

การออกแบบระบบนับจำนวนการกำมือโดยใช้สัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG)

โดย นางสาวกัญญรัตน์ พิริยะพงศธร
นางสาวชลธิชา สกุลซึ้ง
นายรพีภัทร มณีนารด
นายณนทวัฒน์ ยุกบลชิต

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบนับจำนวนการกำมือด้วยสัญญาณกล้ามเนื้อ (EMG) เพื่อสนับสนุนการฟื้นฟูสมรรถภาพและการทำกายภาพบำบัด โดยวงจรปรับสภาพสัญญาณแอนะล็อกส่วนหน้า (Analog Front-End) ที่ออกแบบขึ้นใช้ไอซี AD620 ร่วมกับวงจรกรองความถี่แถบผ่านแอกทิฟแบบ Sallen-Key อันดับสอง (20 – 450 Hz) และออปแอมป์ TL072 สำหรับขยายและกรองสัญญาณเพื่อทำงานร่วมกับวงจรยกระดับแรงดัน (DC Level Shifting) ก่อนปรับระดับแรงดันเข้าสู่โมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งการทำงานของระบบโดยรวมคือ แผ่นแปะอิเล็กโทรดจะตรวจจับสัญญาณชีวภาพจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแขนท่อนล่างขณะออกแรงกำมือ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 จะประมวลผลด้วยอัลกอริทึมจำแนกการกำมือตามเกณฑ์แรงดันที่กำหนด (Threshold-Based Algorithm) พร้อมฟังก์ชันหน่วงเวลาตรวจจับ (Debounce Time) เพื่อป้องกันการนับซ้ำ และส่งข้อมูลแบบเวลาจริงผ่านบลูทูธพลังงานต่ำ (BLE) ไปแสดงผลและบันทึกประวัติการฝึกบนเว็บแอปพลิเคชันจากการทดสอบพบว่าวงจร AFE มีอัตราขยายแรงดันรวม 632 เท่า ในย่านความถี่ 20 – 450 Hz รองรับแรงดันอินพุต 0.5 – 20 mVpp โดยไม่เกิดการอิ่มตัวของสัญญาณ และเมื่อทดสอบกับอาสาสมัคร 20 คน ระบบมีความแม่นยำในการนับจำนวนการกำมือเฉลี่ยร้อยละ 96.42 พร้อมทั้งรับส่งข้อมูลไร้สายแบบเวลาจริงในระยะไม่น้อยกว่า 5 เมตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Design of an EMG-Based Hand Grasp Counting System

By	Miss. Kanyarat	Phiriyaphongsathon
	Miss. Chonthicha	Sakunsong
	Mr. Rapeepat	Maneenach
	Mr. Nonthawat	Yubonchid

Abstract

This project presents the design and implementation of a hand-clenching count system using electromyography (EMG) signals to support physical rehabilitation and therapy. The designed Analog Front-End (AFE) signal conditioning circuit incorporates an AD620 IC in conjunction with a second-order Sallen-Key active bandpass filter (20 – 450 Hz) and TL072 operational amplifiers for signal amplification and filtering to operate in coordination with a DC level shifting circuit before feeding the voltage into the analog-to-digital converter (ADC) module of an ESP32 microcontroller. The overall operation of the system begins with electrode pads detecting bioelectric signals generated from forearm muscle contractions during hand gripping. The ESP32 microcontroller then processes the signals using a threshold-based algorithm with debounce timing to accurately classify and count hand grips while preventing double counting, and transmits the real-time data via Bluetooth Low Energy (BLE) to display results and record training history on a web application. Experimental results demonstrate that the AFE circuit achieves a total voltage gain of 632 across the 20 – 450 Hz frequency band and supports input voltages from 0.5 to 20 mVpp without signal saturation. When evaluated with 20 volunteers, the system achieved an average hand-grip counting accuracy of 96.42% while maintaining stable real-time wireless data telemetry over an open-space distance of at least 5 meters.