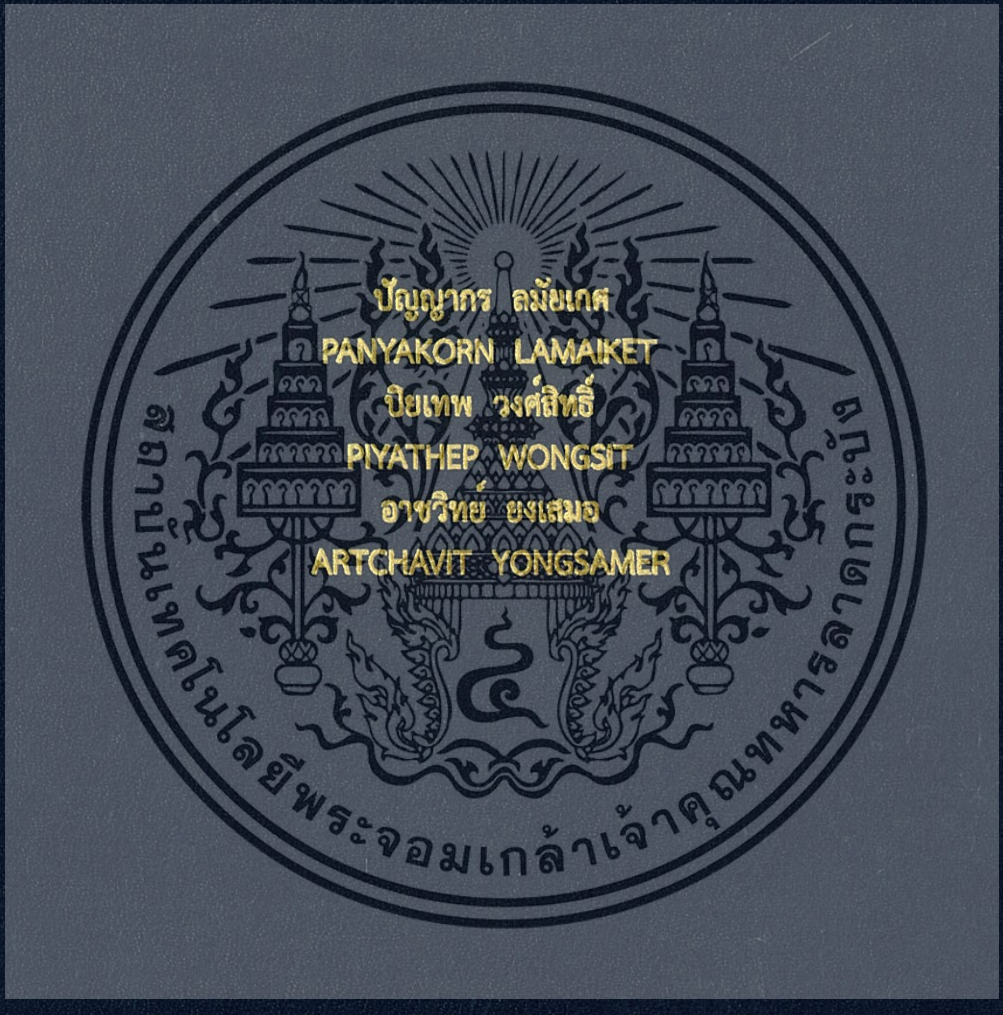
การควบคุมด้วยคลื่นสมอง

BRAIN WAVE CONTROL



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมด้วยคลื่นสมอง

BRAIN WAVE CONTROL

T143931

โดย

ปัญญากร ลมัยเกศ
PANYAKORN LAMAIKET
ปิยเทพ วงศ์สิทธิ์
PIYATHEP WONGSIT
อาชวิชญ์ ยงเสมอ
ARTCHAWIT YONGSAMER

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b12810599
i

เลขหมู่
เลขทะเบียน 143931
วัน,เดือน,ปี 04 MA 2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกลาเจาคุณทหารลาดกระบัง
พ .ศ . 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมด้วยคลื่นสมอง

BRAIN WAVE CONTROL

ผู้จัดทำ นายปัญญากร ลมัยเกศ รหัสนักศึกษา 55010751

นายปิยเทพ วงศ์สิทธิ์ รหัสนักศึกษา 55010766

นายอาชวิทย์ ยงเสมอ รหัสนักศึกษา 55011464

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ผศ.ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมด้วยคลื่นสมอง	
นักศึกษา	นายปัญญากร ลมัยเกศ	รหัสประจำตัว 55010751
	นายปิยเทพ วงศ์สิทธิ์	รหัสประจำตัว 55010766
	นายอาชวิทย์ ยงเสมอ	รหัสประจำตัว 55011464
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2558	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมด้วยคลื่นสมอง ศึกษาการทำงานของ Neurosky Chipซึ่งเป็นชิปที่ใช้สำหรับการประมวลผลคลื่นสมองทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino)เป็นตัวรับตัวส่งข้อมูลและนำคลื่นสมองมาใช้เป็นตัวควบคุมสิ่งต่างๆ ปริญญานิพนธ์นี้ศึกษาการเขียนโปรแกรม การควบคุมที่ใช้ร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino) กับ Neurosky Chip และบลูทูธโดยการควบคุมด้วยคลื่นสมองในโปรเจคนี้จะใช้ควบคุมลูกบอล (Sphero) ให้เคลื่อนไหวตามที่ต้องการ สามารถที่จะพัฒนาให้ผู้พิการทางด้านร่างกายมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นโดยการสั่งงานด้วยคลื่นสมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Brain Wave Control
Student	Mr. Panyakorn Lamaiket
	Mr. Piyathep Wongsit
	Mr. Atchavit Yongsamer
Degree	Bachelor of Engineering
Department	Electronics Engineering
Year	2015
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Yutthana Kitjaidure

Abstract

This project studies how to use brain wave to control devices and the work of Neurosky Chip, which process the EEG wave. We use Matlab program to calculate algorithm and receive data from Bluetooth. Then, use microcontroller arduino via serial port to control Sphero as required. Finally, this project can be develop for physical disability to improve quality of life by brain wave control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โปรเจคสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาโปรเจค ผศ.ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว ที่คอยให้คำปรึกษาในทุกๆเรื่อง และช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมถึงเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำโปรเจคและตลอดจนเอื้อเฟื้อสถานที่ จนโปรเจคเสร็จสมบรูณ์ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่คอยช่วยเหลือในเรื่องค่าใช้จ่าย และให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียน ขอขอบคุณพี่พิมที่คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในทุกปัญหา เพื่อนในห้องโปรเจคที่คอยอยู่ทำงานเป็นเพื่อนกันถึงดึกๆ และทุกคนที่มีส่วนร่วมกับโปรเจคครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

โครงงานนี้เป็นโครงงานในหัวข้อเรื่อง Bain wave control โดยตัวโครงงานเป็นการนำคลื่นสมองมาคอนโทรลอุปกรณ์ต่างๆโดยการใช้ Mindflex ในการนำคลื่นสมองออกมาโดยผ่าน Buletooth และ Auduino แสดงอยู่ในรูปสัญญาน LowDelta , MidDelta ,HighDelta , LowTheta , MidTheta, HighTheta , LowAlpha , MidAlpha , HighAlpha , LowBeta , MidBeta และ HighBeta โดยใช้โปรแกรม Mathlab ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของสัญญาณเพื่อนำมคอนโทรลอุปกรณ์ต่างๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ประกอบการศึกษาการคอนโทรลอุปกรณ์ต่างๆโดยใช้ Mindflex ซึ่งเอาไว้ใช้ในการช่วยคนพิการในการควบคุมสิ่งของต่างๆ รวมถึงสามารถใช้เป็นของเล่นเพื่อความเพลิดเพลิน

นายปัญญากร ลมัยเกศ
นายปิยเทพ วงศ์สิทธิ์
นายอาชวิทย์ ยงเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ I

Abstract II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ V

สารตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 1

1.5 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 Mindflex 3

2.2 การคำนวณ วิเคราะห์คลื่น 5

2.3 Buletooth 9

2.4 Arduino 10

2.5 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) 13

2.6 การจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (Neural networks classification) 14

2.7 Sphero 15

บทที่ 3 การออกแบบเครื่องวัดคลื่นสมองและหลักการทำงาน 16

3.1 Block Diagram 16

3.2 คุณสมบัติของเครื่องวัดคลื่นสมอง 17

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ 17

3.4 ขั้นตอนในรับข้อมูลคลื่นจาก Mindflex 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 21
4.1 Flow Chart 21
4.2 การทดลอง 22
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 32
5.1 สรุปผลการทดลอง 32
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน 32
5.3 แนวทางการแก้ไข 32
เอกสารอ้างอิง 33
ภาคผนวก 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ย่านความถี่ของคลื่นต่างๆ 22

4.2 ผลการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพของการสั่งงานด้วย Mindflex 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 Mindflex 3
2.2 ย่านความถี่ของคลื่นต่างๆ 4
2.3 สูตรความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับประชากร 6
2.4 สูตรความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับตัวอย่าง 6
2.5 การพาพื้นที่ใต้กราฟโดยวิธี Trapezoidal 8
2.6 การแจกแจงแบบเกาสเซียน 8
2.7 Bluetooth 9
2.8 บอร์ด Arduino ต่อกับ LED 10
2.9 บอร์ด Arduino ต่อกับ XBee Shield 10
2.10 การเขียนโปรแกรมบน Arduino 11
2.11 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload 11
2.12 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด 11
2.13 กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และโค้ดโปรแกรมและ Compile โค้ด 12
2.14 Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3) B 12
2.15 โครงสร้างการคำนวณของ Neuron 14
2.16 สมการของ Tan Sigmoid Function 14
2.17 โครงสร้างภายในของ Sphero 15
2.18 ที่ชาร์จแบต และ Sphero 15
3.1 Block diagram 16
3.2 ขา Tx ของ mindflex 17
3.3 ขา gnd ของ mindflex 18
3.4 การปรับโหมดของ mindflex 18
3.5 การต่อของ bluetooth 19
3.6 โค้ดและค่าที่ Arduino ได้รับ 19
3.7 สัญญาณ raw data ที่ได้จาก mindflex 20
4.1 Flowchartการทำงาน 21
4.2 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขกระพริบตา 23
4.3 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขนั่งสมาธิ 23
4.4 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขเพ่ง 24
4.5 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขกำมือ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 blockdiagram การแยกกลุ่มกิจกรรม 25
4.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของคลื่น 26
4.8 Toolbox Neural Network 26
4.9 Neural Pattern Recognition 27
4.10 Select Data 27
4.11 Validation and test data 28
4.12 Network Architecture 28
4.13 Train Network 29
4.14 Evaluate Network 29
4.15 Deploy Solution 30
4.16 Train Neural 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าไปมาก การใช้คลื่นสมองเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีได้รับความนิยม โดยใช้สั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความทันสมัยและยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย เช่น นำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ โดยให้ผู้พิการทางร่างกายใช้เพื่อสั่งงานต่างๆโดยมีนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยีนี้ได้แก่ สตีเฟน ฮอว์คิง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการสั่งงานต่างๆ จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ทางผู้จัดทำมีความสนใจที่ศึกษาเทคโนโลยีการใช้คลื่นสมองเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสั่งงานกับอุปกรณ์ต่างๆ ตามความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาคลื่นสมองแต่ละชนิด

1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของ Mindflex

1.2.3 เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลสั่งงานด้วยบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino)

1.2.4 เพื่อศึกษากระบวนการวิเคราะห์คลื่นสมองที่วัดได้จากอุปกรณ์ Mindflex และนำสัญญาณดังกล่าวมาประยุกต์ใช้

1.2.5 เพื่อศึกษากระบวนการวิเคราะห์และใช้งาน Matlab

1.2.6 เพื่อศึกษาการควบคุม Sphero ด้วย Matlab

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาการทำงานของชิป NeuroSky และข้อมูลของคลื่นสมองต่างๆ ด้วยการรับค่าจากบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino) เพื่อนำคลื่นสมองที่ได้มาวิเคราะห์ คำนวณ หาความแตกต่างด้วยโปรแกรม Matlab เพื่อที่จะสามารถใช้ในการสั่งงานหรือควบคุม Sphero ให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino)

1.4.2 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการคำนวณข้อมูลทางสถิติ

1.4.3 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม Mathlab

1.4.4 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการต่อ Bluetooth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 ทดลองต่อ Mindflex กับบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino) และ เชื่อมต่อข้อมูลผ่าน Bluetooth

1.4.6 สังเกตผลที่ได้จากการเชื่อมต่อเพื่อสังเกตคุณภาพของสัญญาณว่าสามารถนำไปใช้สำหรับการสั่งงานกับอุปกรณ์ได้หรือไม่

1.4.7 ศึกษาคลื่นที่ได้จากการคิดแบบต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ คำนวณ หาความแตกต่างของคลื่นในกิจกรรมแต่ละกิจกรรม เพื่อนำไปควบคุม Sphero ได้ตามต้องการ

1.4.8 ศึกษาการสั่งงาน Sphero ด้วยโปรแกรม Matlab

1.5 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีทักษะในการใช้บอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino) ร่วมกับ Mindflex

1.5.2 รู้จักคลื่นสมองและการวิเคราะห์ข้อมูลของคลื่นแต่ละชนิดมากขึ้น

1.5.3 ได้รับความรู้ทางสถิติ เพื่อใช้วิเคราะห์คลื่นสมอง

1.5.4 รู้จักวางแผนการทำงานให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น

1.5.5 สามารถนำโครงงานที่สำเร็จนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง

1.5.6 ได้รับความรู้ในการใช้โปรแกรม Mathlab

1.5.7 มีความรู้ในการควบคุม Sphero ด้วยโปรแกรม Matlab

1.5.8 มีความรู้ในการใช้ Toolbox สร้าง Neural Network ในโปรแกรม Matlab

1.5.9 ได้รับความรู้ในการสร้างกิจกรรมใดๆ ที่มีผลต่อคลื่นสมองส่วนหน้า

1.5.10 ได้รับบความรู้แต่ละย่านความถี่ของ EEG wave ว่ามีผลเกี่ยวเนื่องกับการทำกิจกรรมใดๆ ของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีเกี่ยวข้อง

2.1 Mindflex

สัญญาณที่เราวัดจาก Mindflex โดยชิปของ Neurosky เรียกว่าอีอีจี (EEG) หรืออิเล็กทรอเอนเซพาโลแกรม (Electroencephalogram) สัญญาณนี้ได้จากการวัดด้วยวิธีที่เรียกว่า อิเล็กทรอเอนเซพาโลกราฟี (Electroencephalography) วิธีนี้จะเป็นการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะหรือจากสมองภายในกะโหลกศีรษะแล้วแต่กรณี สัญญาณอีอีจีที่ตรวจวัดได้จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกับสมองหรือเส้นประสาทในบริเวณที่ตรวจวัด โดยสัญญาณอีอีจีในบางช่วงความถี่จะสะท้อนความนึกคิดและการกระทำของคลื่นสมองได้ดีเท่ากับสัญญาณที่ได้จากการวัดที่บริเวณกล้ามเนื้อบนใบหน้า สัญญาณอีอีจีจะครอบคลุมความถี่ในย่านประมาณ 0.1–30 เฮิรตซ์ (Hertz) เนื่องจากย่านความถี่นี้ตอบสนองต่อทั้งความนึกคิดของสมองและการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ จึงถูกเรียกว่าสัญญาณสมองและร่างกาย (Brain Body Signal)

รูปที่ 2.1 Mindflex

การวัดสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสมองเครื่องบันทึกคลื่นความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองหรือเรียกสั้นๆ ว่า เครื่อง EEG มีใช้กันค่อนข้างแพร่หลายและมีประวัติความเป็นมาที่ยาวนานเริ่มต้นมาตั้งแต่ ปี ค.ศ 1924 โดยนายแพทย์ Hans Berger ชาวเยอรมัน โดยเครื่อง EEG นี้สร้างจากกลุ่มอิเลกโทรดขนาดเล็ก ซึ่งอาจใช้ติดบนหนังศีรษะโดยตรงหรือติดไว้บนหมวกอีลาสติกที่ใช้ครอบลงบนศีรษะเพื่อความสะดวกรวดเร็ว อุปกรณ์นี้มีราคาไม่แพงนักและนิยมใช้จำนวนของอิเลคโทรดตั้งแต่ 10-300 ตัว สัญญาณ EEG หรือศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ จะมีขนาดอยู่ในหลักสิบไมโครโวลต์ ค่าศักย์ไฟฟ้าบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังศีรษะที่วัดได้นี้ ถูกนำมาช่วยในการวิเคราะห์ทางการแพทย์ เช่น ในคนไข้โรคลมชัก จะสามารถมองเห็นคลื่นไฟฟ้าที่มีความผิดปกติได้อย่างชัดเจนในขณะที่คนไข้เกิดอาการชัก เป็นต้น

คลื่นไฟฟ้าสมองอาจจะมีความแตกต่างได้ในแต่ละบุคคล อายุ หรือในขณะหลับหรือตื่น สามารถแยกประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมองตามความถี่ของคลื่นเป็นรอบต่อวินาทีได้ 4 ประเภท

1.คลื่นอัลฟา (alpha) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 8 ถึง 12 Hz ตำแหน่งที่พบคลื่นอัลฟาได้เด่นชัดคือสมองส่วนท้ายจะตรวจเจอในขณะที่อยู่ในสภาวะพักหรือในขณะที่หลับตา คลื่นอัลฟาจะหายไปเมื่อผู้ป่วยลืมตาหรือใช้สมาธิ

2. คลื่นเบต้า (beta) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 12 ถึง 30 Hzพบได้ทั่วๆ ไปบริเวณสมองส่วนหน้า คลื่นเบต้าจะเพิ่มจากภายนอกเป็นจำนวนมาก จนถึงก่อให้เกิดความสับสน วุ่นวาย คลื่นสมองที่เกิดขึ้นในช่วงนี้จะมีความถี่สูง

3. คลื่นเธต้า (theta) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 4 ถึง 7 Hz พบได้ปกติในเด็กและในทุกอายุขณะนอนหลับใหม่ๆ พบได้ชัดที่สมองส่วนบริเวณขมับ (temporal lobe) มีความสัมพันธ์กับสภาพอารมณ์ซึ่งจะพบในผู้ป่วยโรคจิต

4. คลื่นเดลต้า (delta) คลื่นชนิดความถี่น้อยกว่า 3 Hz ไม่พบในคนปกติที่ตื่นอยู่ แต่พบได้ในคนนอนหลับปกติหรืออาจตรวจพบเป็นคลื่นไฟฟ้าผิดปกติ

Brainwave Type	Frequency range	Mental states and conditions
Delta	0.1Hz to 3Hz	Deep, dreamless sleep, non-REM sleep, unconscious
Theta	4Hz to 7Hz	Intuitive, creative, recall, fantasy, imaginary, dream
Alpha	8Hz to 12Hz	Relaxed, but not drowsy, tranquil, conscious
Low Beta	12Hz to 15Hz	Formerly SMR, relaxed yet focused, integrated
Midrange Beta	16Hz to 20Hz	Thinking, aware of self & surroundings
High Beta	21Hz to 30Hz	Alertness, agitation

รูปที่ 2.2 ย่านความถี่ของคลื่นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การคำนวณ วิเคราะห์คลื่น

2.2.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean , Average , $\bar{x}$)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) จัดว่าเป็นค่าที่มีความสำคัญมากในวิชาสถิติ เพราะค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดีที่สุด เพราะ 1)เป็นค่าที่ไม่เอนเอียง 2)เป็นค่าที่มีความคงเส้นคงวา 3)เป็นค่าที่มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และ 4)เป็นค่าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตก็มีข้อจำกัดในการใช้ เช่น ถ้าข้อมูลมีการกระจายมาก หรือข้อมูลบางตัวมีค่ามากหรือน้อยจนผิดปกติ หรือข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะไม่สามารถเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลได้

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่ ($\bar{x}$)

ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตสามารถหาได้โดย

สูตร $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

เมื่อ x_i แทนค่าสังเกตของข้อมูลลำดับที่ i n แทนจำนวนตัวอย่างข้อมูล

นิยาม ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ ผลรวมของค่าสังเกตหรือค่าของตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจทุกค่าของข้อมูล แล้วหารด้วยจำนวนตัวอย่างของข้อมูล

2.2.2 ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation ; S.D.)

เป็นการวัดการกระจายของคะแนนรอบๆ ค่าเฉลี่ย(Mean) คล้ายๆ กับส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย แต่แก้ปัญหาค่าสัมบูรณ์โดยใช้วิธียกกำลังสอง ค่าผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย ทำให้เครื่องหมายลบหมดไปเมื่อหาค่าเฉลี่ยของผลรวม

กรณีข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่ มีสูตรดังนี้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง s

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}{N}} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

จะเห็นได้ว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก็คือรากที่สองของความแปรปรวน เขียนเป็นสูตรได้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาร ^{2} = ความแปรปรวน

ดั้งนั้นถ้าทราบความแปรปรวนของข้อมูลแล้ว จะสามารถหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้โดยการถอดรากที่สองของความแปรปรวนนั้น เขียนเป็นสูตรในรูปสัญลักษณ์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \qquad \text{หรือ} \qquad s = \sqrt{s^2}$$

สำหรับประชากร

	ความแปรปรวน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กรณีข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่		
• สูตรในรูปคะแนนเบี่ยงเบน	$\sigma^2 = \frac{\Sigma(x-\mu)^2}{N}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\mu)^2}{N}}$
• สูตรที่อยู่ในรูปคะแนนดิบ	$\sigma^2 = \frac{\Sigma x^2}{N} - \mu^2$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N} - \mu^2}$
กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่		
• สูตรในรูปคะแนนเบี่ยงเบน	$\sigma^2 = \frac{\Sigma f(x-\mu)^2}{N}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f(x-\mu)^2}{N}}$
• สูตรที่อยู่ในรูปคะแนนดิบ	$\sigma^2 = \frac{\Sigma fx^2}{N} - \mu^2$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma fx^2}{N} - \mu^2}$

รูปที่ 2.3 สูตรความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับประชากร

สำหรับตัวอย่าง

	ความแปรปรวน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กรณีข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่		
• สูตรในรูปคะแนนเบี่ยงเบน	$s^2 = \frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1}$	$s = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1}}$
• สูตรที่อยู่ในรูปคะแนนดิบ	$s^2 = \frac{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}$	$s = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$
กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่		
• สูตรในรูปคะแนนเบี่ยงเบน	$s^2 = \frac{\Sigma f(x-\bar{x})^2}{n-1}$	$s = \sqrt{\frac{\Sigma f(x-\bar{x})^2}{n-1}}$
• สูตรที่อยู่ในรูปคะแนนดิบ	$s^2 = \frac{\Sigma fx^2 - n\bar{x}^2}{n-1}$	$s = \sqrt{\frac{\Sigma fx^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$

รูปที่ 2.4 สูตรความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับตัวอย่าง

2.2.3 การแปลงฟูเรียร์ (Fourier transform)

สำหรับการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ค่าสัญญาณในทั้งสองโดเมนจำเป็นต้องมีค่าเป็นดิจิทัล ซึ่งคือฟังก์ชันค่าไม่ต่อเนื่อง $x[n]$ บนโดเมนไม่ต่อเนื่อง แทนที่จะเป็นโดเมนต่อเนื่องในช่วงจำกัด หรือ เป็นคาบ ในกรณีนี้เราจะใช้ การแปลงฟูเรียร์ไม่ต่อเนื่อง (discrete Fourier transform-DFT) ซึ่งเขียนแทน $x[n]$ ด้วยผลบวกของฟังก์ชันคาบ

$$x[n] = \frac{1}{N}\sum_{K=0}^{N-1} X[k] e^{2\pi i n k/N} \qquad n = 0, \ldots, N-1$$

โดยที่ $x[k]$ คือ ค่าขนาดบนโดเมนการแปลง การคำนวณจากสมการข้างต้นจะใช้ความซับซ้อนในการคำนวณ ดังนั้นจึงใช้โดยการใช้ขั้นตอนวิธีการแปลงฟูรีเยอย่างเร็ว (fast Fourier transform-FFT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงฟูเรียร์ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณในโดเมนเวลาหรือสัญญาณที่เป็นฟังกชันของเวลาให้อยู่ในรูปของสัญญาณในโดเมนความถี่หรือสัญญาณที่เป็นฟังกชันของความถี่ ซึ่งจะเรียกกันทั่วไปว่า “สเปกตรัม (spectrum)” สเปกตรัมของสัญญาณมีประโยชนมากสำหรับนำไปใช้เพื่อการออกแบบอุปกรณในระบบสื่อสารต่างๆ เช่น วงจรกรอง (filter) และ อีควอไลเซอร (equalizer) เป็นต้น นอกจากนี้การวิเคราะห์สัญญาณใน โดเมนความถี่จะง่ายกว่าการวิเคราะหสัญญาณในโดเมนเวลา รวมทั้งสัญญาณในโดเมนความถี่ยังบอกให้ทราบถึงแบนดวิดท (bandwidth) และรูปร่างสเปกตรัมของสัญญาณ ซึ่งช่วยทำให้เข้าใจคุณสมบัติต่างๆ ของสัญญาณเหล่านั้นมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่นวงจรกรอง แต่ละแบบจะยอมให้สัญญาณช่วงแถบความถี่หนึ่งผ่านไปไดในขณะที่จะเกิดการลดทอน (attenuation) ในอีกชวงแถบความถี่หนึ่ง

2.2.4 การหาพื้นที่ใต้กราฟโดยใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal IntegrationMethod)

เป็นการใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ง่ายๆ เพื่อคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟ วิธีนี้มีประโยชน์ในการใช้หาค่า F_0 โดยไม่จำเป็นต้องเขียนกราฟระหว่างค่า Lethal rate กับเวลา ซึ่งถ้าทำด้วยความระมัดระวังจะ ให้ค่า F_0 ที่ดี กฎของ Trapezoidal integration กล่าวได้ว่า “เพื่อหาพื้นที่ใต้กราฟให้แบ่งฐาน (เวลา) ออกเป็นส่วนๆ เท่าๆ กัน จำนวนเท่าใดก็ได้และลากเส้นตรงตั้งฉากจากฐานขึ้นไปพบกับเส้น Curve แล้วแบ่งครึ่งเส้นตั้งฉากแรกและเส้นตั้งฉากสุดท้าย จากนั้นนำไปรวมกับผลบวกของเส้นตั้งฉากที่เหลือ แล้วคูณผลรวมที่ได้ด้วยระยะห่างที่แบ่งฐานออกเท่าๆกันจะได้พื้นที่”

กฎสี่เหลี่ยมคางหมู เราจะแบ่งช่วงขีดจำกัดเริ่มจาก a ถึง b ออกเป็นส่วนย่อย n ส่วนเท่าๆกันจะได้สี่เหลี่ยมคางหมูที่มีขอบเขตของแต่ละส่วนอยู่ที่ตำแหน่ง $x_0, x_1, x_2, ..., x_n$ พิจารณาที่สี่เหลี่ยมลำดับที่ i ซึ่งอยู่ระหว่าง x_{i-1} และ x_i จะมีความกว้าง ความสูงด้านซ้าย และความสูงด้านขวาเป็น $w = \frac{b-a}{n}$, $f(x_i - 1)$ และ $f(x_i)$ จะคำนวณหาพื้นที่ได้จากสมการ

$$A_i = \frac{w}{2}(f(x_{i-1}) + f(x_i))$$

ซึ่งได้มาจากสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

$$A = mw$$

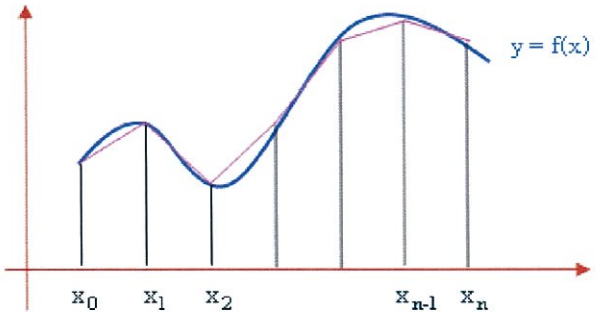
โดยที่ $$m = \frac{1}{2}(a+b)$$

เมื่อแทน m จะได้ $$A = \frac{1}{2}(a+b)w$$

พื้นที่ทั้งหมดของสี่เหลี่ยมคางหมูจำนวน n รูปจะใช้แทนเป็นค่าปริพันธ์ ดังนั้นเมื่อกำหนดให้ T_n คือเป็นผลรวมของพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูแต่ละรูปจะได้

$$T_n = A_1 + A_2 + A_3 + ... + A_{n-1} + A_n$$

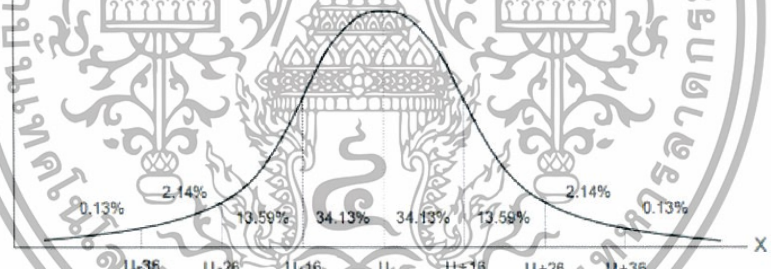
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การพาพื้นที่ใต้กราฟโดยวิธี Trapezoidal

2.2.5 การแจกแจงแบบปกติ หรือการแจกแจงแบบเกาสเซียน (Normal or Gaussian distribution)

สามารถใชไดกับขอมูล สถานการณ และปรากฏการณตาง ๆ ไดหลากหลาย เชน น้ำหนัก ส วนสูง อายุการใชงาน เปนตน และยังใชในการวิเคราะหสถิติอนุมาน รูปแบบการแจกแจงแบบปกติ แสดงดวย เสนโคงความนาจะเปน ที่มีพื้นที่ใตเสนโคงทั้งหมดเปน 1 ลักษณะของเสนโคงปกติเปนรู ประฆังคู่ำ มีจุดศูนยกลางที่ค่าเฉลี่ยของประชากร และสมมาตรรอบค่าเฉลี่ย ซึ่งทำใหค่าเฉลี่ย มัธย ฐานและฐานนิยม อยูที่จุดเดียวกัน



รูปที่ 2.6 การแจกแจงแบบเกาสเซียน

สมการแบบการแจกแจงแบบเกาสเซียนได้แก

$$Y = \frac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(X-u)^2/2}\sigma^2$$

Y = สวนสูงของเสนโคงเมื่อเขียนบนแกน
X = คะแนนดิบ
N = จำนวนขอมูล
π = คาคงที่ (มีคาเทากับ 3.14159)
σ = สวนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการแจกแจง
e = คาคงที่ (มีคาเทากับ 2.71835)
μ = คาเฉลี่ยของการแจกแจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Buletooth

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูทูธ ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากไม่จำกัดพื้นที่ มิต้องใช้อุปกรณ์ที่เป็นสายสัญญาณ สามารถเชื่อมต่อได้ไกล เช่น การส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องหนึ่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกเครื่องหนึ่ง หากส่งผ่านสายสัญญาณ จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อทำให้อุปกรณ์ทั้งสองเชื่อมต่อกันได้ แต่เทคโนโลยีบลูทูธ ช่วยให้การส่งข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งสองสะดวกขึ้นโดยการส่งผ่านคลื่นวิทยุ

2.3.1ระยะเชื่อมต่อของบลูทูธ

อุปกรณ์บลูทูธถูกแบ่งออกเป็นสามระดับ ตามความสามารถในการส่งข้อมูลดังนี้

-ระดับหนึ่ง (Class 1) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 100 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 100 มิลลิวัตต์

-ระดับสอง (Class 2) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 10 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 2.5 มิลลิวัตต์

-ระดับสาม (Class 3) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 1 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 1 มิลลิวัตต์

2.3.2 เราใช้ HC-05 Bluetooth module feature

-Bluetooth v2.0+EDR,class 1,2,3

-ใช้เชื่อมต่อได้ทั้งคอมพิวเตอร์ มือถือ Android , iPhoneและมือถืออื่นๆที่มีBluetooth

-ใช้ไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 3.6-6v (ใช้3.3vได้)

-มี connector และสายสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อบอร์ด Arduino หรือบอร์ดพัฒนา MCU ตระกูลอื่นได้ง่ายดาย

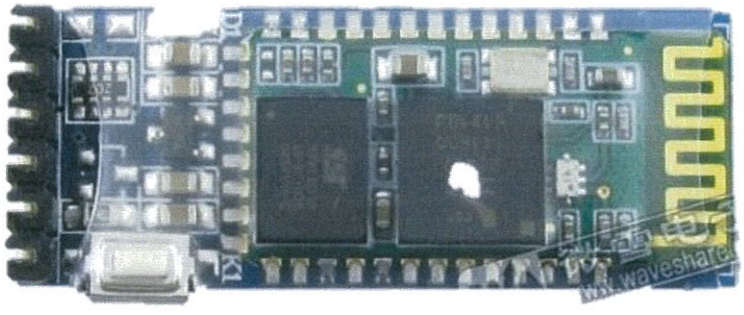
-มีขาสัญญาณสำหรับต่อใช้งาน 4 ขา คือ VCC, GND, TXD, RXD

-สามารถตั้งค่า parameter ต่างๆ เช่น Baud rate, ID, password โดยใช้ AT Command

Baud rate สูงสุด 1382400 bps

-มี LED แสดงสถานการณ์ทำงานของ Module

-ขนาด 3.57*1.52cm



รูปที่ 2.7 Bluetooth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 วิธีการทดสอบ Bluetooth Module เบื้องต้น บนWindows 7

-Default parameter ; Baud rate :9600N81,ID:linvor,Password : 1234

-ทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ Bluetooth module LED แสดงสถานะจะกระพริบ แสดงว่า module กำลังรอการเชื่อมต่อจาก Master

- ทำการ add device โดยคลิกที่ star-> device and printer ->add device แล้ว windows จะทำการค้นหา device ให้เลือกที่ linvor แล้วใส่รหัส 1234

-หลังจากทำการ pair device แล้ว windows จะติดตั้ง buletooth serial driver ให้

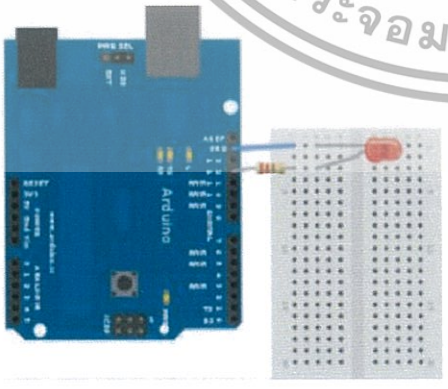
-เปิดโปรแกรม hyperterminal หรือโปรแกรม serial port monitor เลือกพอร์ทที่เป็น Bluetooth serial port แล้วทำการเชื่อมต่อถึงตรงนี้ LED สถานะจะติดค้างเมื่อโปรแกรมทำการเปิดพอร์ทได้แล้ว

2.4 Arduino

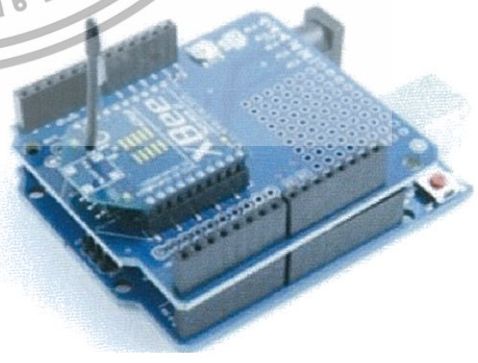
2.4.1 Arduino

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด (ดูตัวอย่างรูปที่ 1) หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ (ดูตัวอย่างรูปที่ 2) เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย



รูปที่ 2.8 บอร์ด Arduino ต่อกับ LED



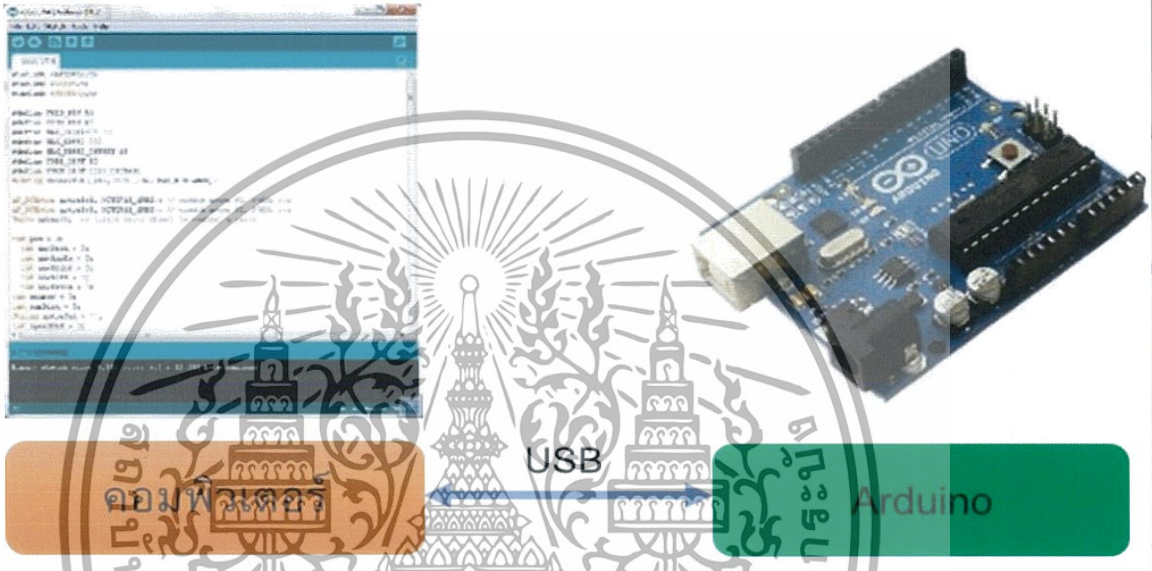
รูปที่ 2.9 บอร์ด Arduino ต่อกับ XBee Shield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- ราคาไม่แพง
- Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

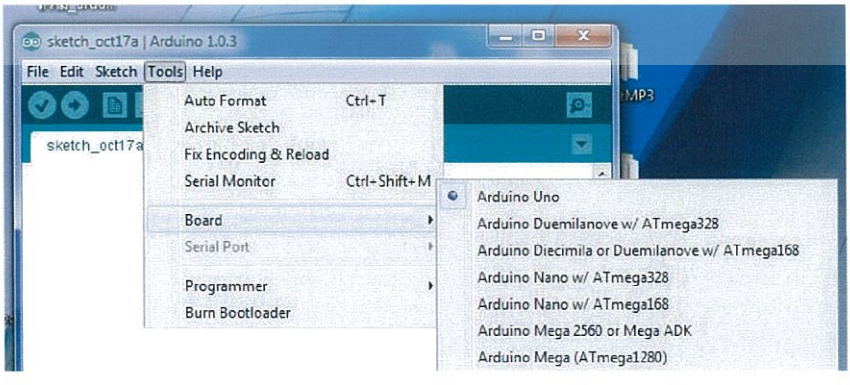
2.4.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino



รูปที่ 2.10 การเขียนโปรแกรมบน Arduino

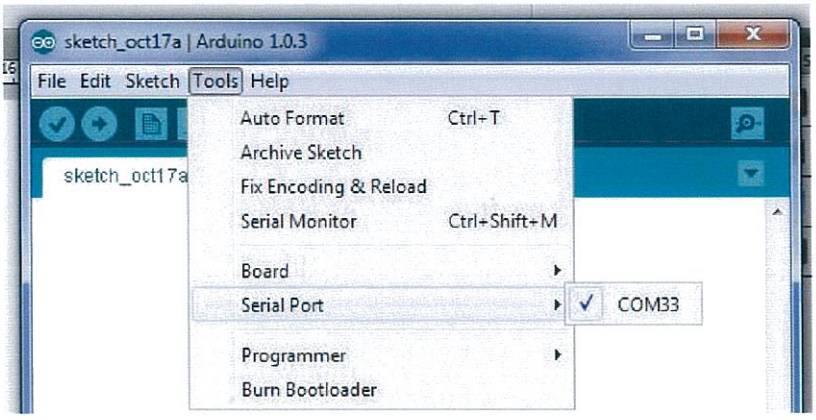
1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software

2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port



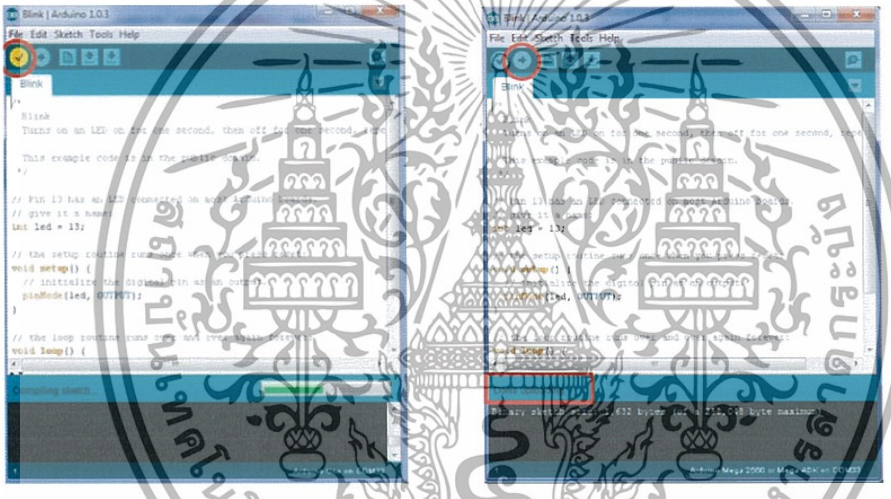
รูปที่ 2.11 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



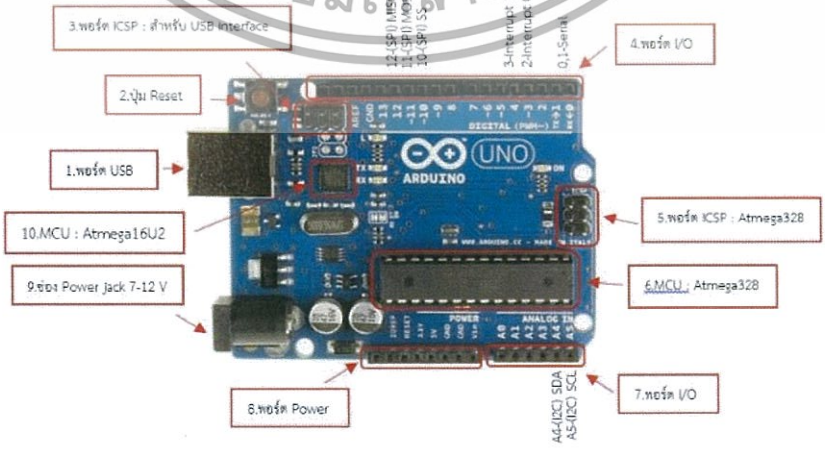
รูปที่ 2.12 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรมจากนั้นกด ปุ่ม Upload โค้ดโปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออับโหลดเรียบร้อยแล้วจะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



รูปที่ 2.13 กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และโค้ดโปรแกรมและ Compile โค้ด

2.4.4 Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)



รูปที่ 2.14 บอร์ด Arduino UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.USBPort: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2.Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3.ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

4. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากบาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5.ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/OPort: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว เปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8.Power Port:ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2.5 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

การเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนามาจากการศึกษาการรู้จำแบบ เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการสร้างอัลกอริทึมที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลและทำนายข้อมูลได้ อัลกอริทึมนั้นจะทำงานโดยอาศัยโมเดลที่สร้างมาจากชุดข้อมูลตัวอย่างขาเข้าเพื่อการทำนายหรือตัดสินใจในภายหลังแทนที่จะทำงานตามลำดับของคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์

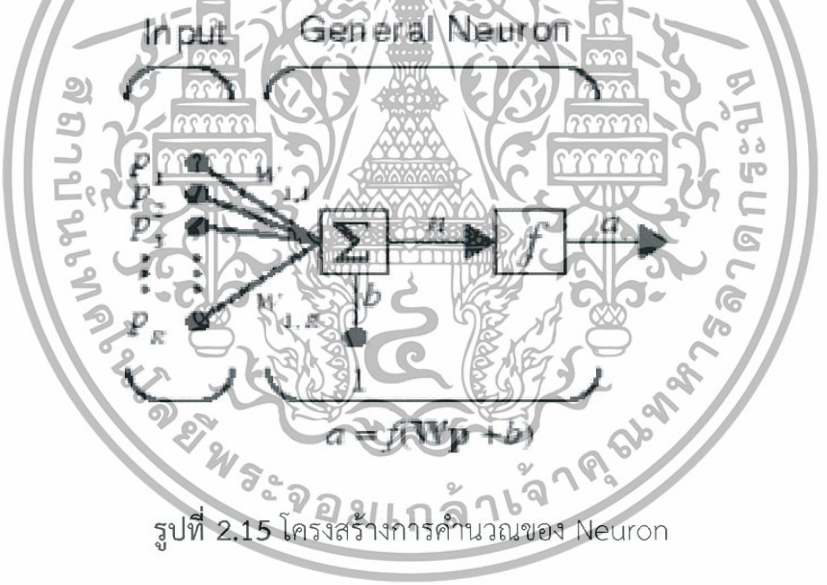
การเรียนรู้ของเครื่องเกี่ยวข้องอย่างมากกับสถิติศาสตร์ เนื่องจากทั้งสองสาขาศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการทำนายเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับสาขาการหาค่าเหมาะที่สุดในทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี และการประยุกต์ใช้ การเรียนรู้ของเครื่องสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการกรองอีเมล์ขยะ การรู้จำตัวอักษร และเครื่องมือค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

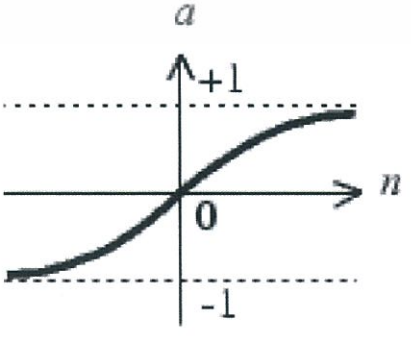
2.6 การจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks Classification)

การจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมหรือ Neural network ซึ่งเป็นวิธีการสร้างที่ได้มาจากการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ โดยระบบมีการประมวลผลที่คล้ายกับหน่วยความจำหรือเซลล์ประสาทจำนวนมากที่มีการเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย

การทำงานของ Neural networks คือเมื่อมี input เข้ามายัง network ก็เอา input มาคูณกับ weight ของแต่ละขา ผลที่ได้จาก input ทุกๆ ขาของ neuron จะเอามารวมกันแล้วก็เอามาเทียบกับ threshold ที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่า threshold แล้วneuron ก็จะส่ง output ออกไป output นี้ก็จะถูกส่งไปยัง input ของ neuron อื่น ๆ ที่เชื่อมกันใน network ถ้าค่าน้อยกว่า threshold ก็จะไม่เกิด output สิ่งสำคัญคือเราต้องทราบค่า weight และ threshold สำหรับสิ่งที่เราต้องการเพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จำ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการสอนให้มันรู้จัก pattern ของสิ่งที่เราต้องการให้มันรู้จำ



รูปที่ 2.15 โครงสร้างการคำนวณของ Neuron



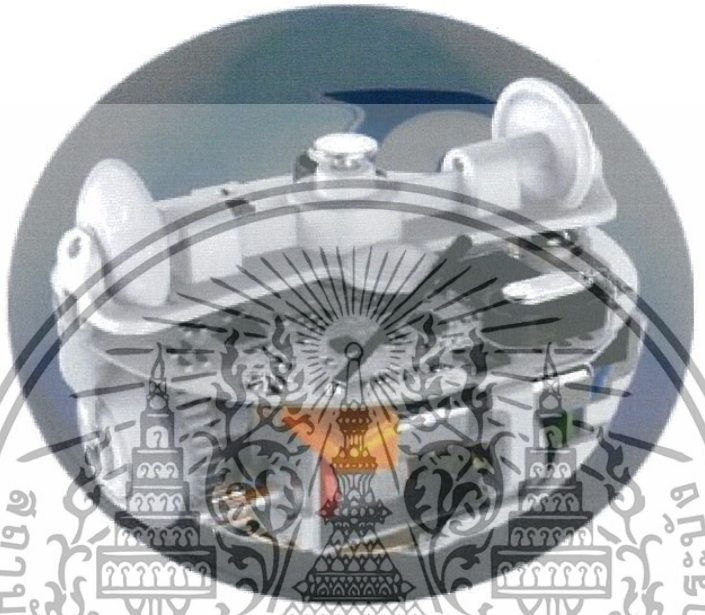
$$a = tansig(n) = \frac{2}{(1+e^{-2n})} - 1$$

รูปที่ 2.16 สมการของ Tan Sigmoid Function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Sphero

Sphero ของเล่นหุ่นยนต์บังคับที่มีหน้าตาเป็น "ลูกบอล" สามารถควบคุมไร้สายด้วยบลูทูธเพื่อให้กลิ้งไปในทิศทางที่ต้องการได้ โดยใช้เซ็นเซอร์ Gyro + Accelerometer ในการควบคุมให้ Sphero กลิ้งไปในทิศทางที่ต้องการด้วยความเร็วที่เหมาะสม สำหรับ Sphero จะได้รับการพัฒนาให้มีความเร็วในการกลิ้งเพิ่มขึ้นเป็น 7 ฟุตต่อวินาที อีกทั้งเพิ่ม LED ให้มีสีสันหลากหลายตลอดจนการเชื่อมต่อการชาร์จแบตด้วยวิธีเหนี่ยวนำแบบไร้สาย



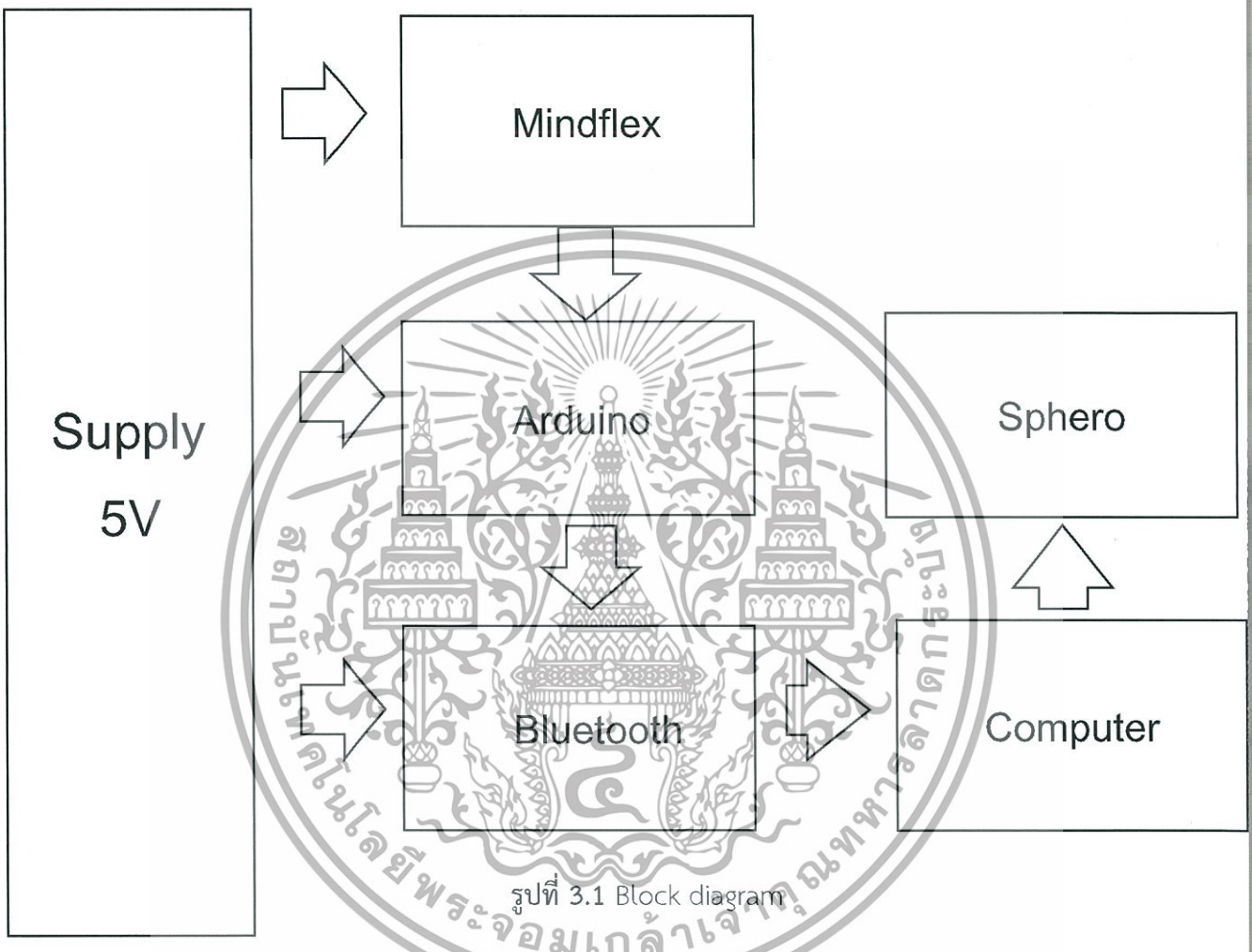
รูปที่ 2.17 โครงสร้างภายในของ Sphero

รูปที่ 2.18 ที่ชาร์จแบต และ Sphero

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบเครื่องวัดคลื่นสมองและหลักการทำงาน

3.1 Block Diagram



รูปที่ 3.1 Block diagram

Block diagram แสดงการทำงานของ Mindflex โดยไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลต์จ่ายให้ Mindflex, บอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino) และ Bluetooth โดย Mindflex เป็นตัวอ่านข้อมูลคลื่นสมอง รับข้อมูลด้วยบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino) เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Computer ผ่านทาง Bluetooth แล้วนำไปวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม Matlab เพื่อหาความแตกต่างของแต่ละเงื่อนไข โดยใช้ความแตกต่างไปควบคุม Sphero ให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางที่เราต้องการ

3.2 คุณสมบัติของเครื่องวัดคลื่นสมอง มีดังนี้

โดยจะนำสัญญาณเหล่านี้ไปใช้ในการกำหนดคำสั่งให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมการทำงาน สัญญาที่ใช้ในการควบคุมคือ Low Delta, Mid Delta, high Delta, Low Theta, Mid Theta, High Theta, Low alpha, Mid alpha, High alpha, Low beta, Mid beta และ High beta

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ

3.3.1 Mindflex

เราเลือกใช้ Mindflex วัดคลื่นสมองซึ่งใน Mindflex นั้นจะมี Neurosky chip ซึ่งเป็นไมโครชิปที่วิเคราะห์สัญญาณดังกล่าว

3.3.2 Microcontroller

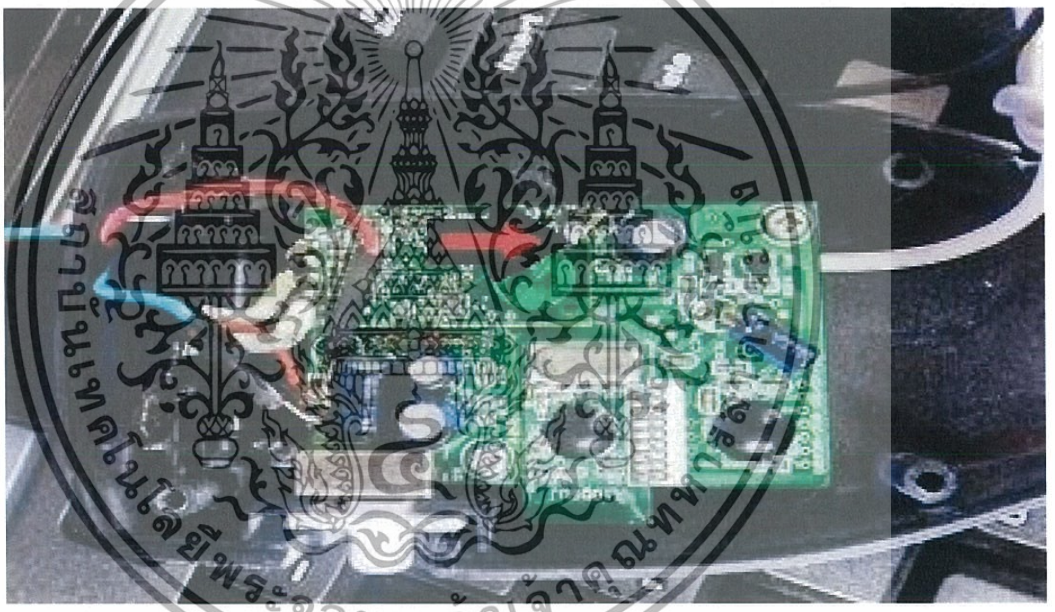
เราเลือกใช้บอร์ด Arduino UNO R3 ในการรับค่าต่างๆของคลื่นสมอง สามารถหาซื้อได้ง่าย นอกจากนั้นภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งการทำงานไม่ใช่ภาษาที่ซับซ้อนมากนัก สามารถเขียนและศึกษาได้ด้วยตนเองและมีlibraryมากมายให้เลือกใช้

3.3.3 Bluetooth

เราเลือกใช้ bluetooth HC-05 ในการเชื่อมต่อระหว่าง Arduino borad กับ computer

3.4 ขั้นตอนในรับข้อมูลคลื่นจาก Mindflex

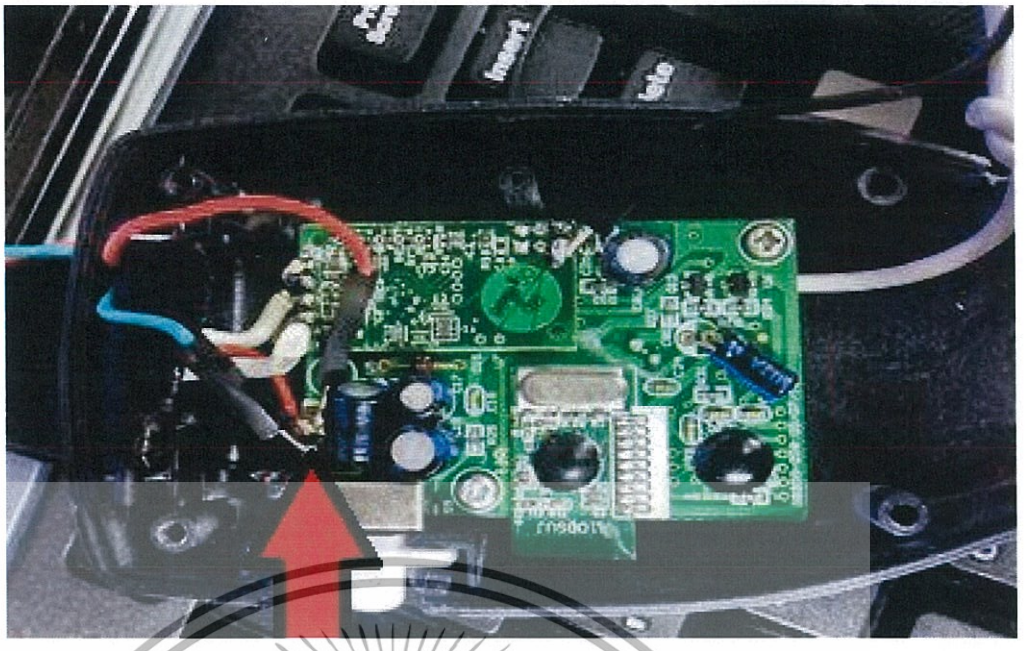
3.4.1.ต่อขา Tx ของ Mindflex ไปยัง Rx ของ Arduino borad



รูปที่ 3.2 ขา Tx ของ Mindflex

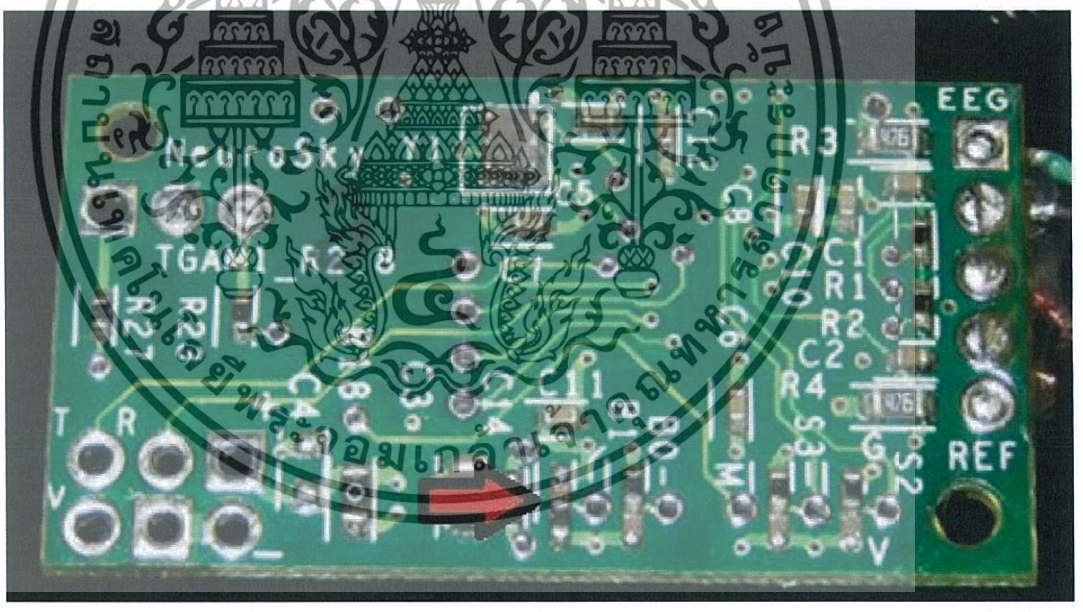
3.4.2. ต่อ Ground ของ Mindflex กับ Ground ของ Arduino

143931
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ขา Ground ของ Mindflex

3.4.3 เปลี่ยนโหมดการส่งค่าของ Mindflex เพื่อสามารถรับ Rawdata ได้

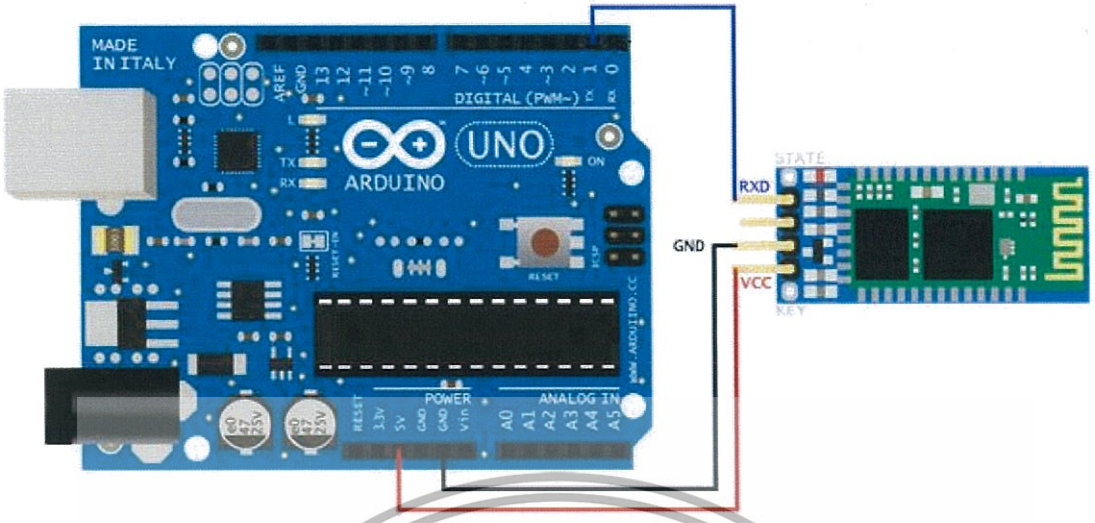


รูปที่ 3.4 การปรับโหมดของ Mindflex

จากรูปที่ 3.4 เปลี่ยนตำแน่งของ R เพื่อรับค่า Raw data ที่ baudrate 57600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

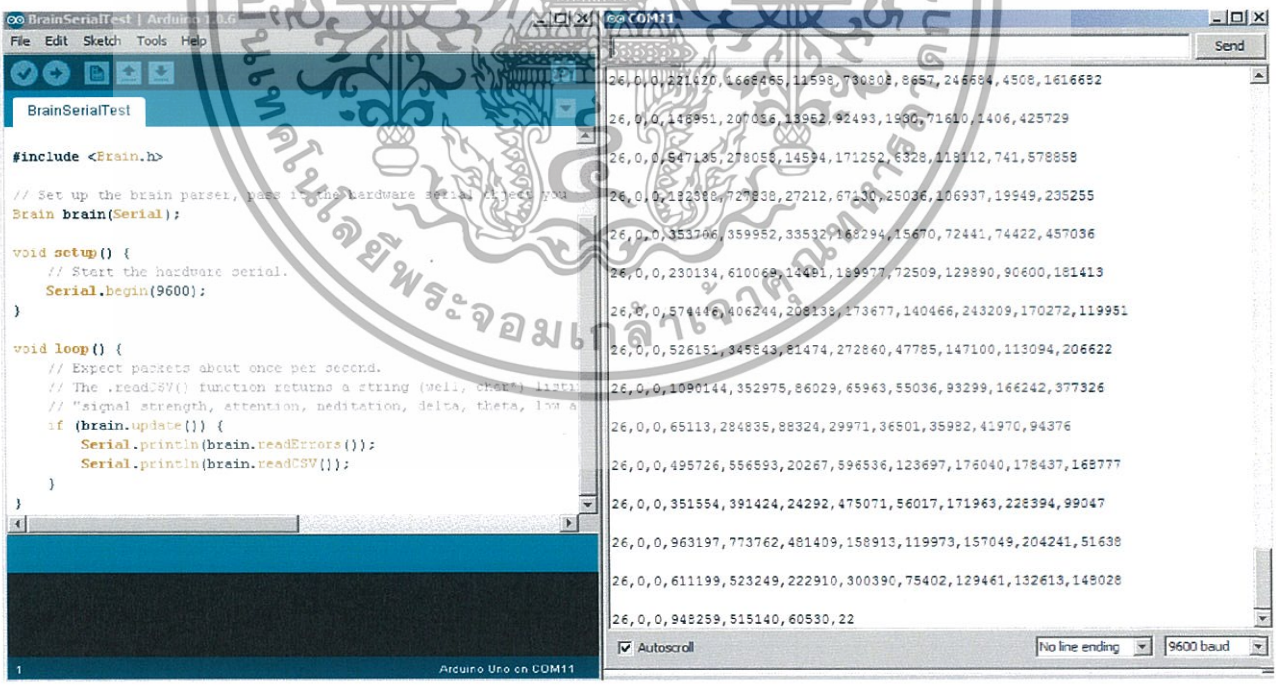
3.4.4 การต่อ Bluetooth กับ Arduino



รูปที่ 3.5 การต่อของ Bluetooth

ทำการต่อ RXD จาก Bluetooth เข้ากับ TX ของ บอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino ต่อ GND ของ Bluetooth เข้ากับ GND ของ Arduino และต่อ VCC ของ Bluetooth เข้ากับ 5v หรือ 3.3v ก็ได้ของ Arduino

3.4.5.รับสัญญาณจาก Mindflex โดยใช้ บอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ (Arduino) และแสดงค่าของสัญญาณต่างๆ



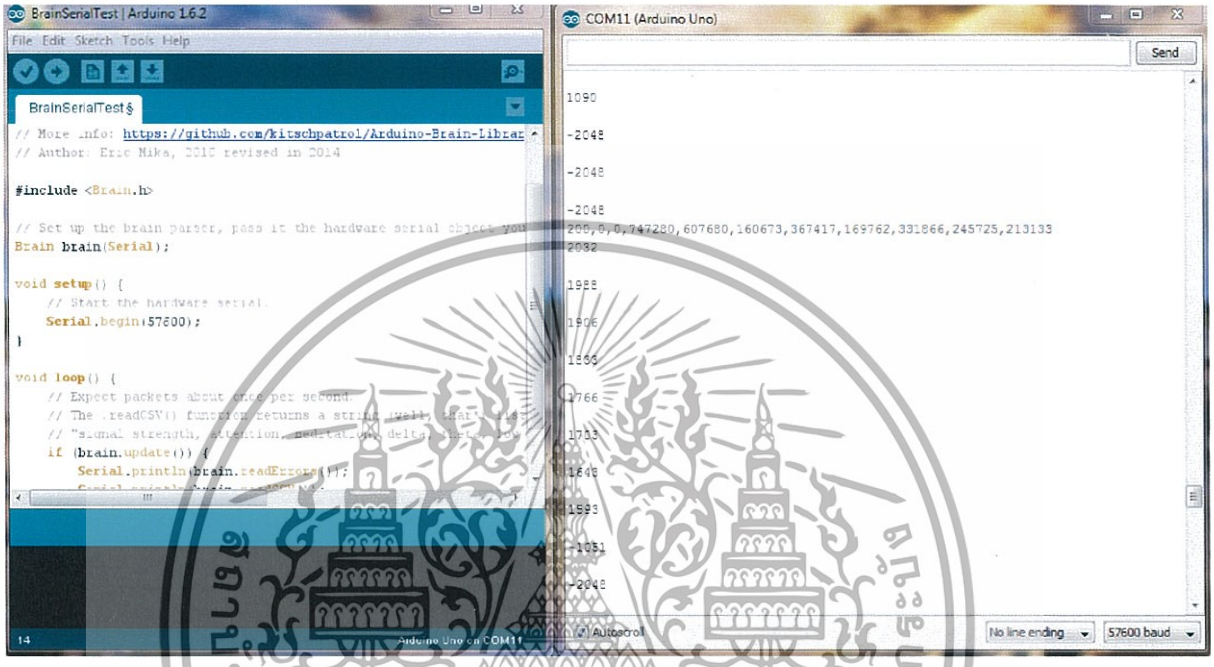
รูปที่ 3.6 โค้ดและค่าที่ Arduino ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.6 จะมีทั้งหมด 11 สัญญาณดังนี้

1. Signal status บอกถึงสถานะการเชื่อมต่อของ Mindflex 0 คือสัญญาณที่ต่อแบบดีมาก 200 ไม่มีสัญญาณ 2 และ3.Attention Meditation ค่าของสมาธิและโพกัส ที่ได้จากการคำนวณของค่าสัญญาณ 4-11

4-11 คือค่าของสัญญาณ Delta Theta, lowAlpha, HighAlpha, LowBeta, HighBeta LowGamma และ HighGamma

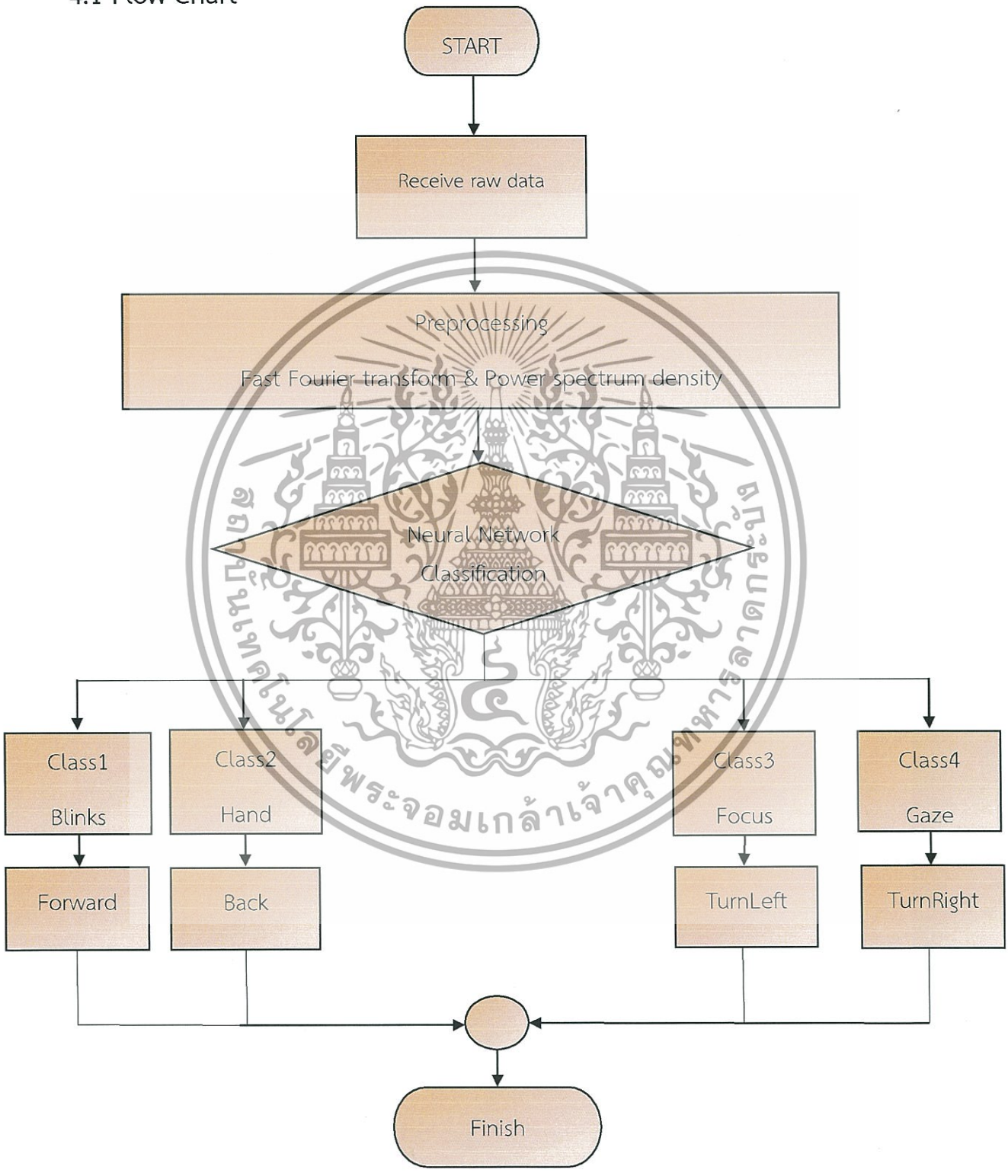


รูปที่ 3.7 สัญญาณ Raw data ที่ได้จาก Mindflex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 Flow Chart



รูปที่ 4.1 Flowchart การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลอง

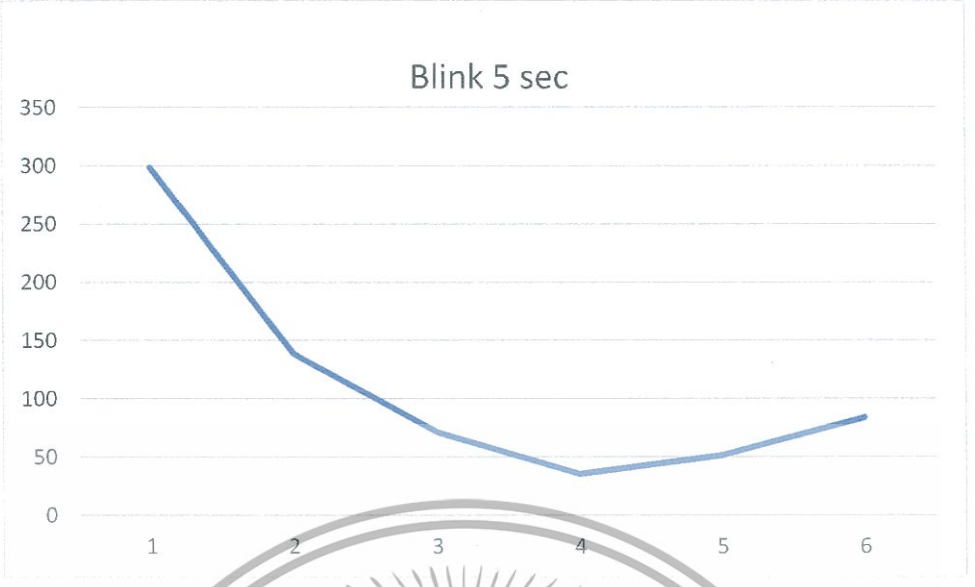
ขั้นตอนที่ 1 เก็บข้อมูลคลื่นสมองโดยแบ่งออกเป็น 3 คน การทดลองแบ่งออกเป็นเงื่อนไขคือ กระพริบตา, กำมือ, นั่งสมาธิ, เพ่ง, ร้องเพลงชาติ, ท่องสูตรคูณ และ แลบลิ้น โดยใช้ช่วงเวลา 1วินาที, 5วินาที, 10วินาที, 15วินาที, 20วินาที และ30วินาที โดยเก็บค่าของทั้ง 3 คนอยู่ในรูปของคลื่น Raw data และ แปลงโดยใช้วิธี FFT (Fast Fourier transform) แบ่งอยู่ในช่วงความถี่ 0-30 Hz ดังนี้

ตารางที่4.1 ย่านความถี่ของข้อมูล

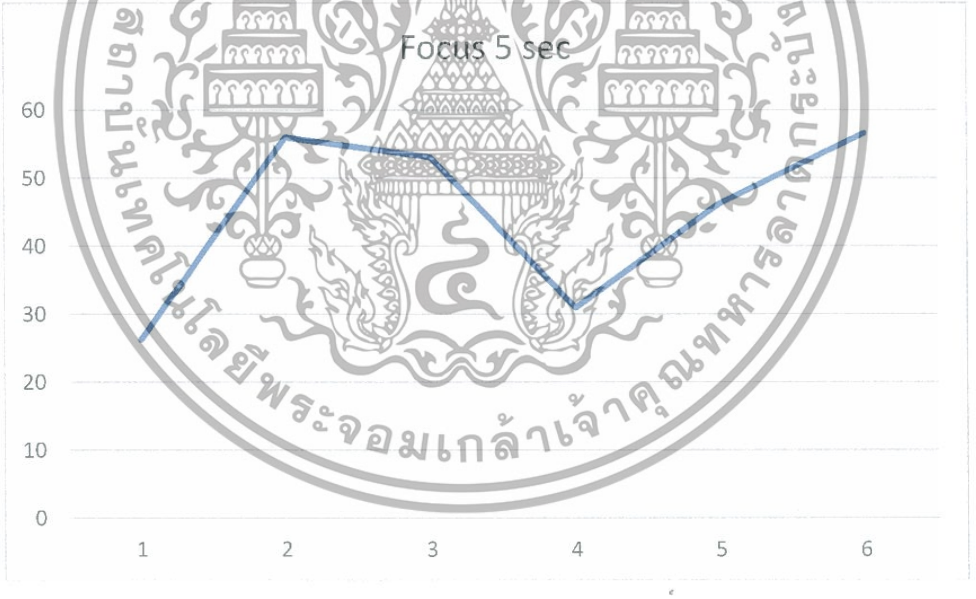
คลื่น	ความถี่ (Hz)
Low Delta	0.1-1
Mid Delta	1.1-2
High Delta	2.1-3
Low Theta	4-5
Mid Theta	5.1-6
High Theta	6.1-7
Low Alpha	8-9.3
Mid Alpha	9.4-10.7
High Alpha	10.8-12
Low Beta	12-15
Mid Beta	16-20
High Beta	21-30

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูล หลังจากการทำ FFT (Fast Fourier transform) และคำนวณหาความหนาแน่นของพลังงานสเปกตรัม (Power spectrum density) โดยหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟด้วยวิธี Trapezoidal Integration Method ของความถี่ในแต่ละย่านตามตารางข้างต้น รวมทั้งสิ้น 12 ย่านความถี่และหาความแตกต่างของข้อมูลทั้งหมด สรุปได้ว่า สามารถแบ่งกิจกรรม ออกเป็น 4 กลุ่มที่แตกต่าง คือ กระพริบตา(Blink), กำมือ(Hand), นั่งสมาธิ(Focus) และเพ่ง(Gaze) โดยใช้ช่วงเวลา 5 วินาที ต่อ 1 คำสั่ง ทำการเก็บข้อมูลสำหรับขั้นตอน Machine Learning เพื่อใช้ในหารูปแบบการจัดกลุ่มของข้อมูล เพื่อใช้ในการตัดสินให้อุปกรณ์ทำงานตามคำสั่งแบบ real time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

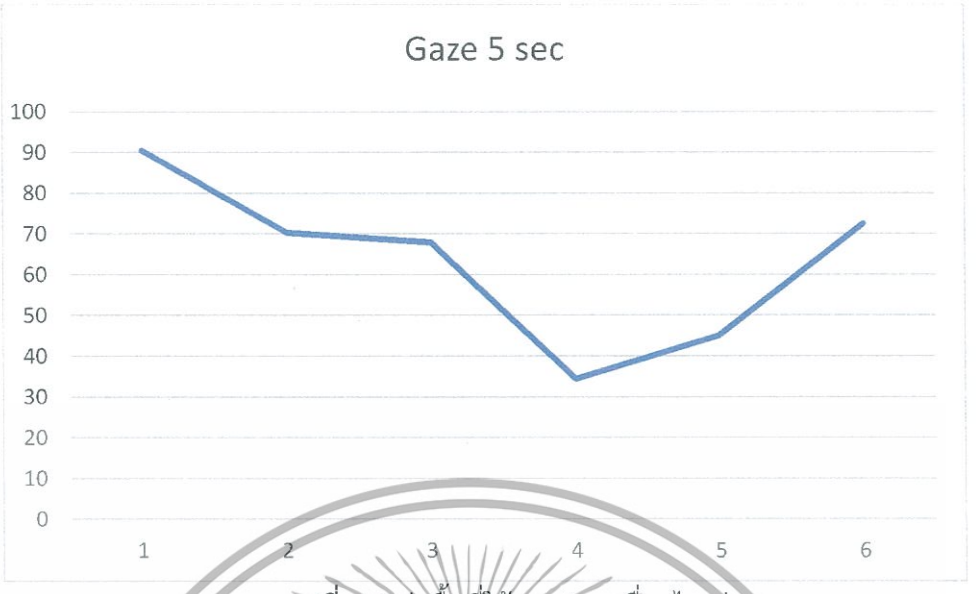


รูปที่ 4.2 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขกระพริบตา

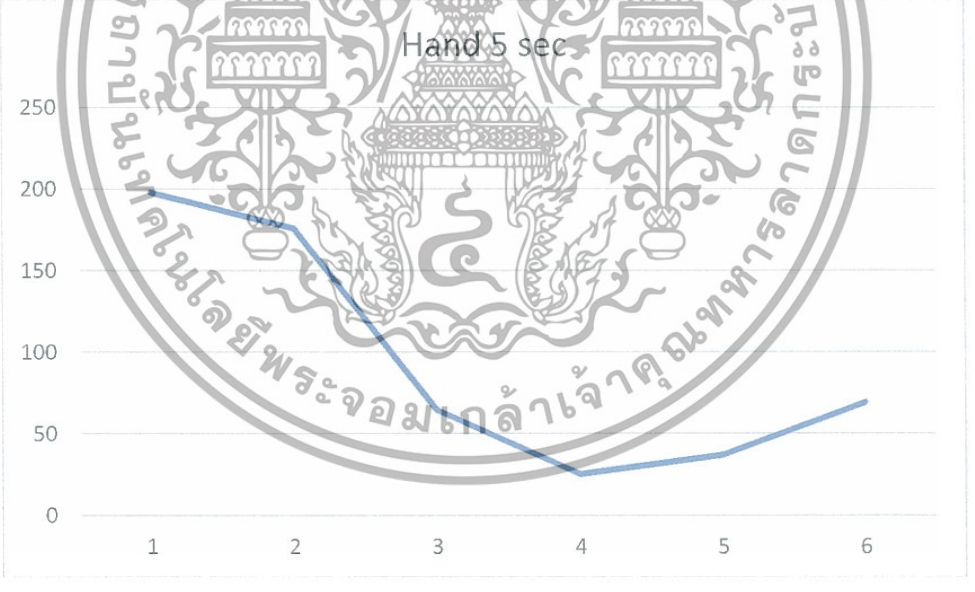


รูปที่ 4.3 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขนั่งสมาธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

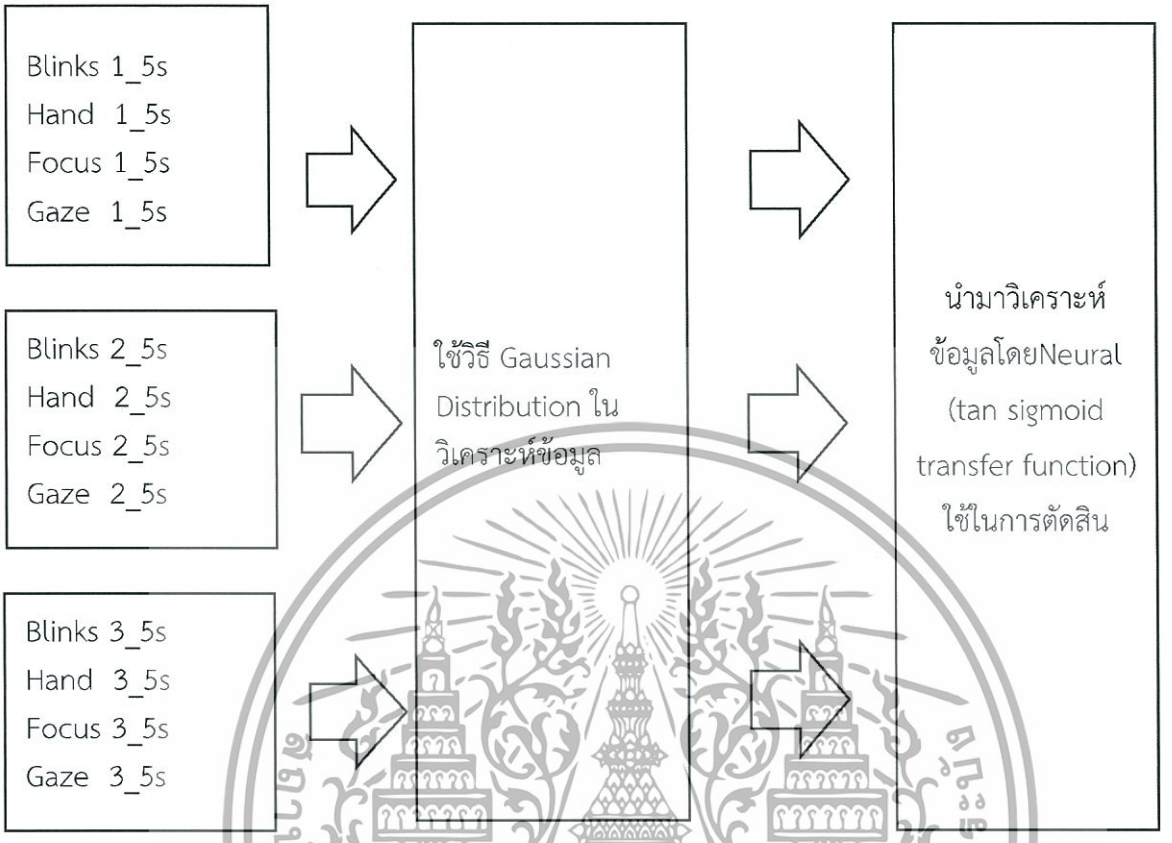


รูปที่ 4.4 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขเพ่ง



รูปที่ 4.5 ค่าพื้นที่ใต้กราฟของเงื่อนไขกำมือ

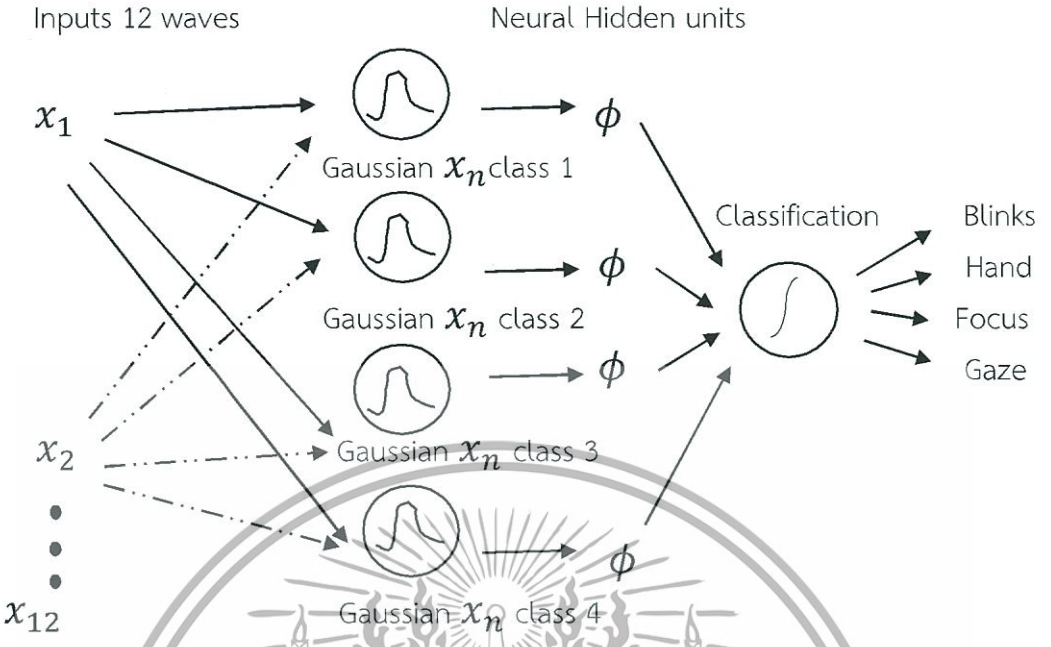
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 blockdiagram การแยกกลุ่มกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนกระบวนการสร้างรูปแบบการตัดสินใจและการประมวลผลด้วยโปรแกรม Matlab เพื่อนำไปใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของ Sphero นำชุดข้อมูลของแต่ละกิจกรรมจากขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการคำนวณเพื่อหารูปแบบการตัดสินใจของแต่ละกลุ่มด้วยกระบวนการ Machine learning โดยข้อมูลจะถูกนำไปใช้ในการฝึกสอนให้ระบบมีการเรียนรู้ โดยเริ่มจากกระบวนการสกัดข้อมูล หรือ Extract feature ด้วยวิธีการคำนวณ Gaussian distribution ของแต่ละกิจกรรม และใช้การจำแนกกลุ่มข้อมูลของแต่ละกิจกรรมด้วยวิธี Neural Network เพื่อคำนวณหาน้ำหนัก และใช้ Tan-sigmoid สำหรับ Transfer function ในการตัดสินใจในการจำแนกกลุ่มข้อมูล สำหรับขั้นตอนการใช้งานเริ่มต้นด้วยการรับข้อมูล ในแต่ล่ะเงื่อนไขแบบ Real time โดยจะให้ Input ฉายลงบนฟังก์ชัน Gaussian distribution โดย Input แต่ละค่าจะฉายเทียบทั้งหมด 4 เงื่อนไข จากนั้นนำข้อมูลที่ฉาย ไปเข้า Neural เพื่อตัดสินใจ โดยจะตั้งเป็น 4 เงื่อนไข Blinks, Hand, Focus และGaze คือ คำสั่ง เดินหน้า, ถอยหลัง, เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา ตามลำดับ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 4.3

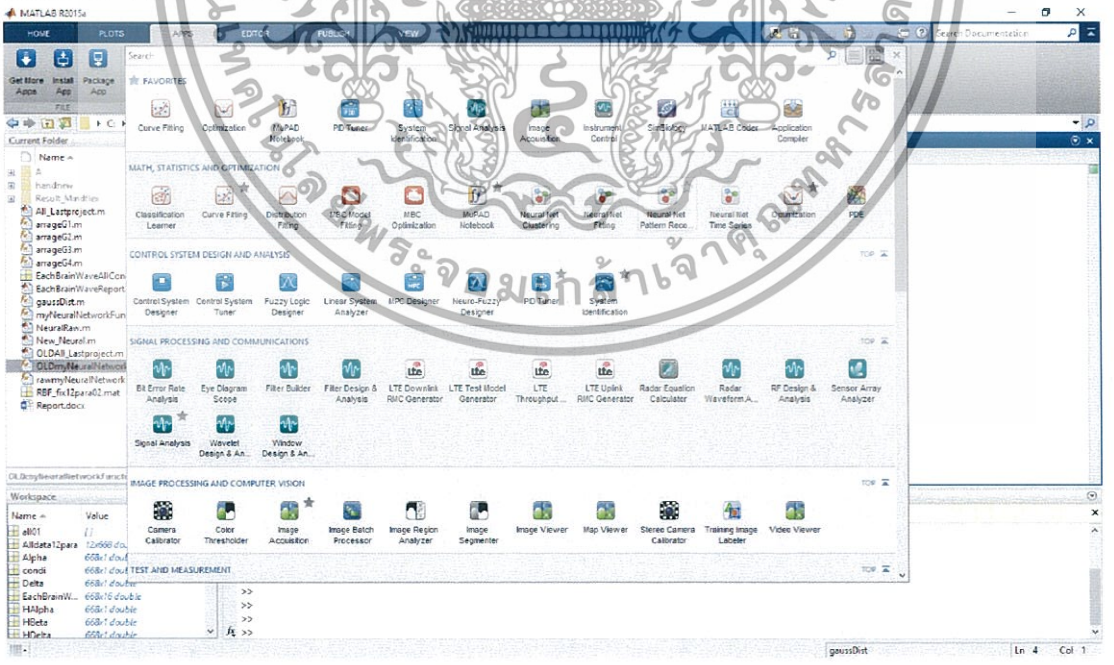
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของคลื่น

N = คลื่นแต่ละชนิด 1-12 คลื่น ดังตารางที่ 4.1

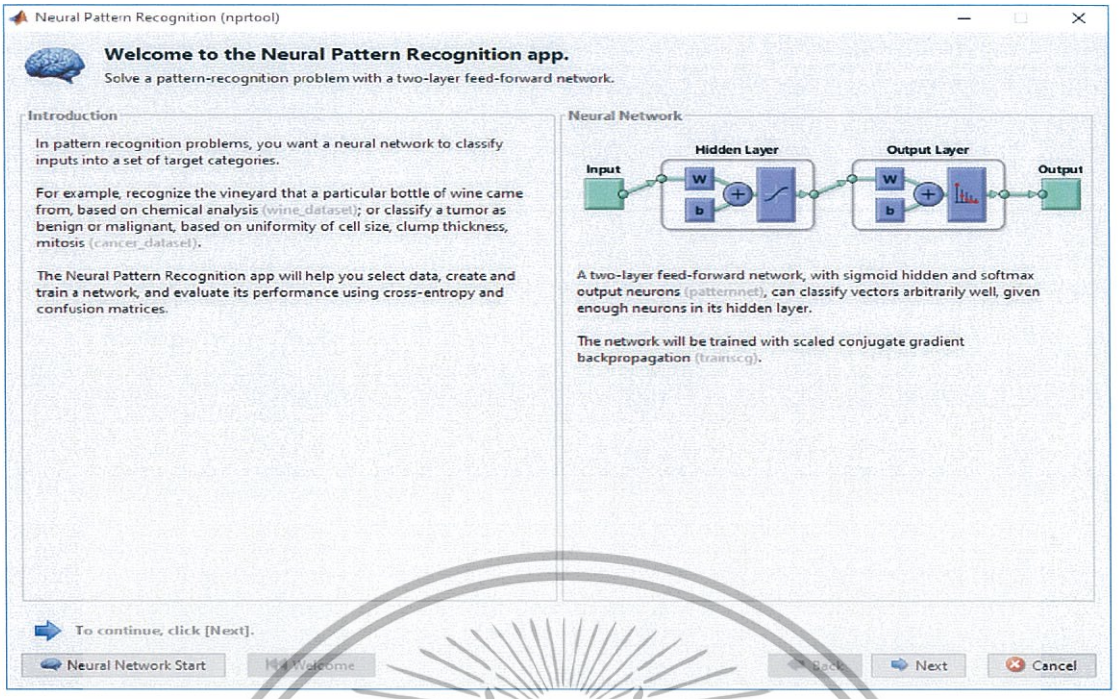
ขั้นตอนที่ 4 การใช้ Toolbox สร้าง Neural Network



รูปที่ 4.8 Toolbox Neural Network

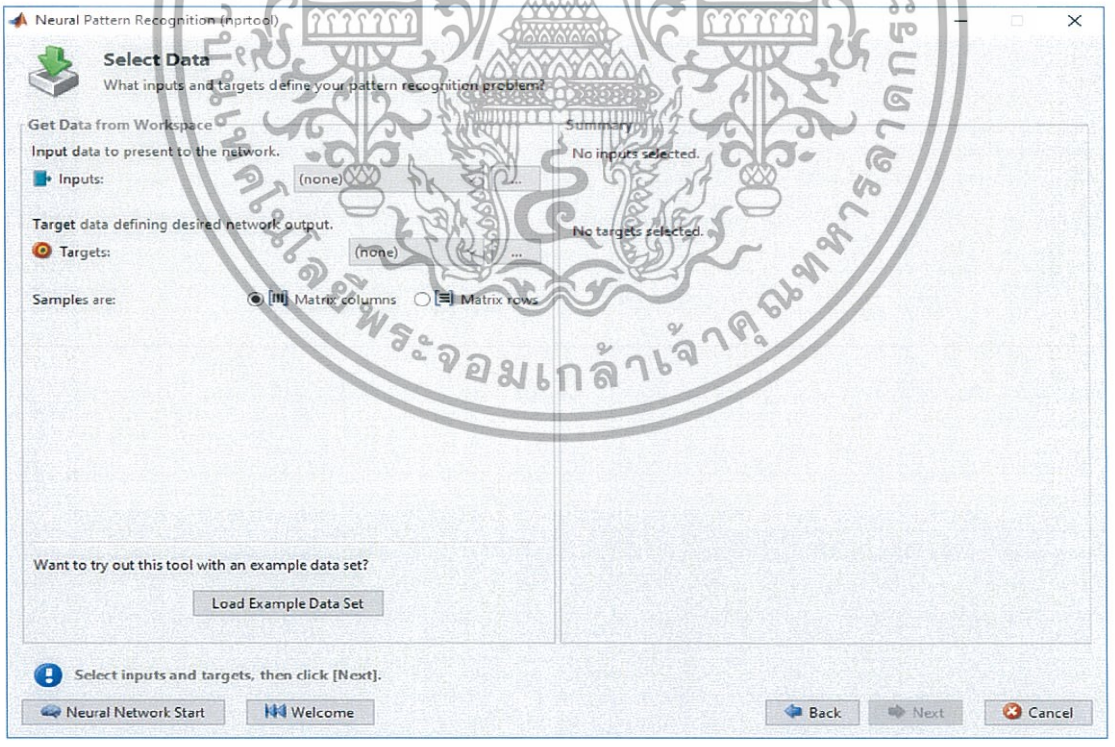
จากรูป 4.4 เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 Neural Pattern Recognition

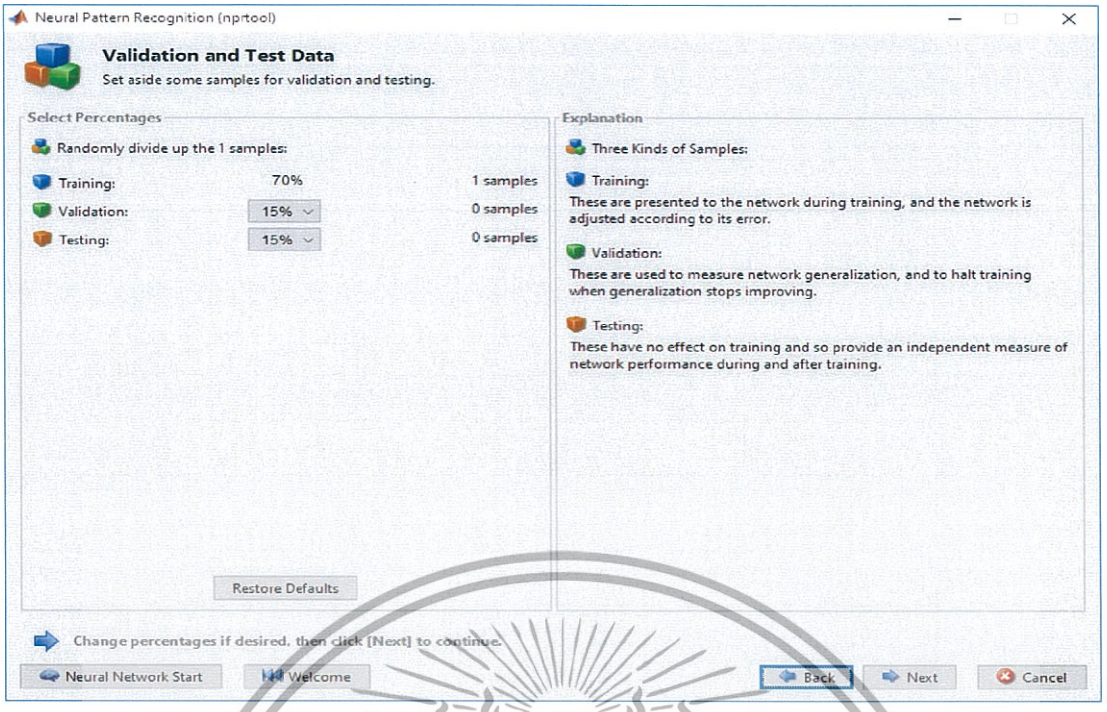
จากรูป 4.9 กด Next



รูปที่ 4.10 Select Data

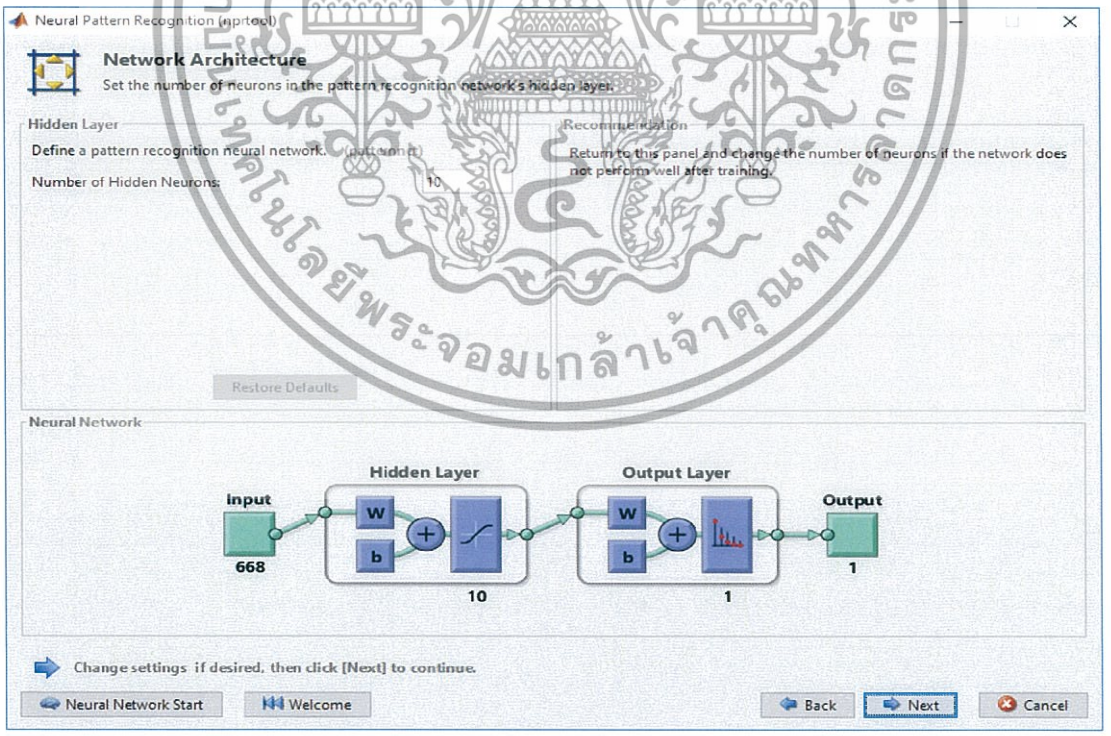
จากรูป 4.10 ใส่ Inputs และ Targets จากนั้นกด Next

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 Validation and test data

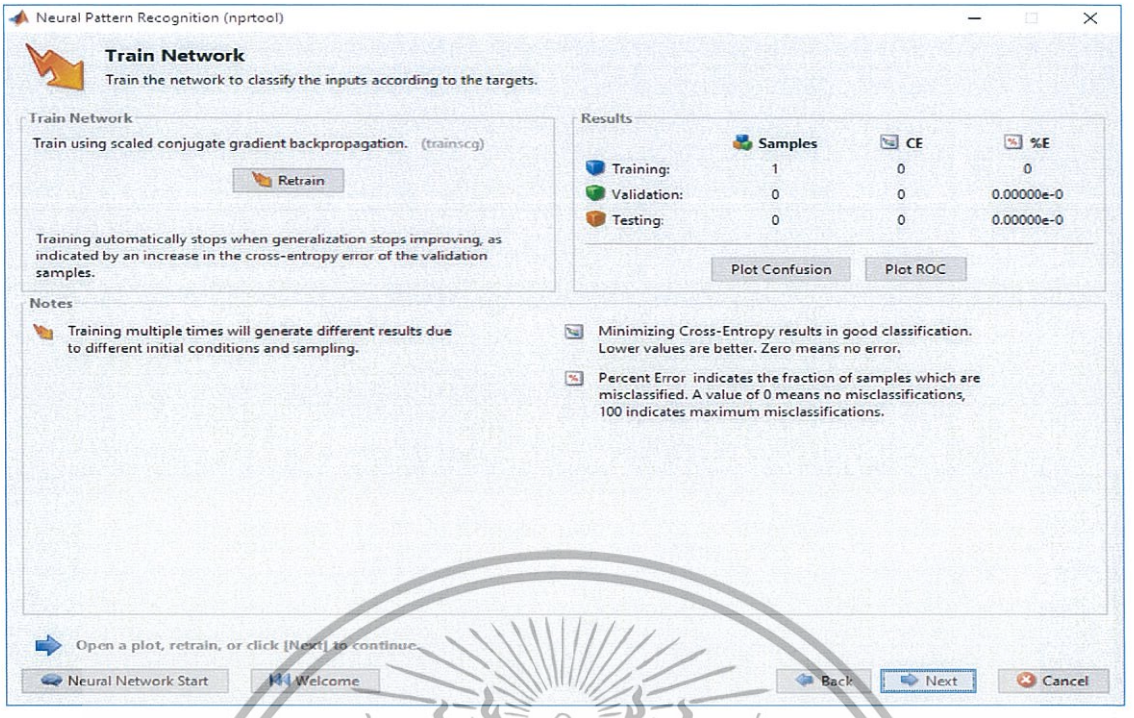
จากรูป 4.11 นั้นเลือกค่า Validation และ Testing



รูปที่ 4.12 Network Architecture

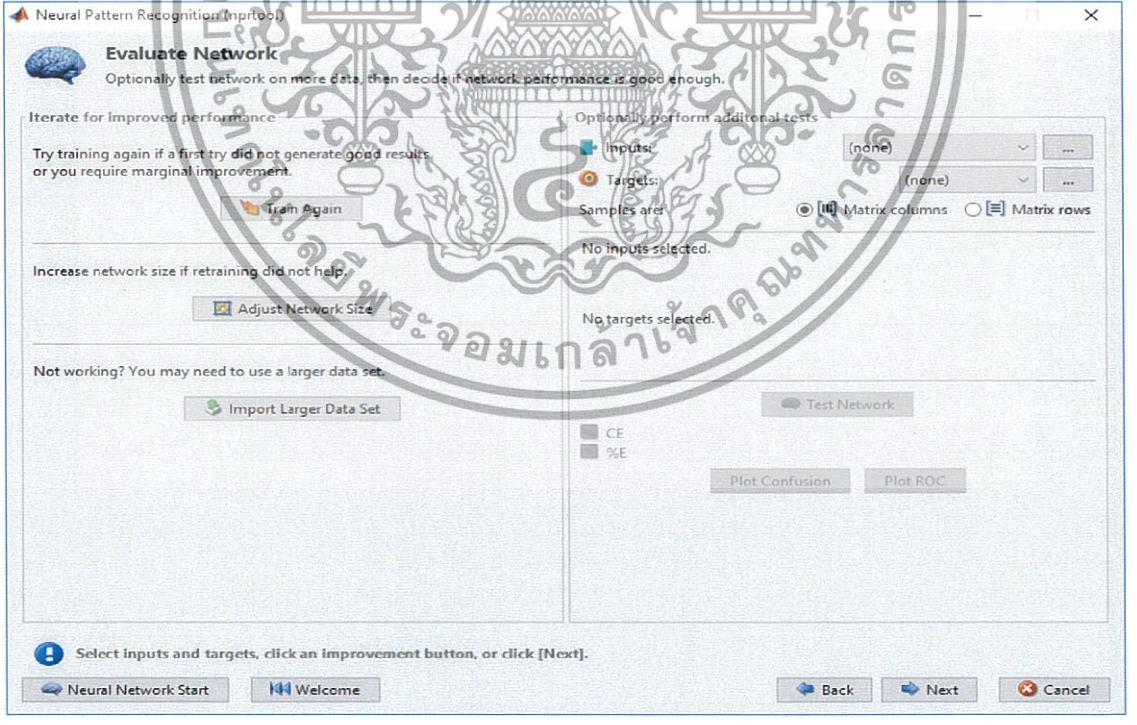
จากรูปที่ 4.12 เลือกจำนวน Hidden Neurons จากนั้นกด Next

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 Train Network

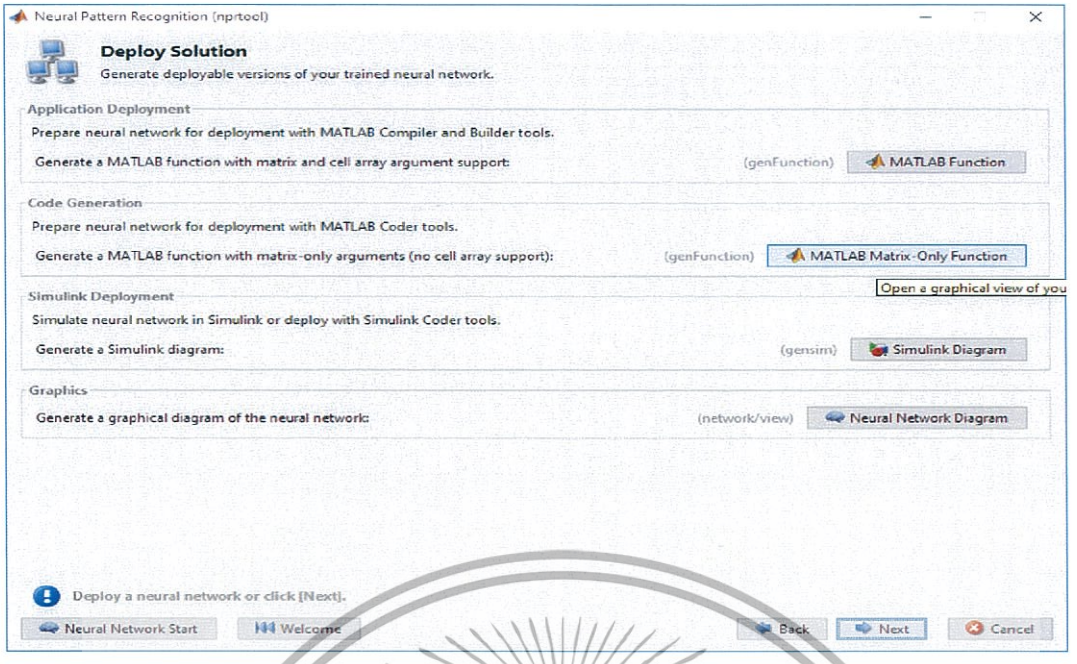
จากรูปที่ 4.13 จะมาหน้าต่าง Train Neural ก็กด Train แล้วกด Next



รูปที่ 4.14 Evaluate Network

จากรูปที่ 4.14 มาหน้าต่าง Evaluate Network กด Next

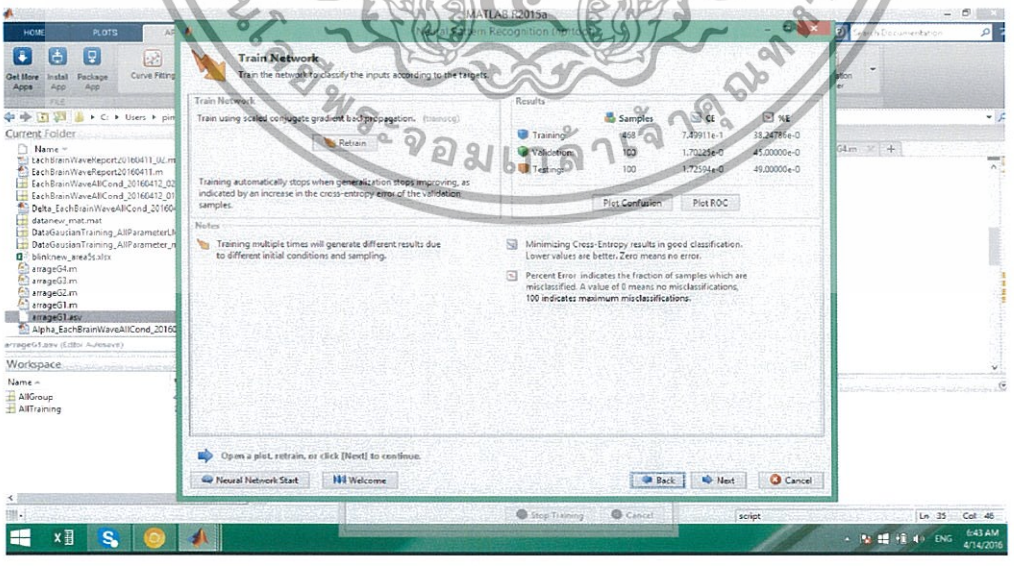
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 Deploy Solution

จากรูปที่ 4.15 หน้าต่าง Deploy Solution เราจะนำฟังก์ชัน Neural ที่เราสร้างขึ้นไปใช้ โดยคลิกที่ปุ่ม MATLAB Matrix-Only Function จากนั้นก็จะมี Function ขึ้นมาให้เราใช้ในหน้าต่าง Editor (ข้อมูลที่ใช้เป็นเพียงตัวอย่างการใช้ Toolbox สร้าง Neural Network)

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบประสิทธิของการสั่งงานด้วย Mindflex เคลื่อนที่ Sphero มีขั้นตอนดังนี้ โดยทำการทดลองกับผู้ทดสอบจำนวน 3 คน ประกอบด้วยผู้ทดสอบชุดเดียวกับกลุ่มข้อมูล Machine Learning ทั้งหมด



รูปที่ 4.16 Train Neural

จากรูป 4.16 มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากการ Train Neural อยู่ 38 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพของการสั่งงานด้วย Mindflex

People	Activities	Efficiency	
		Training	Test
1	Blinks	62%	100%
	Hand	62%	60%
	Focus	62%	70%
	Gaze	62%	70%
2	Blinks	62%	90%
	Hand	62%	60%
	Focus	62%	60%
	Gaze	62%	50%
3	Blinks	62%	100%
	Hand	62%	70%
	Focus	62%	90%
	Gaze	62%	80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเราเลือกการแสดงออก 4 กิจกรรม คือ กระพริบตา , กำมือ , เพ่ง และ นั่งสมาธิ คือคำสั่ง เดินหน้า ถอยหลัง ขวา และ ซ้าย ตามลำดับใช้เวลาในการควบคุมแต่ละกิจกรรม 5 วินาที ซึ่งทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม Matlab และได้ผลการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพตามตารางที่ 4.2 โดยเปอร์เซนต์ที่ได้มีผลที่ไม่แม่นยำในบางเงื่อนไข เนื่องจากเซนเซอร์รับคลื่นสมองของเรามีเพียงจุดเดียวที่บริเวณสมองส่วนหน้า ในบางเงื่อนไขอาจมีผลที่เกี่ยวข้องกับสมองส่วนหน้าน้อย จึงทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้นได้ การทดสอบในแต่ละบุคคลก็มีผลทำให้เกิดเปอร์เซนต์ความผิดพลาดเพิ่มขึ้นได้ โดยการเก็บข้อมูลกับการใช้งานจริงมีสภาพแวดล้อมต่างกัน อาจจะทำให้เกิดความยากในการคิด และข้อมูลที่เก็บมีจำนวนน้อยเกินไป

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1. มีความรู้ความเข้าใจการดัดแปลง Mindflex เพื่อรับค่า raw data น้อยไป จึงทำให้เกิดการล่าช้าในการทำโปรเจค เนื่องจากเป็นขั้นตอนแรก

2. การควบคุม Sphero อาจผิดพลาดในช่วงการเปลี่ยนความคิด

3. เนื่องจากผู้จัดทำยังขาดความรู้ความเข้าใจของอุปกรณ์ Mindflex และ Sphero อย่างลึกซึ้งจึงทำให้ใช้ระยะเวลานานสำหรับการศึกษา

4. แบตเตอรี่ที่ใช้เลี้ยง Mindflex , Arduino , Bluetooth หมดไวจึงทำให้เกิดการสิ้นเปลือง

5. ตำแหน่งในการรับคลื่นสมองของ Mindflex มีเพียงจุดเดียวจึง ทำให้รับคลื่นสมองได้ไม่หลากหลาย

6. กิจกรรมที่ทำในแต่ละคำสั่ง มีความไม่เหมาะสมกับสถานการณ์จริง เช่น การทำสมาธิให้เลี้ยวซ้าย เราจะไม่สามารถรู้ได้เนื่องจากทำสมาธิหลับตา

7. การวิเคราะห์ข้อมูล ความแม่นยำของแต่ละคำสั่งไม่แม่นยำ 100% เนื่องจากความยากของสัญญาณ วิธีการที่ใช้วิเคราะห์ และการเก็บข้อมูล

5.3 แนวทางการแก้ไข

1. ใช้อุปกรณ์ในการรับคลื่นสมองที่มีหลายจุด

2. ปรับเปลี่ยนกิจกรรมทดลองให้ดีกว่าเดิมโดยสอดคล้องกับผู้พิการอย่างแท้จริง

3. เก็บข้อมูลให้มากกว่าเดิมและจำนวนคนที่มากขึ้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำของคำสั่งในแต่ละคำสั่งให้ดียิ่งขึ้น

4. ใช้ถ่านชาร์จเพื่อลดการสิ้นเปลืองของเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] MINDFLEX ค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2558
HTTP://STORE.NEUROSKY.COM/PRODUCTS/MINDFLEX

[2] Within this documentation repository on NeuroSky's Developer ค้นเมื่อ 17 สิงหาคม 2558
http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=neurosky_101.

[3] Classification of EEG Signals in a BrainComputer Interface System ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2558
http://daim.idi.ntnu.no/masteroppgaver/006/6288/masteroppgave.pdf

[4] WELCOME TO THE OPENEEG PROJECT ค้นเมื่อ 14 กันยายน 2558
http://openeeg.sourceforge.net/doc/

[5] Brainwaves Design ค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2558
http://salvonostrato.com/wp/01-b-c-s-m-j-p-a

[6] MINDFLEX HACKING ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2558
http://www.jeremysouthard.com/Electronics/MindflexHacking.aspx

[7] Control any gadgets with your Brain! (Neurofeedback with Arduino Microcontroller) ค้นเมื่อ 1 มกราคม 2559
http://www.instructables.com/id/Control-any-gadgets-with-your-Brain-Nero-Feedbac/

[8] Signal Strength ค้นเมื่อ 3 มกราคม 2559
https://github.com/kitschpatrol/Brain/issues/12

[9] TGAM1 Spec Sheet ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2559
http://wearcam.org/ece516/neurosky_eeg_brainwave_chip_and_board_tgam1.pdf

[10] Sphero ค้นเมื่อ 22 มกราคม 2559
http://www.sphero.com/

[11] การแจกแจงแบบปกติ ค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2559
http://home.kku.ac.th/wichuda/BasicStat/Slide/Ch5Normal.pdf

[12] Equation From a simple feedforward neural network ค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2559
http://www.mathworks.com/help/nnet/ref/tansig.html?refresh=true

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โค้ด Mathlab

โค้ด Arduino รับข้อมูลจาก Mindflex

```
// Arduino Brain Library - Brain Serial Test
// Description: Grabs brain data from the serial RX pin and sends CSV out over the TX pin (Half duplex.)
// More info: https://github.com/kitschpatrol/Arduino-Brain-Library
// Author: Eric Mika, 2010 revised in 2014
#include <Brain.h>
// Set up the brain parser, pass it the hardware serial object you want to listen on.
Brain brain(Serial);
void setup() {
// Start the hardware serial.
   Serial.begin(57600);
}void loop() {
   // Expect packets about once per second.
   // The .readCSV() function returns a string (well, char*) listing the most recent brain data, in the following format:
   // "signal strength, attention, meditation, delta, theta, low alpha, high alpha, low beta, high beta, low gamma, high gamma"
   if (brain.update()) {
      Serial.println(brain.readErrors());
      Serial.println(brain.readCSV());
      }
```

โค้ด Matlab รับค่าและคำนวณแบบ Real time เพื่อใช้สั่งงาน

```
instrhwinfo('Bluetooth', 'HC05');
b = Bluetooth('HC05', 1);
fopen(b)
disp('Bluetooth Conected')

sph = sphero();

sph.BackLEDBrightness = 255;
calibrate(sph, 60);
sph.Color = [127 63 127];
%%%%%%%%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  flushinput(b)
%  R1=[];V1=[];W1=[];C1=[];C2=[];
for j=drange(1:100000)
    A1=[];R1=[];V1=[];W1=[];
for p=drange(1:1024*5)
    p

        A =fscanf(b)
        A=str2num(A);
         if(length(A)>1 && length(A)<11)
         end
         if(length(A)== 11)
         R1=[A; R1];
         end
         if(length(A)== 1)
         A1=[A; A1];
         V1=[A; V1];
         end

p=p+1;
end
    flushinput(b)
Fs = 512;                % Sampling frequency
T = 1/Fs;                % Sampling period
L = length(A1);                % Length of signal
t = (0:L-1);
A1 = A1(1:end-1)';
Y = fft(A1,L);
P2 = abs(Y/L);
P1 = P2(1:L/2+1);
P1(2:end-1) = 2*P1(2:end-1);
f = Fs*(0:(L/2))/L;
% plot(f,P1)
% xlabel('f (Hz)')
% ylabel('|P1(f)|')
% xlim([0 30]);ylim ([0 30])
% range frequency
P1_range(1)=0.1;P1_range(2)=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
LDelta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=1.1;P1_range(2)=2;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
MDelta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=2.1;P1_range(2)=3;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
HDelta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=4;P1_range(2)=5;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
LTheta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=5.1;P1_range(2)=6;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
MTheta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=6.1;P1_range(2)=7;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
HTheta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=8;P1_range(2)=9.3;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
LAlpha = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=9.4;P1_range(2)=10.7;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
MAlpha = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=10.8;P1_range(2)=12;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
HAlpha = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=0.1;P1_range(2)=3;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
Delta = trapz(P1(D1));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
P1_range(1)=4;P1_range(2)=7;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
Theta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=8;P1_range(2)=12;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
Alpha = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=12;P1_range(2)=15;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
LBeta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=16;P1_range(2)=20;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
MBeta = trapz(P1(D1));

P1_range(1)=21;P1_range(2)=30;
D1 = (f>=P1_range(1)) & (f<P1_range(2));
HBeta = trapz(P1(D1));

 AllWave=[LDelta, MDelta, HDelta,LTheta,
MTheta,HTheta,LAlpha,MAlpha,HAlpha,Delta, Theta, Alpha, LBeta, MBeta, HBeta];
W1=AllWave';

load EachBrainWaveAllCond_20160412_02;
strFile=sprintf('EachBrainWaveAllCond_20160412_01');

Alldata12para=[EachBrainWaveAllCond(:,1:9) EachBrainWaveAllCond(:,13:15)] ;

condi=EachBrainWaveAllCond(:,16);
% Class1 = Blink Front, Class2=Hand back, Class3=focus left, Class4=gaze right
inCl1=find(condi==1);    %Blink
inCl2=find(condi==2);    %Hand
inCl3=find(condi==3);    %Focus
inCl4=find(condi==4);    %Gaze
  %%%% Tast data
DataFromMindflexCom =  [W1(1:9,:); W1(13:15,:)]' ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataTest=[];all01=[];all02=[];all03=[];all04=[];
for j=1:12
 wave=Alldata12para(:,j);
iData=DataFromMindflexCom;        %Data input 12 parameter from mindflex
TrData_Proj2g1  = gaussDist(iData(j), mean(wave(inCl1)), std(wave(inCl1)));
TrData_Proj2g2  = gaussDist(iData(j), mean(wave(inCl2)), std(wave(inCl2)));
TrData_Proj2g3  = gaussDist(iData(j), mean(wave(inCl3)), std(wave(inCl3)));
TrData_Proj2g4  = gaussDist(iData(j), mean(wave(inCl4)), std(wave(inCl4)));
 allTest=[TrData_Proj2g1; TrData_Proj2g2; TrData_Proj2g3;TrData_Proj2g4];
DataTest=[DataTest; allTest];
end
NNcal = OLDmyNeuralNetworkFunction(DataTest)
[vANSclass iANSclass]=max(NNcal);
iANSclass
 if iANSclass == 1
    disp('roll(sph, 50, 0); Forward');
    roll(sph, 30, 0);
    sph.Color = [127 0 0];
end
if iANSclass == 4
    disp('roll(sph, 50, 90); Right');
    roll(sph, 30, 90);
    sph.Color = [0 127 0];
end
if iANSclass == 3
    disp('roll(sph, 50, 180); Left')
    roll(sph, 30, 270);
    sph.Color = [255 255 255];
end
if iANSclass == 2
    disp('roll(sph, 50, 270); Back')
    roll(sph, 30, 180);
    sph.Color = [127 63 127];
end
% Class1 Blink => Front, Class2 Hand => Back, Class3 Focus => Left, Class4 Gaze
=>Right
flushinput(b)
 pause(4);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
clear A1;
flushinput(b)
j=j+1;
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้