



SISTEMA DE CONTROL DE UNA SILLA DE RUEDAS ELÉCTRICA POR MEDIO DE COMANDOS DE VOZ

SYSTEM OF CONTROL ELECTRICAL WHEELCHAIR BY MEANS OF COMMANDS OF VOICE

Juan David Rodríguez Bueno, aprendiz de mantenimiento equipo biomédico, SENA Centro industrial de mantenimiento integral (CIMI), Semillero de Innovación Electrónica (SIEC), jdrodriguez635@misena.edu.co.

María Juliana Rueda López, aprendiz de mantenimiento equipo biomédico, SENA Centro industrial de mantenimiento integral (CIMI), Semillero de Innovación Electrónica (SIEC), mjrueda87@misena.edu.co, 3188661426

Leonardo Cordero Carrillo, Ingeniero electrónico, SENA Centro industrial de mantenimiento integral (CIMI), Grupo de Investigación I+DEA

Lusvin Javier Amado Forero, Magíster en ingeniería electrónica(c), SENA Centro industrial de mantenimiento integral (CIMI), Semillero de Innovación Electrónica (SIEC).

Javier Andrés Piñeres Arciniegas, Especialista en control e instrumentación industrial, SENA Centro industrial de mantenimiento integral (CIMI), Semillero de Innovación Electrónica

Resumen

Este proyecto describe la implementación de un sistema de control para una silla de ruedas eléctrica por medio de comandos de voz para el desplazamiento de personas con discapacidad motriz, quienes no pueden movilizarse autónomamente. En Colombia los mecanismos que ayudan a suplir en cierta parte esta necesidad son costosos, por eso es importante el uso de nuevas tecnologías, por tanto, este sistema cuenta con una adaptación que acciona el joystick de la silla de ruedas por medio de unos servomotores conectados a una placa Arduino Uno, la cual recibe comandos para realizar el movimiento, de una placa de reconocimiento de voz. Las pruebas realizadas contemplaron una fase inicial de explicación de los comandos de voz y entrenamiento en donde la persona mencionaba la acción “avanzar” y veía el movimiento del mando, posteriormente se posicionaba en la silla para lograr el desplazamiento de en áreas planas del centro de formación.

Palabras Clave: comandos de voz, discapacidad motriz, silla de ruedas eléctrica.

ABSTRACT:

This project describes the implementation of a control system for an electric wheelchair by means of voice commands for the displacement of people with motor disabilities, who can not move autonomously. In Colombia, the mechanisms that help to supply this need are expensive, that's why the use of new technologies is important, therefore, this system has an adaptation that activates the joystick of the wheelchair by means of connected servomotors to an Arduino Uno board, which receives commands to perform the movement, from a voice recognition board. The tests carried out contemplated an initial phase of explanation of the voice and training commands in which the person mentioned the action "move forward" and saw the movement of the control, later it was positioned in the chair to achieve the displacement of in flat areas of the center of training.

Keywords: *Voice commands, Motor disability, Electric wheelchair.*

1. Introducción.

La inclusión social de personas con discapacidades motoras ha formado parte de la problemática social, entendiendo la discapacidad motora como aquella asociada a daños en el sistema nervioso central o periférico, entre sus causas, se mencionan accidentes de tránsito, laborales y caseros; lesiones personales con armas de fuego, armas blancas y minas antipersonas; así como enfermedades cerebrovasculares (Mejía Pulido & Narvaez Marin, 1996). En Colombia, tomando como ejemplo las estadísticas de la Unidad de Trauma del Hospital Universitario del Valle, se tiene que las secuelas y las resultantes de traumas en la médula espinal, muestran que se están generando cada mes 5 a 6 pacientes parapléjicos y por lo menos un cuadripléjico, lo que implica que solo en este hospital cada año se generan 60 personas parapléjicas y 12 cuadripléjicos con todas las implicaciones sociales y económicas que esto determina. Los accidentes de tránsito son la causa preponderante (49% del global) y por lesiones penetrantes las más frecuentes son causadas por arma de fuego (Quintero & Ahumada, 2005).

Como lo indica el informe mundial sobre la discapacidad presentado por la OMS y el

Grupo del Banco Mundial: “En todo el mundo, las personas con discapacidad tienen peores resultados sanitarios y académicos, una menor participación económica y unas tasas de pobreza más altas que las personas sin discapacidad. En parte, ello es consecuencia de los obstáculos que entorpecen el acceso de las personas con discapacidad a servicios que muchos de nosotros consideramos obvios, en particular la salud, la educación, el empleo, el transporte, o la información. Esas dificultades se exageran en las comunidades menos favorecidas”.

Buscando dar solución a este problema, para aquellas personas con discapacidad motora, se han venido investigando e implementando diferentes métodos que les permitan controlar de manera autónoma la silla de ruedas, por lo que es común encontrar en el mercado, sillas de ruedas eléctricas controladas por joystick (Jazzy Electric Wheelchairs, s. f.), («Merits Health Products – scooter, power wheelchair, manual wheelchair, home care bed, accessibility, patient aids», s. f.)

Además, existen estudios, especialmente, para pacientes que también carecen de la capacidad del habla, los cuales se han centrado en el uso de señales electromiográficas (EMG) tomadas en

diversos músculos (Chun Sing Louis Tsui, Jia, Gan, Hu, & Yuan, 2007), el uso de señales electrooculográficas (EOG) con las que se puede detectar el movimiento de los ojos (Chun Sing Louis Tsui et al., 2007) y el uso de señales electroencefalográficas (EEG) que registran la actividad bioeléctrica cerebral (Iturrate, Antelis, & Minguez, 2009). De igual manera se ha trabajado el control de movimiento de una silla de ruedas por medio de la detección de la dirección del rostro (Zhang-fang Hu, Lin Li, Yuan Luo, Yi Zhang, & Xing Wei, 2010) y del movimiento de la lengua. Para pacientes que, si se pueden comunicar oralmente, se trabaja también en el reconocimiento de comandos de voz (Lund et al., 2010).

Conscientes de esta problemática y dispuestos a aportar continuo en nuevas tecnologías el semillero de investigación SIEC (SEMILLERO DE INNOVACION ELECTRONICA) ha venido integrando diferentes mecanismos programables que han permitido el desplazamiento de personas por medio de diferentes alternativas y en esta oportunidad se hará un enfoque en los métodos de procesamiento de señales de voz para crearle al paciente un entorno seguro de desplazamiento, en el cual con un debido entrenamiento se generarán comandos de voz para ir de un lugar a otro.

Este proyecto busca mediante un sistema micro controlado, basado en una tarjeta de desarrollo Arduino y un módulo de reconocimiento de voz, permitir el desplazamiento continuo de personas que poseen discapacidad motora total o parcial, empleando una silla de ruedas controlada por medio de comandos voz, donde el control se logra mediante la identificación y almacenamientos de comandos de voz, mediante el uso del módulo ELEHOUSE V3.1, los cuales se transmitirán al Arduino, que se encargara de procesar la información y

accionar un sistema mecánico donde unos servomotores moverán un joystick, que controla los motores que impulsan la silla. Es importante aclarar que el sistema de control de la silla implementado, busca dar respuesta a ¿Qué tan eficaz y eficiente es el reconocimiento de comandos de voz, a través de un modelo de procesamiento y programación de un lenguaje específico, para generar y transmitir órdenes de control a una silla de ruedas eléctrica permitiendo el desplazamiento continuo de un paciente?, debido a que solo procesa los comandos almacenados, evitando que se active la silla cuando el paciente entable conversaciones con otras personas o si lo que esté pronunciando no va dirigido a la aplicación desarrollada.

2. Materiales y métodos

Para el desarrollo del proyecto y dar solución a la necesidad de movilidad de pacientes con discapacidad motora parcial o total con posibilidad de habla, se definió como metodología a seguir es de tipo cascada que consta de 4 fases bien definidas:

Fase 1 Diseño: en esta fase se escogió como dispositivo mecánico para la movilidad del paciente, una silla eléctrica que tiene como sistema de control para el desplazamiento un Joystick, el cual permite un avance hacia adelante, atrás, derecha e izquierda y una función de bipedestación. Que el control de la silla se hará sin intervenir de manera directa las tarjetas electrónicas de control de los motores de la silla, porque se planteó la posibilidad de implementar un mecanismo micro controlado para accionar el Jostick de la silla, para lo cual se utilizó un módulo de reconocimiento de voz Elechouse Voice Recognition v3, el cual permite grabar alrededor de 250 comando de voz, y utilizar al mismo tiempo 7 comandos de ellos; una placa de desarrollo Arduino UNO que

permite la mejor comunicación con el módulo de reconocimiento de voz, a diferencia de otras placas de Arduino como Mega ADK, DUE, además de se emplearon 3 servomotores que realizarán el accionamiento del Joystick de la silla, ver figura 1.



Figura 1. Materiales sistema.

Fase 2 Ejecución: En esta fase se implementó el control mediante la conexión del módulo de reconocimiento de voz a la tarjeta Arduino UNO de la siguiente manera:

- GND..... a GND del Arduino
- Vcca Vcc del Arduino
- Tx..... Pin 2 digital del Arduino
- Rx..... Pin 3 digital del Arduino

Una vez establecida la comunicación se procedió a la configuración del módulo de voz y la programación del Arduino de acuerdo al diagrama de flujo de la figura 2.

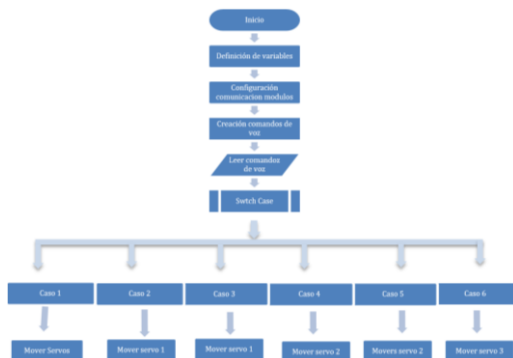


Figura 2. Diagrama flujo programa.

Para usar el módulo de reconocimiento de voz, se debe realizar un entrenamiento o configuración del mismo, para lo cual se emplea la librería *vr_sample_train*, una vez en el script de arduino donde está la programación básica del control, luego se procedió a grabar los comandos de voz a través del monitor serial teniendo presente que la velocidad de transmisión debe ser de 115200 baudios y estar seleccionada la opción *newline*, como se observa en la figura 3.

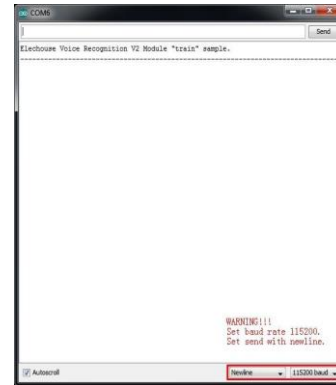


Figura 2. Monitor serial.

Ya establecida la comunicación, para crear un comando de voz se utiliza la instrucción “sigtraing” seguida seguido del número corresponde al comando, y el nombre que se le va a asignar. Por ejemplo; “Sigtraing 0 Uno”, al realizar el proceso se recomienda usar palabras significativas, cuando el monitor serial indique *straing 0 On*, está listo para almacenar el primer comando de voz e ira solicitando que se pronuncie el comando hasta quedar grabado satisfactoriamente como se indica en la figura 4, este paso se realiza para cada uno de los comandos a emplear.

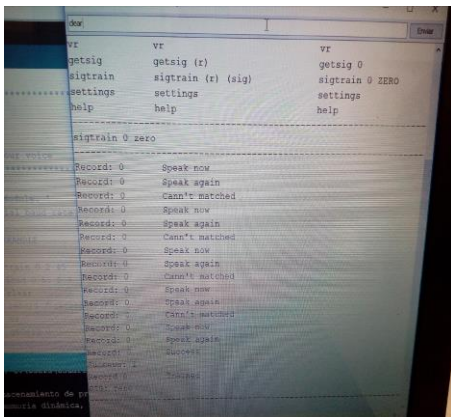


Figura 3. Proceso entrenamiento.

En el monitor serial se realiza la prueba de funcionamiento de los comandos almacenados, como se observa en la figura 5, se usaron diferentes palabras tales como adelante, atrás, izquierda, derecha, para el desplazamiento, arriba y abajo para la función de bipedestación; además se realizaron pruebas con mujeres, hombres, jóvenes y ancianos, para verificar la confiabilidad del reconocimiento de los comandos con diferentes tipos de voz.

Una vez creados los comandos a utilizar aparece una nueva función, "load" está se utiliza para guardar los comandos ya creados, se escribe la función seguida de los siete comandos seleccionados a cargar, separados con un espacio.

Ejemplo: load 0 1 2 3 4 5 6

Y aparecerá en el monitor serial que se han cargado con éxito, como se observa en la figura 4.

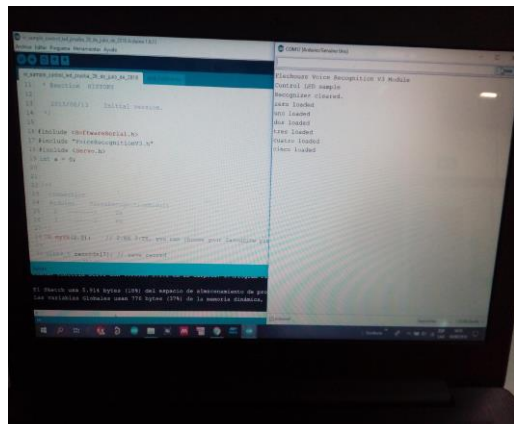


Figura 5. Prueba Comandos creados.

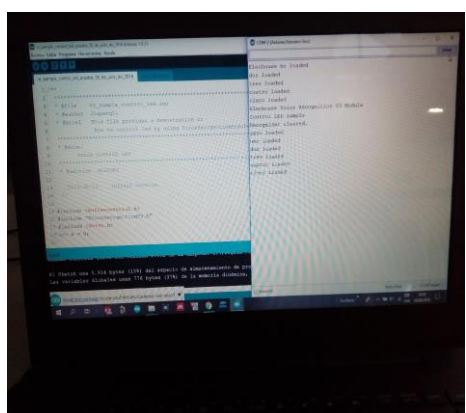


Figura 4 Comandos creados.

Fase 3 Puesta a punto: Una vez los comandos están funcionales se realizan las respectivas modificaciones al programa base para hacer pruebas con el sistema de control con los motores. En la primera prueba se utilizaron tres LEDs y dos comandos para cada LED, con uno enciende y con otro apaga, ver figura 6. Durante la prueba el sistema solo reconocía dos comandos de los 7 almacenados, identificando que el inconveniente era producto de la programación del código base, procediendo a realizar la corrección necesaria.

Almacenados los comandos, se tomó el script de la librería VR "Sample_control_led" como código base, donde se incluyen siete comandos que se van a usar.

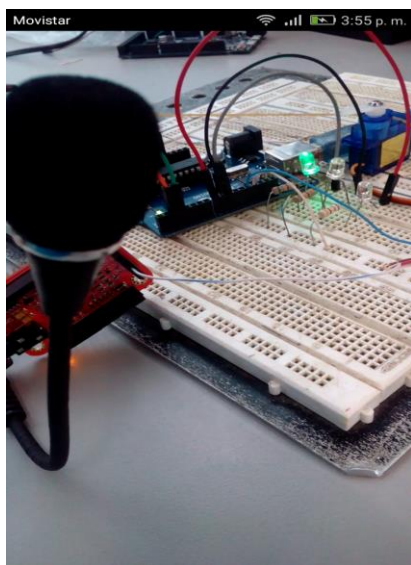


Figura 6. Implementación sistema micro controlado.

En la Tercera prueba, se implementó el sistema de control del Joystick de la Sillas con los tres servos que permitirán realizar las actividades de la bipedestación, izquierda, derecha, adelante, atrás, como se observa en la figura 7, en esta prueba se identificó que cuando se da el comando adelante, la silla no iniciaba despacio su movimiento, sino por el contrario lo hacía a la máxima velocidad. Para corregir este problema se decidió colocar un comando de más para los movimientos de adelante, que iniciara moviendo un poco el joystick y que luego otro comando lo llevase hasta la máxima velocidad, además otro comando se va a utilizar para parar por completo el movimiento de la silla de ruedas, y otros dos para el movimiento de izquierda y derecha, y un último comando para la bipedestación, lo cual hizo necesario un procedimiento de prueba y error para definir los ángulos en que se deberían mover cada servomotor y así conseguir el desplazamiento que se quería.

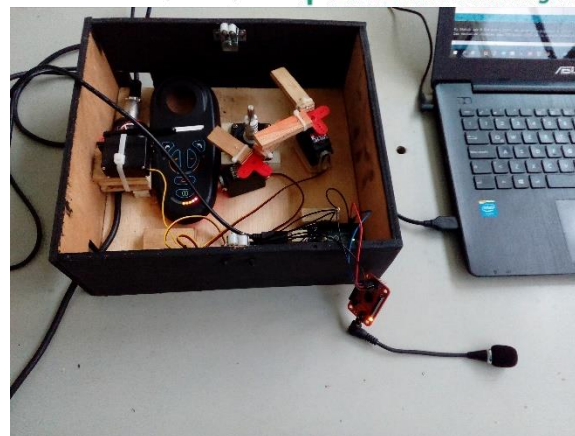


Figura 7. Implementación sistema de Control Joystick.

3. Resultados y Discusión

En las pruebas se detectó que el módulo VR3, no siempre lograba reconocer los comandos con palabras específicas cuando se cambiaba de paciente, cuando los comandos eran almacenados por un hombre y el sistema era usado por una mujer, en repetidas ocasiones no se identificaban los comandos, por lo tanto se probó con diferentes comandos, siendo los números los que mejor resultado dieron, cabe aclarar, que es necesario que el paciente cuando pronuncie los comandos debe hacerlo de forma, clara y fuerte.

Debido a que el módulo de reconocimiento de voz solo permite trabajar 7 comandos al mismo tiempo, se implementaron las funciones de control que se observan en la tabla 1, lo cual limitó un poco el tener un mayor número de velocidades de desplazamiento.

Tabla 1. Distribución de comandos voz

Acción		No. Comandos
Desplazamiento hacia adelante	hacia	2
Desplazamiento atrás	hacia	1
Giro a la derecha		1

Giro a la izquierda	1
Detenerse	1
Bipedestación	1

Fuente. Autores

El uso de los servomotores par el accionamiento del Joystick, permitió poder realizar un movimiento suave del mismo y un desplazamiento igual de la silla, aunque es preciso indicar que se considera seguir explorando diversas opciones para obtener buenos resultados en este sentido, siendo una posibilidad, el uso de motores paso a paso.

Durante las pruebas se evidenció que, en el momento de dar el comando de parar, la detención total de la silla depende de la velocidad a la que se esté desplazando, lo cual hace necesario un entrenamiento previo del paciente. Se pensó inicialmente en implementar un freno al sistema, pero se descartó esta posibilidad porque podía ejercer una fuerza de inercia que afectara al paciente.

En cuanto al sistema de alimentación de energía del sistema de control, se definió usar una batería de litio recargable de 2050mAh, la cual garantizara una autonomía de funcionamiento de 6 horas de trabajo, para lo cual se tuvo en cuenta que el consumo de energía del Arduino uno es de 46 mA a 5V, el de la tarjeta de reconocimiento de voz es de 40mA a 5V y de los 3 servomotores usados es de 1.2 Amp si están funcionando en torque de sostenimiento con carga plena, situación que no se presenta en la aplicación implementada.

4. Conclusiones

Se demuestra que posible implementar un control basado en el reconocimiento de voz para una silla de ruedas eléctrica, mediante un sistema sencillo de servomotores, sin necesidad de intervenir la electrónica de la silla.

El poder usar tecnología de fácil acceso como las usadas en este proyecto, permito implementar una solución de bajo costo.

Al emplear un dispositivo de reconocimiento de voz, que permita emplear más comandos de voz al mismo tiempo, se obtendría un mayor control en el desplazamiento y velocidad de la silla de ruedas eléctrica.

Es posible implementar un control de movimiento de la silla más robusto, mediante el uso de tecnologías que permitan, usar rampas de aceleración y desaceleración controladas por el paciente.

5. Referencias.

- Chun Sing Louis Tsui, Jia, P., Gan, J. Q., Hu, H., & Yuan, K. (2007). EMG-based hands-free wheelchair control with EOG attention shift detection. En *2007 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)* (pp. 1266-1271). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROBIO.2007.4522346>
- Iturrate, I., Antelis, J., & Minguez, J. (2009). Synchronous EEG brain-actuated wheelchair with automated navigation. En *2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pp. 2318-2325). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2009.5152580>
- Jazzy Electric Wheelchairs. (s. f.). Jazzy Electric Wheelchairs. Recuperado 20 de agosto de 2018, a partir de <https://www.jazzy-electric-wheelchairs.com/contactUs.html?ref=itennav>
- Lund, M. E., Christiensen, H. V, Caltenco, H. A., Lontis, E. R., Bentsen, B., & Andreasen Struijk, L. N. S. (2010). Inductive tongue control of powered

- wheelchairs. En *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology* (Vol. 2010, pp. 3361-3364). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5627923>
- Mejia Pulido, L. I., & Narvaez Marin, M. (1996). *Trascendiendo la limitacion fisica*. Editora Andina. Recuperado a partir de
<https://catalogo.udes.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31138>
- Merits Health Products – scooter, power wheelchair, manual wheelchair, home care bed, accessibility, patient aids. (s. f.). Recuperado 20 de agosto de 2018, a partir de
<http://www.merits.com.tw/index.php>
- Quintero, L., & Ahumada, A. (2005). *Trauma : abordaje inicial en los servicios de urgencias* (3a ed.). Santiago de Cali Colombia: Fundación Salamandra. Recuperado a partir de
<http://www.worldcat.org/title/trauma-abordaje-inicial-en-los-servicios-de-urgencias/oclc/64590868>
- Zhang-fang Hu, Lin Li, Yuan Luo, Yi Zhang, & Xing Wei. (2010). A novel intelligent wheelchair control approach based on head gesture recognition. En *2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010)* (pp. V6-159-V6-163). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICCASM.2010.5619307>