



Motor Imagery BCI for Virtual Hand Control

อาจเปลี่ยนเป็นแขน**พิจารณา

สิปปนนท์ สรณคุณแก้ว

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2567

***** ไม่ต้องพิมพ์สารบัญเอง *****

หากจะพิมพ์เนื้อหาที่มีหัวข้อย่อย ให้ใช้ Heading 1,2,3 ของ Word (set ไว้ให้แล้ว)

เมื่อพิมพ์เสร็จ ให้ไปที่ References => Update Table สารบัญจะอัปเดตให้เอง

ลองเล่นกับ format ดูก่อนได้ ทำเสร็จแล้วลบกล่องข้อความนี้ทิ้ง

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	3
1.1 ที่มา ความสำคัญ	3
1.2 ประโยคปัญหางานวิจัย (Problem Statement)	3
1.3 ผลผลิตและผลลัพธ์ (Outputs and Outcomes)	3
ผลผลิต	3
ผลลัพธ์	3
1.4 ความต้องการของระบบ (Requirements)	3
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย (Scopes)	3
1.6 ข้อกำหนดของงานวิจัย (Assumptions)	3
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎี/งานวิจัย/การศึกษาที่เกี่ยวข้อง	5
2.1[หัวข้อ]	5
2.1.1 [หัวข้อย่อย]	6
2.2[หัวข้อ]	6
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	7
3.1[หัวข้อ]	7
3.1.1 [หัวข้อย่อย]	7
3.2[หัวข้อ]	7
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง/วิจัย	9
4.1[หัวข้อ]	10
4.1.1 [หัวข้อย่อย]	10
4.2[หัวข้อ]	10
บทที่ 5 บทสรุป	11
5.1[หัวข้อ]	11
5.1.1 [หัวข้อย่อย]	11
5.2[หัวข้อ]	11
เอกสารอ้างอิง	12

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มา ความสำคัญ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมากขึ้นโดยเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจคือการทำ Brain-Computer Interface ซึ่งช่วยให้สามารถที่จะส่งสัญญาณคลื่นสมองให้มีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์ภายนอกได้ และเทคโนโลยีนี้สามารถที่จะพัฒนาต่อยอดเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยที่ไม่สามารถขยับร่างกายได้สามารถที่จะควบคุมหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งภายนอกได้ผ่านการถ่ายทอดคลื่นสมองจากเทคโนโลยี BCI

1.2 ประโยคปัญหาทางานวิจัย (Problem Statement)

ผู้ป่วยบริเวณทั่วโลกโดยส่วนใหญ่ที่เกิดจากโรคหรืออาการบาดเจ็บที่ทำให้ไม่สามารถขยับร่างกายช่วงแขนหรือขาได้ แต่สมองของผู้ป่วยยังคงสามารถทำงานได้ตามปกติโดยจะนำสัญญาณคลื่นสมองของผู้ป่วยมาสร้างกระบวนการบางอย่างที่ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถได้โดยไม่ต้องขยับร่างกายในส่วนที่เสียหายจากโรคหรืออาการบาดเจ็บ

1.3 ผลผลิตและผลลัพธ์ (Outputs and Outcomes)

ผลผลิต

1. ระบบการเชื่อมต่อและควบคุมระหว่างอุปกรณ์ EEG และสั่งให้กำแบมือหุ่นยนต์ที่มีมอเตอร์เพียง 1 ตัว

ผลลัพธ์

1. สามารถช่วยให้ผู้ป่วยที่ไม่สามารถขยับได้มีปฏิสัมพันธ์ได้อีกครั้งผ่านการถ่ายทอดคลื่นสมอง

1.4 ความต้องการของระบบ (Requirements)

1. Input: ชุดข้อมูลคลื่นสมองที่เก็บในลักษณะ Based Trial paradigm โดยเน้นที่Flexion และ Extension ของแขน(offline)
2. Processing: bandpass filter, csp, svm, Lda
3. การแสดงผล

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย (Scopes)

1. การทดลองเป็นการทดลองแบบ offline โดยใช้ชุดข้อมูลที่ถูกเก็บมาจาก <https://ieee-dataport.org/documents/upper-limb-rehabilitation-motor-imagery-eeg-signals>

1.6 ข้อกำหนดของงานวิจัย (Assumptions)

- 1.
- 2.

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

Basic pipeline

- Read data
 - rename event label for concat
 - combine into 1 datasets
 - rename event label back
- Preprocessing
 - Bandpass
 - DownSampling
 - ICA or Autoreject or IClable
 - Epoching (6 class)
- Feature Extraction
 - CSP //else
- Classification
 - LDA SVM (linear) (6 class)
- Evaluation and visualization
 - ERD ERS plotting each class Cz C3 C4 difference(6 Class)*
 - Confusion matrix*
 - Topomap plot powerspectrum ERD* (each 6 class)

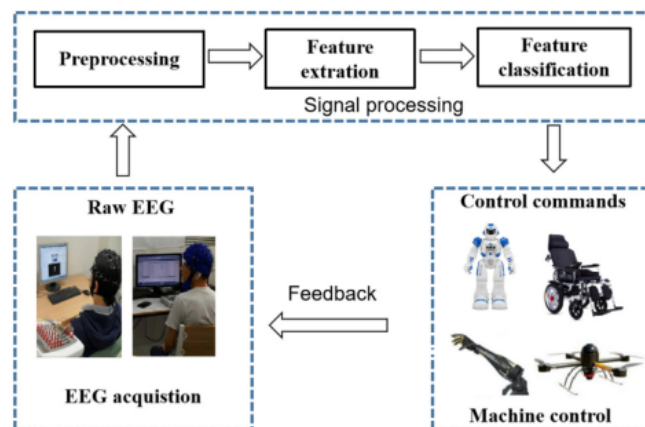
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม

2.1 A survey on robots controlled by motor imagery brain-computer

Brain-Computer Interface (BCI) เปรียบเสมือนการสร้างสะพานเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลทำให้สมองสามารถตอบสนองกับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้โดยปราศจากการใช้ระบบประสาทส่วนปลายและการขยับของร่างกาย [9]* Ref for impor โดย BCI จะทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณคลื่นสมองและตีความเพื่อสร้างการเชื่อมต่อของสมองมนุษย์กับอุปกรณ์ภายนอก โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทตามแหล่งที่มาของสัญญาณได้แก่

1). Exogenous BCI อาศัยตัวแปรภายนอกให้ผู้ทดสอบต้องทำการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้สมองสร้างรูปแบบของคลื่นสมองที่สามารถนำไปถอดรหัสได้ โดยมีรูปแบบเช่น SSVEP และ P300 ที่ใช้การกระพริบของแสงด้วยความถี่เป็นต้น

2). Endogenous BCI การใช้กระบวนการทำงานของสมองโดยไม่ใช้สิ่งเร้า หรืออุปกรณ์ภายนอกโดยใช้การจินตนาการถึงการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น จินตนาการว่ากำลังกำมือ หลักการของ Endogenous BCI เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Active BCI (Motor Imagery) ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 1 ภาพรวมของการทำระบบควบคุม MI-BCI

2.1.1 Signal processing algorithms

ในขั้นตอนแรกเป็นการนำสัญญาณคลื่นสมองที่เก็บได้จาก Electroencephalography (EEG) มาประมวลผลสัญญาณเบื้องต้นเพื่อแยกข้อมูลและลดสัญญาณรบกวนจากภายนอก จากนั้นนำไปทำในกระบวนการดังต่อไปนี้

1). Feature Extractions

เป็นกระบวนการสำคัญในการแปลงสัญญาณที่ทำการ preprocessing แล้วให้เป็น Feature vectors และกำจัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นเน้นความสำคัญไปที่ข้อมูลเชิงความถี่ (Frequency Domain) และข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Information) โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีดังนี้

- Fourier Transformation รูปแบบ Fast หรือ Discrete
- Wavelet Transformation

- Auto-regression Model (AR)
- Common spatial pattern (CSP)
- Independent component analysis Algorithm
- Principle component analysis

2). Classification methods

เป็นขั้นตอนการดึง Feature และแยกสัญญาณสมองให้สามารถเป็นคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ โดยมีวิธีที่ใช้กันทั่วไปคือ การใช้ Machine Learning และ Deep Learning

Machine Learning	Linear Discriminant Analysis (LDA)
	Support Vector Machine (SVM)
	K-Nearest Neighbors (KNN)
	Random Forest (RF)
Deep Learning	Artificial Neural Network (ANN)
	Convolutional Neural Networks (CNNs)
	Recurrent Neural Networks (RNNs)
	Long Short-Term Memory (LSTM)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลตัวอย่าง Classification methods ที่ใช้

2.2 Controlling an Anatomical Robot hand Using the BCI based on Motor Imagery 2021

ประชากรของประเทศศรีลังกาโดย 7% พบมีความพิการของมือตามรายงานของ WHO ทางผู้จัดทำงานวิจัยจึงได้มีความสนใจในการพัฒนาแบบจำลองหุ่นยนต์มือกลเพื่อให้ผู้พิการได้สามารถใช้งานมือได้อีกครั้ง โดยอาศัยเทคโนโลยีอย่าง Brain-Computer Interface (BCI) เข้ามาช่วยให้ผู้พิการมีความสามารถในการควบคุมมือกลได้มากขึ้น โดยวิชา Brain-Computer Interface (BCI) เป็น

2.1.1 [หัวข้อย่อย]

1. เนื้อหา
2. เนื้อหา

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 Background Study

จากการศึกษาวิจัยในส่วนของ Brain – Computer Interface (BCI) พบว่าเทคโนโลยี BCI นี้เป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการนำคลื่นสมองของมนุษย์มาใช้ในการประยุกต์เพื่อควบคุมบางสิ่งภายนอกอาทิเช่น การควบคุมรถเข็นผู้ป่วย* หรือ การควบคุมการสั่งการขยับของหุ่นยนต์* เป็นต้น โดยที่งานวิจัยจะมี 2 ประเภทหลักคือ 1. การหาวิธีที่จะพัฒนาการดึงสัญญาณจากสมองนำมาวิเคราะห์ เช่น กระบวนการ ESI และ 2. การนำสัญญาณที่เก็บได้จากผู้ทดลองมาประยุกต์เพื่อให้สามารถควบคุมบางสิ่งภายนอกร่างกายได้โดยไม่ต้องขยับร่างกาย โดยจากทั้งงานวิจัย 2 แบบพบว่ารูปแบบของการทำ BCI นั้นมีรูปแบบหลัก ๆ ดังนี้ 1. SSVEP 2. P300 3. Motor Imagery โดยในงานวิจัยที่ผู้จัดทำสนใจนั้นจะเป็นในรูปแบบของการนำสัญญาณสมองมาใช้ในการประยุกต์เพื่อควบคุมแขนกล โดยใช้ Motor Imagery ซึ่งเป็นการจินตนาการการขยับของร่างกายโดยใช้ความถี่ Mu (8 – 12 Hz) และ Beta (13 – 30 hz)

3.1.1 Analysis your study

1. เนื้อหา
2. เนื้อหา

3.2 Design your Solution

การสร้าง classifier เพื่อการตรวจจับการ Flexion และ Extension ของกล้ามเนื้อ

สร้างการทดลองแบบ offline

3.3 Design your Experiment

Read data

- rename event label for concat
- combine into 1 datasets
- rename event label back

Preprocessing

- Bandpass
- DownSampling
- ICA or Autoreject or IClablel
- Epoching (6 class)

Feature Extraction

-CSP //else

Classification

-LDA SVM (linear) (6 class)

Evaluation and visualization

-ERD ERS plotting each class Cz C3 C4 difference(6 Class)*

-Confusion matrix*

-Topomap plot powerspectrum ERD* (each 6 class)

3.4 Benchmark your solution

เปรียบเทียบ process กับงานวิจัยที่ใช้การคุมมือหุ่นยนต์

3.5 Analysis your result

[เนื้อหา -

3.6 Prove your solution

[เนื้อหา] -

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง/วิจัย

Motor Imagery BCI for Virtual Hand Control เริ่มการทดลองทำการ process ของ MI BCI ในรูปแบบของ offline data โดยใช้ชุดข้อมูลจาก <https://ieee-dataport.org/documents/upper-limb-rehabilitation-motor-imagery-eeg-signals> มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของ MI BCI ที่ใช้กันโดยทั่วไป
- เพื่อศึกษาพื้นฐานของ pipeline และการตีความของข้อมูลที่ได้ระหว่างกระบวนการทำงาน

รายละเอียดของชุดข้อมูลที่น่าสนใจในการศึกษา:

ผู้ทดลองจำนวน 6 คน มีช่วงอายุระหว่าง 23 ถึง 28 ปี และมีเพศชายจำนวน 3 คน และเพศหญิงจำนวน 3 คน

ลักษณะของการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการจินตนาการมีจำนวน 6 คลาสดังนี้

1. Shoulder abduction
2. Shoulder adduction
3. Elbow flexion
4. Elbow extension
5. Forearm supination
6. Forearm pronation

อุปกรณ์ที่ใช้: Open BCI CytonDaisy 16-Channel Biosensing Board และ EEG Placement 10-20 electrode system

การเก็บข้อมูล:

- ชุดข้อมูลนี้ได้มีการทำ Notch filter 50 Hz เพื่อตัดสัญญาณรบกวนจากสายไฟเรียบร้อยแล้ว
- มีความถี่ในการเก็บข้อมูล (Sampling rate) อยู่ที่ 500 Hz
- มีการใช้ 8th order Chebyshev bandpass filter ที่ 0.01 - 200hz

หมายเหตุ: มีการเขียน Class ในรูปแบบของ Event code ดังตารางด้านล่าง

Class	Event Code
Shoulder abduction	<i>Shoulder abduction</i>
Shoulder adduction	<i>Shoulder adduction</i>
Elbow flexion	<i>Elbow flexion</i>
Elbow extension	<i>Elbow extension</i>
Forearm supination	<i>Forearm supination</i>
Forearm pronation	<i>Forearm pronation</i>

ตารางที่ ตารางแสดง Event Code

*โดยที่ในช่วงแรกจะทำการใช้ข้อมูลที่เก็บได้จำนวน 1800 Epochs ของผู้ทดลอง 1 คนก่อน จากนั้นเมื่อเข้าใจการตีความและกระบวนการมากขึ้นจะเริ่มทำการรวมข้อมูลทั้ง 6 คนมาด้วยกันเพื่อทำตามกระบวนการเดิมอีกครั้ง

4.1[หัวข้อ]

[เนื้อหา]

4.1.1 [หัวข้อย่อย]

1. เนื้อหา
2. เนื้อหา

4.2[หัวข้อ]

[เนื้อหา]

บทที่ 5 บทสรุป

[เนื้อหา]

5.1[หัวข้อ]

[เนื้อหา]

5.1.1 [หัวข้อย่อย]

1. เนื้อหา
2. เนื้อหา

5.2[หัวข้อ]

[เนื้อหา]

เอกสารอ้างอิง