



Seguimiento 2: Tecnología y técnicas de adquisición de EMG

Proyecto 2024

Koraima Torres Diaz

Luis Miguel Ramírez Rueda

1. Contexto

Historia

El concepto de control mioeléctrico se introdujo por primera vez en la década de 1940 por Reinhold Reiter, un estudiante de física de la Universidad de Munich. El único informe publicado sobre el trabajo de Reiter, describió una prótesis de brazo mioeléctrica diseñada para un trabajador amputado de una fábrica. Sin embargo, esta prótesis no era viable clínicamente ya que no era portátil y requería una potencia considerable. Con el desarrollo de la tecnología, en la década de 1960 se lograron avances significativos a nivel internacional, pero fue en la década de 1970 cuando las prótesis mioeléctricas comenzaron a tener un impacto clínico significativo. El enfoque de prótesis mioeléctricas con control mioeléctrico basado en el reconocimiento de patrones ha evolucionado desde finales de los años 1960 hasta la actualidad. Se han utilizado diversos métodos, como características basadas en amplitud, coeficientes autorregresivos, clasificadores de redes neuronales artificiales y características basadas en paquetes wavelet, para mejorar la precisión y la capacidad de adaptación a la intención del usuario. En la actualidad, existen muchos sistemas de control mioeléctrico capaces de controlar un solo dispositivo en una prótesis de extremidad, como manos, codos o muñecas. Sin embargo, controlar múltiples funciones o dispositivos representa un desafío más difícil. Para lograrlo, se necesita extraer más información de las señales mioeléctricas de superficie sobre el estado del músculo activo y construir un clasificador capaz de explotar esta información [1][2].

Aplicaciones

Las prótesis mioeléctricas tienen muchas aplicaciones clínicas, estas prótesis se utilizan en miembros superiores e inferiores, ofreciendo una gama de movimientos controlados mediante señales mioeléctricas generadas por los músculos residuales del paciente [3]. En miembros superiores, las prótesis de mano y brazo permiten realizar acciones como agarrar o sostener objetos y manipularlos con facilidad. En miembros inferiores, las prótesis de pierna facilitan la marcha. Además de su uso en la rehabilitación post-amputación, las prótesis mioeléctricas

tienen aplicaciones en deportes, y actividades recreativas, proporcionando al paciente la capacidad de participar en diversas actividades con mayor comodidad y rendimiento.

Principales industrias

Empresas especializadas en el desarrollo y fabricación de prótesis mioeléctricas [4]:

- Virginia Prosthetics & Orthotics Inc.
- Endolite India
- Ottobock
- College Park Industries
- Leimkuehler, Inc.
- Touch Bionics Inc. (Össur ahora)
- Fillauer LLC
- COAPT LLC
- Össur
- FAULHABER

2. Adquisición

Estrategias para mejorar la fijación de los sensores

Como primer paso, para obtener una mejor fijación de los sensores es necesario una preparación adecuada de la piel para reducir la impedancia electrodo-piel. Adicionalmente, se recomienda utilizar bandas elásticas o cintas/anillos y cables de tal manera que los electrodos estén correctamente fijados a la piel, el movimiento no se vea obstaculizado y los cables no tiren de los electrodos [5].

Ubicación del electrodo para capturar el movimiento de flexión-extensión de codo

Los principales músculos responsables del movimiento de flexión y extensión del codo, son el bíceps braquial para la flexión y el tríceps braquial para la extensión. En este caso, para capturar el movimiento de flexión-extensión se designó como músculo de interés el bíceps braquial. Considerando lo anterior, se ubican dos electrodos activos y un electrodo de referencia. El primer electrodo se colocaría sobre la parte anterior del brazo, aproximadamente a un tercio de la distancia entre el hombro y el codo, donde el bíceps es más prominente durante la contracción. El segundo electrodo activo se colocaría en una ubicación cercana al primero, pero ligeramente desplazado en dirección longitudinal para cubrir una mayor área del músculo. El electrodo de referencia, se colocaría en la parte superior del hombro, sobre la clavícula, esto garantizará que el electrodo de referencia no

afecte la señal registrada del bíceps braquial ya que esa zona no interviene en el movimiento de flexión-extensión.

3. Construcción del protocolo de registro

Población

- Población objetivo: Adultos sanos entre 20 y 30 años.
- Exclusiones: Individuos con antecedentes de lesiones musculares o neurológicas, problemas de salud que afecten la capacidad para realizar movimientos en los que intervenga el bíceps.

Montaje de electrodos

- Preparación de la piel: Limpiar la piel con alcohol para eliminar cualquier residuo de aceite o suciedad que pueda afectar la conductividad eléctrica.
- Ubicación de los electrodos: Dos electrodos de superficie bipolar separados a una distancia de 20 mm [5].

Electrodos activos: Colocar el primer electrodo sobre el bíceps braquial, a 1/3 de la distancia entre el hombro y el codo. Colocar el segundo electrodo desplazado 20 mm en dirección longitudinal, siguiendo la dirección de las fibras musculares.

Electrodo de referencia: Colocar en la clavícula, en la parte superior del hombro.

- Aseguramiento de los cables: Para evitar artefactos asociados al movimiento de cables o que estos obstaculicen los movimientos, asegurarlos con micropore a la piel sin tirar de los electrodos.

Tipo de ejercicio a realizar

- Ejercicio de flexión y extensión del codo: Realizar movimientos repetidos de flexión y extensión del codo (entre 0° y 150°), manteniendo una velocidad constante.
- Ejercicio de pronación-supinación: Realizar movimientos repetidos de pronación-supinación manteniendo una velocidad constante.

Forma de la onda esperada

- Durante la flexión del codo y supinación: Se espera observar un aumento en la actividad electromiográfica del bíceps braquial, con una forma de onda que muestra un aumento progresivo en la amplitud a medida que se contrae el músculo.

- Durante la extensión del codo y pronación: Se espera una disminución en la actividad electromiográfica del bíceps braquial, con una forma de onda que muestra una disminución en la amplitud a medida que el músculo se relaja.

Duración del registro

- Intervalo de descanso inicial: 40 segundos para permitir la adaptación del sujeto al protocolo
- Duración total: 24 segundos aproximadamente.
- Duración de cada fase (flexión y extensión): 12 segundos aproximadamente.

5. Conclusiones

- El estudio histórico revela la evolución significativa en el campo del control mioeléctrico desde la década de 1940 hasta la actualidad, demostrando un progreso continuo en la tecnología de prótesis mioeléctricas y la relevancia de los métodos de adquisición de señales EMG.
- Las prótesis mioeléctricas han demostrado tener diversas aplicaciones clínicas y prácticas, desde la rehabilitación post-amputación hasta la participación en actividades deportivas y recreativas, lo que resalta su importancia en la mejora de la calidad de vida de los pacientes.
- El protocolo de registro elaborado, que incluye la preparación de la piel, la colocación de electrodos, el tipo de ejercicios a realizar y la duración del registro, establece un estándar para la recolección de datos EMG, facilitando así la comparación y replicación de resultados en futuras etapas del proyecto.

Fase 3: Análisis en tiempo real

- Procesamiento en tiempo real:

Los sistemas embebidos a menudo necesitan procesar datos en tiempo real, esto quiere decir que se deben realizar procesos de respuesta en segundos cuando la información de entrada es recibida . Los algoritmos de procesamiento de señales, como los filtros digitales o los algoritmos de control, son comunes en este caso [6].

- Procesamiento local:

El procesamiento de datos para sistemas embebidos emplea dispositivos locales o de cercanía al servidor, debido a que la información no tiene que viajar al servidor central y de vuelta, este método baja la latencia. Aplicaciones que requieren baja latencia tales como robótica, carros autónomos y vehículos eléctricos se benefician más de esto [7]

- Procesamiento distribuido:

En sistemas embebidos más complejos, el procesamiento de datos puede distribuirse entre varios dispositivos. Cada dispositivo puede encargarse de procesar una parte de los datos y luego comunicar los resultados a través de una red local [8].

Bibliografía

- [1] K. Englehart y B. Hudgins, “A robust, real-time control scheme for multifunction myoelectric control”, *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 50, núm. 7, pp. 848–854, 2003.
- [2] L. McLean y R. N. Scott, “The early history of myoelectric control of prosthetic limbs (1945–1970)”, en *Powered Upper Limb Prostheses*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004, pp. 1–15.
- [3] E. Scheme y K. Englehart, “Electromyogram pattern recognition for control of powered upper-limb prostheses: State of the art and challenges for clinical use”, *J. Rehabil. Res. Dev.*, vol. 48, núm. 6, p. 643, 2011.
- [4] Persistence Market Research, “Myoelectric prosthetics market - persistence market research”. 08-jul-2022.
- [5] H. J. Hermens, B. Freriks, C. Disselhorst-Klug, y G. Rau, “Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures”, *J. Electromyogr. Kinesiol.*, vol. 10, núm. 5, pp. 361–374, 2000.
- [6] R. C. Jaju, “Edge computing in embedded systems”, *Medium*, 13-oct-2023. [En línea]. Disponible en: <https://medium.com/@ramjaju3737/edge-computing-in-embedded-systems-a28cc7cc5bf3>. [Consultado: 18-abr-2024].
- [7] T. Agarwal, “Data Processing: Cycle, types, advantages, and disadvantages”, *ElProCus - Electronic Projects for Engineering Students*, 15-ene-2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.elprocus.com/data-processing-types-and-its-applications/>. [Consultado: 18-abr-2024].
- [8] TRBL, “Sistemas embebidos y sus características”, *TRBL Services*, 01-jun-2021. [En línea]. Disponible en: <https://trbl-services.eu/blog-sistema-embebido-caracteristicas/>. [Consultado: 19-abr-2024].

