

ABSTRAK

Jusuf Julianto

IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING PADA EXOSKELETON UNTUK
MENGGERAKKAN MOTOR BERDASARAKAN KLASIFIKASI SINYAL
EMG DAN PEMBACAAN SUDUT SIKU

xiii + 75 halaman + 3 Tabel + 1 Lampiran

Stroke merupakan salah satu penyebab utama kecacatan di dunia yang sering menimbulkan gangguan pada fungsi motorik lengan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah *exoskeleton* rehabilitasi yang mampu digerakkan berdasarkan klasifikasi sinyal *EMG* menggunakan *machine learning* dan pembacaan sudut siku untuk membantu proses terapi pasien stroke. *Exoskeleton* ini dibuat menggunakan bahan hasil pencetakan 3D (*3D printing*) yang ringan dan ergonomis. Kontribusi utama dari penelitian ini meliputi pengembangan sistem rehabilitasi *exoskeleton* yang mengintegrasikan klasifikasi sinyal *EMG* secara *real-time* menggunakan mikrokontroler *ESP32*, serta pengendalian *motor* pada *exoskeleton* dalam dua mode, yaitu *unilateral* dan *bilateral*. Sistem ini mengandalkan sensor *EMG* untuk sinyal otot, sensor *IMU (MPU6050)* untuk sudut siku, dan *load cell* untuk mendeteksi gaya. Data sinyal *EMG* kemudian melalui proses ekstraksi ciri statistik (*VAR, WL, IEMG, RMS*), dilanjutkan dengan pelatihan model klasifikasi menggunakan metode *Random Forest, Decision Tree, SVM*, dan *XGBoost*. Model dikonversi ke format *micromlgen* agar dapat dijalankan langsung di *ESP32*. Penelitian ini diuji pada tiga puluh responden laki-laki berusia 20–25 tahun dengan berat badan 50–85 kg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh model mampu mencapai akurasi klasifikasi 100% untuk membedakan kondisi rileks dan genggam. Korelasi sudut antar *ESP32 unilateral* dan *bilateral* sebesar 0,9469 menunjukkan akurasi pembacaan gerakan yang konsisten. Model *Decision Tree* dipilih untuk implementasi karena efisiensi penggunaan memorinya. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai solusi awal untuk alat bantu rehabilitasi berbasis *wearable* yang praktis dan terintegrasi.

Kata Kunci: *Exoskeleton, Machine Learning, EMG, ESP32, Rehabilitasi Stroke*

Daftar bacaan: 36 Jurnal (2014-2024)

ABSTRACT

Jusuf Julianto

IMPLEMENTATION OF MACHINE LEARNING IN EXOSKELETON TO CONTROL MOTORS BASED ON EMG SIGNAL CLASSIFICATION AND ELBOW ANGLE READING

xiii + 75 Pages + 3 Tables + 1 Appendices

Stroke is one of the leading causes of disability worldwide, often resulting in impaired motor function in the upper limbs. This study aims to design and implement a rehabilitation exoskeleton that can move based on EMG signal classification using machine learning and elbow angle measurement to support stroke therapy. The exoskeleton is constructed using lightweight and ergonomic 3D-printed materials. The main contribution of this research lies in the development of a rehabilitation system that integrates real-time EMG signal classification into an ESP32 microcontroller, enabling control of the exoskeleton in both unilateral and bilateral modes. The system utilizes EMG sensors for muscle activity detection, an IMU sensor (MPU6050) for elbow angle measurement, and a load cell for biceps force detection. EMG signals undergo feature extraction using statistical features (VAR, WL, IEMG, RMS), followed by model training using classification methods such as Random Forest, Decision Tree, SVM, and XGBoost. The trained models are converted using the micromlgen library to run directly on the ESP32. The system was tested on thirty male respondents aged 20–25 years, weighing between 50–85 kg. Test results show that all models achieved 100% accuracy in distinguishing between relaxed and grasping muscle conditions. The correlation of elbow angles between the unilateral and bilateral ESP32 systems was 0.9469, indicating high consistency in motion detection. The Decision Tree model was selected for implementation due to its memory efficiency. This study demonstrates that the developed system is a promising solution for wearable rehabilitation devices that are practical, efficient, and easily integrated into stroke therapy.

Keywords: Exoskeleton, Machine Learning, EMG, ESP32, Stroke Rehabilitation

References: 36 books (2014-2024)