

Diseño e implementación de un exoesqueleto prototipo con manipulación de los actuadores por señales mioeléctricas para personas con discapacidad.

M.C.Carlos Javier Zapata Domínguez ¹, M.C. Miltón Batrés ¹, M.C. Raymundo Lerma ¹, M.M. Karla Ronquillo¹

¹Universidad Tecnológica de Chihuahua

Resumen

En este documento se describe el desarrollo un diseño e implementación de un exoesqueleto que sea manipulado por medio de señales mioeléctricas y que las personas que tienen una discapacidad en los miembros inferiores les permita tener una movilidad para ir de un lugar a otro. La estructura consta de manipulación en las articulaciones de la cadera y rodilla por medio de motores que controla un microcontrolador al procesar las señales eléctricas del músculo humano y de acuerdo a la programación se active una secuencia para que ejecute una función específica. Esto es con el objeto de que las personas que tiene una discapacidad motriz tenga la posibilidad de realizar actividades de manera independiente como transportarse, manejar, operar maquinaria u otro tipo de equipo en la sociedad.

Palabras clave: Exoesqueleto, Mioeléctricas, actuadores, sensores, programación, microcontrolador, discapacidad.

Introducción

Hoy en día cierta cantidad de la población tiene un accidente que concluye en generar una discapacidad física a una persona o de acuerdo al grado de una enfermedad neuromuscular que genera una discapacidad motora. Esto llega a la dificultad en ejecutar tareas a las personas que no tienen una extremidad o inmovilidad de sus miembros inferiores. Siendo necesario minimizar su relación en el ámbito laboral en la sociedad.

En el presente se tiene una variabilidad de estructuras y empresas que por medio de la

investigación e implementación de exoesqueletos robóticos que ayuden en la rehabilitación, donde algunas de estas tienen éxito por su portabilidad y apoyando en la rehabilitación funcional de una persona siendo algunas de estas; fuerza, rehabilitación de extremidad superior y/o inferior, motora de miembros inferiores, tipo militar por mencionar algunos. Donde la medicina es el más beneficiado debido a las tendencias que impulsan el trabajo médico y la recuperación de pacientes (Chávez, Rodríguez, Baradica, 2010).

Metodología

El sistema del exoesqueleto consta de las siguientes etapas. (1) Diseño de estructura, (2) Simulación con Labview y Solidworks, (3) Sensores EMG, (4) Arquitectura del sistema, (5) Control y actuadores.

Diseño de Estructura

Para elaborar el diseño del marco del exoesqueleto se utiliza un software CAD y tomando de referencia la movilidad que se desea tener de las extremidades inferiores, se dibuja la estructura que soportar la parte

inferior del cuerpo desde la parte que sujeta la espalda y piernas, además de una base para colocar el control junto con la batería. Para ensamblar las piezas es necesario tener ejes que permitan libertad de giro en las articulaciones de la cadera y rodilla que puede ayudar en rehabilitaciones (Weinberg, Nikitzuk, Patel, Patriiti, Mavroidis, Bonato, Canavan, 2007), es necesario considerar adaptaciones que permita ensamblar los motores de CD que le dan movilidad a la extremidad correspondiente como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Marco ensamblado con actuadores

Labview y CAD

Con Labview es posible usar una aplicación llamada SoftMotion que permite relacionar el ensamblaje elaborado en CAD para manipular la rotación de los motores del exoesqueleto, de esta manera se puede verificar los giros de las articulaciones, haciendo la interface con su respectivo

diagrama de conexiones en el programa de CAD, se cuenta con la pestaña de estudio de movimiento para que se agreguen los motores rotativos con el objeto que se puedan añadir en el proyecto de Labview tenga interacción del programa con el ensamblaje del exoesqueleto diseñado que se ve en la figura 2.

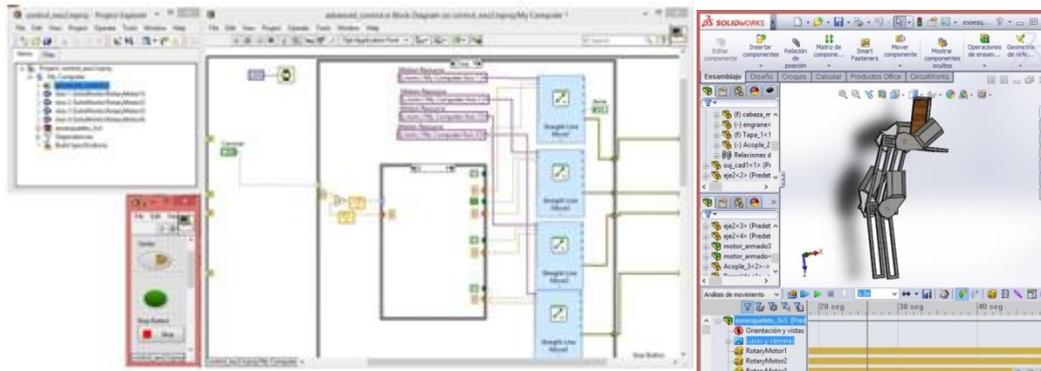


Figura 2. Estudio de Movimiento Exoesqueleto

Para que exista la relación se crea un nuevo proyecto, se agrega el archivo del ensamblaje de Solidworks a trabajar, los 4 motores rotativos que se configuran para que se tenga la manipulación de acuerdo a los grados deseados, se tiene el VI anexando en el programa de la conexión de los bloques se inserta la función de straight-line y se jala el motor rotativo del solid hacia el bloque de diagramas para que reconozca el motor a mover, una vez configurado cada uno de los actuadores se regresa a la interface para su ejecución y observar el movimiento del exoesqueleto.

Sensores EMG

Para la manipulación del control de actuadores por medio de las señales mioeléctricas, se adquirió los sensores EMG que reciben los pulsos de los músculos por las contracciones que se generan de manera superficial y lo transforman en un voltaje que se encuentra en un rango de 0 a 6mV y con una frecuencia de oscilación entre 50 a 500Hz [3], los sensores tienen una posición de colocación según la normatividad SENIAM.

Como se ve en la información de las señales del cuerpo humano son frecuencias pequeñas y los valores que se leen también. Siendo necesario un amplificador de instrumentación con alto rechazo en modo común para elevar la señal y eliminar la mayor parte del ruido. Para esto se tiene el kit de amplificación que incluye el de instrumentación, filtro pasa baja y pasa alta que permite obtener las lecturas de las contracciones del músculo de acuerdo a la colocación de los sensores.

Una vez procesada la señal por los amplificadores se conecta la salida a la entrada de un ADC del microcontrolador, esta información se manda por el puerto serial de comunicación con lo que se ve el rango de variación con diferentes tipos de movimiento en el músculo y aplicación de fuerza.

Arquitectura del sistema

El sistema constará de una estructura o marco con su respectiva movilidad en las articulaciones de cadera y rodilla, soporte para la batería de ciclo profundo, sistema de control, sensores EMG (electromiografía), acondicionamiento de la señal, ADC,

sensores para asegurar los límites de giro y pokayokes mecánicos que no permitan que sobrepase estos ángulos para una mejor confiabilidad. La tablilla de potencia que

manipulará los actuadores que son motores de CD automotriz, en la figura 3 se muestra el esquema

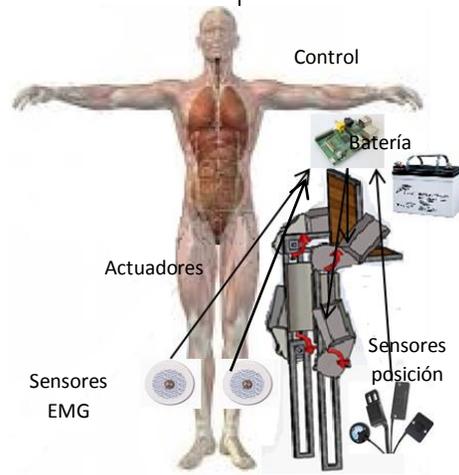


Figura 3. Sistema Exoesqueleto

Actuadores

Los niveles de la contracción del músculo que son convertidos en valores discretos por el microcontrolador y de acuerdo al rango que es de 0 a 5V, selecciona la sentencia para que active la función e inicie la manipulación de los actuadores correspondientes que cumple el trabajo mecánico designado y si

estos cambian permita que entre una diferente tarea como sentar, caminar u otra, según los grados de libertad, adaptaciones mecánicas. Para lograr los movimientos se debe acoplar una etapa de potencia que al momento de recibir la señal pequeña mande activar un dispositivo de mayor energía como los motores.

Conclusiones

En la sección de la estructura del exoesqueleto se modificará para que ayude a mantener fija la posición giratoria tanto de la parte de la rodilla como de la cadera.

Al adquirir las señales musculares los cuales son procesados por el microcontrolador para enviar señales de activación a los actuadores. Los cambios en la información que se obtiene limitan en la interpretación del movimiento

de la articulación pero no en la contracción del músculo que son detectados por los sensores EMG.

Otra observación es que si se cambian los niveles de alimentación del kit de acondicionamiento, el rango de valores de las mediciones de las señales mioeléctricas son afectadas al momento de ser leídas por el ADC.

Es conveniente mantener el proceso de adquisición en constante vigilancia y análisis para minimizar errores en las lecturas por cuestiones de variaciones en la fuente de alimentación o colocación de los sensores en posiciones no estandarizadas por las normas SENIAM.

En trabajo futuro para mejorar la precisión del movimiento de los actuadores, se diseñará un clasificador de señales y un sistema de

entrenamiento para que el usuario aprenda el control de los actuadores por medio de las contracciones musculares.

El proyecto beneficiará a las personas con discapacidad para mejorar su calidad de vida con respecto a su salud mental, física que ayude a minimizar su dependencia con respecto a otras personas para realizar actividades cotidianas de manera diaria.

Comentarios

El proyecto es una oportunidad para el crecimiento del cuerpo académico como de la UTCH con posibilidad de tener un impacto en la sociedad.

Además de agradecer al compañero Carlos Javier Zapata Domínguez por compartir e

incluirnos en la elaboración, dándole el respeto de los derechos o beneficios que se obtengan del mismo, ofreciéndole nuestro apoyo como ayuda Karla Ronquillo, Raymundo Lerma, Milton Batres y colaboradores.

Referencias Bibliográficas

Chávez C., Manuel A., Rodríguez S., Felipe, Baradica L., Asfur. (2010) Exoesqueletos para potenciar las capacidades humanas y apoyar la rehabilitación. Revista Ingeniería Biomédica, 4, 63-73, ISSN # 1909-9762.

Weinberg B., Nikitzuk J. , Patel S. , Patritti B. , Mavroidis C. , Bonato P. , Canavan P., (2007), Design, control and human testing of an, active knee rehabilitation orthotic device. IEEE International, Conference on Robotics and Automation, Roma, Italia, 10-14, ISSN #1050-4729.

GERDLE, B.; KARLSSON, S.; DAY, S.; DJUPSJÖBACKA M. Acquisition,

Processing and Analysis of the Surface Electromyogram. Modern Techniques in Neuroscience. Capítulo 26: p705-755. Ed. Windhorst U. \& Johanson H. Springer Verlag, Berlin, 1999.

Gabriel Kahn, M., Rapid ECG Interpretation, Humana Press, 2008, eISBN: 978-1-59745-408-7.

ATLAS eHealth country profiles, Volume 1, World Health Organization, 2011, ISSN 2220-5462.

SENIAM [Web en línea] <<http://www.seniam.org/>>.