

การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมรถวีลแชร์อัตโนมัติด้วยสัญญาณสมอง และการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

Development of Prototype of Automatic Wheelchair Controlled by Brain- Computer Interface System

วิโรจน์ บัวงาม¹ และธานีล ม่วงพูล²

Wirot Baongam¹ and Thanin Muangpool²

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม¹

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม²

Major of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology at Nakhon Pathom Rajabhat University¹

Major of Computer Technology, Faculty of Science and Technology at Nakhon Pathom Rajabhat University²

E-mail: wirot@webmail.npru.ac.th¹, signal@webmail.npru.ac.th²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมรถวีลแชร์อัตโนมัติด้วยสัญญาณสมองและการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ การออกแบบเป็นการวัดสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ Neurosky Mindset โดยใช้โครงข่ายเซนเซอร์วัดสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าที่จุดเหนือศีรษะเทียบกับจุดอ้างอิง สัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าจากเซนเซอร์ถูกวิเคราะห์สัญญาณด้วยโปรแกรมแล็บวิวด้วยการแปลงเวฟเล็ตไม่ต่อเนื่องระดับ 8 เพื่อแยกองค์ประกอบสัญญาณแกมมา เบตา อัลฟา ธิตา เดลตา เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์กำลัง และค่าอาร์เอ็มเอสของสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบการกระพริบตาของผู้ควบคุม ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของต้นแบบรถวีลแชร์ไฟฟ้านั้นจะใช้การกระพริบตาในการควบคุม

การวิจัยพบว่า การควบคุมต้นแบบรถวีลแชร์ไฟฟ้าสามารถควบคุมด้วยคลื่นสัญญาณสมองโดยใช้การตรวจสอบการกระพริบตาจากผู้ควบคุม โดยสามารถควบคุมให้ต้นแบบรถวีลแชร์ไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และหยุดได้ จากผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมรถวีลแชร์ไฟฟ้า อุปกรณ์แจ้งเตือน และอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับผู้สูงอายุ ผู้ป่วยไม่สามารถใช้กล้ามเนื้อสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้นได้

คำสำคัญ: การสื่อสารระหว่างสัญญาณสมองมนุษย์และคอมพิวเตอร์, แล็บวิว, รถวีลแชร์ไฟฟ้า

Abstract

This research was designed and development of prototype of automatic wheelchair controlled by brain computer interface system. The purpose of this research was to study the measuring brain wave using Neurosky Mindset which using dry sensor measure between the front lobe (FP1) and the ear lobe. The EEG signal feature are extracted by adopting Discrete Wavelet Transform (DWT) that using LabVIEW programming. The resolution of EEG signals was decomposition mind wave into five frequency band (gamma, beta, alpha, theta and delta) using “DB8” wavelet function. The calculation of wavelet coefficient energy and RMS amplitude of EEG signals are used by LabVIEW. The controlled prototype electric wheelchair used by eye blink of eye blink of human control.

The results of the study found that control of prototype electric wheelchair can be controlled by EEG signals in direction of forward backward turn lift turn right and stop. In addition, it can be applied to the control of electric wheelchairs, alarm system, and electrical equipment. As well as, the elderly or patients cannot use the muscles to operate those devices.

Keyword: Brain Computer Interface, LabVIEW, Electric wheelchair

บทนำ

การสื่อสารระหว่างสัญญาณสมองมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Brain Computer Interface: BCI) หรือบีซีไอ เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการวัดสัญญาณสมองของมนุษย์เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และผู้ใช้งานสำหรับการใช้งาน ด้านต่าง ๆ ในปัจจุบัน เช่น ด้านการแพทย์ การศึกษา เกมส์ และการบันเทิง ฯลฯ [1] บีซีไอทำหน้าที่รับ สัญญาณสมองส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลหรือส่งงานด้านต่างๆ บีซีไอแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ บีซีไอที่ ติดต่อสื่อสารด้วยสัญญาณสมองกับอุปกรณ์โดยตรง และบีซีไอที่ติดต่อสื่อสารด้วยสัญญาณสมองผ่านอุปกรณ์แปลง สัญญาณ โดยอุปกรณ์แปลงสัญญาณนั้นอาจเป็นฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ [2] บีซีไอทำหน้าที่รับสัญญาณคลื่นสมอง เพื่อประมวลผลด้วยขั้นตอนเทคนิคการประมวลผลสัญญาณ นอกจากนี้มีการวิจัยและพัฒนาบีซีไออย่างรวดเร็วทำให้ อุปกรณ์บีซีไอมีราคาถูกลง สามารถวัดคลื่นสัญญาณสมองได้ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ทำให้มีการนำบีซีไอมา ประยุกต์ใช้งานนอกเหนือจากการแพทย์แล้วยังมีการนำไปใช้กับการควบคุม

ปัจจุบันมีผู้พิการ ผู้ป่วย ตลอดจนผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น บุคคลเหล่านี้บางครั้งจำเป็นต้องใช้เก้าอี้ล้อเข็น หรือ วีลแชร์ (wheelchair) สำหรับการอำนวยความสะดวก โดยเฉพาะผู้พิการหรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ในการเดิน โดยวีลแชร์ที่ใช้สำหรับผู้ป่วยมี 2 ชนิด คือ วีลแชร์ใช้คนในการเคลื่อนที่กับวีลแชร์ไฟฟ้า (electric wheelchair) โดยวีลแชร์แบบไฟฟ้าเป็นวีลแชร์ที่มีมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ข้อดีคือไม่ต้องมีคนช่วยเข็น ผู้ป่วยเอง สามารถควบคุมวีลแชร์ด้วยตัวเองถ้ามือของผู้พิการหรือผู้ป่วยสามารถใช้งานได้ แต่ในกรณีที่มือของผู้ป่วยไม่สามารถ ใช้งานได้ ผู้ป่วยจะไม่สามารถควบคุมวีลแชร์ไฟฟ้าได้ เช่น ผู้ป่วยอัมพฤกษ์หรืออัมพาต โดยผู้ป่วยเหล่านี้ไม่สามารถ เดินและไม่สามารถเหยียบแขนขาได้ ทำให้ไม่สามารถควบคุมวีลแชร์ในการเคลื่อนที่เบื้องต้นได้ แต่อย่างไรก็ตามผู้ป่วย เหล่านี้บางคนสมองยังสามารถทำงานได้ ดังนั้นจากปัญหาของผู้ป่วยที่ไม่สามารถควบคุมวีลแชร์ได้แต่สมองยัง สามารถทำงานได้ปกติ ถ้าสามารถหาวิธีการควบคุมวีลแชร์ได้ด้วยการสั่งงานจากสมองก็สามารถช่วยให้ผู้ป่วย ควบคุมวีลแชร์ หรือช่วยเหลือตัวเองเบื้องต้นได้

ผลจากการศึกษาการสื่อสารระหว่างสัญญาณสมองมนุษย์และคอมพิวเตอร์ [3],[4] ซึ่งเป็นการ ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สำหรับการส่งข้อมูลและคำนวณสัญญาณจากกิจกรรมของสมอง ทำให้ผู้วิจัยมีการ ประยุกต์ใช้งานสัญญาณจากสมองสำหรับงานในสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรม วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ แพทย์ พยาบาล ฯลฯ ดังนั้นถ้างานวิจัยสามารถนำสัญญาณจากสมองมาช่วยควบคุมอุปกรณ์คนพิการ จะช่วยให้ผู้พิการนั้น ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยไม่ต้องใช้มือแทน

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อพัฒนาการนำสัญญาณจากสมองติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการควบคุมอุปกรณ์
- 1.2 เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของรถวีลแชร์สำหรับเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ด้วยระบบ คอมพิวเตอร์สั่งการอัตโนมัติ
- 1.3 เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมรถวีลแชร์อัตโนมัติควบคุมและสั่งการด้วยสัญญาณจากสมองและ ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองของมนุษย์เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเมื่อมีการสั่งงานของสมอง เมื่อสมองสั่งงาน อวัยวะต่าง ๆ ให้มีการเคลื่อนที่นั้น สมองจะส่งคลื่นสัญญาณไฟฟ้าออกมา ซึ่งสามารถวัดได้จากร่างกายมนุษย์ หรือ เรียกว่าสัญญาณไบโอเมดิคอล (biomedical signal) [2] โดยสัญญาณที่ส่งจากสมองจะเป็นสัญญาณไฟฟ้าขนาดเล็ก นั้นจะส่งผ่านทางเซลล์ประสาทเพื่อการกระตุ้นกล้ามเนื้อตามคำสั่งของสมอง สัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่ส่งออกจากสมอง นั้นแบ่งออกเป็น 4 ชนิด หรือตามช่วงความถี่ของคลื่นสัญญาณที่ปรากฏ ดังนี้

2.1.1 คลื่นเบต้า (beta brainwave, β) เป็นคลื่นความถี่อยู่ในช่วง 14-30 Hz มีขนาดของแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 5-10 μV

2.1.2 คลื่นอัลฟา (alpha brainwave, α) เป็นคลื่นความถี่อยู่ในช่วง 9-13 Hz มีขนาดของแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 20-60 μV เป็นคลื่นสมองขณะตื่นสมองกำลังพักหรือหลับตา และเวลาเข้าสมาธิ เป็นต้น

2.1.3 คลื่นธีต้า (theta brainwave, θ) เป็นคลื่นที่มีความถี่อยู่ในช่วง 4-8 Hz เป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่าคลื่นอัลฟา โดยคลื่นธีต้ามีความสัมพันธ์กับอารมณ์มากขึ้นอยู่กับความตื่นตัว

2.1.4 คลื่นเดลต้า (Delta, δ) เป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่า 4 Hz เป็นคลื่นสมองสภาวะการเข้าสมาธิลึก ๆ

2.2 การสื่อสารระหว่างสัญญาณสมองมนุษย์และคอมพิวเตอร์

การสื่อสารระหว่างสมองมนุษย์และคอมพิวเตอร์ หรือบีซีไอเป็นเทคโนโลยีสำหรับวัดคลื่นสัญญาณสมองสำหรับช่วยเหลือคนพิการที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้ โดยระบบมีการเชื่อมต่อและสื่อสารระหว่างร่างกายมนุษย์กับคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ ปัจจุบันมีการพัฒนาระบบวัดบีซีไอจำหน่ายในเชิงพาณิชย์คือ Neurosky Headset การใช้งานกับเกมสามมิติ การทำงานของระบบบีซีไอของ Neurosky [3] แสดงดังภาพที่ 1 จะทำการวัดสัญญาณสมองโดยจะนำข้อมูล จากการวัดสัญญาณมาหารูปแบบของสัญญาณรูปแบบต่างๆ ของสัญญาณสมองด้วยไดร์เซนเซอร์ (drysensor) โดยระบบมีการพัฒนาสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ Neurosky จะสุ่มสัญญาณด้วยความถี่ 512 Hz แยกสัญญาณด้วยการแปลงฟูริเยอร์อย่างรวดเร็ว (Fast Fourier Transform, FFT) และนำข้อมูลจากเอฟเอฟทีของสัญญาณต่าง ๆ เช่น คลื่นเบต้า คลื่นอัลฟา คลื่นธีต้า และคลื่นเดลต้า มาแยกแยะคำสั่งที่ส่งจากสมองโดยวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ว่าการสั่งงานของสมอง เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา โดยสัญญาณนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์สั่งงานไปที่แผงควบคุมมอเตอร์ที่วีลแชร์ตามต้องการ



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของ Neurosky headset [3]

จากภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ Neurosky Mindwave ประกอบด้วยชุดวัด (headset) ประกอบด้วยไดร์เซนเซอร์ ที่ทำหน้าที่วัดสัญญาณคลื่นสมองโดยจะวัดที่ตำแหน่งเหนือคิ้วด้านซ้าย หรือตำแหน่ง EP1 ที่คิ้วหู (ear clip) เป็นจุดอ้างอิง หรือจุดกราวด์ของระบบ และแขนสำหรับเซ็นเซอร์ (sensor arm)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ เริ่มมีการวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 [4, 5] ในงานวิจัยมีการพัฒนานำสัญญาณสมองติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ปี ค.ศ. 1980 มีการวิจัยหาความสัมพันธ์ของสัญญาณไฟฟ้าจากสมองของลิงกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลิง ต่อมาได้นำมาวิจัยกับมนุษย์ในการควบคุมแขนกล และได้มีงานวิจัยหลาย ๆ งานวิจัยพัฒนาการวัดสัญญาณสมอง การสั่งงานจากสมองโดยมีการนำเสนองานวิจัยกัน

อย่างต่อเนื่อง งานวิจัยของ Kathirvelan และคณะ [6] ได้นำเสนอการใช้คำสั่งจากสัญญาณเสียงควบคุมวีลแชร์โดยใช้โปรแกรมแล็บวิว และการ์ด CRIO-9074 โดยผู้วิจัยรับสัญญาณคำสั่งเสียงและใช้เอฟเฟกต์ที่แยกขนาดสัญญาณคำสั่งการเคลื่อนที่ของวีลแชร์ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย ขวา และหยุดการทำงานของวีลแชร์ การวิจัยนี้จะแตกต่างจากงานวิจัยของ Sinha et al.[7] และ Girase & Deshmukh [8] โดยคณะวิจัยจะควบคุมวีลแชร์ควบคุมจากสัญญาณสมองโดยตรงโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมด้วยโปรแกรมแล็บวิวผ่านชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าของวีลแชร์ จากผลของการวิจัยจะสามารถได้ต้นแบบสำหรับการควบคุมวีลแชร์ควบคุมด้วยสัญญาณสมองสำหรับคนพิการได้

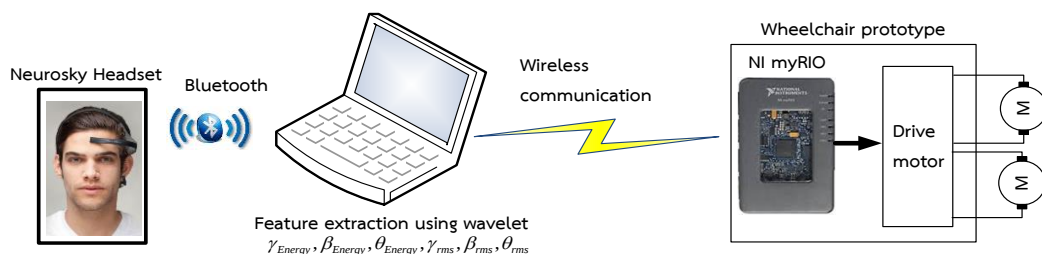
วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 ต้นแบบระบบควบคุมวีลแชร์อัตโนมัติด้วยสัญญาณสมอง
- 1.2 แบบบันทึกการทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของต้นแบบวีลแชร์

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยใช้หลักการตรวจจับการกระพริบตาจากการวิเคราะห์คลื่นสัญญาณไฟฟ้าสมองไปสั่งการให้วีลแชร์เคลื่อนที่ โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีการออกแบบโครงสร้างของระบบ ดังภาพที่ 2

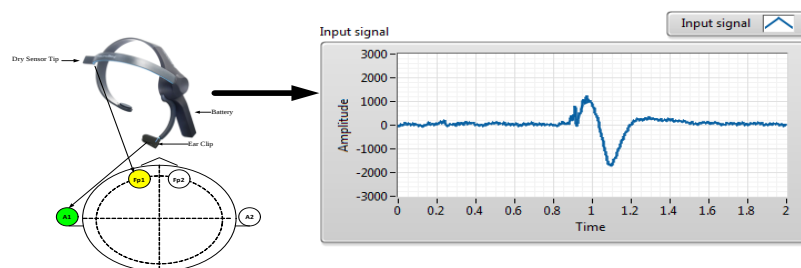


ภาพที่ 2 ระบบควบคุมวีลแชร์อัตโนมัติด้วยสัญญาณสมองและการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

จากภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมวีลแชร์อัตโนมัติด้วยสัญญาณสมองและการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ การวัดสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยชุด Neurosky Headset ส่งข้อมูลดิบ (raw data) ของสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าไปยังคอมพิวเตอร์ด้วยสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth communication) เมื่อคอมพิวเตอร์รับข้อมูลแล้วทำการแยกสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยเวฟเลตโดยใช้โปรแกรมแล็บวิว ข้อมูลเมื่อถูกแยกออกเป็นแถบความถี่ของสัญญาณคลื่นสมองแต่ละช่วงได้แล้ว จะทำการวิเคราะห์การกระพริบตาโดยการตรวจสอบการกระพริบตา ด้านซ้าย ขวา หรือทั้งสองข้าง เพื่อส่งข้อมูลเหล่านั้นไปควบคุมตัวต้นแบบวีลแชร์ให้เคลื่อนที่ตามการกระพริบตา

2.1 การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

การวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้าสมองนั้นในงานวิจัยใช้ Neurosky Mindwave เซ็นเซอร์สำหรับวัดสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยไดร์เซนเซอร์ (drysensor) ในการวัดจะทำการสวมชุดวัดโดยให้ตำแหน่งของทรายเซนเซอร์วัดตำแหน่งบริเวณเหนือคิ้วด้านซ้ายของผู้วัด หรือจุด และจุดอ้าอึง หรือกราวด์ ต่อเข้ากับหูด้านซ้าย หรือจุด แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

2.2 การแยกคุณลักษณะสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยการแปลงเวฟเล็ตไม่ต่อเนื่อง

การแยกคุณลักษณะของสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้า ประกอบด้วย 4 สัญญาณ คือ สัญญาณขณะไม่มีการกระพริบตาหรือสภาวะปกติ สัญญาณกระพริบตาด้านซ้าย สัญญาณกระพริบตาด้านขวา และสัญญาณกระพริบตาทั้งสองข้างโดยโปรแกรมการแยกคุณลักษณะ แสดงดังภาพที่ 4 และ 5 ดังนั้นขั้นตอนการแยกคุณลักษณะสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยเวฟเล็ตไม่ต่อเนื่องด้วยโปรแกรมแล็บวิว โดยมีขั้นตอนการดังนี้

2.2.1 กำหนดตัวกรองเวฟเล็ตใช้เวฟเล็ตแม่ DB4 ด้วยสัมประสิทธิ์ตัวกรองความถี่ต่ำ (low pass) และตัวกรองความถี่สูง (high pass)

2.2.2 การแยกองค์ประกอบเวฟเล็ตแยกออกเป็น 8 ระดับ ประกอบด้วย D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 และ A8

2.2.3 ค่าสัมประสิทธิ์จากการแยกองค์ประกอบแต่ละระดับของคลื่นสัญญาณสมองไฟฟ้า คือ

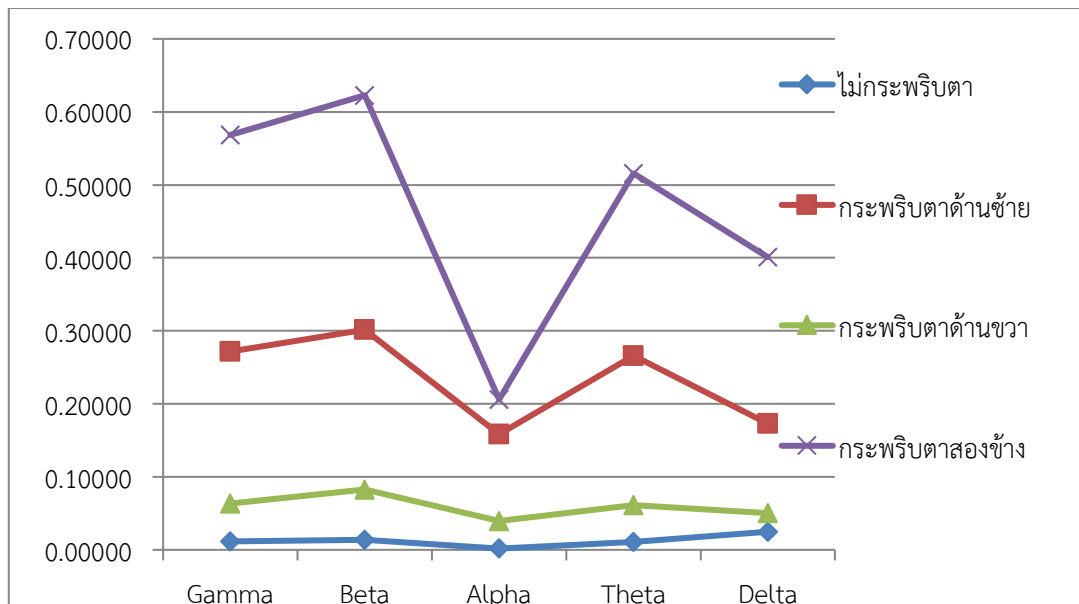
- 1) องค์ประกอบ D5 คือ แถบความถี่แกมมา (gamma frequency wave)
- 2) องค์ประกอบ D6 คือ แถบความถี่เบตา (beta frequency wave)
- 3) องค์ประกอบ D7 คือ แถบความถี่อัลฟา (alpha frequency wave)
- 4) องค์ประกอบ D8 คือ แถบความถี่อีตา (theta frequency wave)
- 5) องค์ประกอบ A8 คือ แถบความถี่เดลตา (delta frequency wave)

4) คำนวณค่ากำลังของสัมประสิทธิ์ของแถบคลื่นสัญญาณสมองไฟฟ้า

5) คำนวณค่าขนาดอาร์เอ็มเอสของสัญญาณสมองไฟฟ้าของแต่ละแถบความถี่ของการคำนวณกำลังของสัมประสิทธิ์ขณะการกระพริบตา และค่าขนาดอาร์เอ็มเอสทั้ง 4 รูปแบบ แสดงดังตารางที่ 1 และ 2 นอกจากนั้นยังนำข้อมูลมาวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 4 รูปแบบ โดยแสดงได้ดังภาพที่ 4 และ 5

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากำลังสัมประสิทธิ์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

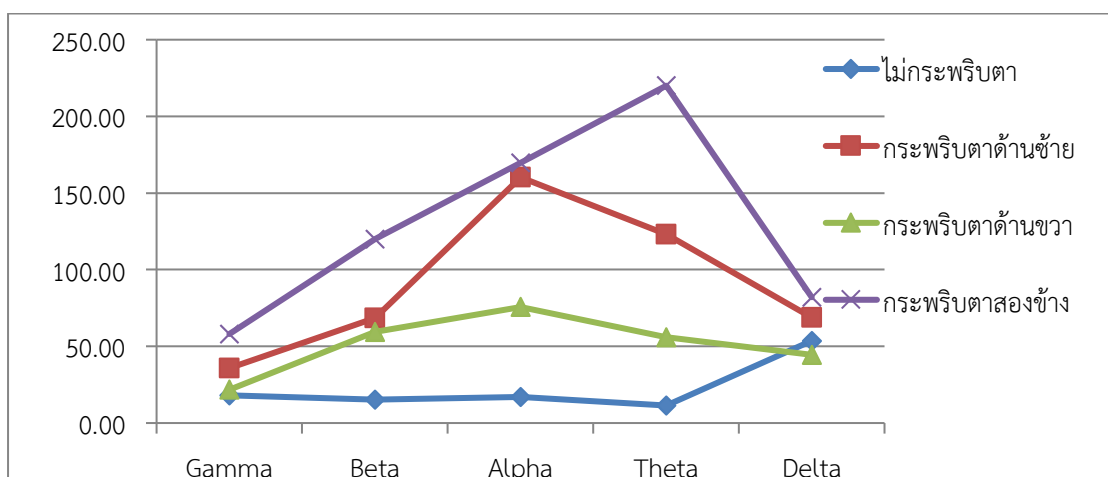
ค่าเฉลี่ย	แถบความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง				
	แกมมา	เบตา	อัลฟา	อีตา	เดลตา
ไม่กระพริบตา	0.01175	0.01340	0.00173	0.01090	0.02476
กระพริบตาด้านซ้าย	0.27185	0.30151	0.15839	0.26569	0.17276
กระพริบตาด้านขวา	0.06365	0.08269	0.03956	0.06090	0.05060
กระพริบตาสองข้าง	0.56821	0.62272	0.20608	0.51545	0.40099



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากำลังสัมประสิทธิ์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าอาร์เอ็มเอสของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

ค่าเฉลี่ย	แถบความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง				
	แกมมา	เบตา	อัลฟา	ธีตา	เดลตา
ไม่กระพริบตา	17.96	15.16	16.83	11.42	53.64
กระพริบตาด้้นซ้าย	35.81	68.33	160.23	123.26	68.96
กระพริบตาด้้นขวา	21.71	59.45	75.64	56.07	44.63
กระพริบตาสองข้าง	58.05	119.89	169.78	220.03	82.07



ภาพที่ 5 กราฟเส้นเปรียบเทียบค่าอาร์เอ็มเอสของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

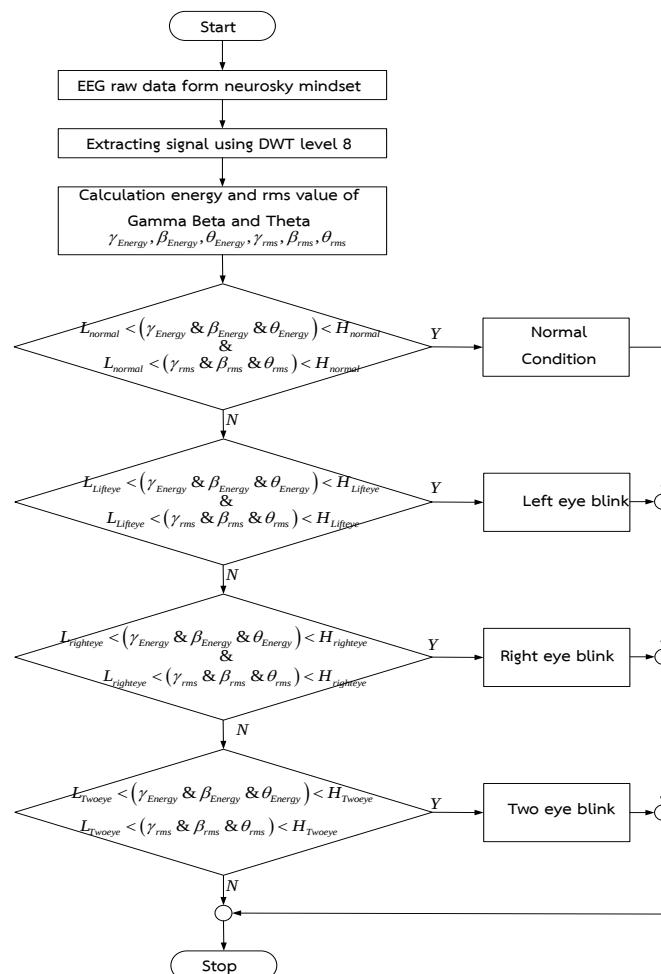
จากภาพที่ 4 และ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของกำลังของสัมประสิทธิ์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองทั้ง 4 สัญญาณพบว่า เมื่อไม่มีการกระพริบตาค่ากำลังของสัมประสิทธิ์จะมีค่าต่ำสุด เมื่อกระพริบตาด้้นขวามือจะมีค่ากำลังของ

สัมประสิทธิ์สูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์กำลังของสัญญาณขณะกระพริบตาต้านซ้ายจะสูงกว่าสัญญาณสัมประสิทธิ์กำลังของสัญญาณเมื่อกระพริบตาต้านขวา และเมื่อกระพริบตาทั้งสองข้างพร้อมกันพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์กำลังจะมีค่าสูงสุดในทุกแถบความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง จากการทดลองพบว่า การกระพริบตาทั้ง 4 แบบ สามารถแยกคุณลักษณะได้อย่างชัดเจน เหมาะสำหรับการตรวจสอบเพื่อควบคุมร็วลิแชร

ผลการวิจัย

1. การตรวจสอบการกระพริบตา

การควบคุมร็วลิแชรอัตโนมัติด้วยสัญญาณสมองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์นั้นจะใช้สัญญาณคลื่นสมองจากการกระพริบตาตามขั้นตอนในหัวข้อ 3 โดยทำการแยกองค์ประกอบสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้า คำนวณกำลังสัมประสิทธิ์ และขนาดอาร์เอ็มเอส ของแถบความถี่สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง คือ แถบความถี่แกมมา เบตา อัลฟา ดีตา และเดลตา จากผลของแถบความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยพิจารณาจากตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 สำหรับขั้นตอนในการควบคุมการกระพริบตามและแยกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง แสดงดังภาพที่ 6

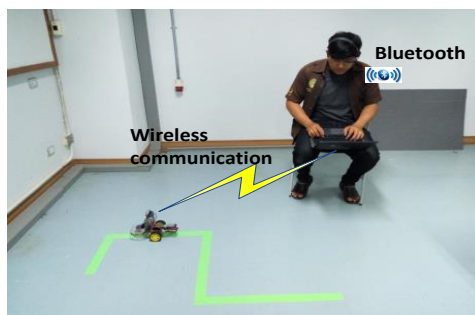


ภาพที่ 6 ขั้นตอนการแยกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

จากภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการการแยกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ทำการแยกสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้า ด้วยค่าสัมประสิทธิ์กำลังและอาร์เอ็มเอสของแถบความถี่แกมมา เบตา อีตา โดยมีขอบเขตสำหรับแบ่งลักษณะ กระพริบตาแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ ไม่มีการกระพริบตา มีการกระพริบตาด้านซ้าย มีการกระพริบตาด้านขวา และมีการกระพริบตาทั้งสองข้างพร้อมกัน

2. การทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์ควบคุมด้วยคลื่นสัญญาณสมอง ไฟฟ้าโดยให้ผู้ควบคุมร็อดวิลแชร์ใส่ชุด Neurosky Mindset ทำการควบคุมร็อดวิลแชร์โดยวัดสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้า จากการตรวจจับกระพริบตาของผู้ควบคุมส่งไปยังโปรแกรมแล็บวิว เพื่อตรวจสอบคลื่นสมองไฟฟ้าจากการกระพริบ ตาในรูปแบบต่าง ๆ และส่งสัญญาณการควบคุมไปยังตัวควบคุม หรืออุปกรณ์ NI myRIO ทำหน้าที่สั่งการควบคุมทิศ ทางการเคลื่อนที่หุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์โดยการทดสอบ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่หุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์

จากภาพที่ 7 แสดงการทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่หุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์ในการทดสอบเริ่มจากการ สั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทิศทางต่าง ๆ โดยทดสอบจำนวน 20 ครั้ง ดังนี้

1. สั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าโดยกระพริบตาด้านซ้าย
2. สั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ถอยหลังโดยการกระพริบตาด้านขวา
3. สั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เลี้ยวซ้ายโดยการกระพริบตาด้านซ้ายสองครั้ง
4. สั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เลี้ยวขวาโดยการกระพริบตาด้านขวาสองครั้ง
5. สั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่แล้วหยุดโดยการกระพริบตาสองด้านพร้อมกัน

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์

ทิศทางการเคลื่อนที่	จำนวนครั้งที่เคลื่อนที่สำเร็จ	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่สำเร็จ(%)
เดินหน้า	19	95
ถอยหลัง	18	90
เคลื่อนที่เลี้ยวซ้าย	17	85
เคลื่อนที่เลี้ยวขวา	17	85
หยุด	19	95

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์ พบว่าหุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์ สามารถเคลื่อนที่ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ได้ แต่การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบร็อดวิลแชร์อาจมีการเคลื่อนที่ เนื่องจากจังหวะการกระพริบตาของผู้ควบคุมนั้นอาจจะเร็วและไม่เป็นจังหวะสำหรับการตรวจสอบ ทำให้โปรแกรม ในการตรวจสอบการกระพริบตาตรวจสอบผิดพลาด ไม่สามารถสั่งการควบคุมร็อดวิลแชร์ได้ถูกต้อง

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองงานวิจัยพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมรถวีลแชร์อัตโนมัติด้วยสัญญาณสมองและการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ พบว่า 1) สามารถใช้เซนเซอร์วัดสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อการแยกองค์ประกอบสัญญาณด้วยวิธีการแยกองค์ประกอบของสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยการแปลงเวฟเล็ตต่อเนื่อง 2) สามารถพัฒนาระบบควบคุมต้นแบบรถวีลแชร์ไฟฟ้าด้วยสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้า โดยสามารถควบคุมให้ต้นแบบรถวีลแชร์ไฟฟ้าเคลื่อนที่เดินหน้า ถอยหลัง หยุด เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวาจากการกระพริบตา ทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์เมื่อรับข้อมูลแล้วทำการแยกสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าด้วยเวฟเล็ตโดยใช้โปรแกรมแล็บวิว ข้อมูลเมื่อถูกแยกออกเป็นแถบความถี่ของสัญญาณคลื่นสมองแต่ละช่วงได้แล้ว จะทำการวิเคราะห์การกระพริบตา โดยทำการตรวจสอบการกระพริบตาด้านซ้าย ขวา หรือทั้งสองข้าง เพื่อส่งข้อมูลเหล่านั้นไปควบคุมตัวต้นแบบวีลแชร์ให้เคลื่อนที่ตามการกระพริบตา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kathirvelan et al. [6] ได้นำเสนอการใช้คำสั่งจากสัญญาณเสียงควบคุมวีลแชร์โดยใช้โปรแกรมแล็บวิว และการวัด CRIQ-9074 โดยผู้วิจัยรับสัญญาณคำสั่งเสียงและใช้แอปเฟดที่แยกขนาดสัญญาณคำสั่งการเคลื่อนที่ของวีลแชร์ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย ขวา และหยุดการทำงานของวีลแชร์

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จะมีการนำต้นแบบระบบควบคุมต้นแบบรถวีลแชร์ด้วยสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้า การควบคุมเป็นการควบคุมเฉพาะต้นแบบและการทดลองการวัดสัญญาณคลื่นสมองไฟฟ้าบุคคล เฉพาะช่วงอายุ 20-25 ปี การพัฒนาต่อไปจะนำวิธีการนี้ควบคุมรถวีลแชร์ไฟฟ้าจริงและทดสอบกับบุคคลทุกช่วงวัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่สนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัย โครงการพัฒนาศักยภาพอาจารย์ด้านวิชาการ และการวิจัยเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ ประจำปี 2558

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฐริน หล้าเตจา และสุรพงษ์ เลิศสิทธิชัย. (2554). **สถาปัตยกรรมมนุษย์ล้อ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- [2] ธนศ อังศ์วัฒนะกุล, เครือฟ้า ความหมั่น, จิราพร ทัพชัย และอนุชนารณ สุวรรณคำ. (2555). เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดอัลฟ่า. ใน **การประชุมวิชาการวิศวกรรมชีวการแพทย์ไทย ครั้งที่ 4** (น.119-122), ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- [4] Vourvopoulos, A. & Liarokapis, F. (2014). Evaluation of commercial brain-computer interfaces in real and virtual world environment: A pilot study. **Computers & Electrical Engineering**, 40(2), 714-729.
- [5] Yoshida, K. Hirai, F. & Miyaji, I. (2014). Learning System Using Simple Electroencephalograph Feedback Effect During Memory Work. **Procedia Computer Science**, 35, 1596-1604.
- [6] Kathirvelan, J. Anilkumar, R. Alex, Z.C. & Fazul, A. (2012). Development of low cost automatic wheelchair controlled by oral commands using standalone controlling system. In **2012 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research** (pp.1 – 4). Coimbatore : IEEE. DOI : 10.1109/ICCCIC.2012.6510292.
- [7] Sinha, U. & Kanthi, M. (2016). Mind Controlled Wheelchair. **International Journal of Control Theory and Applications**, 9(39), 19-28. DOI : 10.9790/1676-1203030913.
- [8] Girase, P.G. & Deshmukh, M.P. (2016). Mindwave Device Wheelchair Control. **International Journal of Science and Research (IJSR)**, 5(6), 2172-2176.