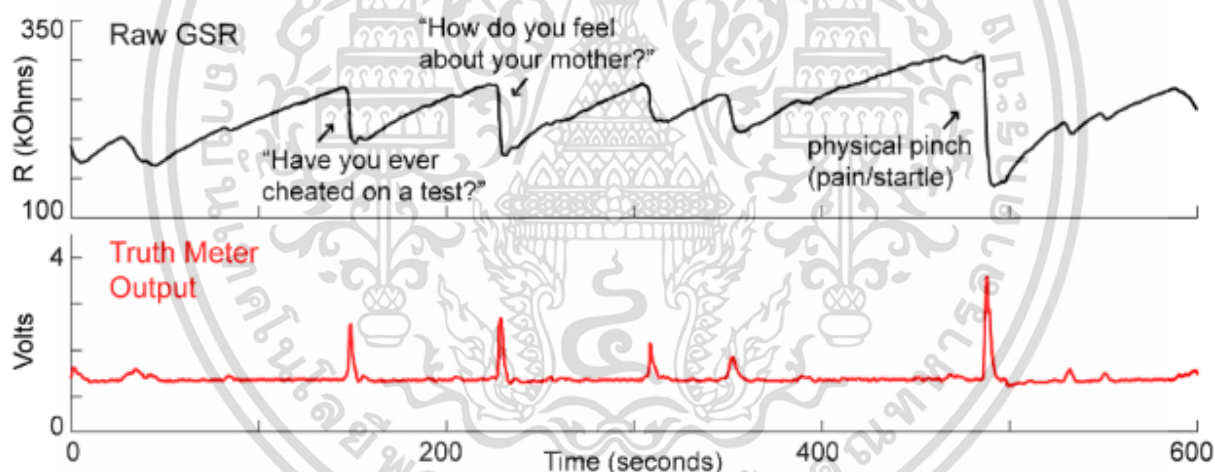
ภาพที่ 2.1 หัวใจของมนุษย์

[<http://www.interactive-biology.com/75/show-me-a-diagram-of-the-human-heart-here-are-a-bunch/>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 ปฏิกริยาเหงื่อที่ผิวหนัง (Galvanic Skin Response sensor)

ปกติแล้วผิวหนังของมนุษย์จะมีความชื้นที่เกิดจากเหงื่ออยู่ ซึ่งเซ็นเซอร์นี้จะวัดคุณสมบัติการนำไฟฟ้าบนผิวหนัง โดยมนุษย์นั้นจะไม่สามารถควบคุมการไหลของเหงื่อเองได้เนื่องจากเหงื่อของมนุษย์หลั่งออกมาจากการควบคุมด้วยระบบประสาทซิมพาเทติก ซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติ โดยปกติแล้วถ้าผิวหนังแห้งกระแสไฟฟ้าจะอยู่ที่ความต้านทาน 100,000 – 600,000 โอห์มต่อตารางเซนติเมตร หากผิวหนังชื้นจะมีความต้านทาน 1,000 โอห์มต่อตารางเซนติเมตร Vigouroux เป็นคนแรกที่ค้นพบว่าการเพิ่มหรือลดค่าความชื้นของเหงื่อมีผลจากอารมณ์ของมนุษย์ด้วย เช่น หากมนุษย์ถูกทำให้รู้สึกกลัว มีความสุข หรือเศร้าจะทำให้ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์เปลี่ยนไปตามอารมณ์นั้นๆ ด้วย โดยยิ่งมนุษย์ถูกกระตุ้นจากอารมณ์เท่าไรก็ของเซ็นเซอร์ก็จะยิ่งเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเท่านั้น โดยส่วนที่มีเหงื่อออกได้มากที่สุดในร่างกายมนุษย์มีสองส่วนคือมือและเท้า กล่าวคือจะมีปริมาณเหงื่อ 200 – 600 ต่อมเหงื่อต่อ 1 ตารางเซนติเมตร ใน GSR sensor รุ่นใหม่ๆจะมี Ag/AgCl (Silver-chloride) ซึ่งเป็นส่วนที่เอาไว้ทาบบเพื่อวัดค่าจากผิวด้านหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งเซ็นเซอร์ตัวนี้มีราคาถูก ทนทานและปลอดภัย โดยมันสามารถส่งข้อมูลสัญญาณไอโอไนคได้อย่างแม่นยำ



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างค่า GSR และ Heart rate ที่มีผลต่ออารมณ์มนุษย์

[<http://produceconsumerobot.com/truth/>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.1.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (uC)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมที่มีขนาดเล็ก ช่างโนมี CPU หน่วยความจำและพอร์ตที่เอาไว้เชื่อมต่ออุปกรณ์อยู่ บอร์ดนี้มีหลายแบบให้เลือกแต่รุ่นที่เป็นที่นิยมคือ *Arduino* และ *Nodemcu*

##### 2.1.4.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาร์ดูโนนาโน (Arduino nano)

แต่เดิมนั้นบอร์ด Arduino รุ่นหลักคือ Arduino uno เป็นภาษาอิตาลีแปลว่าหนึ่ง โดยบอร์ดรุ่นแรกที่ทำออกมาจำหน่ายนั้นมีขนาด 68 x 54 ซึ่งเป็นบอร์ดมาตรฐานที่มีคนนิยมใช้งานเยอะที่สุดเพราะมีตัวต่อซึ่งทำให้สามารถนำมาพัฒนาต่อกับฮาร์ดแวร์อื่นๆได้ง่าย ซึ่งต่อมาก็มี Arduino รุ่นใหม่ๆ เกิดขึ้นอีกมากมายเช่น รุ่น duo, Leonardo โดยรุ่นที่นำมาใช้พัฒนาในครั้งนี้นั้นเป็นรุ่นนาโนดังภาพที่ 1.3 เหตุผลที่ใช้รุ่นนี้นั้นเนื่องจากเราต้องการนำมาพัฒนาให้เป็นสายรัดข้อมือ ซึ่ง Arduino uno ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้เนื่องจากบอร์ดมีขนาดใหญ่ บอร์ดนาโนนั้นมีขนาดเล็ก ประกอบไปด้วยชิป ATmega168 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตต่างๆทั้งหมด 22 พอร์ต จ่ายไฟได้ 7 -12 โวลต์



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน (Arduino) รุ่น นาโน

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

##### 2.1.4.2 Nodemcu

เป็นบอร์ดทดลองคล้ายๆ *Arduino* ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับ *Wifi* ได้โดยไม่ต้องติดตั้งโมดูล *WiFi* เพิ่มเติม ราคาไม่แพงภายในบอร์ดของ *NodeMCU* ประกอบไปด้วย *ESP8266* พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น พอร์ต *micro USB* สำหรับจ่ายไฟ/อัปโหลดโปรแกรม, ชิพสำหรับอัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย *USB*, ชิพแปลงแรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU

(อ้างอิงโดย <http://www.ayarafun.com/2015/08/introduction-arduino-esp8266-nodemcu/>)

### 2.1.4.3 การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดอาร์ดูโน้

การพัฒนาโปรแกรมที่จะเขียนลงไปบนบอร์ดนั้นจะใช้โปรแกรมชื่อ Arduino 1.8.5

```

Speaker_test | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

Speaker_test $
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h>

void setup ()
{
  Serial.begin (9600);
  mp3_set_serial (Serial); //set Serial for DFPlayer-mini mp3 module
  delay (1); // delay 1ms to set volume
  mp3_set_volume (20); // value 0~30
}

void loop ()
{
  mp3_random_play ();
  delay (300000);
}

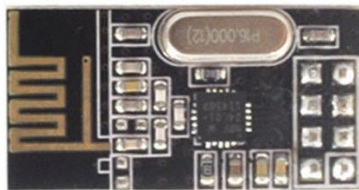
```

ภาพที่ 2.5 หน้าต่างโปรแกรม Arduino

### 2.1.4.4 โมดูลไร้สาย NRF24L01

NRF24L01 เป็นโมดูลรับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายสามารถนำมาเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานร่วมกับบอร์ดต่างๆ เช่น Arduino ได้ โดยสามารถติดต่อกับบอร์ดได้หลายๆบอร์ดในเวลาเดียวกันที่ความเร็ว 2.4G จึงมีการสื่อสารได้ด้วยความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

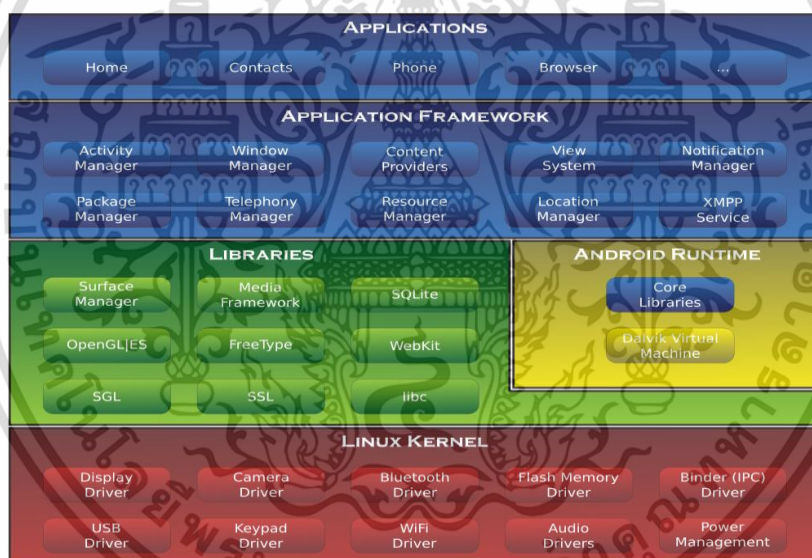


ภาพที่ 2.6 โมดูลไร้สาย NRF24L01

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

### 2.1.5 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบ Open Source โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่งโดยในปัจจุบัน โดยแอนดรอยด์นั้นมีการพัฒนาต่อยอดมาจาก linux จึงทำให้มีชั้นสถาปัตยกรรมที่เหมือน linux อยู่ด้านล่างแล้วจึงตามมาด้วย library ต่างๆ ที่ใช้ในการทำงาน เช่น เก็บฐานข้อมูลในมือถือใช้ SQLite มีตัวรันคือ Dalvik virtual machine



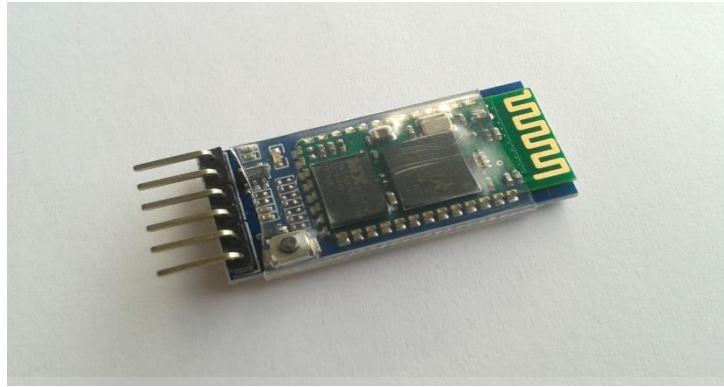
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างของแอนดรอยด์

(<https://developer.android.com/guide/platform/>)

### 2.1.6 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth HC-05

โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth รุ่น HC-05 เป็นดูลที่เอาไว้ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่านทาง serial port โดยสามารถทำตัวเป็นตัวรับค่าและตัวส่งค่าได้ทั้งสองโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



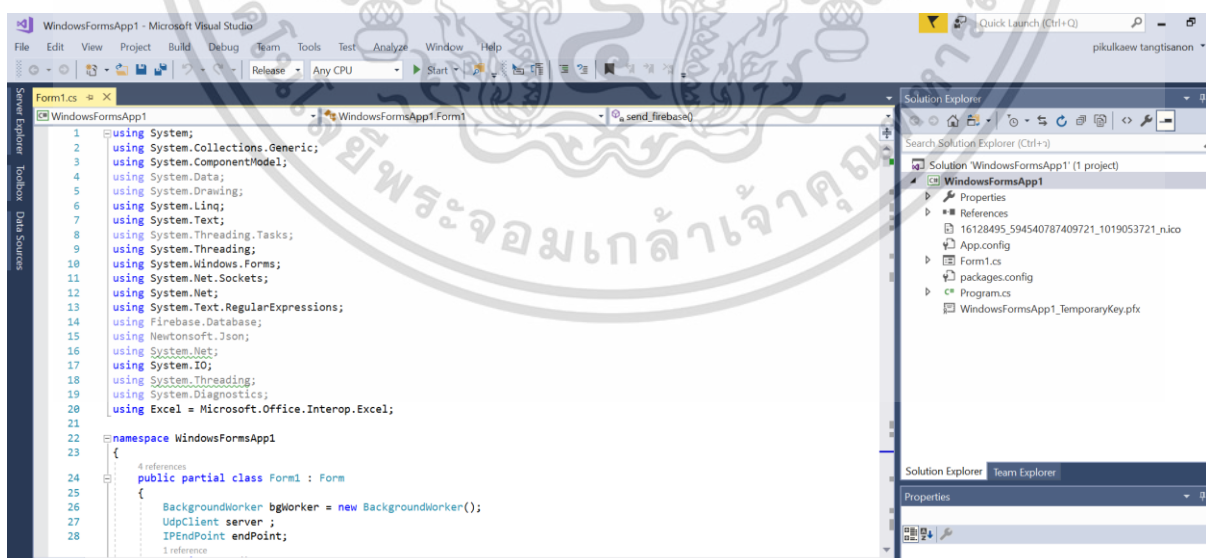
ภาพที่ 2.8 โมดูลสื่อสารไร้สาย Bluetooth

(อ้างอิงจาก

[https://www.ioxhop.com/article/26/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-bluetooth-module-hc05-%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94/\)](https://www.ioxhop.com/article/26/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-bluetooth-module-hc05-%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94/))

### 2.1.7 โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2017

Microsoft visual studio นั้นเป็นโปรแกรมที่เอาไว้ใช้ในการเขียนโลจิกให้อุปกรณ์ทำงานตามต้องการได้ ซึ่งโปรแกรมนี้รองรับการเขียนโปรแกรมได้หลายภาษา เช่น c#, python, javascript แต่ในโครงการนี้จะใช้ภาษา c# ในการเขียนโลจิกเพื่อวัดอารมณ์ผู้สวมใส่อุปกรณ์



ภาพที่ 2.9 การพัฒนาโปรแกรมภาษา C# ผ่าน Visual studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.8 ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy logic)

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ หรือ ฟัชซีลอจิก (Fuzzy logic) เป็นการจัดสนใจในลักษณะคลุมเครือ หรือ เรียกอีกอย่างว่าการใช้เหตุผลแบบประมาณคิดค้นโดย Zadeh ในปี 1965 โดยในอดีตการตัดสินใจของเครื่องจักรแบบโลจิกจะมีคำตอบเพียงแค่ 0 หรือ 1 เท่านั้น แต่ในปัญหาที่ซับซ้อนเช่น การทำนายอารมณ์มนุษย์นั้นการให้คำตอบเพียงแค่ 0 หรือ 1 ไม่เพียงพอ เนื่องจากสภาวะอารมณ์นั้นมีส่วนคาบเกี่ยวกันได้หมด เช่น อารมณ์มีสมาธิในการเรียนก็สามารถคาบเกี่ยวกับอารมณ์เครียดได้ โดยตรรกศาสตร์คลุมเครือนี้ถูกเอาไปใช้ประโยชน์หลายอย่างในปัจจุบัน เช่น ความคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ หรือเอาไปใช้ในการกะระดับน้ำของเครื่องซักผ้าและระยะเวลาในการซัก

### 2.1.8.1 ความเป็นสมาชิกของเซต (set membership values)

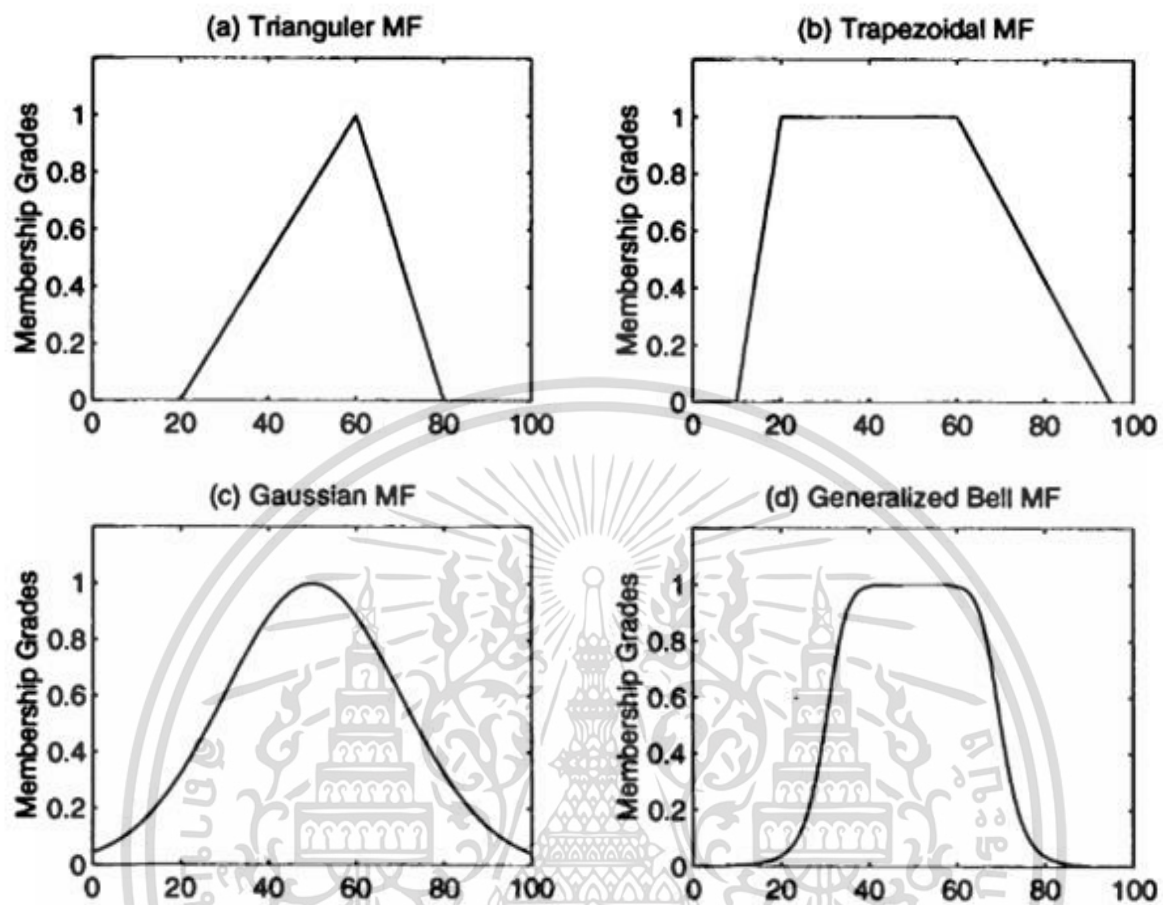
ความเป็นสมาชิกของเซตนั้นสามารถระบุได้ในระดับตั้งแต่ 0 ถึง 1 มิใช่ระบุเพียงแค่ 0 หรือ 1 เท่านั้น เหมือนในเซตแบบฉบับ (classical set) การที่สามารถระบุได้หลายค่าจะทำให้ผลที่ออกมามีลักษณะที่แม่นยำขึ้น ซึ่งค่าที่ออกมานั้นมีความสัมพันธ์กับเซตวิชันนัย (fuzzy set) และทฤษฎีความเป็นไปได้ (possible theory) การกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่เรากำลังสนใจจะต้องใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกดังภาพที่ 1.10

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) นั้นมีหลายแบบแต่แบบที่จะนำมาใช้ในโครงการนี้คือฟังก์ชันสามเหลี่ยม (triangular membership function) และสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal membership function) โดยในฟังก์ชันสามเหลี่ยมจะประกอบไปด้วยตัวแปร 3 ตัวคือ  $\{a, b, c\}$  ดังสมการที่ 1 และฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมูประกอบไปด้วยตัวแปร 4 ตัวคือ  $\{a, b, c, d\}$  ดังสมการที่ 2

$$f(x: a, b, c) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x < b \\ \frac{c - x}{c - b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (1)$$

$$f(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x - a}{b - a}, & a \leq x < b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d - x}{d - c}, & c \leq x < d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างรูปฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟังก์ชันที่ใช้งานต่างๆ

[Book, Neuro-fuzzy and soft computing a computational approach to learning and machine intelligence]

### 2.1.8.2 ตัวแปรภาษา (linguistic variable)

ฟuzzyเซตนั้นสามารถใช้กับตัวแปรทางภาษาเพื่อแสดงถึงคุณภาพหรือปริมาณ เช่น ดี ดีมาก โดยในส่วนของปฏิบัติการของฟuzzyเซตนั้นมีลักษณะเหมือนกับเซตทั่วไปคือมีการ ยูเนียน อินเตอร์เซกชันและส่วนเติมเต็ม

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมาธิกับการเรียน

สมาธิ คือ อากาการที่ใจตั้งมั่นอยู่ในอารมณ์เดียว อย่างต่อเนื่อง แบ่งเป็น 3 ระดับหลัก ๆ

1. ขณิกสมาธิ สมาธิค่อยๆ เล็กน้อย ที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่นใช้อ่านหนังสือ หรือขับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปจารสมาธิ สมาธิที่แน่นแฟ้นมากกว่าขณิกสมาธิเป็นสมาธิที่สงบจากอกุศล สงบจากนิเวรณ แต่แน่นแฟ้นน้อยกว่าอัปปนาสมาธิ

3. อัปปนาสมาธิ สมาธิที่ไม่หวั่นไหว หมายถึงสมาธิระดับฌานสมาบัติ ปฐมฌานขึ้นไป

การศึกษาสมาธิด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เริ่มมีขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2503 เป็นต้นมา โดย ดร.เฮอร์เบิร์ต เบนสัน (Herbert Benson M.D.) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทางอายุรศาสตร์แห่งโรงเรียนแพทย์ มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด [3] ได้ศึกษาเรื่องนี้เมื่ออายุ ๓๐ ปี และได้มีการสร้างทีมงานและสถาบันวิจัยทางการแพทย์เกี่ยวกับร่างกายและจิตใจ (Mind-Body medical institute) ในฮาร์วาร์ด สถาบันแห่งนี้ได้สร้างองค์ความรู้ทางด้านกายและจิตไว้เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นที่ใช้อ้างอิงกันทั่วไปนับว่าเป็นผู้บุกเบิกความรู้ทางด้านนี้เป็นอย่างมาก

ดร.เบนสันได้ให้อาสาสมัครทำสมาธิ แล้ววัดความดันอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ คลื่นสมอง คลื่นหัวใจ เจาะเลือดดูกรดแลคติก ผลการวิจัยพบว่า ในคนที่จิตเป็นสมาธิ ความดันจะลดลง อัตราการหายใจลดลง หัวใจเต้นช้าลง คลื่นสมองช้าและเป็นระเบียบขึ้น การเผาผลาญอาหารในร่างกายลดลง ความตึงตัวของกล้ามเนื้อลดลง เขาเรียกปรากฏการณ์ที่ค้นพบนี้ว่า ผลของความผ่อนคลาย (Relaxation Responses) จะเห็นว่า ผลของความผ่อนคลาย ที่กล่าวมานี้จะตรงกันข้ามกับผลที่เกิดจากความเครียด กล่าวคือ ในเวลาที่เรายุ่ง ความดันจะสูงขึ้น การหายใจจะเร็วขึ้น ชีพจรจะเร็วขึ้น กล้ามเนื้อจะตึงตัวมากขึ้น อัตราการเผาผลาญสารอาหารในร่างกายมากขึ้น ร่างกายใช้ออกซิเจนมากขึ้น คลื่นสมองมีความถี่สูงขึ้น

สมาธิมีผลต่อการเรียน

พ.ศ. 2513-2514 ศาสตราจารย์นายแพทย์โรจน์ สุวรรณสุทธิ และคณะทำงานแห่งคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องจิต โดยทำการทดลองให้นักศึกษาแพทย์ชาย หญิง 32 คน อายุระหว่าง 19-23 ปี ฝึกสมาธิแบบสมถกรรมฐาน สัปดาห์ละ 5 วันตลอดเวลา 20 สัปดาห์ และประเมินผลเกี่ยวกับการศึกษาและความนึกคิดโดยวิธีการต่างๆ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีความตั้งใจเรียนมากขึ้น 62% การเรียนมากขึ้น 31% มีความเห็นว่าการฝึกสมาธิมีประโยชน์กับการเรียน 65% ทำให้ความจำดีขึ้นและการทำงานคล่องแคล่ว การบันทึกคลื่นสมองไฟฟ้าพบว่า ในระหว่างการทำสมาธิคลื่นสมองมีความราบเรียบมากต่างจากบุคคลธรรมดาทั่วไป โดยเมื่อเกิดสมาธิจะมีผลต่อระบบการหายใจ ตามที่ ค.ศ. 1961 ศาสตราจารย์ปี.เค.อนันต์ แห่งสถาบันวิทยาศาสตร์การแพทย์ฮอลล์ อินเดีย ได้ทำการทดลองกับโยคี ชื่อ ศรี รามนันท์ โดยได้ให้โยคีเข้าป็นิ่งทำสมาธิอยู่ในหีบขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 6 ฟุต และลึก 4 ฟุต ปิดทึบอากาศเข้าออกไม่ได้ ครั้งแรกทดลองให้โยคีนั่งในหีบจำนวน 8 ชั่วโมง และอีกครั้ง 10 ชั่วโมง โดยไม่ปรากฏอันตรายอย่างใดแก่โยคี ผลการวิจัยพบว่าโยคีใช้ออกซิเจนน้อยกว่าธรรมดา 33 - 50 % อัตราชีพจรลดลงจาก 85 ครั้งต่อนาทีคงเหลือเพียง 60-70 ครั้งต่อนาที การหายใจมีความเร็วเกือบครึ่งที่ระหว่างการทำสมาธิ และคลื่นสมองมีลักษณะคล้ายกับเวลานอนหลับ ตื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบและพัฒนา

#### 3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัย (Materials & Method)

สายรัดข้อมือจะทำงานในสองส่วนหลักๆคือการวัดค่าความถี่และการส่งสัญญาณเตือนเมื่อผู้สวมใส่มีค่าทางชีวภาพผิดปกติเช่น อัตราการเต้นของหัวใจต่ำหรือสูงเกินไป



ภาพที่ 3.1 แผนผังการทำงานระบบติดตามอารมณ์และเฝ้าระวังสัญญาณชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 การทำงานของระบบ

### 3.1.1 การออกแบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

ในส่วนของการประมวลผลข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจ และค่า galvanic skin response เพื่อวิเคราะห์และทำนายอารมณ์ของผู้ถูกทดลองโดยใช้งานเซ็นเซอร์ 2 ตัวด้วยกันคือ

1) Pulse Oximeter Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้หลักการของ optical heartrate sensor โดยนำสัญญาณที่ได้มาเพิ่มกำลังขยายและกำจัดสัญญาณรบกวนทิ้งไปซึ่งเซ็นเซอร์ชนิดนี้สามารถใช้งานง่ายและได้ผลที่ค่อนข้างจะแม่นยำ โดยข้อมูลที่วัดได้จาก Pulse Sensor นั้นจะมีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที (BPM) ซึ่งมนุษย์ปกติจะมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะที่พักผ่อนอยู่ที่ 60 – 80 ครั้งต่อนาที

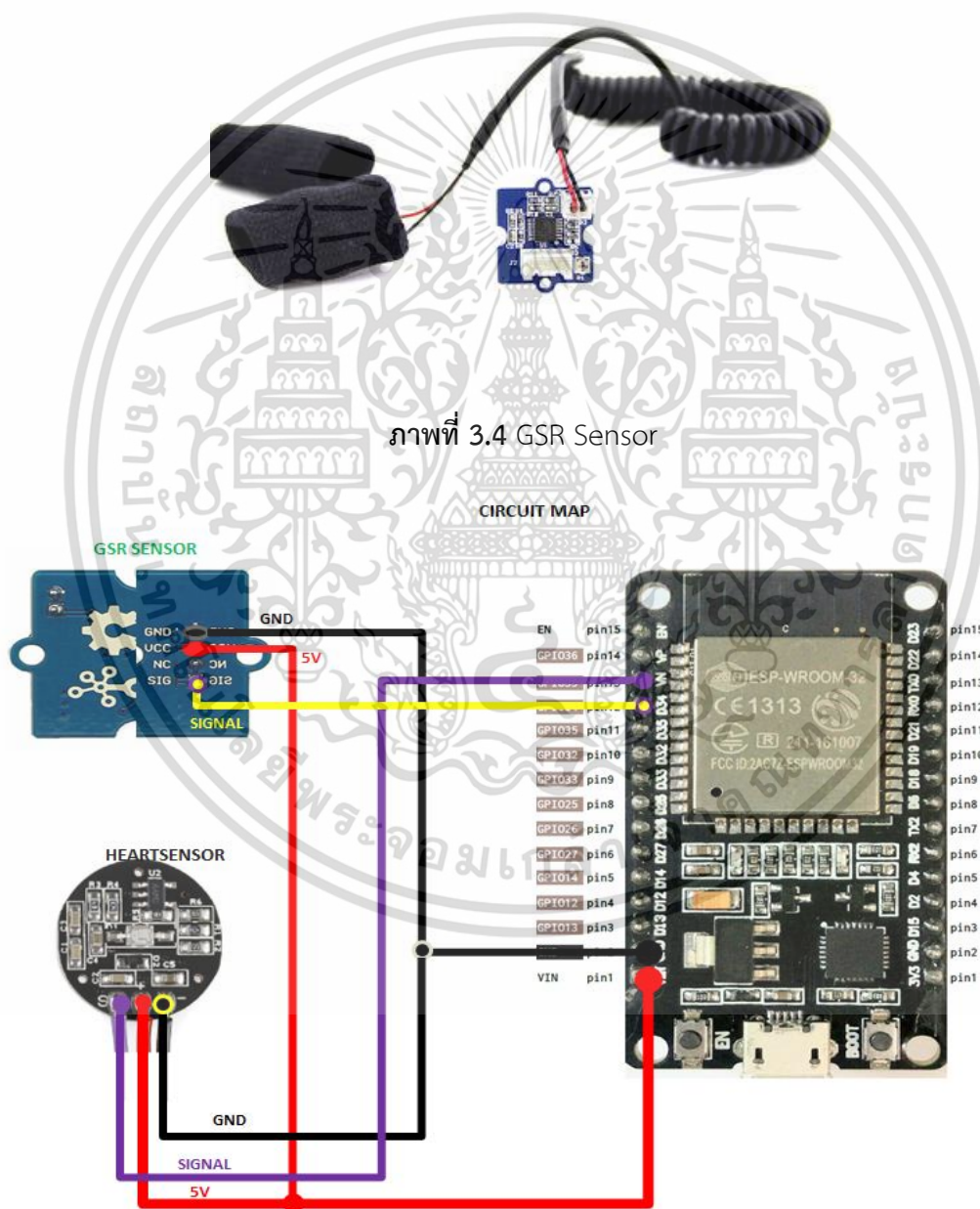


ภาพที่ 3.3 Pulse Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) Galvanic Skin Response Sensor,(GSR Sensor)

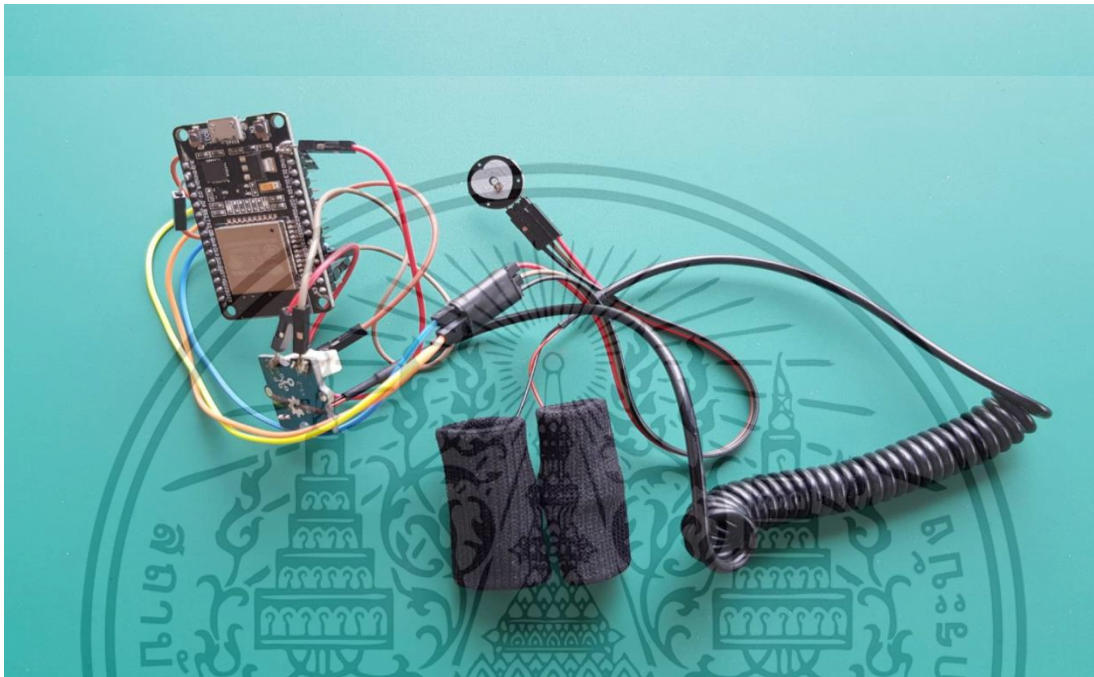
ใน GSR sensor รุ่นใหม่ๆจะมี Ag/AgCl (Silver-chloride) ซึ่งเป็นส่วนที่เอาไว้ทาบบเพื่อวัดค่าจากผิวหนังของมนุษย์ ซึ่งเซนเซอร์ตัวนี้มีราคาถูก ทนทานและปลอดภัย โดยมันสามารถส่งข้อมูลสัญญาณไอโอนิกได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากผิวหนังของมนุษย์มีความต้านทานอยู่เพื่อที่จะส่งผ่านกระแสไฟฟ้า โดยจะมีการนำอิเล็กโทรด (Electrode) มาใส่ไว้ที่นิ้วสองนิ้ว จากนั้นจึงคำนวณค่า Galvanic Skin Response ซึ่งมีการ normalize ค่าความต้านทานของผิวหนังโดยให้มีหน่วยสูงสุดคือ 1024 แต่โดยปกติแล้วมนุษย์จะมีค่าความต้านทานของผิวหนังอยู่ที่ 400-600



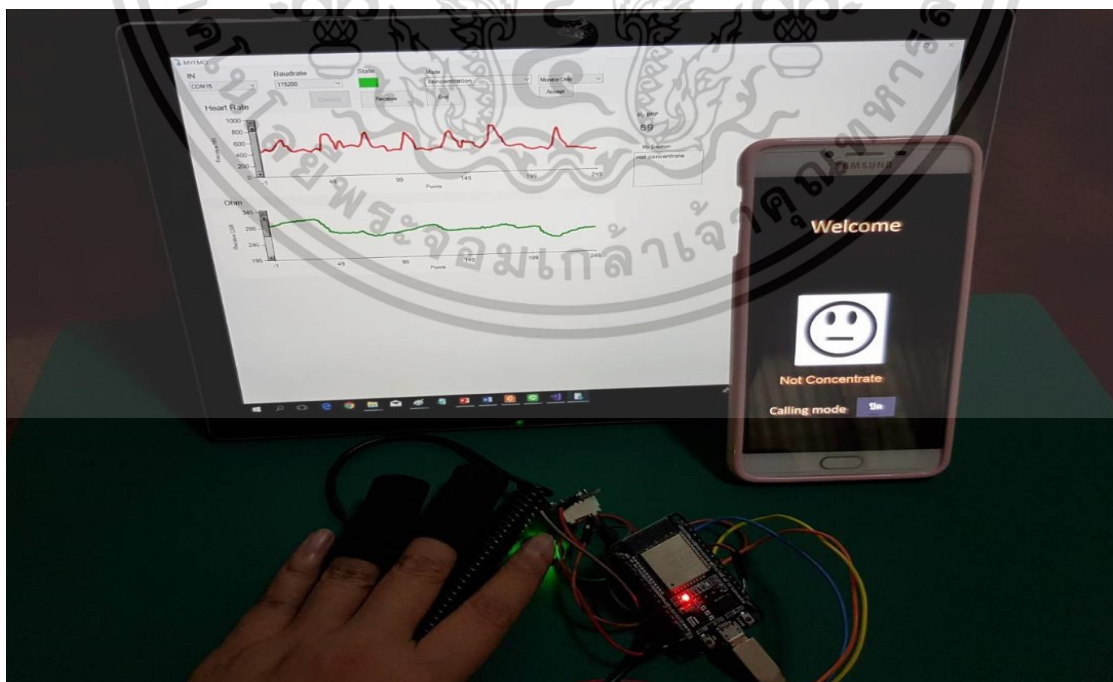
ภาพที่ 3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการวัดสัญญาณ Heart rate และ GSR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ NodeMCU นั้นมีข้อดีคืออุปกรณ์มีขนาดเล็กเมื่อนำมาทำสายรัดข้อมือแล้วทำให้สายรัดข้อมือมีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไปเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อย่าง arduino uno ในการทำสายรัดข้อมือครั้งนี้นั้น นอกจากอุปกรณ์จะมีขนาดเล็กแล้ว แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นลิโธแบตเตอรี่ซึ่งสามารถชาร์จได้ง่ายโดยใช้สายชาร์จมือถือถือทั่วไปที่หาได้ตามท้องตลาดและเมื่อชาร์จเสร็จแล้วจะสามารถใช้ติดต่อกันได้อย่างต่อเนื่องหลายชั่วโมง



ภาพที่ 3.6 สายรัดข้อมือ



ภาพที่ 3.7 การทำงานของสายรัดข้อมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

ในส่วนของการเขียนโปรแกรมนั้นจะต้องทำ สามฟังก์ชันหลักๆ คือฟังก์ชันแรกคือการเขียนโปรแกรมลงบน Nodemcu board เพื่อรับค่าข้อมูลสัญญาณทางชีวภาพจากสายรัดข้อมือแล้วส่งออกไปยังคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็น server เพื่อทำการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Arduino รุ่น 1.8.5 แล้วฟังก์ชันที่สองคือประมวลผลข้อมูลที่ได้รับเพื่อระบุอารมณ์ของผู้สวมใส่ว่ากำลังอยู่ในอารมณ์ใด หรือผู้ที่สวมใส่มีสมาธิอยู่หรือไม่ เมื่อระบุอารมณ์ได้แล้วก็จะต้องทำการส่งอารมณ์และค่าข้อมูลทางชีวภาพออกไปยังสมาร์ตโฟน รวมถึงสามารถสั่งให้เก็บข้อมูลทางชีวภาพของผู้สวมใส่ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์และสามารถนำมาเปิดดูที่หลังได้โดยใช้โปรแกรม excel ในการเปิดการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์นี้จะใช้ภาษา c# ฟังก์ชันสุดท้ายคือการรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เข้ามาแสดงผลให้ผู้ผู้ใช้เห็นผ่านทางสมาร์ตโฟนของผู้ใช้งาน โดยจะมีข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ ข้อมูลอารมณ์ของผู้สวมใส่และฟังก์ชันในการโทรออกไปยังเบอร์ที่ตั้งค่าไว้โดยผู้ใช้งานในตอนเริ่มใช้โปรแกรม การเขียนโปรแกรมบนสมาร์ตโฟนนั้นจะใช้โปรแกรมชื่อ Android studio โดยภาษาที่ใช้เขียนจะเป็นภาษาที่มีลักษณะคล้ายภาษาจาวา

#### 2.1.2.1 การเขียนโปรแกรมลงบน NodeMcu board

การเขียนโปรแกรมเพื่อให้บอร์ด NodeMCUทำงานได้นั้น เขียนโดยใช้โปรแกรม Arduino Genuino ซึ่งข้อดีคือบอร์ดนี้มีคนนิยมใช้กันทั่วโลก จึงมี library ต่างๆ มากมายให้ใช้ได้ใช้งานเลยโดยไม่ต้องเขียนเอง ดังรูป การเขียนโปรแกรมหลักๆ คือ การเขียนโปรแกรมให้บอร์ดนี้รับค่าจากเซนเซอร์อัตราการเต้นของหัวใจและเซนเซอร์ความต้านทานในผิวหนัง จากนั้นก็ทำการส่งค่าที่ได้รับมาไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผล เมื่อสร้างโค้ดเรียบร้อยแล้วจะต้องทำการอัปโหลดข้อมูลเข้าไปยัง Nodemcu ด้วยการกดส่งคำสั่ง โดยระบบจะทำการ compile เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อนจะทำการอัปโหลดค่าโปรแกรมไปยังบอร์ดผ่านโมดูล WIFI

```
//WiFiServer server(80);

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, must be seeded!
volatile boolean Pulse = false; // true when pulse wave is high, false when it's low
volatile boolean QS = false; // becomes true when Arduino finds a beat.
int GSR=A6;
int sensorValue=0;
int count = 0;
// becomes true when Arduino finds a beat.
int fadePin = 12; // pin to do fancy classy fading blink at each beat
int fadeRate = 0;
int LED_BUILTIN = 13;
int LED = 2;
const char * udpAddress1 = "255.255.255.255";
//const char * udpAddress = "heartategsr.southeastasia.cloudapp.azure.com";
//const char * udpAddress = "40.65.189.46";
//const char * udpAddress = "13.229.122.22";
const char * udpAddress = "35.175.146.217"; //แก้ไขได้ ตาม ip aws
const int udpPort = 3333;
boolean connected = false;
WiFiUDP udp;
WiFiUDP udp1;

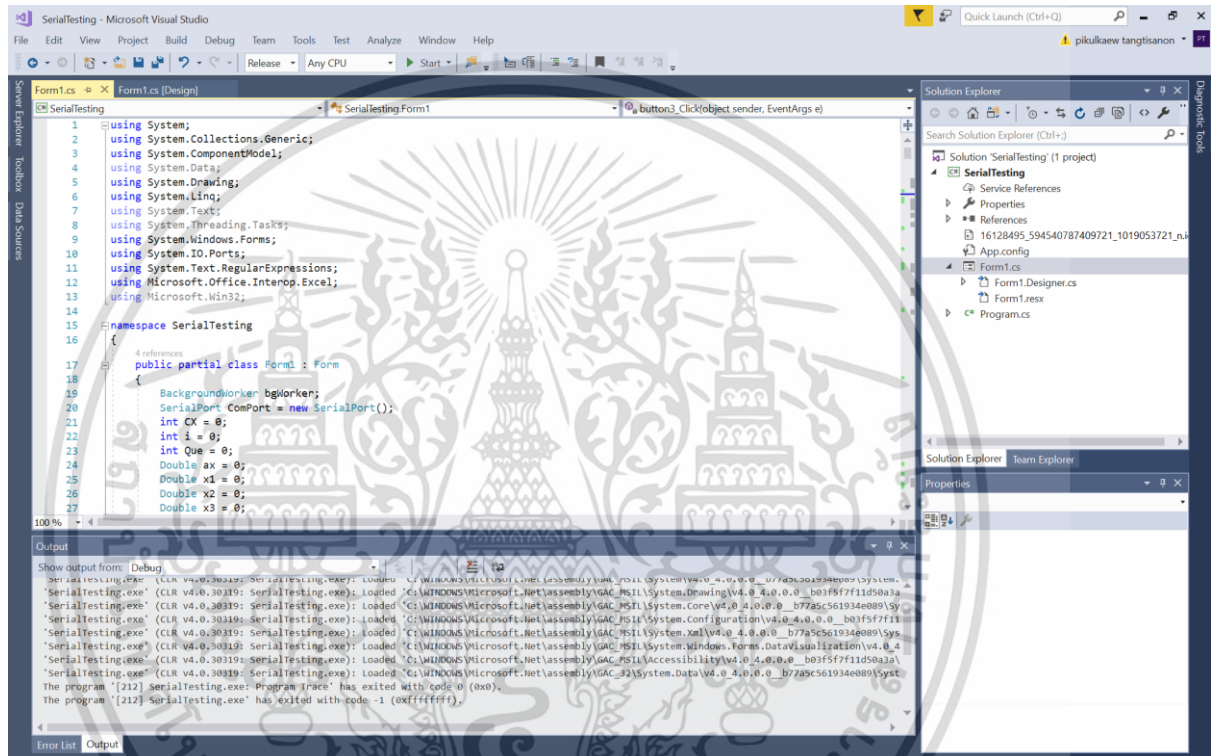
void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(1500);
  digitalWrite(LED, LOW);
  // pin that will blink to your heartbeat!
  pinMode(fadePin, OUTPUT); // pin that will fade to your heartbeat!
```

ภาพที่ 3.8 หน้าต่างการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2.2 การประมวลผลข้อมูลที่ได้รับบนเครื่องคอมพิวเตอร์

เมื่อบอร์ดส่งข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประมวลผลแล้วนั้น การนำข้อมูลมาคำนวณเพื่อระบุอารมณ์จะทำโดยการเขียนโปรแกรมบน Microsoft Visual Studio ใช้ภาษา c# ในการเขียน เริ่มจากการนำค่าที่ได้มาเข้าฟังก์ชันเพื่อแบ่งอารมณ์จำนวน 6 อารมณ์ ดังรูป โดยเมื่อต้องการใช้งานจะต้องเลือก port ที่ต่อ Arduino เข้ามาและอัตราการส่งข้อมูลที่ 115200 เมื่อกดปุ่ม connect แล้วต้องตรวจสอบว่าคอมพิวเตอร์และตัวรับข้อมูลได้เชื่อมต่อกันเสร็จสิ้นหรือไม่ เมื่อเชื่อมต่อแล้วจึงเลือกที่จะดูข้อมูลผ่านทางจอมอนิเตอร์หรือต้องการเก็บข้อมูลลงไฟล์ excel ในเครื่องเพื่อนำมาเปิดดูที่หลังอีกหรือไม่



ภาพที่ 3.9 โปรแกรม Visual Studio

### 3.1.3 การออกแบบอัลกอริทึมจำแนกอารมณ์

การจำแนกอารมณ์ซึ่งถูกประมวลผลอยู่ที่เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะมีหลักการคือให้ทำการรับค่าอัตรา การเต้นของหัวใจและค่าความต้านทานบนผิวหนังเป็น input จากนั้นนำค่าที่ได้มาเข้า membership function โดยในโครงงานนี้เน้นการวิเคราะห์อารมณ์เครียดของผู้สวมใส่ โดยจะแบ่งการทดลองเป็นสองส่วน คือการทดลองประเมินและวิเคราะห์อารมณ์โดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ กับการประเมินและวิเคราะห์ อารมณ์โดยใช้ความต้านทานของผิวหนัง กำหนดให้

x แทนอัตราความต้านทานบนผิวหนัง y แทนค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

S แทนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอารมณ์มีสมาธิ

S- แทนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอารมณ์เริ่มมีสมาธิ ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S+ แทนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของความผิดปกติในสัญญาณชีพ

N แทนค่าความเป็นสมาชิกของอารมณ์

A- แทนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของความผิดปกติในสัญญาณชีพด้านลบ

A+ แทนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของความผิดปกติในสัญญาณชีพด้านบวก

ซึ่งปกติแล้วมนุษย์จะมีค่าความต้านทานผิวหนังที่ 400-600 โอห์ม และเมื่อเครียดขึ้นก็จะยิ่งมีความต้านทานบนผิวหนังน้อยลง โดยค่าสูงสุดอยู่ที่ 1023 โอห์ม สูตรในการคำนวณค่าความต้านทานบนผิวหนังมนุษย์คือ

$$\text{ความต้านทานผิวหนังมนุษย์} = ((1024 + 2 * \text{Serial\_Port\_Reading}) * 10000) / (512 - \text{Serial\_Port\_Reading})$$

เมื่อเก็บค่าทางชีวภาพของผู้สวมใส่แล้วจึงทำการกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของอารมณ์จำนวน 6 อารมณ์ดังต่อไปนี้

ฟังก์ชัน A- ( $x; 0, 0, 250, 300$ ) =

ถ้า  $0 \leq x \leq 250$  แล้ว 1 (True)

ถ้า  $250 < x < 300$  แล้ว  $(300 - x) / (300 - 250)$

ถ้า  $300 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน A+ ( $x; 550, 600, 1023, 1023$ ) =

ถ้า  $600 \leq x \leq 1023$  แล้ว 1 (True)

ถ้า  $550 < x < 600$  แล้ว  $(600 - x) / (600 - 550)$

ถ้า  $x \leq 550$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน N ( $x; 400, 450, 550, 600$ ) =

ถ้า  $x < 400$  แล้ว 0 (False)

ถ้า  $400 \leq x \leq 450$  แล้ว  $(x - 400) / (450 - 400)$

ถ้า  $450 \leq x < 550$  แล้ว 1 (True)

ถ้า  $550 \leq x \leq 600$  แล้ว  $(600 - x) / (600 - 550)$

ถ้า  $600 \leq x$  แล้ว 0 (False)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชัน  $S_+(x; 250, 300, 350) =$

ถ้า  $x \leq 250$  แล้ว 0 (False)

ถ้า  $250 < x < 300$  แล้ว  $(x - 250)/(300 - 250)$

ถ้า  $300 \leq x < 350$  แล้ว  $(350 - x)/(350 - 300)$

ถ้า  $350 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน  $S(x; 300, 350, 400) =$

ถ้า  $x \leq 300$  แล้ว 0 (False)

ถ้า  $300 < x < 350$  แล้ว  $(x - 300)/(350 - 300)$

ถ้า  $350 \leq x < 400$  แล้ว  $(400 - x)/(400 - 350)$

ถ้า  $400 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน  $S_-(x; 350, 400, 450) =$

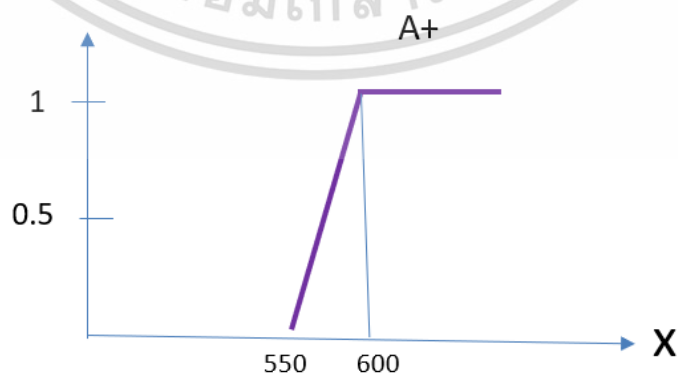
ถ้า  $x \leq 350$  แล้ว 0 (False)

ถ้า  $350 < x < 400$  แล้ว  $(x - 350)/(400 - 350)$

ถ้า  $400 \leq x < 450$  แล้ว  $(450 - x)/(450 - 400)$

ถ้า  $450 \leq x$  แล้ว 0 (False)

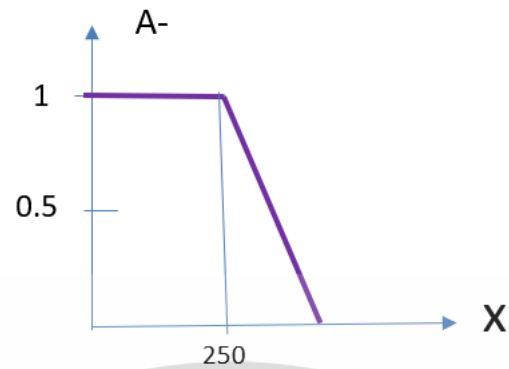
ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.10 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A+

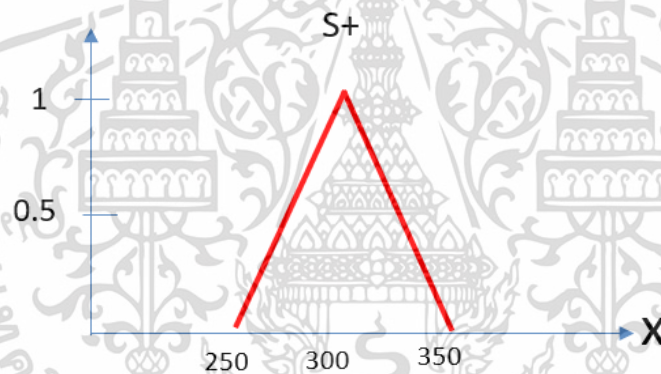
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ค่าความเป็นสมาชิก



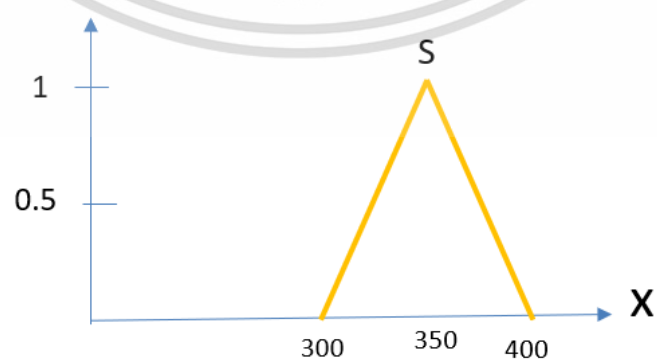
ภาพที่ 3.11 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A-

## ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.12 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S+

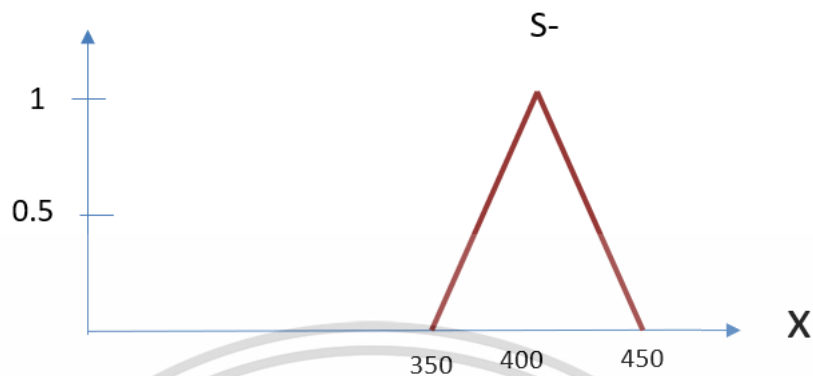
## ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.13 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S-

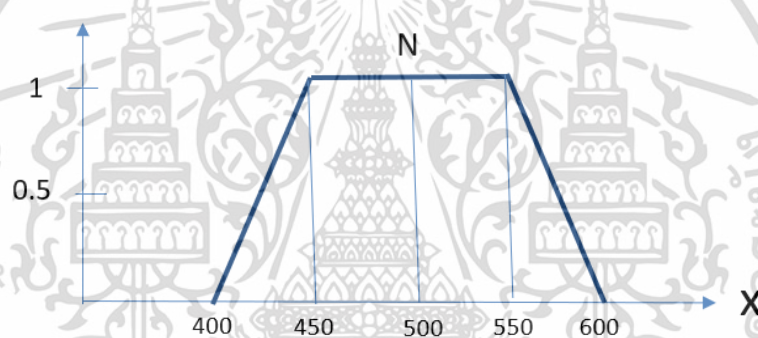
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นสมาชิก



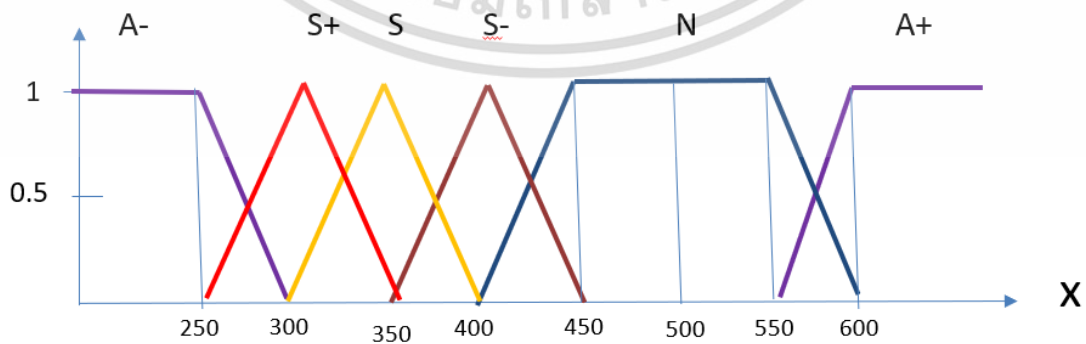
ภาพที่ 3.14 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S

ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.15 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน N

ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.16 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของค่าความต้านทานในฉนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดความเป็นสมาชิกของเซตทั้งหมดแล้วนำมาเขียนรวมกันจะได้กราฟดังภาพที่ 3.16 จากนั้นจึงคำนวณค่าน้ำหนักความเป็นสมาชิกจากค่าที่รับเข้ามาโดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่กำหนดไว้ดังสมการที่ 1 และตัวอย่างการคำนวณดังตารางที่ 3.1

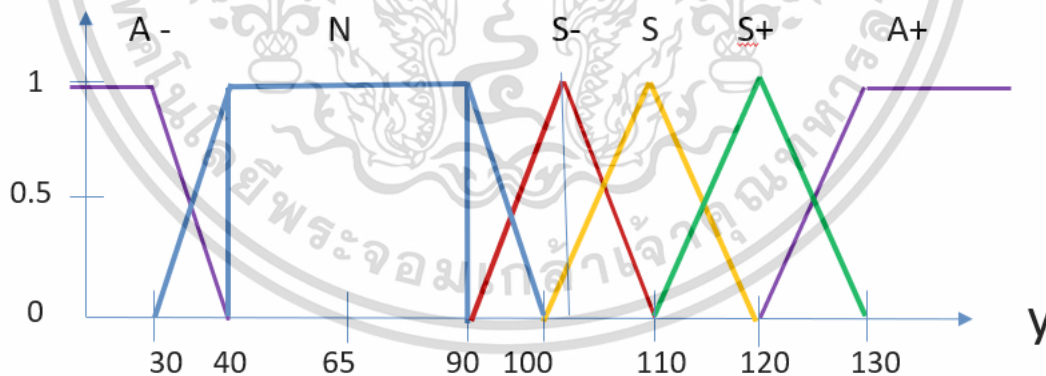
$$\text{Emotion} = \text{weight membership} [\text{MAX}(A-, S+, S, S-, N, A+)] \quad (1)$$

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการคำนวณค่าความต้านทานผิวหนังที่รับเข้ามาจากเซนเซอร์

ค่าจากเซนเซอร์	Weight membership function						Fuzzy
	A-	S+	S	S-	N	A+	
200	1	0	0	0	0	0	A-
650	0	0	0	0	0	1	A+
290	0.2	0.8	0	0	0	0	S+
360	0	0	0.8	0.2	0	0	S
410	0	0	0	0.8	0.2	0	S-
500	0	0	0	0	1	0	N

จากนั้นจึงทำการคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจ โดยปกติแล้วมนุษย์จะมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยอยู่ที่ 40 -90 BPM หากมีความเครียดสูงขึ้นก็จะมีอัตราการเต้นของหัวใจมากขึ้น โดยมีการกำหนด

ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.17 การแบ่งช่วงค่าสมาชิกของฟังก์ชันอินพุตที่เป็นค่า BPM

ฟังก์ชัน A- ( $x; 0, 0, 30, 40$ ) =

ถ้า  $0 \leq x \leq 30$  แล้ว 1 (True)

ถ้า  $30 < x < 40$  แล้ว  $(x - 30) / (40 - 30)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า  $40 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน  $A+(x;120,130,300,300) =$

ถ้า  $130 \leq x \leq 300$  แล้ว 1 (True)

ถ้า  $120 < x < 130$  แล้ว  $(x - 120)/(130 - 120)$

ถ้า  $x \leq 120$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน  $N(x;30,40,90,100) =$

ถ้า  $x < 30$  แล้ว 0 (False)

ถ้า  $30 \leq x \leq 40$  แล้ว  $(x-30)/(40-30)$

ถ้า  $40 \leq x < 90$  แล้ว 1 (True)

ถ้า  $90 \leq x \leq 100$  แล้ว  $(100-x)/(100-90)$

ถ้า  $100 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน  $S-(x;90,100,110) =$

ถ้า  $x \leq 90$  แล้ว 0 (False)

ถ้า  $90 < x < 100$  แล้ว  $(x - 90)/(100 - 90)$

ถ้า  $100 \leq x < 110$  แล้ว  $(110 - x)/(110 - 100)$

ถ้า  $110 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน  $S(x;100,110,120) =$

ถ้า  $x \leq 100$  แล้ว 0 (False)

ถ้า  $100 < x < 110$  แล้ว  $(x - 100)/(110 - 100)$

ถ้า  $110 \leq x < 120$  แล้ว  $(120 - x)/(120 - 110)$

ถ้า  $120 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ฟังก์ชัน  $S+(x;110,120,130) =$

ถ้า  $x \leq 110$  แล้ว 0 (False)

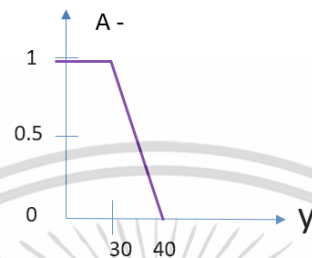
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า  $110 < x < 120$  แล้ว  $(x - 110)/(120 - 110)$

ถ้า  $120 \leq x < 130$  แล้ว  $(130 - x)/(130 - 120)$

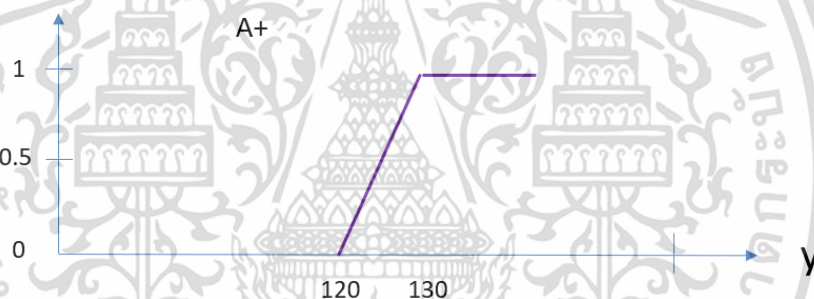
ถ้า  $130 \leq x$  แล้ว 0 (False)

ค่าความเป็นสมาชิก



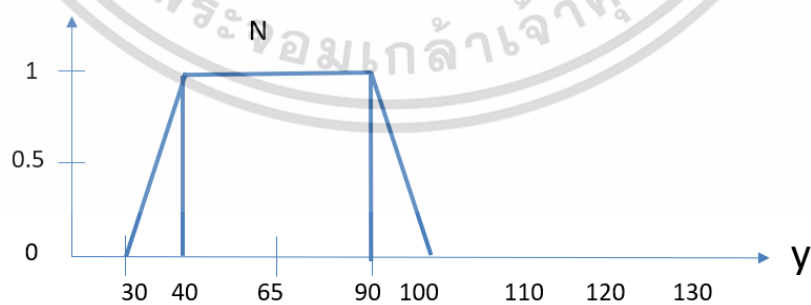
ภาพที่ 3.18 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A-

ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.19 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน A+

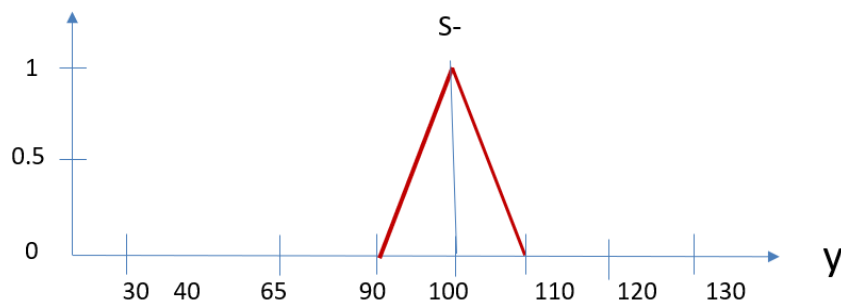
ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.20 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน N

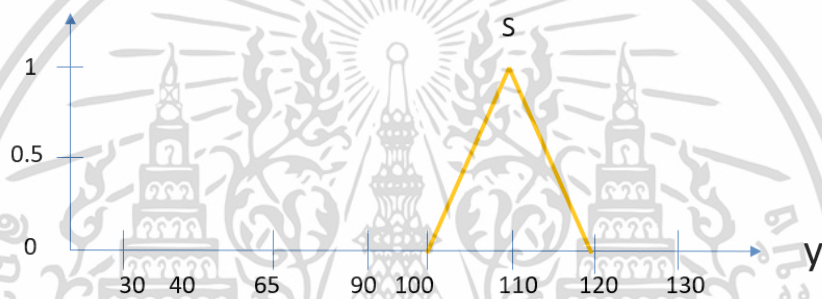
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นสมาชิก



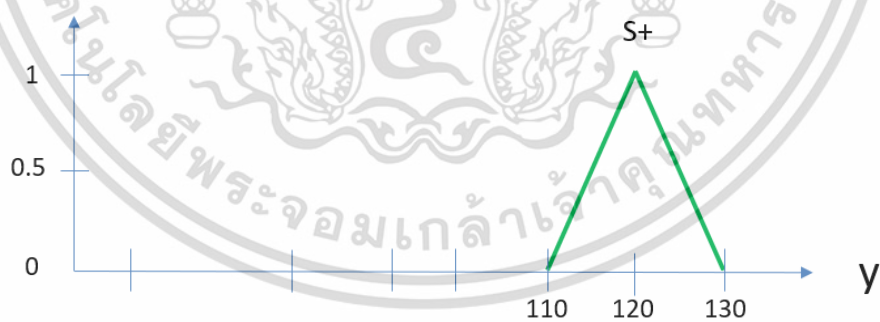
ภาพที่ 3.21 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S-

ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.22 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S

ค่าความเป็นสมาชิก



ภาพที่ 3.23 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน S+

เมื่อกำหนดความเป็นสมาชิกของเซตทั้งหมดแล้วนำมาเขียนรวมกันจะได้กราฟดังภาพที่ 3.17 จากนั้นจึงคำนวณค่าน้ำหนักความเป็นสมาชิกจากค่าที่รับเข้ามาโดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่กำหนดไว้ดังสมการที่ 2 และตัวอย่างการคำนวณในตารางที่ 3.2

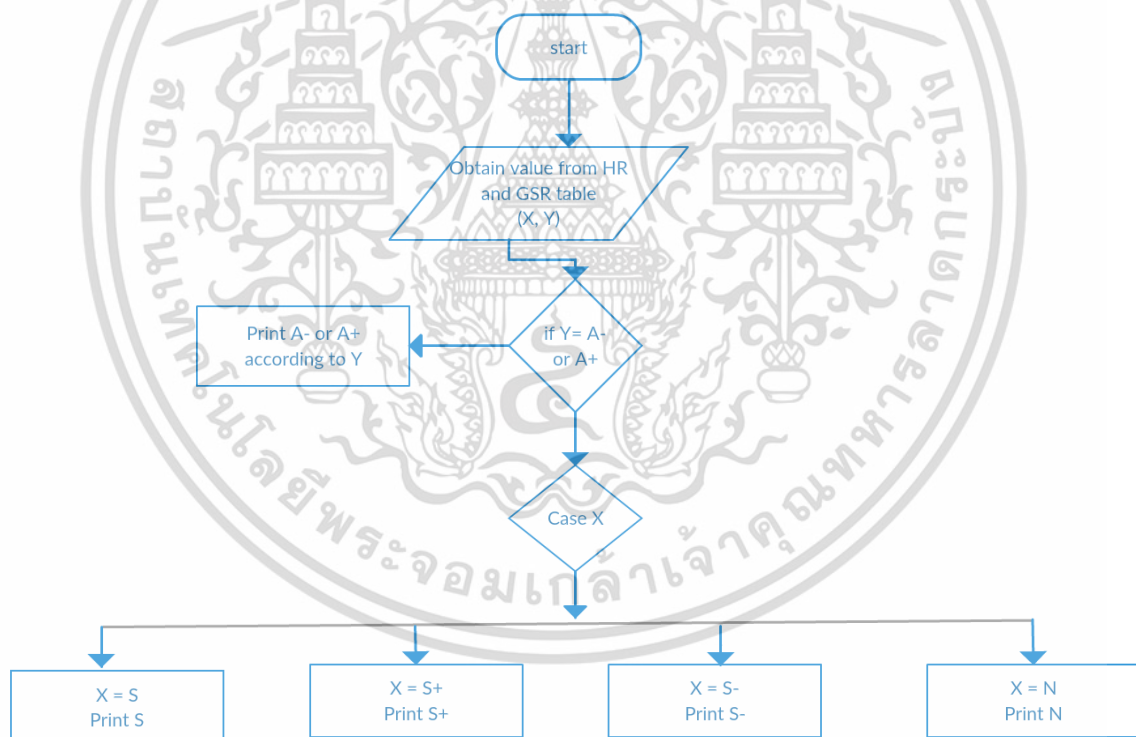
$$\text{Emotion} = \text{weight membership} [\text{MAX}(A-, S+, S-, N, A+)] \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่รับเข้ามาจากเซนเซอร์

ค่าจากเซนเซอร์	Weight membership function						Fuzzy
	A-	S+	S	S-	N	A+	
25	1	0	0	0	0	0	A-
135	0	0	0	0	0	1	A+
122	0.2	0.8	0	0	0	0	S+
112	0	0	0.8	0.2	0	0	S
98	0	0	0	0.8	0.2	0	S-
75	0	0	0	0	1	0	N

โดยนำค่าที่ได้จากการทดลองมาวนทำซ้ำจนพบว่าการกำหนดค่า A+ และ A- นั้นมีควรวัดจากค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ส่วนการวัดค่า S, S+, S- และ N นั้นควรตัดสินใจโดยใช้ค่าจากเซนเซอร์ความถี่ของพิวหน้ การตัดสินใจจึงเป็นไปตามภาพที่



ภาพที่ 3.24 การตัดสินใจของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อผลิตต้นแบบสายรัดข้อมือที่สามารถวัดสมาธิของผู้สวมใส่และแจ้งเตือนเมื่อผู้สวมใส่เกิดอันตรายจากข้อมูลทางชีวภาพ โดยในการทดลองนั้นจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การจำแนกสมาธิของผู้สวมใส่และการแจ้งเตือนเมื่อผู้สวมใส่มีความผิดปกติทางสัญญาณชีวภาพ โดยทำการทดลองให้นักศึกษาในระดับปริญญาตรีและปริญญาโทจำนวน 20 คน โดยนักศึกษามีช่วงอายุ 18 -35 ปี เพศชายจำนวน 15 คน เพศหญิงจำนวน 5 คน การทดสอบทำเป็นสองขั้นตอนเพื่อวัด 2 เรื่อง คือวัดสัญญาณชีพเพื่อแจ้งเตือนกรณีสัญญาณชีพผิดปกติกับวัดระดับความมีสมาธิ

การวัดระดับความมีสมาธิ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

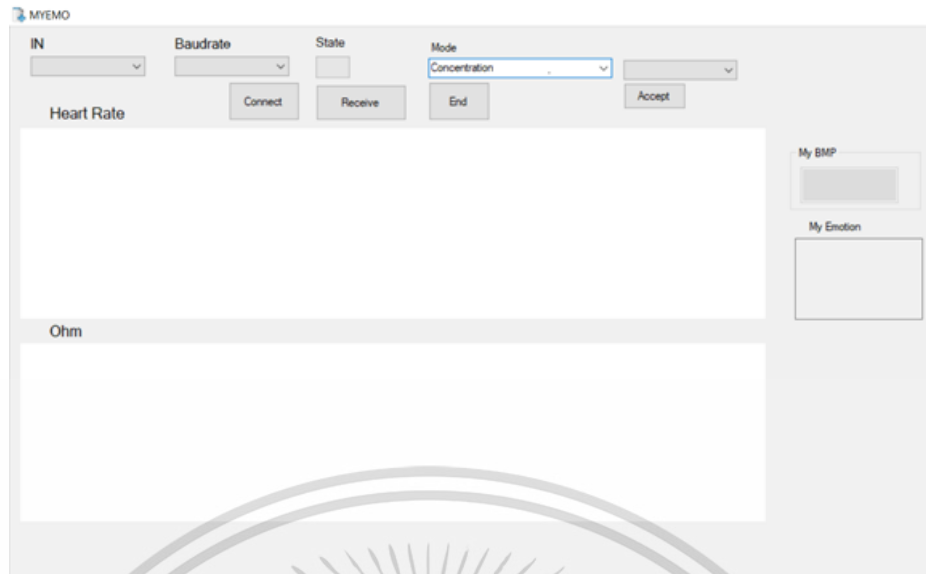
1. ให้นักศึกษาทำการสวมใส่สายรัดข้อมือที่มีมือขวาของนักศึกษา นั่งลงบนเก้าอี้ วางแขนทั้งสองข้างบนโต๊ะเรียนเพื่อทำการวัดสัญญาณชีพปกติของนักศึกษา
2. ให้นักศึกษาทำสมาธิเป็นเวลา 1 ชั่วโมงและเก็บข้อมูลสัญญาณชีพไปพร้อมๆกัน
3. สัมภาษณ์เก็บข้อมูลนักศึกษาว่าช่วงไหนคือช่วงที่นักศึกษารู้สึกมีสมาธิและทำการแยกสัญญาณเมื่อนักศึกษามีสมาธิและไม่มีสมาธิออกจากกัน และแยกกลุ่มนักศึกษาที่เคยผ่านการอบรมการทำสมาธิมาแล้วกับนักศึกษาที่ยังไม่เคยผ่านการอบรมการทำสมาธิ

การวัดสัญญาณชีพที่ผิดปกติ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

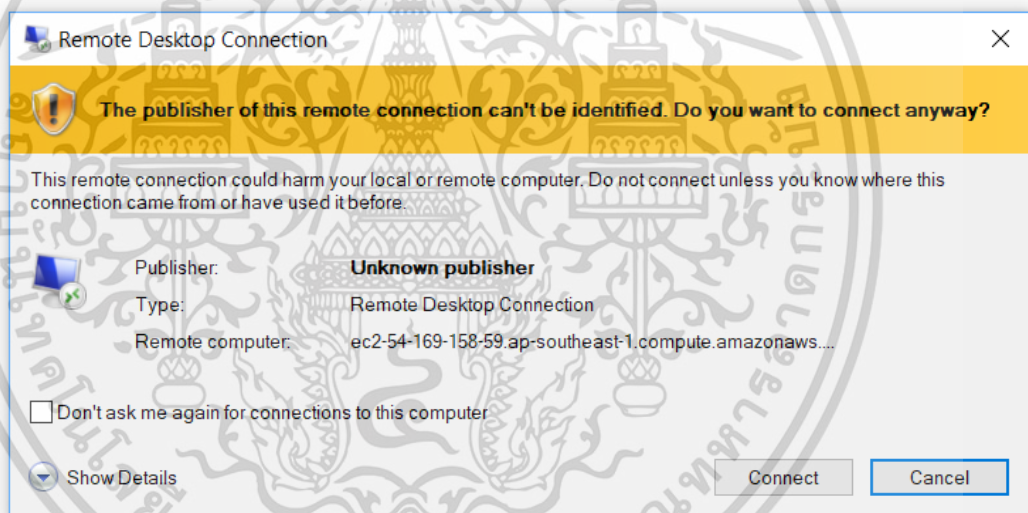
1. ให้นักศึกษาทำการสวมใส่สายรัดข้อมือที่มีมือขวาของนักศึกษา นั่งลงบนเก้าอี้ วางแขนทั้งสองข้างบนโต๊ะเรียนเพื่อทำการวัดสัญญาณชีพปกติของนักศึกษา
2. ทำการกดจุดที่แขนซ้ายของนักศึกษา โดยเริ่มจากกดในระดับน้อย ระดับปานกลาง ระดับแรง และระดับแรงมาก โดยในขณะที่ทำการทดลองจะเก็บค่าสัญญาณชีพที่ได้จากนักศึกษาและสัมภาษณ์อารมณ์ที่เกิดขึ้นในขณะที่นักศึกษากำลังถูกกดจุดไปด้วย
3. ให้นักศึกษานั่งพักแล้วทำการเก็บข้อมูลทางชีวภาพของนักศึกษาในขณะที่นอนพักและสัมภาษณ์ระดับอารมณ์ของนักศึกษาระดับอารมณ์ของนักศึกษาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

#### 4.1 ผลการทดลองการวัดผลที่แสดงบนคอมพิวเตอร์

ภาพที่ 4.1 – 4.9 แสดงวิธีเชื่อมต่อส่งข้อมูลจากสายรัดข้อมือไปยัง server และแสดงหน้าจอ รวมถึงสัญญาณชีพของผู้สวมใส่

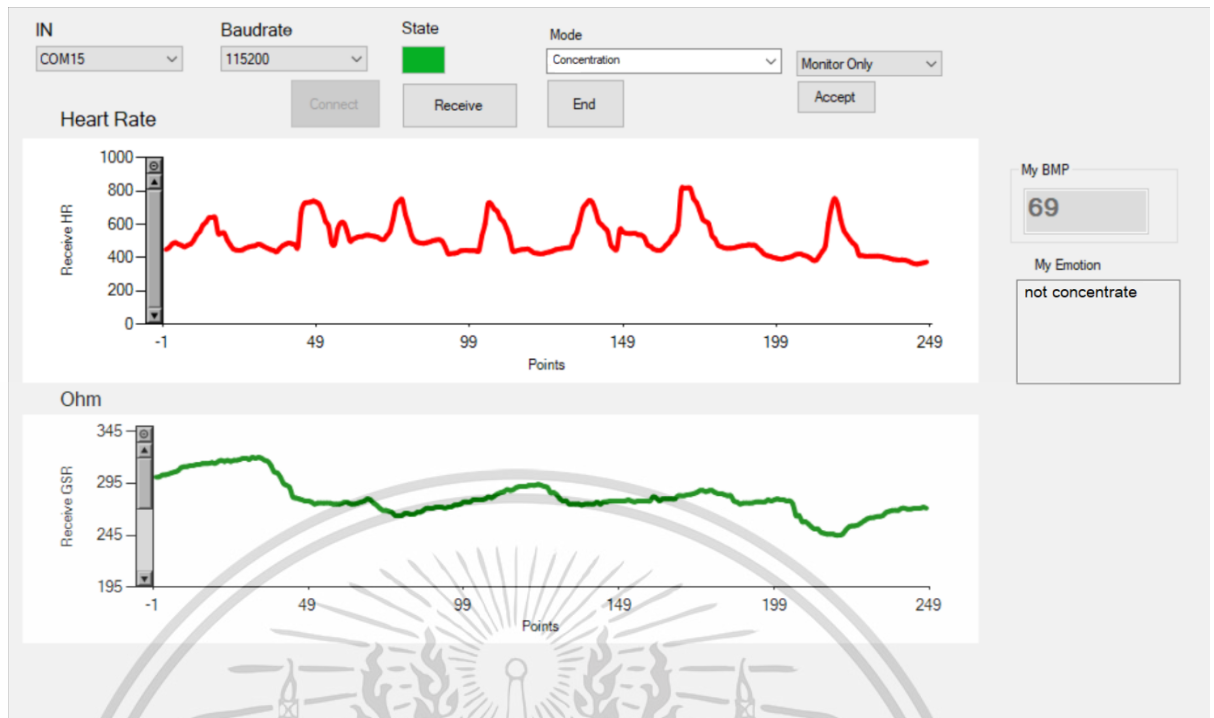


ภาพที่ 4.1 หน้าต่างการรันโปรแกรมก่อนที่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สายรัดข้อมือ

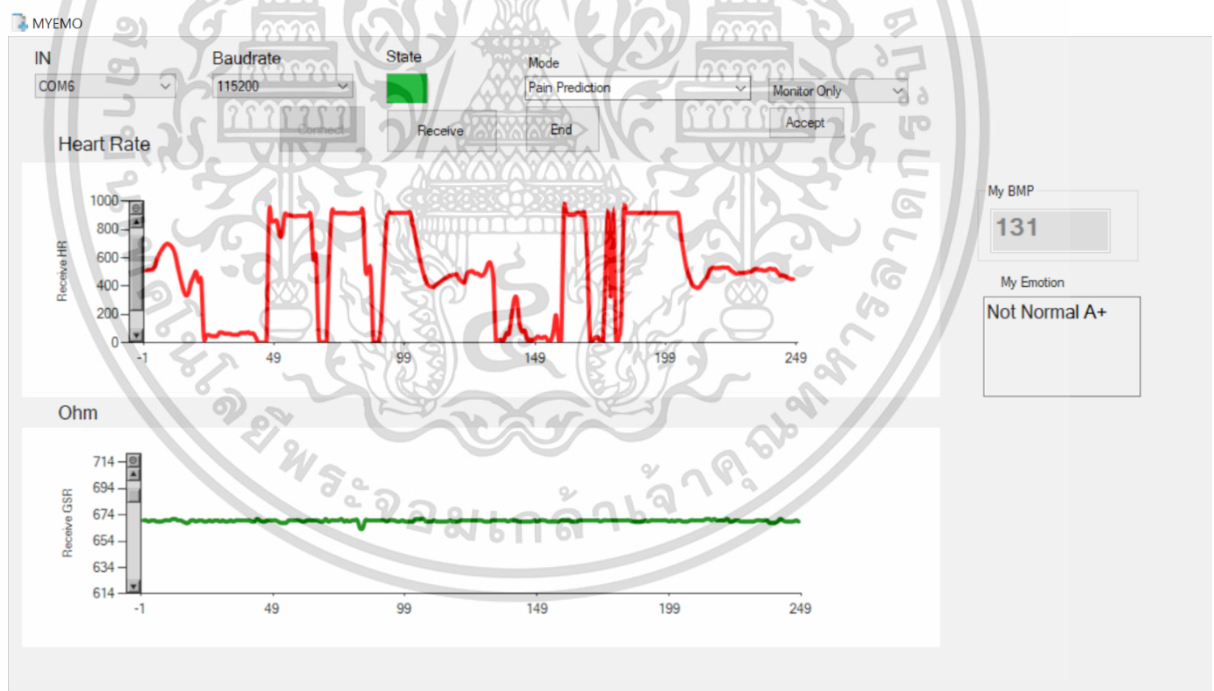


ภาพที่ 4.2 หน้าต่างเชื่อมต่อกับโฮส Amazon โดยเชื่อมต่อผ่าน remote desktop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

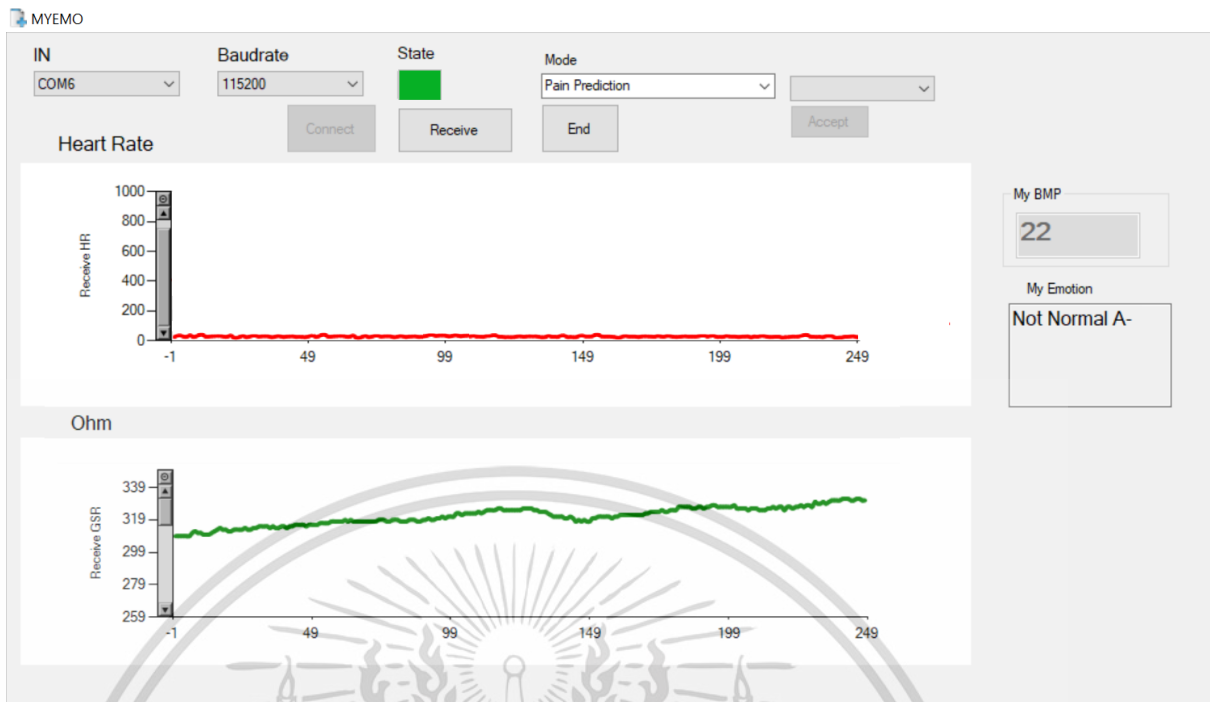


ภาพที่ 4.3 เมื่อเปิดการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แล้วโดยได้ค่าอารมณ์ปกติยังไม่ได้มีสมาธิ (N)

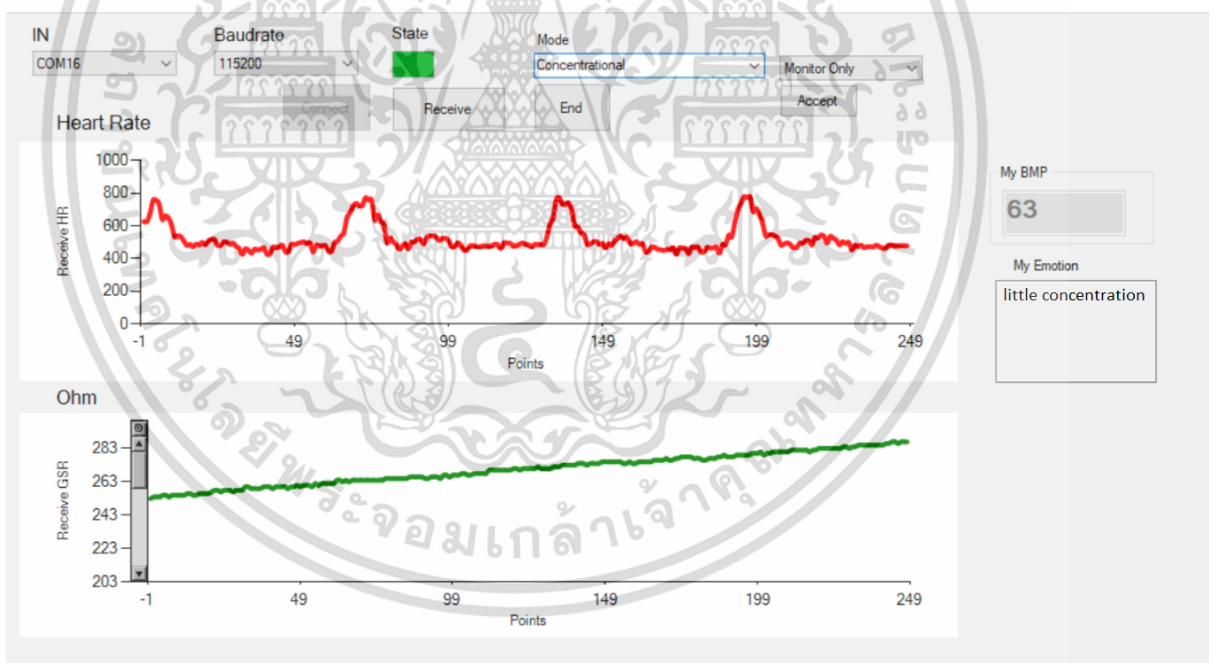


ภาพที่ 4.4 ค่าสัญญาณทางชีวภาพผิดปกติจากการจำลองสัญญาณ (A+)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

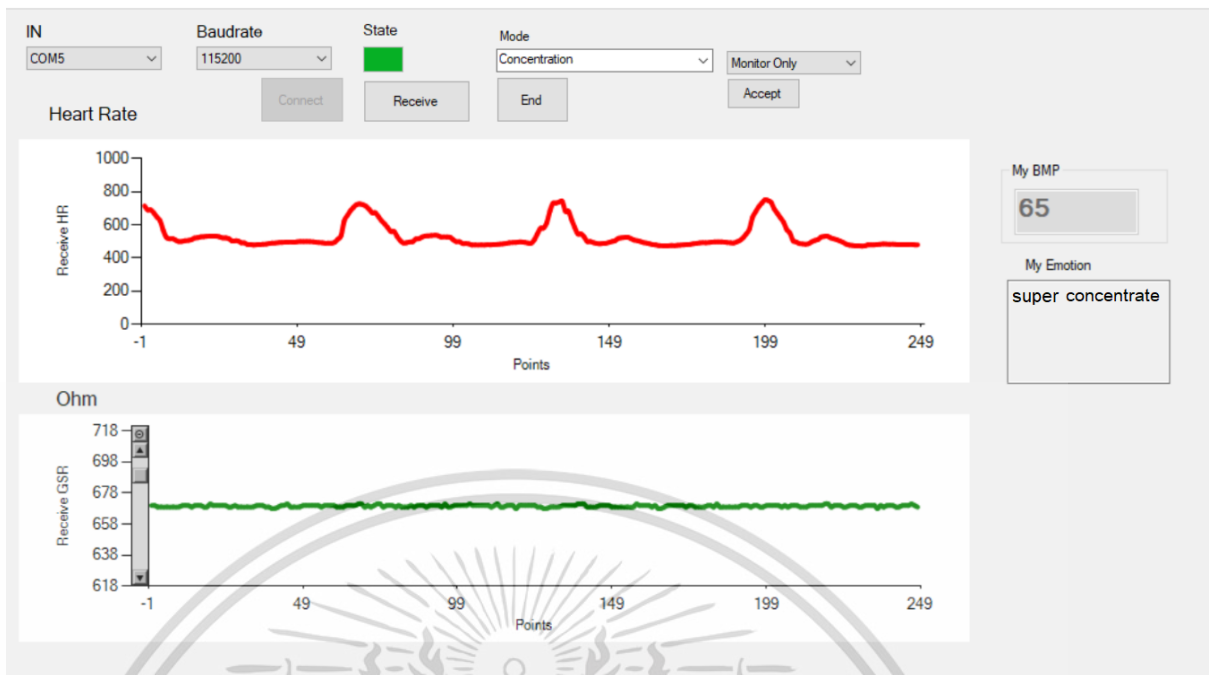


ภาพที่ 4.5 ค่าสัญญาณทางชีวภาพผิดปกติจากการจำลองสัญญาณ (A-)

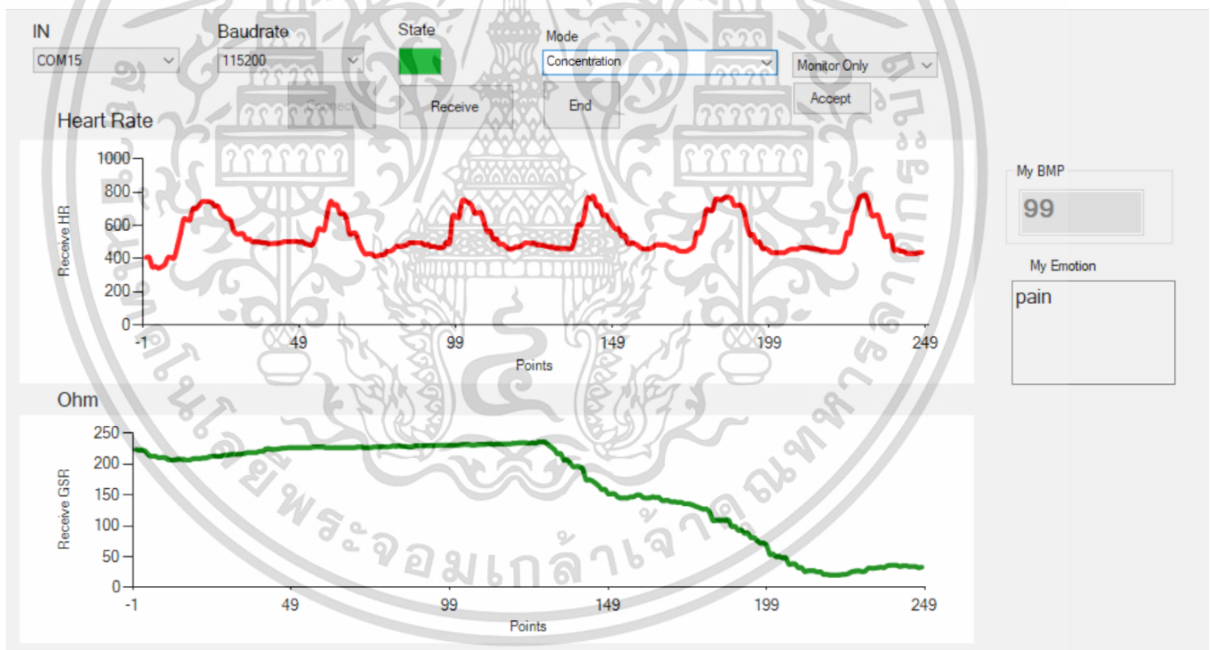


ภาพที่ 4.6 ค่าสัญญาณอารมณ์เริ่มมีสมาธิ (S-)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ค่าสัญญาณอารมณ์มีสมาธิ (S)



ภาพที่ 4.8 ค่าสัญญาณทางชีวภาพผิดปกติ (S+)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

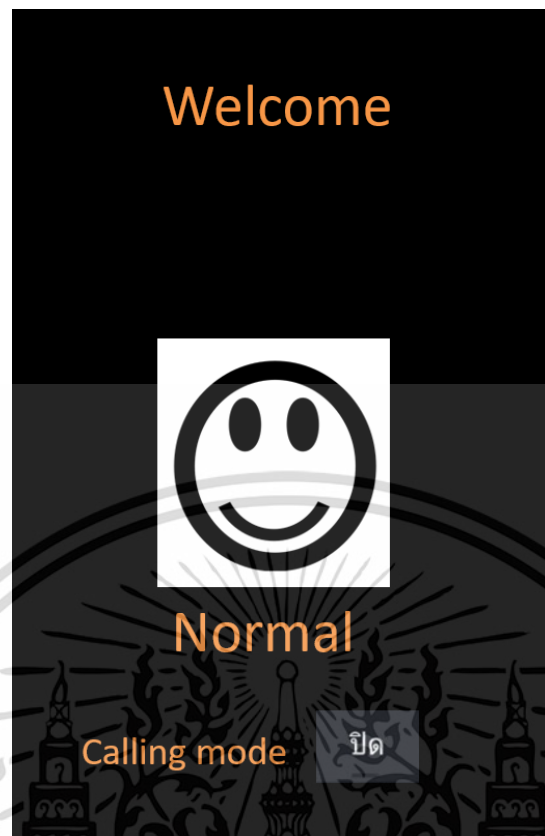
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Your Emotion period 22:21:00 24-01-2018									
2	RAW_HR data				BPM Data			GSR Data		
3	22:19:42	461			22:19:52	76		670	22:19:43	
4	22:19:42	519			22:19:54	67		665	22:19:44	
5	22:19:42	519			22:20:09	72		669	22:19:45	
6	22:19:42	519			22:20:27	68		672	22:19:45	
7	22:19:42	519			22:20:28	71		671	22:19:48	
8	22:19:42	519			22:20:33	181		672	22:19:50	
9	22:19:42	519			22:20:38	142		666	22:19:51	
10	22:19:42	519			22:20:38	136		671	22:19:53	
11	22:19:42	519			22:20:42	128		669	22:19:57	
12	22:19:42	519			22:20:44	181		667	22:19:57	
13	22:19:42	519						672	22:19:57	
14	22:19:42	519						673	22:20:00	
15	22:19:42	519						667	22:20:01	

ภาพที่ 4.9 ไฟล์ข้อมูลที่เก็บไว้เมื่อใช้ excel เปิด

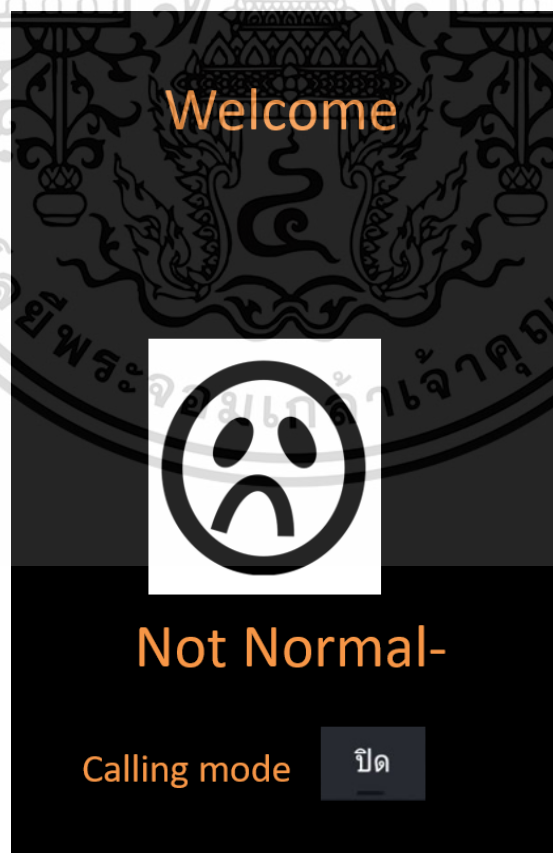
#### 4.2 การแสดงผลหน้าจอในส่วนของสมาร์ตโฟน

การแสดงผลให้ผู้ใช้เห็นนั้น จะมีการแสดงผลในส่วนของอารมณ์ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ และมีการให้ผู้ใช้งานทำการเลือกว่าต้องการโทรออกหาผู้ดูแลเบอร์อะไรอีกด้วย ดังภาพที่ 2.19

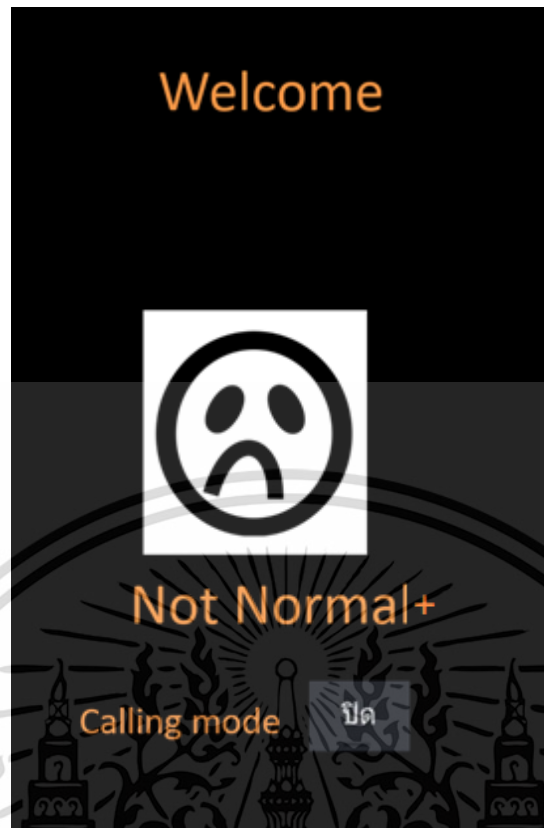
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



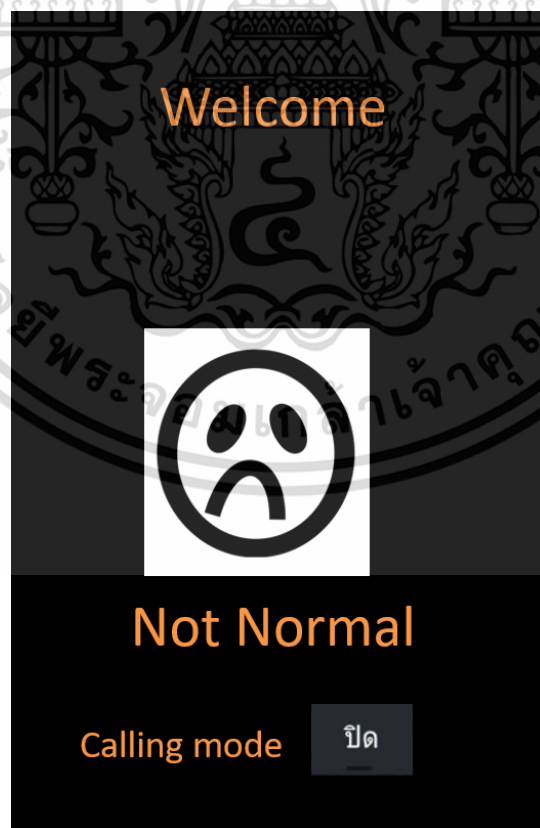
ภาพที่ 4.10 อารมณ์ปกติ (N)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

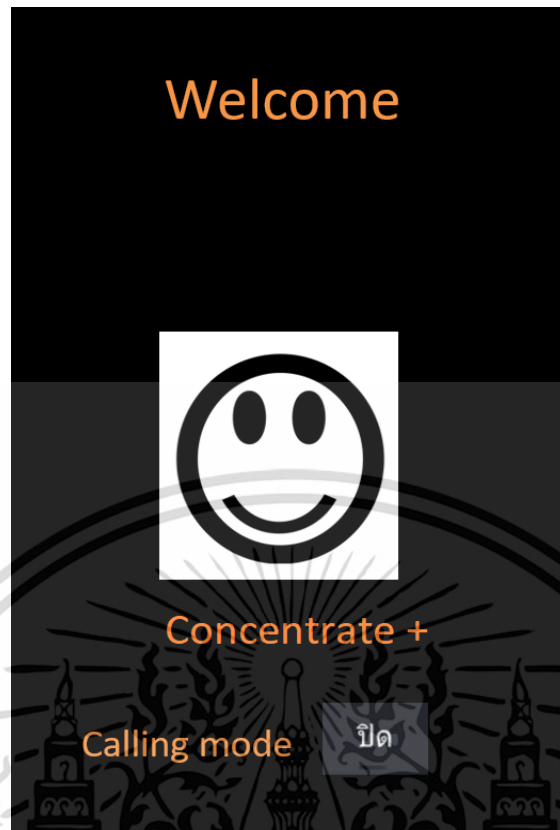


ภาพที่ 4.12 สัญญาณซีพีผิดปกติ (A+)

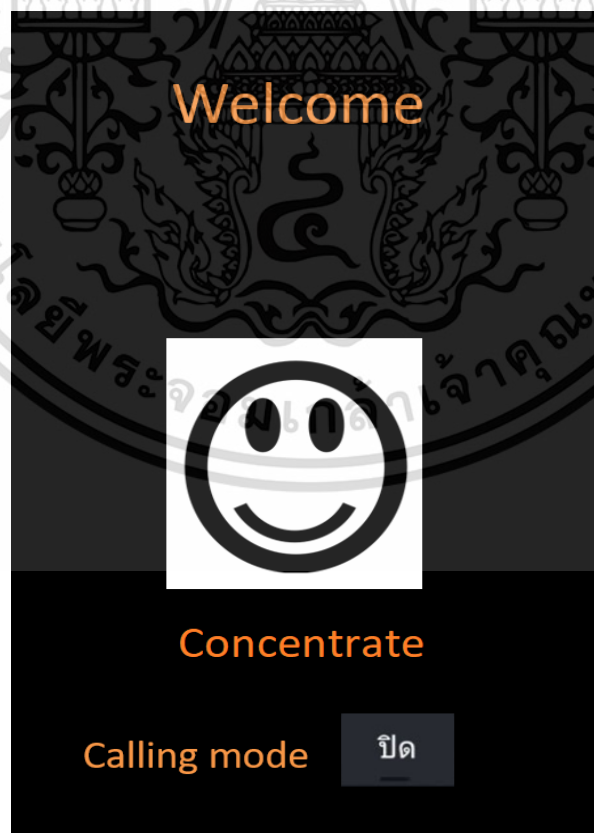


ภาพที่ 4.13 สัญญาณซีพีผิดปกติ (S+)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 มีสมาธิมาก (S)



ภาพที่ 4.15 มีระดับอารมณ์เริ่มมีสมาธิ (S-)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 อภิปรายผลการทดลอง

ในส่วนของการทำนายค่าใน stage A+ และ A- นั้น ทางผู้วิจัยไม่สามารถทดสอบโหมตความผิดปกติทางชีวภาพได้ เนื่องจากไม่มีนักศึกษารายใดที่ป่วยจนทำให้อัตราการเต้นของหัวใจต่ำหรือสูงเกินจริง ทางผู้ทดลองจึงใช้วิธีจำลองสัญญาณทางชีวภาพให้อัตราการเต้นของหัวใจมีค่าต่ำ (A-) และสูงเกินเกณฑ์ (A+) พบว่าเมื่อสัญญาณทางชีวภาพผิดปกติ โทรศัพทมือถือจะทำการเล่นเสียงไซเรนและโทรออกโดยอัตโนมัติโดยมีอัตราความแม่นยำสูงถึง 90% โดยเมื่อกำหนดให้สัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจต่ำหรือสูงเกินจริงจำนวนทั้งสิ้น 50 ครั้งพบว่าโทรศัพทมือถือทำการเล่นเสียงไซเรนและโทรออกโดยอัตโนมัติได้ถูกต้องจำนวน 45 ครั้ง

ในส่วนของการทำนายค่าใน stage N, S-, S+ และ S นั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามขั้นตอน 1 – 3 จำนวน 5 รอบกับนักศึกษาจำนวน 20 คน พบว่าจากการให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาเมื่อนำมาเทียบกับค่าที่ระบบทำนายออกมานั้น ค่าอารมณ์ในระดับปกติ (N) มีความแม่นยำที่สุด ค่าอารมณ์ในระดับ S+ มีความแม่นยำรองลงมา ส่วนค่าระดับอารมณ์ S และ S- มีความแม่นยำต่ำที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัยตามสมมุติฐาน

สมมุติฐานที่ 1 อุปกรณ์สามารถใช้วัดสมรรถภาพผู้สวมใส่ได้ โดยเน้นการแสดงอารมณ์จำนวน 6 ประเภท กล่าวคือประเภท A+, A-, S+ เป็นประเภทความผิดปกติจากสัญญาณทางชีวภาพ นำไปใช้ในการแจ้งเตือนให้ แอปพลิเคชันทำการปล่อยเสียงไซเรนและโทรออกหาผู้ดูแลแบบอัตโนมัติ N คือสัญญาณปกติของผู้สวมใส่และ S, S- คือสัญญาณที่ผู้สวมใส่มีสมาธิ เมื่อทำการทดลองพบว่าช่วงอายุและสภาวะทางร่างกายของผู้ทดลองแต่ละคนมีความแตกต่างกันทำให้การวัดอารมณ์ที่ละเอียดถึง 6 อารมณ์นั้นค่าที่ได้จะไม่แม่นยำมาก แต่สามารถแบ่งแยกความผิดปกติทางชีวภาพเพื่อทำการแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ กล่าวคือจากการทดลองพบว่าอารมณ์ที่แสดงโดยตัดสินจากระบบพีซีซึ่งมีความแม่นยำดี ในแง่ของการวัดว่าผู้สวมใส่มีอารมณ์ปกติ หรือผู้สวมใส่มีความผิดปกติทางชีวภาพ โดยวัดจากก่อนทำการทดลองระบบแสดงผลอารมณ์ผู้สวมใส่อยู่ในอารมณ์ปกติ เมื่อเริ่มทำการทดลองให้ผู้สวมใส่นั่งสมาธิ ผู้ควบคุมการทดลองจะสามารถเห็นอารมณ์ของผู้เข้าร่วมการทดลองได้แบบ เรียลไทม์ (real-time) ซึ่งระยะเวลาที่ผู้สวมใส่จะมีอารมณ์เป็นสมาธิในแต่ละคนไม่เท่ากัน รวมถึงผู้ทดลองบางคนก็ไม่สามารถเข้าถึงสมาธิได้ ข้อเสียคือสายรัดข้อมือต้นแบบยังมีขนาดใหญ่และหนักอยู่ จึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการสวมใส่ได้

สมมุติฐานที่ 2 เมื่อผู้สวมใส่มีความผิดปกติทางกายภาพ อุปกรณ์จะส่งค่าไปยังสมาร์ตโฟนเพื่อให้สมาร์ตโฟนทำการโทรออกไปยังผู้ดูแลและให้ลำโพงของสมาร์ตโฟนส่งเสียงไซเรนเพื่อเรียกร้องความสนใจจากผู้ครอบครองอุปกรณ์ทำงานได้ดีตามที่เชื่อกันไว้ โดยจะต้องเริ่มจากการวัดค่า Heartrate และ GSR ของผู้สวมใส่เมื่ออยู่ในอารมณ์ปกติก่อน จากนั้นจึงทำการเซทค่าในโปรแกรม เมื่อโปรแกรมตัดสินใจว่าผู้สวมใส่มีความผิดปกติก็สามารถโทรออกไปยังเบอร์ผู้ดูแลและส่งเสียงไซเรนออกมาจากลำโพงได้จริง

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่าระบบมีความแม่นยำแตกต่างกันในการใช้สัญญาณชีพแต่ละแบบ โดยสัญญาณชีพอย่างอัตราการเต้นของหัวใจนั้นเหมาะกับการนำมาวัดความผิดปกติทางชีวภาพมาก ในขณะที่ค่าความต้านทานผิวหนังนั้น มีความผิดพลาดค่อนข้างสูงในการทำนายออกมาเรื่องของความผิดปกติทางสัญญาณชีพ หากแต่นำค่าความต้านทานผิวหนังมาเพื่อวัดระดับอารมณ์กลับพบว่าค่าที่ได้มีความแม่นยำสูง โดยถ้าหากผู้สวมใส่มีอาการเจ็บ ค่าความต้านทานในผิวหนังจะลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้นำมาใช้ในการทำนายค่าความเจ็บจากปัจจัยภายนอกได้แม่นยำมาก ซึ่งก็ตรงกับการตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการทดลองอย่างยิ่ง หากแต่ขนาดของสายรัดข้อมือต้นแบบนั้นค่อนข้างใหญ่และหนักทำให้ใช้งานได้ไม่สะดวก ส่วนในเรื่องการแจ้งเตือนเมื่อสัญญาณชีพผิดปกติ นั้น ค่าที่ได้ค่อนข้างแม่นยำ นำไปใช้กับผู้สวมใส่ที่หัวใจเต้นสูงหรือต่ำไปได้ หากแต่ถ้าต้องการนำไปวัดผู้สวมใส่ที่อาจมีการเป็นลม กระบวนการวัดอาจจะต้องเปลี่ยนใหม่ โดยการเป็นลมนั้นมักเกิดจากน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยต่ำ ทำให้เกิดอาการใจสั่น หัวใจเต้นไม่เป็นจังหวะ จึงไม่ควรกำหนดค่าอัตราการเต้นของหัวใจแบบคงที่เท่านั้น เนื่องจากบางกรณีผู้ป่วยที่เป็นลมก็อาจจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำ ยกสารเป็นเอกสารที่ส่งวนเวียนสำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดนั้น จึงควรคำนวณหาค่าเฉพาะตัวของผู้สวมใส่แต่ละบุคคล แล้วนำค่ามาเปรียบเทียบดูความต่างและรอบ การเดินของหัวใจ จึงจะสามารถทำนายอาการเป็นลมได้แม่นยำขึ้น

ในส่วนของการทำสมาธิ ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานเพิ่มเติมอีก 1 กรณีว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละคนอาจมี สมรรถภาพการอ่านบทความแต่ละประเภทที่ไม่เท่ากัน สายรัดข้อมือนี้อาจช่วยหาความชอบหรือความสนใจของผู้ สวมใส่ได้ โดยให้ผู้สวมใส่อ่านบทความขณะใส่สายรัดข้อมือและดูผลว่าผู้สวมใส่มีสมาธิในขณะอ่านบทความ ประเภทใดมากที่สุด หากแต่ระบบการจัดกลุ่มบทความออนไลน์แบบอัตโนมัติ นั้นยังทำได้ไม่ดี สมมุติฐานนี้จึง ยังไม่ได้นำมาทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อวัดระดับสมรรถนะของผู้สวมใส่และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันในกรณีที่ผู้สวมใส่เกิดมีค่าทางชีวภาพที่ผิดปกติ ดังนั้นจึงมีผลผลิตออกมาดังนี้

1. สายรัดข้อมือเพื่อส่งข้อมูลทางชีวภาพของผู้สวมใส่ขึ้นไปประมวลผลบนคลาวด์
2. ซอฟต์แวร์บนสมาร์ตโฟนเพื่อแสดงอารมณ์ว่าผู้สวมใส่มีสมรรถนะหรือไม่ หรือมีความผิดปกติทางชีวภาพเกิดขึ้นหรือไม่
3. ตีพิมพ์บทความใน Conference ที่อยู่ในฐานข้อมูล Scopus จำนวน 2 บทความ
4. จดลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์
5. แสดงผลงานตามที่คณะกรรมการร่วมมือมา (งาน Engineering expo)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

- [1] พินิจการศึกษาไทย: สะท้อนผ่านเลนส์การสร้างชาติและการสร้างคนของสิงคโปร์ โดย สิทธิเทพ เอกสิทธิพงษ์
- [2] ผลึกความรู้: ชุดงานวิจัยฉบับเคี้ยวง่าย Re-Learning จากเรียนรู้สู่เรียนรู้คิด โดย สุธีระ ประเสริฐทรัพย์
- [3] Herbert Benson, John F. Beary & Mark P. Carol, “The Relaxation Response” Interpersonal and Biological Processes Journal, Volume 37, 1974 - Issue 1, Pages 37-46, Oct 2016
- [4] Emotions & Physiological monitoring research Prepared by Exmovere Holdings Inc. September, 2009
- [5] Kuniaki Yajima, Syusaku NOMURA, Nobuyuki OGAWA, Yoshimi FUKUMURA, “Objective Evaluation of e-learning Contents Based on Biological Signals” (2011)
- [6] ดร.พยุ่ง มีสัจ. FUZZY LOGIC <http://alaska.reru.ac.th/text/fuzzylogic.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### บทความทางวิชาการ

1. Wiphada J. and Pikulkaew T., “Automatic labeling for Thai news articles based on vector representation of documents”, 4th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology: Exploring Innovative Solutions for Smart Society (ICEAST2018), 4 -7 July 2018, Phuket, Thailand pp.880-883
2. Pikulkaew T., “Real time Human Emotion Monitoring based on Bio-signals”, International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS2018), 17 – 20 October 2018, PyeongChang, Korea pp. 513 -517



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Real time Human Emotion Monitoring based on Bio-signals

Pikulkaew Tangtisanon

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,  
Bangkok, Thailand (pikulkaew.ta@kmitl.ac.th)

**Abstract:** Nowadays, medical technologies are rapidly improved leading to an increasing of life expectancy that caused ageing society problems. The most vital issue for elders is a health problem in both physical and mental aspect. This paper focuses on emotional monitoring and warning system using human Bio-signals in real time. The signals come from galvanic skin response and heart rate sensor that attached with a wristband wearing by the elders. The two signals are sent to a server as inputs, calculated using Fuzzy set variable model then return emotion and health status of the elder as outputs stored in the server. The proposed system is run based on ubiquitous computing so caretakers can monitor for the elder's emotion in real time anywhere, any time. Moreover, the caretakers also get automatically alerts from the system in a case that the system returns an irregular health status of the elders. Experimental results show that the proposed system was run with a high accuracy rate.

**Keywords:** GSR sensor, fuzzy, Bio-signal.

### 1. INTRODUCTION

Nowadays, medical technologies are rapidly improved; therefore, a life expectancy of people has increased steadily over the past century. Meanwhile, due to the socio-economic factors, people hesitate to have children, so birth rates are dropping which leading to an ageing population problem around the world. The ageing society is not a vital problem in the past since before people tend to live in an extended family where relatives stayed together and cooperated on providing care. However, a structure of the family has changed to a nuclear family where elders have to live by themselves. In a case that the elders live in a separate house, one of the most popular monitoring tool that descendants or caretakers usually use to take care the elders are an Internet Protocol camera (IP Camera). However, they still have to randomly check for the status of the elders once in a while; nevertheless, sometime an accident could happen while the caretaker is not monitoring. In a case that the elders have to stay in a nursing home, caretakers cannot monitor them using IP Camera. Consequently, the caretaker have to interview a nurse for the elders' status. In a physical health aspect, the information such as the elders' blood pressure is log by the nurse in a system accurately. Unfortunately, in a mental health aspect, as one nurse have to take care many elders so the information from a nurse could be inexact.

There have been vast amounts of attempt to monitor a pilot behavior using Electrodermal Activity (EDA), Heart Rate (HR) and Brain Electrical Topography (BET) [1, 2, 3, 4]. Various researchers [5, 6, 7, 8, 9] attempted to detect human mental states with sensors such as Electroencephalogram (ECG), Heart Rate Variability (HRV) or Electrodermal activity (EDM). For example, Y. I. Noy [5] put the onboard electronics in a vehicle to determine the driver's stress level. However, most of them implemented projects with high-cost tools such as brainwave detector that people cannot afford them in a real situation.

The proposed research aims to solve the above problem by building a low-cost wristband that collects a user's bio information by sending them to a server. After that, the server translates the signals into the user's emotion in real time. Moreover, a fall detection system is also focused on this research. The proposed classification system allows a user to classify between a real fall detection and a false fall detection. If a user's bio-signal is abnormal, the elder's smartphone will automatically call to the caretaker. After that, a smartphone will automatically play an alarm sound to draw surrounding people's attention.

### 2. MATERIALS AND METHOD

#### 2.1 Hardware Circuits

The wristband was built with Arduino, Wifi module NRF24L01, Galvanic skin response (GSR), Battery, Heart rate (HR), Bluetooth as shown in Fig. 1.

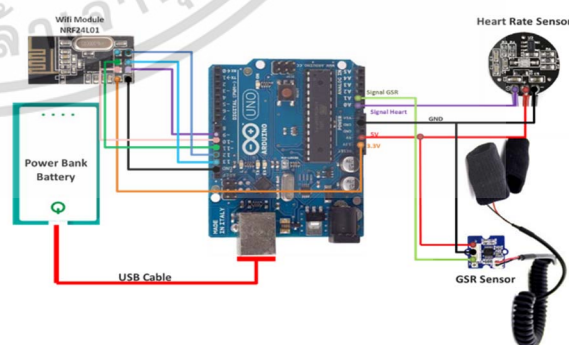


Fig. 1. The proposed wristband circuits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

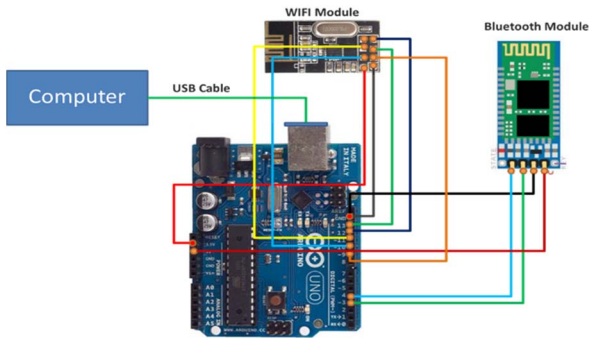


Fig. 2. Receiver's circuits.



Fig. 3. The wristband and the receiver.

## 2.2 Human emotion model

The relationship among HR, GSR and Human emotion were introduced by Exmovere Holdings Inc. [10]. Low HR with low GSR leads to positive arousal emotion such as deeply relax or blissful; High HR with high GSR leads to negative arousal such as terrify or anxiety as shown in Table 1. Heart rates for human [11] vary by age and physical condition. For example, resting HR for children over 10 years and adults including seniors ranges between 60 and 100 beats per minute (BPM); for newborn ranges between 100 and 150 BPM; for Well-trained adult athletes ranges between 40 and 60 BPM.

Table 1 Emotions model.

	High HR	Low HR
High GSR	Stress, Distressed, Anxiety, Terrify (Negative arousal)	Joy, Surprise (Positive arousal)
Low GSR	Disgust, Depressed (Negative arousal)	Deeply relax, Blissful (Positive arousal)

## 2.3 Fuzzy set model

Fuzzy logic is usually applied in the task that its truth values composed of any real number between 0 and 1. To predict human emotion, bio-signals of the user were

passed through a pre-processing process and used as inputs to a fuzzy model.

Trapezoidal Membership Function was implemented in the proposed system where :

$x$ : represents real value (Crisp Value) within the universe of discourse. In the proposed system,  $x$  is HR or GSR where 75 and 400 are threshold values for HR and GRS respectively as shown in Fig. 4.

$a, b, c, d$  represent an  $x$ -coordinates of the four heads of the trapezoidal and values should be validated the following condition:  $a < b < c < d$ ;

$$f(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \geq d \end{cases} \quad (1)$$

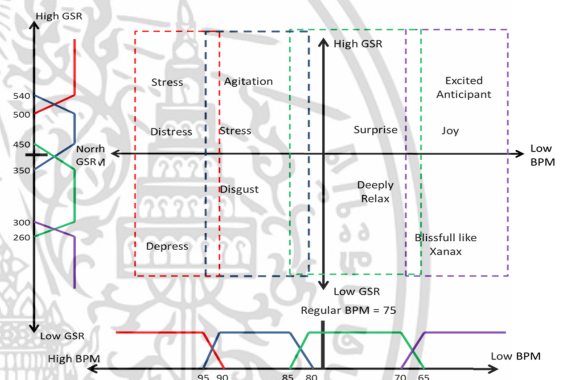


Fig. 4. Membership function range of HR and BPM.

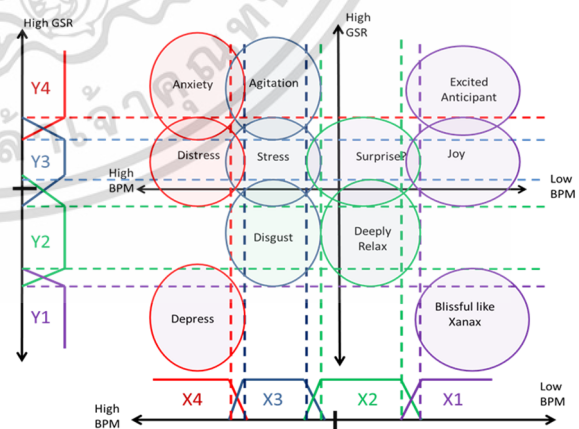


Fig. 5. Pattern space.

To judge for a relationship between input and output, the rule-based table was built. The proposed model can be used to predict 16 emotions. The linguistic variable of

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X is x1, x2, x3, x4 and the linguistic variable of Y is y1, y2, y3, y4 as shown in Fig. 5 and Table 2.

The user's emotion will be predicted based on the Sugeno-style Inference [12].  $\mu(S_m)$  represents membership degree;  $k_m$  is weight average (WA) range between 0 - 1.

$$output = \frac{\sum_{m=1}^{16} \mu(S_m) \times k_m}{\sum_{m=1}^{16} \mu(S_m)} \quad (2)$$

Table 2 Linguistic variable rule and weight average.

	HR	GSR	Weight Average
$\mu(S_1)$ Depress	X4	Y1	0.0000 - 0.0625
$\mu(S_2)$ Depress or Quite Disgust	X4	Y2	0.0626 - 0.1250
$\mu(S_3)$ Distress	X4	Y3	0.1251 - 0.1875
$\mu(S_4)$ Anxiety	X4	Y4	0.1876 - 0.2500
$\mu(S_5)$ Quite Depress or Disgust	X3	Y1	0.2501 - 0.3125
$\mu(S_6)$ Disgust	X3	Y2	0.3126 - 0.3750
$\mu(S_7)$ Stress	X3	Y3	0.3751 - 0.4375
$\mu(S_8)$ Agitation	X3	Y4	0.4376 - 0.5000
$\mu(S_9)$ Quite Blissful or Relax	X2	Y1	0.5001 - 0.5625
$\mu(S_{10})$ Deeply Relax	X2	Y2	0.5626 - 0.6250
$\mu(S_{11})$ Surprise?	X2	Y3	0.6251 - 0.6875
$\mu(S_{12})$ Surprise? Or Excited	X2	Y4	0.6876 - 0.7500
$\mu(S_{13})$ Blissful	X1	Y1	0.7501 - 0.8125
$\mu(S_{14})$ Quite Relax or Blissful	X1	Y2	0.8126 - 0.8750
$\mu(S_{15})$ Joy	X1	Y3	0.8751 - 0.9375
$\mu(S_{16})$ Excited Anticipant	X1	Y4	0.9376 - 1.0000

### 3. EXPERIMENTAL RESULT

Living in a nursing home, the elders may be abused by physical force (assault and battery) or mental bullying. The proposed system is designed to solve these problems so the experiments were divided into 2 parts: Mental bullying monitoring and Physical force detection. A total of 40 students from the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang were selected to participate in this experiment: 22 males and 18 females, aged between 20 and 50 years-old. The participants are currently studying on undergraduate degree and graduate degree in Faculty of Engineering.

#### 3.1 Mental Bullying Monitoring

The proposed of this experiment is to explore a relationship between a user's bio-signal with his or her emotion and build a fuzzy model. In the mental testing, 30 participants were requested to wear the wristband while watching a video for 20 minutes. The video content

was divided into 4 parts 7 minutes for each part. In order to collect the normal bio-signals of each participant, the participant was asked to sit and watch a video while an investigator monitors his or her bio-signals. After the signal turns into a steady state, the first part of the video, introduction of the project, was played for 5 minutes. To be able to gather negative emotion bio-signal, in part two, the content was swapped to a dramatic video clip. In part three, a relaxing music video was played to calm the participant down and wait for the bio-signal to switch back to a normal stage again. The final part of the video content is a comedy clip to retrieve positive emotion bio-signal of the participant. After that, the investigator interviewed the participant of their emotion in each part of the experiment to match their emotion with the bio-sensor information.

The information above was input as a training set to build a fuzzy model. After that 40 participants were requested to watch a video while wearing the wristband. The content of the video was divided into 4 parts (same as the previous procedure: normal, negative, normal, positive emotion but different video content) to test an efficiency of the model. The participant's emotion returned as shown in Figs. 6 - 7. The result shows that the emotion that the model predict are accurate with 71% accuracy rate as shown in Table 3.

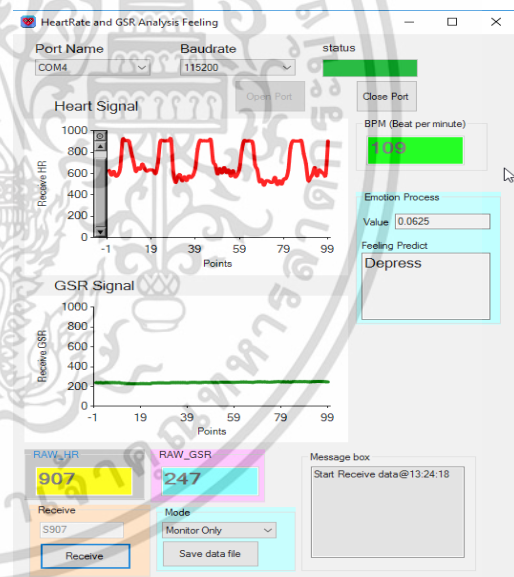


Fig. 6 Negative emotion.

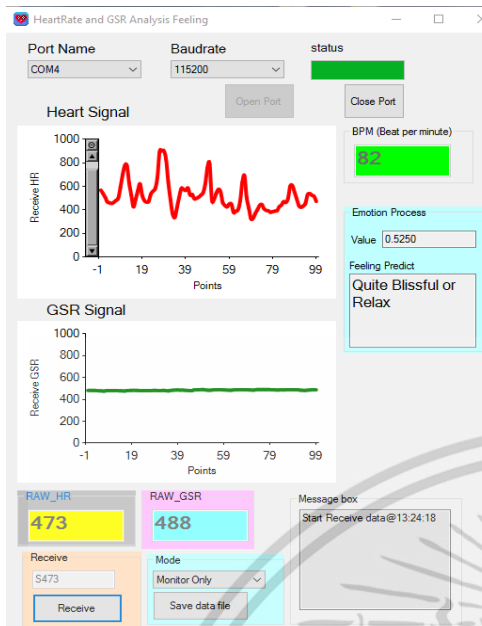


Fig. 7 Positive emotion.

physical force. After that 40 participants were requested to follow the same procedure to measure an accuracy of the model. The result shows that the model can accurately predict the physical attack with 91% accuracy rate as shown in Table 4. Moreover, the participant's bio-signal and emotion can be monitor via smartphone in real time or export to log file as shown in Figs. 8-9. The user can set calling mode to "on" and input caretaker's phone number. In a case that the user's bio-signal changes to abnormal state the smartphone will automatically call to the pre-setup phone number and play alarm sound to draw surrounding people's attention.

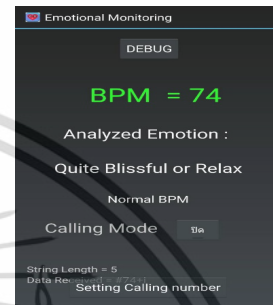


Fig. 8 User Interface in a smartphone.

Table 3 Confusion matrix for mental bullying monitoring.

		Negative emotion	
		Condition positive	Condition negative
Test outcome	Test outcome positive	True positive (TP) 27	False positive (FP) 32
	Test outcome negative	False negative (FN) 13	True negative (TN) 88
		Sensitivity = $TP / (TP + FN) = 67\%$	Specification = $TN / (FP + TN) = 73\%$

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

Fig. 9 Log file of user bio-signals.

Table 4 Confusion matrix for physical force detection.

		Physical force	
		Condition positive	Condition negative
Test outcome	Test outcome positive	True positive (TP) 350	False positive (FP) 20
	Test outcome negative	False negative (FN) 50	True negative (TN) 380
		Sensitivity = $TP / (TP + FN) = 87\%$	Specification = $TN / (FP + TN) = 95\%$

### 3.2 Physical Force Detection

The proposed of this experiment is to detect when the user was abused by a physical attack or the heartrate is too low or too high than his or her usual heartrate. For example, when the elder is pushed to fall, the smartphone will automatically call to the pre-setup phone number and play alarm sound to draw surrounding people's attention. The user can set calling mode to "on" and input caretaker's phone number

In the physical attack testing, 30 participants were requested to wear the wristband while holding the smartphone in one hand. The investigator pushed them to fall 10 times per person and ask them to sit 10 times per person while recording the signals (Hearttrate sensor, GSR sensor and Gyro sensors).

The information above was input as a training set to build a fuzzy model to monitoring and warning of

การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. CONCLUSION

The prototype wristband was built to measure a user's bio-signal and send the signal to a server. The server translated raw data as input to the fuzzy model. The model output the user's emotion then stored it in the server and send to the application to show a user's emotion and health. If the bio-signal of the user is irregular, the smartphone will automatically call to the caretaker. The most accurate emotion that the system can predict is a negative emotion such as Stress.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Faculty of Engineering [2561-02-01-005]

#### REFERENCES

- [1] T. C. Hankins and G. F. Wilson, "A comparison of heart rate, eye activity, eeg and subjective measures of pilot mental workload during flight," *Aviation, Space and Environmental Medicine*, vol. 69, pp. 360–367, 1998.
- [2] J. A. Veltman and A. W. K. Gaillard, "Physiological indices of workload in a simulated flight task," *Biological Psychology*, vol. 42, pp. 323–342, 1996.
- [3] G. F. Wilson, "An analysis of mental workload in pilots during flight using multiple psychophysiological measures," *The International Journal of Aviation Psychology*, vol. 12, no. 1, pp. 3–18, 2001.
- [4] M. A. Bonner and G. F. Wilson, "Heart rate measures of flight test and evaluation," *The International Journal of Aviation Psychology*, vol. 12, no. 1, pp. 63–77, 2001.
- [5] Y. I. Noy. (2001) International harmonized research activities report of working group on intelligent transportation systems (ITS). Proceedings of the 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles.
- [6] Andreassi, J. L., "Psychophysiology: Human Behavior & Physiological Response", 5th(ed). New York: Psychology Press
- [7] Enderle, J.D., Blanchard, S.M., & Bronzino, J.D., "Introduction to Biomedical Engineering", 2<sup>nd</sup> edition. Burlington, MA: Elsevier Academic Press.
- [8] Nozawa, A., & Uchida, M., "Characterization of Preference for Viscosity and Fragrance of Cosmetic Emulsions by Autonomous Nervous System Activity", Proceedings of ICROS-SICE International Joint Conference 2009, Fukuoka, Japan.
- [9] Healey, J.A., & Picard, R.W., "Detecting Stress During Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors", *IEEE Trans. on Intelligent transportation systems*, 6(2), 156-166.
- [10] Emotions & Physiological monitoring research Prepared by Exmovere Holdings Inc. September, 2009
- [11] U.S. Department of Health and Human Services - National Institutes of Health Pulse
- [12] Sugeno, M., *Industrial applications of fuzzy control*, Elsevier Science Pub. Co., 1985.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Automatic labeling for Thai News Articles Based on Vector Representation of Documents

Wiphada Jirasirilerd

Faculty of Engineering

Department of Information Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Bangkok, Thailand

60601049@kmitl.ac.th

Pikulkaew Tangtisanon

Faculty of Engineering

Department of Information Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Bangkok, Thailand

pikulkaew.ta@kmitl.ac.th

**Abstract**— Nowadays, the most powerful news source in the world comes from online media on the Internet. The information comes from the SNS, video clips, audio clips or various news websites. In this competitive world, many news websites are mainly focused on publishing their contents to the website as fast as they can without taking time to label them correctly. This leads to a problem where readers cannot find news that they are interested in from a large amount of information on the website. In this paper, we propose a method to automatically label articles on the Thai language website using distributed representation of documents. The semantic similar words are extracted from paragraph vectors of each category of news and assign them as labels. We apply the convolutional neural network with binary classification approach to separate words from sentences and the result of the experiments indicated that our method can be applied to automatically label Thai news article effectively.

**Keywords**— Distributed representation; paragraph vector; Convolutional Neural Network; Binary Classification; automatic labeling; vector operation

## I. INTRODUCTION

Nowadays, receiving information from online media on the Internet plays an important role for people in this era. The news website is a kind of information service on the internet that updating the news in real-time with several categories of news articles. The number of news articles that each company has posted on their website every day become a large amount of information and it causes a problem for readers to find the news that they are really interested in. Labeling is a great solution to solve the problem. It helps a user to search for the related topic by assuming a word in the topic to be a keyword called "Label". The label is easier to search the similar articles and it can be used to classify categorization of images [1] and music [2].

McCallum and Nigam [3] proposed a supervised text classifier where the information was firstly extracted and manually classified to each category by human and used as a trained data set input to the naïve bay model. However, their work requires huge amount of labeled training data set and time-consuming.

Vilar et al. [4] conducted a study to classify a single instance to more than one category using multinomial models.

Their proposed method, iMLCU, can be used to classify unlabeled data to many possible related categories. The evaluation was done with twelve real-word multilabel data sets where their approach shows high efficiency against other multi-label learning approaches.

There are several previous works studied on the automatically assigning labels. However, no one published a research focusing on automatic labeling for Thai News Articles. In this paper, we propose a method to automatically label news articles with Vector Representation of Documents [5] focusing on Thai news website. The different of the news articles category classification in each language depend on the grammatical structure of words, syllables, and sentences, as well as the characters in each of their own languages. In Thai language, creating words consist of consonants and vowels. Therefore, the engine of Thai word segmentation is different from other language. In English sentences, words are separated from sentences by a space. However, Thai sentences have no space to separate words. To solve the problem, we applied Convolutional Neural Network (CNN), a deep learning model, to separate Thai sentences into words [6].

## II. PROPOSED METHOD

In this experiment, we use the news articles from the most popular Thai news articles website called Dailynews [7]. It contains about 6,000 articles from 4 categories of the news articles. The website also provides us a category of each news such as education news, entertainment news, IT news and sports news. Each category of the news article was extracted from 150 pages of Dailynews website, each page has approximately 10 articles and each category contains approximately 1,500 articles.

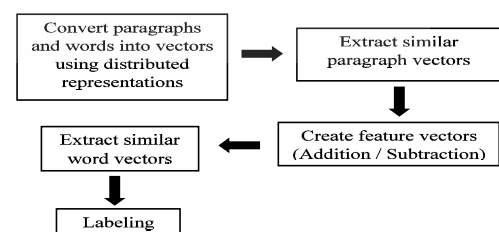


Fig. 1. Process of the proposed method.

In this paper, we propose a method that can automatically label Thai news articles. Before the news articles will be classified and created labels by our proposed method, we must convert words and documents to vectors using distributed representations technique as shown in Fig. 1.

After that, we calculate a feature vector from vector of target paragraph and similar paragraph [8]. If a similar paragraph is in the same genre news article with target paragraph, the vector operation calculates by addition. For example, a target article,  $doc2$ , is an article about figure skating competition at PyeongChang 2018 Olympic Winter and  $doc3$  is the article about two national figure skaters who are Youtubers. That means  $doc2$  and  $doc3$  are sports news articles. Thus, the feature vector is  $vec(doc2) + vec(doc3)$ . If a similar paragraph is not in the same genre news article with target paragraph, the vector operation calculates by subtraction. Thus, the feature vector is  $vec(doc2) - vec(doc1)$  as shown in fig. 2.

Finally, the word vectors obtain already from feature vector to compare with all word vectors in the vector space model for searching word vectors that are the closest with the feature vector and then assign them as labels.

#### A. Learning distributed representations of words

In this section proposes a concept of distributed representations of words [9]. Mikolov designed a new model that is a log – linear models. There are two model architectures for learning distributed representations of words to minimize computational complexity such as Continuous bag-of-word model (CBOW) and Continuous skip-gram model (SG). For this paper, we use log – linear model with CBOW model [10].

#### B. Learning distributed representations of documents

Paragraph vector is a vector representation of documents which converts all body of the news article to vector. For learning paragraph vectors is inspired by the learning word vectors in previous section. Concept of creating target word vector in this section is the same Multi-word context that predicts the target word from learning many context words which are surround the target word. But learning paragraph vectors is a different from Multi-word context to predict target word that it learns from all context words in the paragraph vector [10].

For Paragraph vector in every paragraph is mapped to a vector that is represented by matrix  $D$  and every word in a paragraph is also mapped to a vector that is represented by matrix  $W$ . If we compare two models between learning word vector with Multi-word context and paragraph vector as shown Fig. 3 that is the example of learning paragraph vector. From Fig. 3 suppose that is learning of  $doc_1$ , in part of input layer given that  $doc_1$  is mapped to be paragraph matrix  $D$  and then the matrix  $d$  is added into input matrix. Thus, input matrix is  $[w_{1k}, w_{2k}, w_{3k}, \dots, D]$  where  $D = w_{ck}$ . That means hidden vector  $h$  is constructed from matrix  $W$  and  $D$ .  $U$  and  $b$  are the parameters of hierarchical softmax [11]. As a result, the output vectors  $y_i$  are changed to follow as equation (1).

$$y_i = b + Uh(w_{i-k}, \dots, w_{i+k}, d; W, D) \quad (1)$$

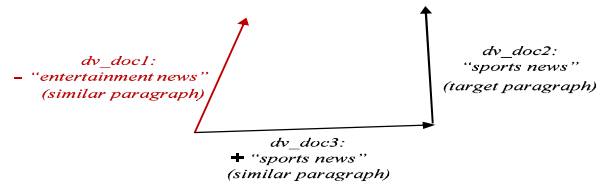


Fig. 2. Feature Vector.

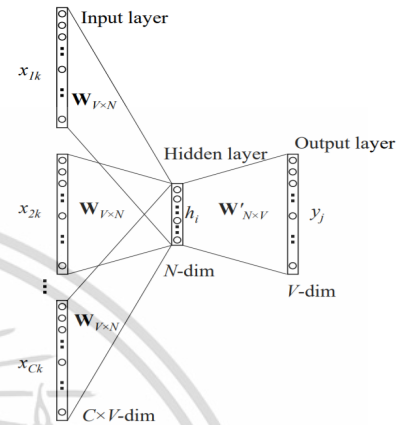


Fig. 3. Continuous bag-of-words model [10].

#### C. Similar word and paragraph vectors

For calculating semantic similarity of words and articles, there is a basic approach by calculating from the distance between two vectors. If the distance between two vectors is very close, the calculated value is “1”. But if the distance between two vectors is very far, the calculated value is “0”. This approach is Cosine similarity in equation (2).

$$\text{Cosine similarity} = u \cdot v / \|u\| \cdot \|v\| \quad (2)$$

Given that  $u$  is the target vector and  $v$  is the vector that compare with target vector in the vector space. From equation (2) can find paragraph vectors that is the closest with target paragraph vector. At the same time, word vectors that is the closest with target word vector.

#### D. Creating Feature Vectors representation

For this step, a new vector is created by using a vector operations as addition and subtraction. The vector operations apply to the target paragraph vector and similar paragraph vectors.

#### E. Labeling

Labeling is a searching similar words by using feature vector compare with word vectors in the vector space to calculate from equation (2). The results are the words that related to target article.

### III. EXPERIMENTS

In the experiments, the data set was pulled from Thai news articles in the Dailynews website using Beautiful Soup4, a python library that can extract the large number of data from a website using HTML tag. The data set were prepared by removing space, punctuation, and stop word as well as Thai word segmentation using CNN with Binary classification. When preparing the data set for the experiment has been finished, we would use them for categories classification of the news articles with the proposed method. The method starts from converting words and articles into vectors representations using distributed representations of documents and assign the results as labels. We choose to use the IT news articles data set for searching the words that are relevant to articles “astronomy”, “technology” and “game”. The results of related words, which were extracted from the method, can be divided into three cases: The first case is the words that has the similar meaning with a target article using a word vector to associate with the target article. The second case is the words that has the similar meaning with a target article by using a target paragraph vector of target article. The third case is the words that has the similar meaning with a target article by using calculation of vectors between the target paragraph and similar paragraph (Feature vector). Example of the results are shown in Tables I, II and III. The purpose of the experiments is to show a comparison of the differences in each case using the different target vector for searching the word associated with the target article to assign as labels.

Furthermore, we evaluate the efficiency of the proposed method whether the categories classification of articles effect on the labeling or not with Precision, Recall, and F-score [12]. We split the data set into two sets: training set 80% and testing set 20%. The results of the evaluation of categories classification are shown in Table IV.

### IV. RESULTS AND DISCUSSION

We examined the efficiency of the proposed method with IT news articles in Thai language data set. There are three topics of articles which are astronomy article, technologies article and game article. The results are shown in Tables I, II and III, respectively.

Table I shows similar words related to the astronomical phenomena article. In the first case, we use the vector of “ดาราศาสตร์” (Astronomy) to search for the similar words, which have a general meaning related to the astronomy. For example, the word “วิทยาศาสตร์” (Science) and “พิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์” (Science museum) are words that related to the astronomy in a science aspect. However, some words that are not related to the astronomy such as “ศิลปวัฒนธรรม” (Art and culture) also listed in the table. In the second case, we use the target paragraph vector instead of a word vector. The results in this case shows that the words listed in the table tends to be specific words of astronomical phenomena. However, some words are still not related to the astronomy such as “รัฐอริโซนา” (Arizona) and “รัฐแคลิฟอร์เนีย” (California). In the third case, we calculate vectors between target article and similar articles. The results

in this case is the most accurate since words that listed in the table are the specific words related to astronomical phenomena.

Table II shows similar words related to the Internet of Things (IoT) technology articles. In the first case, there are some unrelated words listed on the table such as “ประสบการณ์” (Experience). In the second case, some unrelated words still appear such as “พระโพธิสัตว์” (Buddha) and “มหากาพย์” (Epic). In the third case, most of words that appear in the table are the specific words related IoT technology.

Finally, Table III show similar words related to game article. In the first case, only three words that related to the gaming which are “eSports”, “ROG” and “สตรีม” (Stream) are listed. In the second case, mostly the listed words are about computer hardware and smartphone. There is just one word to associate with the computer gaming as “ชินจิ” (Shinji), who is a Japanese video game director and producer. In the third case, most of words that listed in the table are the specific words related to the computer gaming such as Republic of Gamers.

The experiment shows that using only a vector of target word to search for the similar words in the target article may be not sufficient since the words that listed in the table are mostly not similar to the vector target. In the second case, a vector of the target article is used as a key, the similar words may be more relevant to the target article than the first case but there are some unrelated words also listed. Finally, in the third case we calculate vectors between target article and similar articles. It shows the best accuracy rate comparing among three cases.

The performance evaluation of Thai news articles classification is shown in table IV. An accuracy of every category of the news articles was examined. The sports news articles have the highest accurate rate where precision, recall and F1-score is 0.91, 0.92 and 0.92 respectively. The average precision, recall, and F1-score is 0.89, 0.89 and 0.88 respectively. Therefore, the proposed method can be used to labeled articles efficiently.

### V. CONCLUSIONS

In this paper, we proposed the method to automatically label Thai news articles. Thai language has a structure of words, syllables and sentences differ from other languages. As a result, data preparation process for labeling must be different from other languages. The existing Thai word segmentation programs returns low accuracy rate. Therefore, we implemented CNN with Binary classification to the word segmentation process for better efficiency. Moreover, the proposed vector model provides better accuracy than others vector models as a target word vector and a target paragraph vector.

### ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Faculty of Engineering [2561-02-01-005]

REFERENCES

[1] Z. Akata, F. Perronnin, Z. Harchaoui, and C. Schmid, "Label-embedding for image classification," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 38, Issue: 7, pp. 1425-1438, July 2016.

[2] S. Oramas, O. Nieto, F. Barbieri, and X. Serra, "Multi-label music genre classification from audio text and images using deep features," Proceedings of the 18th International Society of Music Information Retrieval Conference (ISMIR 2017), arXiv preprint arXiv:1707.04916, Jul 2017.

[3] A. McCallum and K. Nigam, "A comparison of event models for naive bayes text classification," workshop on learning for text categorization pages 41-48. AAAI Press, 1998.

[4] D. Vilar, M. J. Castro, E. Sanchis, and L. F. I. Vi, "Multi-Label Classification with Unlabeled Data: An Inductive Approach," JMLR: Workshop and Conference Proceedings 29:197-212, 2013

[5] Q. V. Le and T. Mikolov, "Distributed representations of sentences and documents," Proceedings of 31st International Conference on Machine Learning, vol. 32, pp. 1188-1196, June 2014.

[6] C. Wang and B. Xu, "Convolutional neural network with word embeddings for Chinese word segmentation," arXiv preprint arXiv:1711.04411, Nov 2017.

[7] Dailynews. (February 21, 2018). <https://www.dailynews.co.th>

[8] T. Mikolov, W. Yih, and G. Zweig, "Linguistic regularities in continuous Space Word Representations," Proceedings of the 2013 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, pp. 746-751, June 2013.

[9] T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, and J. Dean, "Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space," arXiv preprint arXiv:1301.3781, Sep 2013.

[10] X. Rong, "Word2Vec parameter learning explained," arXiv preprint arXiv:1411.2738, Jun 2016.

[11] F. Morin and Y. Bengio, "Hierarchical probabilistic neural network language model," Proceedings of the Tenth International Workshop on Artificial Intelligence and Statistics, pp. 246-252, 2005.

[12] Scikit-learn. (February 21, 2018). Precision-Recall [Online]. Available: [http://scikit-learn.org/stable/auto\\_examples/model\\_selection/plot\\_precision\\_recall.html](http://scikit-learn.org/stable/auto_examples/model_selection/plot_precision_recall.html)

TABLE I. SIMILAR WORDS RELATED TO ASTRONOMY ARTICLES

<i>1st Case</i>	<i>2nd Case</i>	<i>3rd Case</i>
สคร. (National Astronomical Research Institute of Thailand)	คราสเต็ม (Total eclipse)	จันทรุปราคา (Lunar eclipse)
ฟ้าส่องไสว (The sky shines)	สุริยุปราคา (Solar eclipse)	คราสเต็ม (Total eclipse)
ศิลปวัฒนธรรม (Art and culture)	จันทรุปราคา (Lunar eclipse)	สุริยุปราคา (Solar eclipse)
วิทยาศาสตร์ (Science)	รัฐอริโซนา (Arizona)	จีนใต้ (South China Sea)
พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ (Science museum)	วงโคจร (Orbit)	วงโคจร (Orbit)
ปรากฏการณ์ (Phenomenon)	รัฐแคลิฟอร์เนีย (California)	หัวค่ำ (Early in the evening)
เอกภพ (Universe)	คราส (Eclipse)	เจมินิดส์ (Geminids Meteor Shower)

TABLE II. SIMILAR WORDS RELATE TO IOT TECHNOLOGY ARTICLES

<i>1st Case</i>	<i>2nd Case</i>	<i>3rd Case</i>
ประสบการณ์ (Experience)	ฮิตาชิ (Hitachi)	Intelligent
MediaTek	บิ๊กดาต้า (Big Data)	LORA
คลาวด์ (Cloud)	พระโพธิสัตว์ (Buddha)	ชาญฉลาด (Intelligence)
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (Science Technology)	IoT	Robotics
ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)	มหากาพย์ (Epic)	Systems
อะโดบี (Adobe)	Platform	ฮิตาชิ (Hitachi)
แพลตฟอร์ม (Platform)	ชาญฉลาด (Intelligence)	เทคโนโลยีคลาวด์ (Cloud Technology)

TABLE III. SIMILAR WORDS RELATE TO GAME ARTICLES

<i>1st Case</i>	<i>2nd Case</i>	<i>3rd Case</i>
eSports	แมคกานิคัล (Mechanical keyboard)	เกมเมอร์ (Gamer)
แบดมินตัน (Badminton)	โน้ตบุ๊ก (Notebook)	ROG (Republic of Gamers)
ROG (Republic of Gamers)	สเกล (Scale)	Combat
วอลเลย์ (Volley)	ชินจิ (Shinji)	โน้ตบุ๊ก (Notebook)
เอเชีย (Asian)	Laptop	เกมมิ่ง (Gaming)
สตรีม (Stream)	โลจitech (Logitech)	แมคกานิคัล (Mechanical keyboard)
เอเชียเกมส์ (Asian Games)	สมาร์ทโฟน (Smartphone)	พีซี (PC)

TABLE IV. EVALUATION OF CATEGORIES CLASSIFICATION

Category	Evaluation		
	Precision	Recall	F1-score
Education	0.87	0.88	0.88
Entertainment	0.86	0.92	0.89
IT	0.89	0.81	0.85
Sports	0.91	0.92	0.92
Total	0.89	0.89	0.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### ลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์

ชื่อผลงาน Concentration Measurement and Automatic Alert Application

ทะเบียนข้อมูลเลขที่ ว1. 7691

ตามคำขอแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 369429 วันที่ 13 กันยายน 2561

ให้ไว้ ณ วันที่ 24 กันยายน 2561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### การแสดงผลงานใน Engineering expo 11-13 ตุลาคม 2561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การแข่งในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รลข.01

ทะเบียนข้อมูลเลขที่ ว1. 7691

หนังสือรับรองการแจ้งข้อมูล

ลิขสิทธิ์

ออกให้เพื่อแสดงว่า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ได้แจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ ประเภทงาน - วรรณกรรม

ลักษณะงาน - โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อผลงาน - Concentration Measurement and Automatic Alert Application

ไว้ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา ตามคำขอแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 369429

เมื่อวันที่ 13 เดือน กันยายน พ.ศ. 2561

ให้ไว้ ณ วันที่ 24 เดือน กันยายน พ.ศ. 2561

ลงชื่อ.....*จ.วิเศษ*.....

(นายปรัชญา ไพโรจน์กุลมณี)

นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการพิเศษ

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักลิขสิทธิ์

**หมายเหตุ**

1. เอกสารนี้มิได้รับรองความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์
2. การเปลี่ยนแปลงรายการข้างต้น ให้ดูด้านหลัง

## ภาคผนวก ง

## สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสรุปลงผลิต โครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ / งบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2561.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงาน	จำนวน	ระบุรายละเอียดของผลลัพธ์ เช่น ชื่อ คุณสมบัติ (specification)
องค์ความรู้ใหม่		
กระบวนการใหม่	1	การตรวจจับสมาธิโดยใช้ข้อมูลทางชีวภาพของคน
เทคโนโลยีใหม่		
ต้นแบบ ภูมาระบุระดับของต้นแบบ ดังนี้		
- พร้อมใช้ (ผลิตภัณฑ์) (Product)		
- ระดับภาคสนาม (Field Prototype)		
- ระดับห้องปฏิบัติการ (Lab Prototype)	1	สายรัดข้อมือเพื่อวัดสมาธิของผู้สวมใส่
ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property)		
- สิทธิบัตร (Patent)		
- อนุสิทธิบัตร (Petty Patent)		
เป็นต้น - ลิขสิทธิ์ เช่น ซอฟต์แวร์ (Copyright, e.g. Software etc.)	1	ซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน
- เครื่องหมายทางการค้า (Trademark)		
มูลค่าของผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ ที่คาดว่าจะได้รับ		
การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ (Publications)		
- วารสาร ระดับนานาชาติ (International Journal)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การประชุม / สัมมนา าระดับนานาชาติ (International Conference)	2 scopus	1. ICEAST2018, Phuket 2. ICCAS2018, Korea
- วารสาร ระดับชาติ (National Journal)		
- การประชุม / สัมมนา ระดับชาติ (National Conference)		
การถ่ายทอดเทคโนโลยีต่างๆ		
อื่นๆ		จัดแสดงผลงานที่ Engineering expo



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลประวัติผู้วิจัย

### ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร. พิกุลแก้ว ตังติสานนท์

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

### ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปริญญาเอก	วิศวกรรมศาสตร์	Tokai university	2012
ปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตร์	KMITL	2005

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ แอนดรอยด์, Network, Security



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้