

ROBOT DE ASISTENCIA HUMANA COMANDADO POR VOZ A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN ANDROID

David Araujo Díaz, Laura Méndez Segundo

Escuela Superior de Cómputo, Instituto Politécnico Nacional
Departamento de Posgrado
Av. Othón de Mendizábal, esq. Juan de Dios Bátiz, Col. Lindavista
Ciudad de México, C.P. 07738
Teléfono: 55 5729 6000 Ext. 52038

daraujo@ipn.mx, lmendezs@ipn.mx

RESUMEN.

Se presenta el diseño y desarrollo de un robot capaz de recibir comandos por voz, para la asistencia en los hogares y asistir a quienes no pueden caminar para facilitar la recolección y traslado de objetos ligeros, teniendo como principal tarea mejorar su calidad de vida permitiéndoles, en cierta medida, ser independientes. También puede funcionar para asistencia en la oficina y en el hogar. La construcción del prototipo, requirió de la aplicación de conocimientos de las áreas de ingeniería automotriz y de sistemas computacionales, combinando los sistemas mecánicos necesarios, implementando las interfaces electrónicas y programando una aplicación para el sistema operativo Android.

Palabras Clave: Discapacidad, robot de asistencia, comando por voz, Android, Arduino

ABSTRACT.

This paper presents the design and development of a robot capable of receiving voice commands, for assistance in homes and assisting people who cannot walk to facilitate the collection and transfer of light objects, having as main task to improve their quality of life allowing them, to some extent, to be independent. It can also work for assistance in the office and home. The construction of the prototype required the application of knowledge from the areas of automotive engineering and computer systems, combining the necessary mechanical systems, implementing electronic interfaces and programming an application for the Android operating system.

Keywords: Disability, assistance robot, voice command, Android, Arduino

1. INTRODUCCIÓN

Existen comunidades susceptibles a limitaciones de movimiento en las extremidades inferiores de su cuerpo y por lo tanto se ven privados o incluso a hacer esfuerzos que resulten contraproducentes en su salud, teniendo como objetivo la realización de tareas sencillas necesarias en la vida cotidiana ya sea como facilitar un frasco o caja de medicamentos, una

botella o vaso de agua, alguna prenda o cualquier otro objeto ligero indispensable para atender sus necesidades y que independientemente de cual haya sido su razón de encontrarse en tales condiciones, tienden a ser más dependientes de otras personas [6].

Hay otras comunidades que por lo contrario no son dependientes hacia otras personas pero por motivos de comodidad a ahorrar tiempo requieren de herramientas lo suficientemente capaces de asistirles en diferentes actividades y si a orden se refiere, el vehículo del presente proyecto es el ideal para organizar espacios de modo que se mantengan los objetos ordenados haciendo de esto un lugar comfortable, pueden haber muchos otros escenarios como un día de campo o incluso ver la televisión desde la comodidad del hogar donde se solicite transportar bebidas, alimentos, etc.

Un buen sistema de asistencia permite a las personas dependientes, proporcionar un método eficaz de recolección y traslado de objetos de manera sencilla y rentable. Actualmente en el mercado existen variedades de vehículos a escala manipulados por voz, sin embargo suelen hacer tareas limitadas ya que solo se desplazan y transportan objetos sin apoyo de un brazo integrado para que los objetos sean recolectados [1].

De acuerdo a lo anterior se optó por desarrollar el prototipo de un vehículo manipulado por voz a través de una aplicación Android sincronizado vía Bluetooth, el cual está constituido de la forma que a continuación se describe.

El vehículo cuenta con una tarjeta de desarrollo Arduino UNO R3 [8], que en conjunto con una placa de expansión con controlador L293D y un módulo Bluetooth HC-05 que desempeña una tarea eficiente debido a la correcta sincronización Bluetooth que tiene el teléfono inteligente con el módulo HC-05 integrado a la placa de expansión y por lo tanto el usuario tiene el mando funciones como:

- A. Manipulación por voz del desplazamiento del chasis.

B. Manipulación por voz del desplazamiento y articulación del brazo integrado de 6 Grados de Libertad.

El vehículo puede ser manipulado en un radio de 10 metros de distancia, ideales para una exitosa supervisión de mando. Asimismo integra un módulo con sensor ultrasónico para evitar ser impactado contra una persona u objeto a consecuencia de algún descuido por parte del operador de modo que a partir de la unidad de control los motores puedan ser interrumpidos e inhabilitados y evitar su desplazamiento, evitando daños al vehículo y a los objetos.

2. DESARROLLO
2.1. Metas.

El vehículo robotizado puede asistir a personas que en realidad no pueden caminar para facilitar la recolección y traslado de objetos ligeros mediante un robot, teniendo como principal tarea mejorar su calidad de vida permitiéndoles en cierta medida ser independientes, también puede funcionar para asistencia en la oficina y en el hogar, para estos se desarrollaron las siguientes actividades:

- Selección, diseño y construcción del sistema mecánico del sistema.
- Diseño e implementación de los sistemas electrónicos de potencia y control. Desarrollar por medio de una tarjeta de desarrollo Arduino UNO R3 [8] en conjunto con una tarjeta de expansión la unidad de control la cual se sincronizará con los mecanismos.

2.2. Arquitectura.

Para el sistema de movimiento se optó por una configuración mediante orugas, se trata de sustituir las ruedas por orugas (Fig. 1). Es un caso particular de la tracción diferencial. Sin embargo, en esta configuración el deslizamiento en los giros es muy grande, perdiéndose bastante precisión en el cálculo odométrico. Se emplea en casos en los que el terreno presente irregularidades. La ventaja que presenta es que es simple de controlar.

Un brazo mecánico es una máquina programable de uso general que tiene algunas características antropomórficas o humanoides.

Las características humanoides más típicas de los robots actuales es la de sus brazos móviles, los que se desplazarán por medio de secuencias de movimientos que son programados para la ejecución de tareas de utilidad.

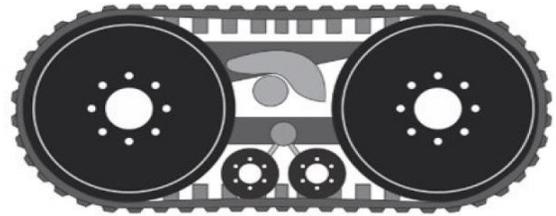


Fig. 1. Configuración Mediante Orugas. Elaboración Propia.

Los grados de libertad (GDL) de un sistema es el número de parámetros independientes que se necesitan para definir unívocamente su posición en el espacio en cualquier instante es decir, el número de grados de libertad en ingeniería se refiere al número mínimo de números reales que necesitamos especificar para determinar completamente la velocidad de un mecanismo o el número de reacciones de una estructura.

En el plano se requiere de tres parámetros (GDL): dos coordenadas lineales (x, y) y una coordenada angular (q). En el espacio se requiere de seis GDL: tres distancias (x, y, z) y tres ángulos (q, f, r).

En la Fig. 2 se muestra la arquitectura general del sistema.

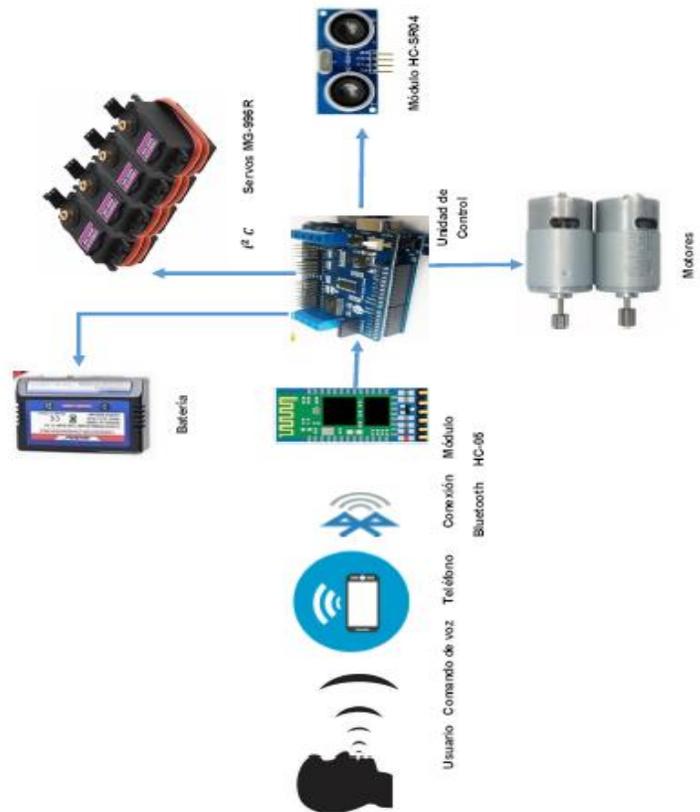


Fig. 1. Arquitectura general del sistema. Elaboración Propia.

2.3. Desarrollo del software de control del hardware.

Se eligió el ambiente de desarrollo Arduino [8] pues es fácil de usar y lo suficientemente flexible para usuarios avanzados. Es funcional en sistemas operativos MacOS, Windows y Linux. Permite construir instrumentos científicos de bajo costo, para comenzar con la programación y la robótica (Fig. 3).

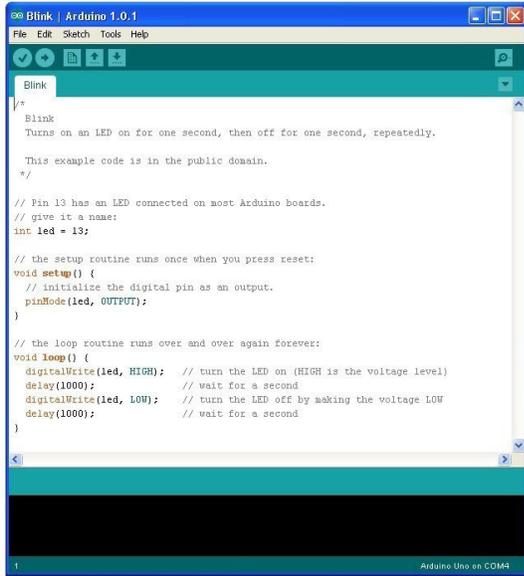


Fig. 3. Interfaz de Arduino para programación del hardware.
 Elaboración propia.

2.4. Desarrollo del software para la aplicación de Android.

Se empleó el programa MIT App Inventor que es un sistema bastante robusto dividido en múltiples proyectos, cada uno de los cuales depende de diferentes tecnologías de código abierto (Fig. 4).

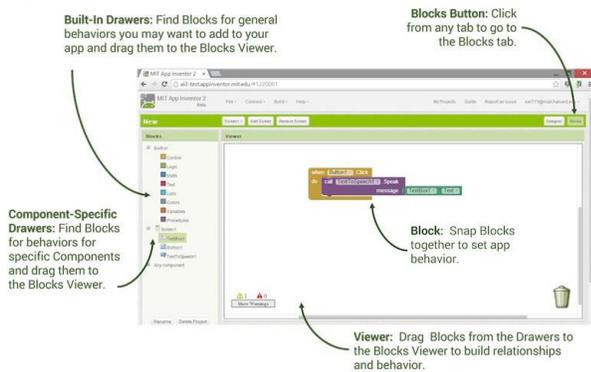


Fig. 4. Editor de Bloques App Inventor: Permite programar el comportamiento de la aplicación poniendo bloques juntos.
 Elaboración propia.

2.5. Comando por voz.

La comunicación por habla es la manera más usual para interactuar entre seres humanos. Un lenguaje hablado puede ser identificado usando información de varias fuentes. Cuando los seres humanos están constantemente expuestos a un lenguaje sin que se les dé ningún conocimiento lingüístico, aprenden a discriminar las diferencias sutiles percibiendo las señales del habla en los idiomas específicos. Sin embargo, el conocimiento léxico suele ser la principal fuente de información para los oyentes humanos, especialmente cuando los lenguajes a distinguir son similares [3 y 4].

Hablar es el medio más natural para las personas a la hora de comunicarnos. Para interactuar del mismo modo con el mundo digital que nos rodea, lo primero que necesitamos es que las máquinas (computadora, teléfono, automóvil, etc.) nos entiendan. El reconocimiento del habla proporciona las herramientas necesarias para transformar la voz en conceptos que después puedan utilizar las máquinas para emprender acciones.

El reconocimiento de voz (también conocido como Reconocimiento Automático de Voz, ASR, por sus siglas en inglés), o reconocimiento de voz por computadora es el proceso de convertir la señal acústica capturada por el micrófono o el teléfono a un conjunto de palabras (Fig. 5). [1, 2 y 5].

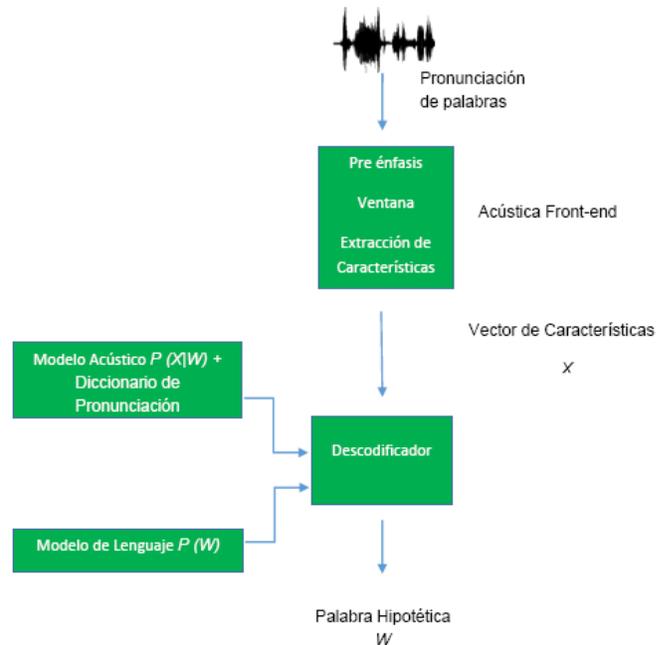


Fig. 5. Arquitectura de Reconocimiento de Voz. Elaboración propia.

3. IMPLEMENTACIÓN

3.1. Aplicación Móvil.

Se desarrolló una aplicación móvil llamada VKommand la cual se sincroniza vía inalámbrica del teléfono a la unidad de control que contiene el módulo HC-05. Para llevar a cabo dicha acción se requiere primero activar el Bluetooth del dispositivo móvil, luego dar clic en el ícono Bluetooth de la aplicación que posteriormente conduce a una lista de dispositivos Bluetooth registrados en el teléfono (entre ellos el módulo HC-05), se selecciona al módulo HC-05 y una vez conectado regresará a la pantalla principal con la leyenda “Conectado” en la parte superior del icono Bluetooth, de lo contrario aparecerá como “Desconectado”. Considerando que se haya tenido una conexión exitosa se puede hacer uso del reconocimiento de voz dando clic en el ícono de comunicación por voz.

Para el comando de voz se utiliza la API de Google Recognizer [7] que requiere de internet y es capaz de regresar una cadena de caracteres en un determinado idioma (Español) al ingresar una secuencia de palabras por voz. En la aplicación se obtiene la cadena regresada por la API que permite el accionamiento de elementos por medio de expresiones regulares tales como “adelante”, “atrás”, “derecha”, “izquierda”, “parar”, “arriba”, “abajo”, “soltar” y “tomar”. Debido a la utilización de expresiones regulares, es posible ingresar comandos de voz con frases más completas y coherentes, según la programación desarrollada en la unidad de control dependerá si la frase ingresada realice o no la acción. Una vez identificado el comando se envía al pre-servidor Bluetooth para que lo envíe a la unidad de control y esta lo ejecute. En la Fig. 6 se muestra la secuencia de pasos para identificar el comando de voz de la aplicación móvil a la unidad de control.



Fig. 6. Reconocimiento de comando de voz. Elaboración propia.

Posteriormente se tiene que conectar el teléfono si aún no se ha sincronizado con el pre servidor del módulo HC-05 integrado a la unidad de control por lo cual aparece la leyenda de Desconectado en letras rojas sobre el ícono Bluetooth, Fig. 7.

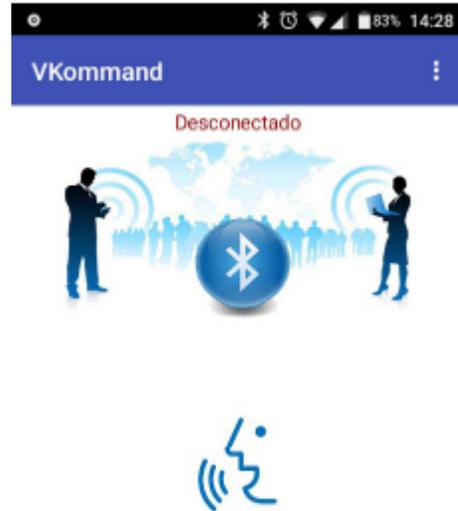


Fig. 7. Interface de la aplicación de reconocimiento de comando de voz. Elaboración propia.

Posteriormente se pueden dar al robot los comandos de voz, como se muestra en la Fig. 8, si se reconoce el robot realiza la acción, sino muestra un mensaje de error.

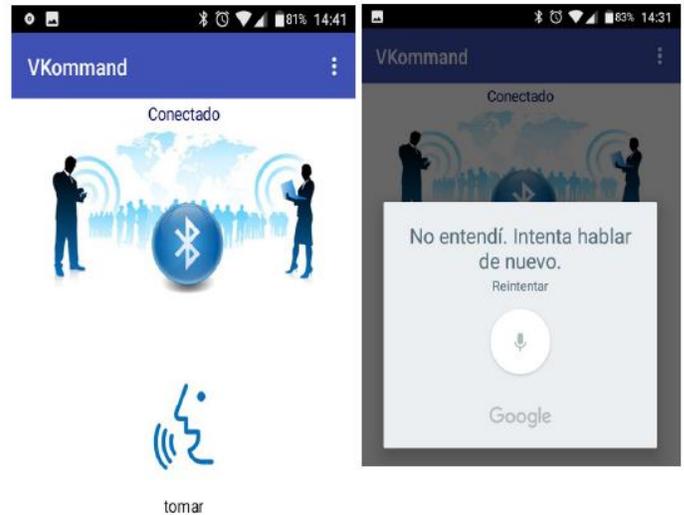


Fig. 8. Reconocimiento de un comando y mensaje de no reconocimiento. Elaboración propia.

3.2. Sistema mecánico.

El chasis de orugas (Fig. 9) está conformado por 12 ruedas de las cuales 2 son impulsoras mientras que las restantes son auxiliares para el desplazamiento de la oruga.

Los motores que conforman el chasis trabajan a 320 revoluciones por minuto, las ruedas principales que impulsan a la banda tienen un diámetro de 5.4 cm y 17 dientes [2].



Fig. 9. Chasis Robot Oruga. Elaboración propia.

El brazo robótico es uno de los elementos principales, se conforma de 6 servomotores MG996R teniendo un total de 6 grados de libertad, Fig. 10. Cabe señalar que el comportamiento del brazo se determina según el comando reconocido seguido por los grados de giro programados en cada uno de los servos [5].

Los servos trabajan a una frecuencia de 50Hz, por modulación de ancho de pulso. En la programación los servos se clasifican del 0 al 5.



Fig. 10. Brazo implementado. Elaboración propia. En la Fig. 11 se observa el resultado final del ensamblaje del sistema de brazo robótico controlado por voz.



Fig. 11. Prototipo del robot de asistencia humana comandado por a través de una aplicación Android. Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Los avances tecnológicos han determinado que la robótica en conjunto con la inteligencia artificial, por ejemplo en la industria automotriz con la implementación de automóviles autónomos la tecnología está dando un paso cada vez mayor.

Para el desarrollo de presente proyecto se los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería en sistemas automotrices y la carrera de ingeniería en sistemas computacionales.

Los robots de asistencia humana son máquinas de alto costo, por lo que se optó por desarrollar robot que funcionará principalmente para las comunidades de personas discapacitadas con parálisis en las extremidades inferiores lleguen a hacerse de tal beneficio. Los dispositivos móviles son herramientas de apoyo para interactuar entre humanos y máquinas incluso han llegado a ser últimamente más populares que las computadoras. El reconocimiento automático de voz mediante aplicaciones permite que al alcance de la palma de la mano puedas dar una orden y esta pueda ser ejecutada de voz a texto mediante comandos establecidos.

Con base a estos recursos se trabajó también en una aplicación que permitiera interactuar con el robot mediante el habla a través de comandos prácticos mediante frases sencillas.

Gracias al empleo de componentes económicos tales como la tarjeta de desarrollo Arduino UNO R3 [8], Arduino shield y módulo HC-05 como conjunto de la unidad de control permite que la electrónica del robot sea asequible y buen rendimiento. En general, el proyecto tiene un costo bajo convirtiéndolo así en una herramienta accesible para quien la necesite.

Por otro lado la aplicación móvil resultó ser amigable y de fácil uso, al aceptar comandos de voz, se ejecuta en sistemas operativos Android 2.0 o superior, lo que la hace accesible para la mayoría de los dispositivos móviles.

5. AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecen a la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido y las facilidades otorgadas para el desarrollo del presente trabajo.

6. REFERENCIAS

[1] L. Bononi, D. L. Bedogni, & V. Vadala, "Progettazione e realizzazione di dispositivi low-cost per la raccolta dati tramite

Crowdsensing per IoT collaborativo.", Università di Bologna, 2016

[2] I. Grout, "Human-Computer Interaction in Remote Laboratories with the Leap Motion Controller". In *International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation* Springer, Cham. 2018, pp. 405-414.

[3] S. Karpagavalli, R. Deepika, P. Kokila, K. U. Rani, & E. Chandra, "Automatic Speech Recognition: Architecture, Methodologies and Challenges-A Review". *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, Vol 2 no.6, 2011.

[4] F. Martinez, G. Portale, H. Klein, & O. Olmos, "Reconocimiento de voz, apuntes de cátedra para Introducción a la Inteligencia Artificial." [Online] tutorial, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. Disponible: http://www.secyt.frba.utn.edu.ar/gia/IA1_IntroReconocimientoVoz.pdf.

[5] R.A. Pamungkas., "Analisis penerapan arm robot 4 degree of freedom (dof) sebagai alat penyortir buah otomatis" (doctoral dissertation, politeknik negeri sriwijaya, 2017).

[6] I. M. R. Rodríguez, A. N. Ramírez, J. B. Morales, & A. L. X Guerra, "Representaciones sociales de la discapacidad en estudiantes universitarios", *Horizontes Pedagógicos*, Vol 18, No.2, p.p. 86-93, 2017.

[7] Schalkwyk, J., Beeferman, D., Beaufays, F., Byrne, B., Chelba, C., Cohen, M., & Strophe, B. "Your word is my command: Google search by voice: A case study". In *Advances in speech recognition*, Springer, Boston, MA., pp. 61-90, 2010.

[8] A. Uno & G. Uno, Arduino.1999 [Online]. Disponible en: <http://arduino.cc/en/pmwiki.php>.