

Diseño de un dispositivo multi-sensor para el tratamiento fisioterapéutico de la parálisis orofacial

Miriam Mendoza López
Departamento de Ciencias Politécnicas
Universidad Católica San Antonio
Murcia, España
mmendoza@ucam.edu

Ángel J. García-Collado
Departamento de Ciencias Politécnicas
Universidad Católica San Antonio
Murcia, España
ajgarcia@ucam.edu

Resumen

En la actualidad, el tratamiento de la parálisis facial es de dos tipos: farmacológico y terapia física manual. La tasa de mejora es de un 80%, quedando el resto de pacientes con secuelas moderadas o graves. Una herramienta que facilite la evaluación de la patología y que permita ajustar el tratamiento de forma personalizada al rehabilitador, aumentaría el pronóstico y la eficacia del tratamiento.

El objetivo principal de este trabajo es la creación de una red de sensores flexibles y totalmente adaptables que recojan bioseñales en la región facial afectada y pueda ser utilizado en la consulta del terapeuta en tiempo real, proporcionando datos complementarios a los que dan las técnicas de evolución actuales, electromiograma, electroneurograma y reflejo de tronco encefálico.

Arduino será el dispositivo electrónico encargado de transmitir las señales recogidas, que serán enviadas vía *bluetooth* a través de un módulo de comunicaciones a un ordenador para el tratamiento y visualización de los datos con la herramienta *Matlab*.

Abstract

At present, the treatment of facial paralysis is of two types: pharmacological and manual physical therapy. The improvement rate is 80%, leaving the rest with moderate to severe sequelae. A tool that facilitates the evaluation of the pathology and allows adjusting the treatment in a personalized way to the rehabilitator, increase the effectiveness and the prognosis.

The main objective is the creation of a network of flexible and fully adaptable sensors that collect biosignals and can be used in consultation with the therapist in real time, providing complementary data to those that give the techniques of current evolution, electromyogram, electron beam and trunk reflex encephalic.

Arduino will be the electronic device in charge of transmitting the collected signals, which are sent via *bluetooth* through a module that it incorporates and sent to the computer for the treatment and visualization of the data with the tool *Matlab*.

Palabras clave

Arduino, sensor, parálisis orofacial.

1. Introducción

La parálisis facial periférica (PFP) es una neuropatía que se caracteriza por la pérdida o disminución de la función motora y sensorial del nervio facial, uno de los doce nervios unidos directamente al cerebro. Es una de las neuropatías más comunes [1] con una incidencia de 20 a 30 casos por cada cien mil personas al año. El diagnóstico y tratamiento oportuno influyen directamente en el tiempo y grado de recuperación [2].

Esta parálisis facial presenta muy buena evolución con tratamiento fisioterápico, de forma que, dependiendo de la afectación del nervio (y siempre que sea reversible), tiene un pronóstico de mejora de hasta un 80% [3]. Pero hay que resaltar que sin tratamiento la evolución puede mejorar en sólo un 50%, por eso es fundamental la figura del fisioterapeuta que enseñe al paciente la reeducación muscular de la hemicara afectada.

El nervio facial controla, en especial, los movimientos de los músculos de la cara, el cierre de los ojos y de la boca, la secreción de las lágrimas y la saliva y una parte de las sensaciones del gusto. En algunas enfermedades, este nervio deja de transmitir información del cerebro hacia las zonas que controla, o a la inversa [4]. De ello resulta una parálisis facial, de la que existen dos tipos: parálisis central, que afecta a la mitad de la cara en el sentido longitudinal, predomina en la parte inferior y suele estar asociada a una parálisis de la mitad del cuerpo

(hemiplejía) del mismo lado; y parálisis periférica, que afecta también a la mitad de la cara, igual en la parte inferior que en la superior [5].

Los métodos evaluativos que se emplean son el electromiograma, el electroneurograma y el reflejo tronco encefálico, diferenciándose dos tipos de tratamientos: el farmacológico y el fisioterapéutico.

En este último caso, una de las partes de la terapia es la vibración continua en los músculos faciales que el terapeuta debe hacer manualmente, que aumenta la tonicidad y estabiliza la postura muscular [6]. Esta técnica en la mayoría de los casos es complicada de realizar para el rehabilitador.

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo, temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica, una tensión eléctrica, una corriente eléctrica, etc. La electrónica ha evolucionado mucho en los últimos años, de forma se ha logrado una amplia variedad de dispositivos electrónicos polivalentes, de muy bajo coste y de relativamente fácil uso. Numerosos estudios recientes concluyen que el uso de sensores inerciales es un método preciso y fiable en el estudio del movimiento muscular humano [7].

En este trabajo proponemos un dispositivo multi sensor que, a modo máscara adaptable a las características físicas del paciente, recoja los datos de interés de los músculos afectados en la parálisis facial periférica antes y después del tratamiento, y con ello poder ayudar al fisioterapeuta a mejorar los tratamientos y la duración de éstos.

2. Planteamiento y objetivos

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos, de código abierto (*open-source*) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está especialmente diseñado para crear objetos o entornos interactivos, por lo que es un excelente punto de partida para la consecución de los objetivos que se persiguen en este proyecto. En concreto, la creación y desarrollo de un dispositivo facial capaz de registrar y medir el grado de disfunción de un músculo en relación a su pérdida de funcionalidad y en pacientes con parálisis facial.

Con la adquisición de la información suministrada por el músculo lesionado, y de forma complementaria, es posible alcanzar a conocer la evolución de la musculatura a lo largo de las sesiones de tratamiento y su estado final, de manera

que se tiene un conocimiento completo de la evolución de la neuropatía.

Además de la monitorización de los músculos afectados por la neuropatía y el estudio de su evolución temporal durante y *a posteriori* de cada sesión de tratamiento, resulta especialmente interesante el estudio de los materiales apropiados que doten de confort al paciente.

2.1. Dispositivo multi-sensor

Para la determinación del tono de la musculatura facial de interés, se propone la disposición de sensores de movimiento, de tipo acelerómetro, miniaturizados en forma de electrodo y con capacidad de recogida de bioseñales. En la Fig. 1 se muestra un esquema del funcionamiento del dispositivo en su conjunto.

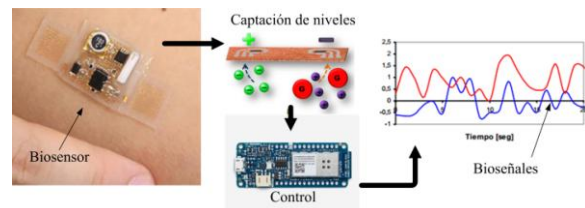


Figura 1. Esquema de funcionamiento del dispositivo multi sensor.

Para los fines perseguidos, la selección de un dispositivo *Arduino* de tipo *Tian* no es arbitraria ya que este elemento de control no es sólo un microcontrolador de reducidas dimensiones, sino que también es microprocesador, con lo que se posibilita descartar otros sistemas más complejos, como por ejemplo *Raspberry Pi*, y se optimiza espacio, coste y peso.

El sistema, que se encuentra actualmente en fase de diseño y prototipado, dispondrá de una conexión inalámbrica (vía *Bluetooth*) que permitirá el envío de las señales captadas a un sistema de procesamiento y visualización externo.

Los sensores de movimiento pueden ir acompañados de otros sensores que completarán la información disponible, tal como es la temperatura facial superficial, y que pueden ser datos de especial relevancia a la hora de determinar la evolución adecuada de la patología del paciente. Con otros sensores inerciales (acelerómetro, giroscopio, magnetómetro,...) se proporcionarán parámetros que, en la actualidad, con el electromiograma y con el electroneurograma no se pueden cuantificar.

El conjunto de sensores se adaptará a las facciones de la cara del paciente con una estructura y geometría confortable.

De forma complementaria, y buscando esa confortabilidad en el paciente, se está estudiando la posibilidad y viabilidad de incorporar sensores

biológicos en un tatuaje electrónico, una tendencia que está adquiriendo gran relevancia en el campo de la medicina, ya que se compone de una película biocompatible muy delgada y que es capaz de adherirse a cualquier parte del cuerpo. El objetivo de todo ello es dar apoyo o sustituir, en la medida que se posible, la red de biosensores.

En el estado actual del estudio, se están haciendo las primeras pruebas con tinta conductiva no tóxica con base de plata. En la Fig. 2 se puede observar un tatuaje electrónico, creado en el departamento de ingeniería aeroespacial e ingeniería mecánica en la Universidad de Texas.



Figura 2. Tatuaje electrónico.

Este tipo de tatuajes electrónicos se ha creado con el objetivo de reemplazar los circuitos basados en silicio, que normalmente son planos, rígidos y muy complicados de adaptar a la piel, por un dispositivo suave capaz de tener contacto directo con la piel de una manera natural [5].

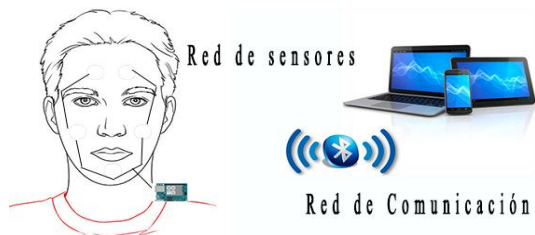


Figura 3. Dispositivo multi sensor basado en la plataforma Arduino (izquierda) y red de comunicación.

El tratamiento de las bioseñales generadas será procesado mediante el software comercial *Matlab* y el módulo *Simulink*, que configuran una herramienta útil, potente y de fácil empleo. *Matlab* tiene su propio lenguaje de programación a través del cual se puede programar el dispositivo *Arduino* y que actuaría de interfaz de comunicación entre éste y la red de sensores propuesta vía Bluetooth.

Con todo ello se conseguirá tener un dispositivo portable, de bajo coste y gran versatilidad que proporcione un diagnóstico más preciso, y poder personalizar el tratamiento, lo que conllevaría acortar tiempos de recuperación y la disminución del número de pacientes que pudieran quedar con secuelas moderadas-graves.

3. Conclusiones

En este trabajo se presenta un dispositivo multi sensor orientado al tratamiento de la parálisis facial periférica. Se muestra el estado actual del desarrollo y las líneas a seguir para la consecución de un prototipo operativo. La tecnología se basa en la plataforma *Arduino* debido a su versatilidad y excelentes prestaciones. El uso de diferentes sensores complementa la información relativa a los músculos afectados, y permitirá determinar con mayor precisión la evolución de los tratamientos efectuados.

La realización de los trabajos y consecución de los objetivos marcados en este proyecto de investigación (enmarcado dentro de la realización de una Tesis Doctoral) aportaría interesantes logros en el campo de los tratamientos de parálisis facial.

La cuantificación de los parámetros asociados a los tratamientos aplicados al paciente, actualmente basados en la observación, proporcionaría datos más objetivos y precisos que conllevarían una mejora del tratamiento y, en consecuencia, del paciente. La creación de una herramienta prototipo con la que el fisioterapeuta pueda evaluar la situación de partida de un paciente afectado por parálisis facial, y el posterior seguimiento del tratamiento que se está llevando a cabo con su paciente ayudará en gran medida a la optimización de los tratamientos.

Referencias

- [1] Pardal-Fernández, J. M., García-Álvarez, G., Jerez-García, P., Marco-Giner, J., & Almodóvar-Álvarez, C. (2003). Parálisis facial periférica. Utilidad de la neurofisiología clínica. *Revista de neurología*, 36(10), 991-996.
- [2] Roldán, L., David, R., de Oca, M., Guadalupe, M., Carrillo, M., & Ramírez, J. (2004). Guía clínica para la rehabilitación del paciente con parálisis facial periférica. *Rev Med IMSS*, 42(5), 425-436.
- [3] La Touche, R., Escalante, K., Linares, M. T., & Mesa, J. (2007). Effectiveness of physiotherapy treatment in peripheral facial palsy. A systematic review. *Revista de neurología*, 46(12), 714-718.
- [4] Gil Chang, V. (2006). Fundamentos de medicina de rehabilitación. *Costa Rica: Editorial EUCR*.
- [5] Rojo, J. I., & Alacreu, J. B. (1992). *Lecciones de neurocirugía*. Universidad de Oviedo.
- [6] de la Cuerda, R. C., & Vázquez, S. C. (2012). *Neurorrehabilitación: métodos específicos de valoración y tratamiento*. Editorial Médica Panamericana.
- [7] Prowald, J. B. S., Andrés, A. S., & Perales, J. M. P. (2000). *Calibración de acelerómetros para la medida de microaceleraciones en aplicaciones espaciales*.