

# Reconocimiento de gestos faciales para el control de una silla de ruedas

César Osimani <sup>1</sup>, Daniel Rabinovich y Martín Salamero

Entre los diversos campos de la investigación tecnológica existen aquellos que apuntan a mejorar la calidad de vida de las personas. Se desarrolla en la UBP un proyecto que propone el diseño de una plataforma con dos ruedas para la motorización de sillas de ruedas con la posibilidad de control a través de los gestos faciales como alternativa para personas con dificultades físicas que le impidan impulsar la silla con sus brazos.

***There are many research groups interest in development of technology for improving the quality of life. In UBP there is a project that propose a platform with two wheel for automatization of wheelchairs. This platform allow to users control it trough facial gesture and head movements. Our aim is create an interface of control for people with physical deficiencies that prevent them propel wheelchair with their arms.***

## Palabras claves:

Visión Artificial, Interfaces Naturales de Usuario, Robótica

## Keywords:

Computer Vision, Natural User Interface, Robotics

## Introducción:

La Interacción Humano Computadora (HCI - Human Computer Interaction) es la disciplina que busca enriquecer la experiencia de las personas en el manejo de las computadoras. Entre sus distintas áreas de estudio se encuentra el desarrollo de las Interfaces Naturales de Usuario (NUI - Natural User Interface) con las cuales se ofrece la posibilidad de control a través de gestos, posturas y movimientos con el cuerpo. Alrededor del mundo, generan gran interés en los grupos de investigación aquellos proyectos para atender y mejorar las situaciones de dependencia de personas con diversidad funcional<sup>2</sup> para permitirles lograr mayor autonomía.

La denominación de Interfaces Naturales de Usuario (NUI) hace referencia a aquellos mecanismos que utilizan las personas para interactuar con los dispositivos, computadoras o artefactos tecnológicos en general, de una manera natural, tal como se realiza entre personas. Es común encontrar interfaces que implementan el reconocimiento de la voz, movimientos del cuerpo o del rostro. Sin embargo, hay personas que tienen dificultades físicas que le imposibilitan interactuar con las computadoras de esta manera, y deja de ser natural para ellos. Personas de edad avanzada o físicamente limitados se enfrentan a muchos problemas para realizar sus actividades cotidianas, incluso dentro de su hogar. Las sillas de ruedas están entre las soluciones más populares para la autonomía de aquella personas con limitaciones físicas. Los avances tecnológicos dan un enorme margen para el diseño de las sillas de ruedas automatizadas y con alternativas de control distintas a las tradicionales.

En este proyecto se está desarrollando un sistema de navegación que pueda ser usado por personas con dificultades físicas con parálisis en brazos y piernas (por ejemplo, personas con cuadriplejía) para poder utilizar los movimientos de la cabeza y los gestos faciales para el control del desplazamiento de una silla de ruedas. Para lograr este cometido en la detección de los movimientos de la cabeza se utilizan técnicas de

---

<sup>1</sup> Ing. en Telecomunicaciones. Docente e Investigador en Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones (CIADE- IT) de la Universidad Blas Pascal. e-mail: cosimani@ubp.edu.ar

<sup>2</sup> Diversidad funcional: Persona con diversidad funcional es un término alternativo a personas con discapacidad que ha comenzado a utilizarse porque puede considerarse peyorativa.

Visión Artificial con las cuales se analizan e interpretan las imágenes capturadas por una cámara de video. El proyecto se está ejecutando por un equipo de investigación de la UBP formado por los ingenieros César Osimani, Daniel Rabinovich y Martín Salamero.

## Trabajos relacionados

Entre los trabajos relacionados para el control del desplazamiento de sillas de ruedas se encuentra la propuesta de Yash M. Jain (2016) que utiliza un acelerómetro colocado en la mano del usuario para permitir controlar el desplazamiento a través de cuatro posturas de la mano. También hay trabajos como los propuestos por Mohammed Faeik Ruzaij (2016) que combinan giroscopio y acelerómetro para detectar la postura y movimientos que el usuario realiza con su cabeza para así controlar la silla de ruedas y también con funcionalidades de control a través del reconocimiento de voz. Características similares de control con los movimientos de la cabeza usando giroscopio y acelerómetro se proponen en el trabajo de Rathore (2014) que además incorpora un sistema de posicionamiento a través de RFID y mensajes auditivos para personas con capacidad limitada de visión. Entre los trabajos que utilizan técnicas de visión artificial, en el artículo de Haoxiang Li (2016) se utiliza una cámara colocada en la cabeza del usuario y un código QR colocado en un soporte enfrentado al rostro del usuario. El desplazamiento de la silla está relacionada con la posición donde se detecta el código QR en la imagen capturada por la cámara. Además existen colaboraciones de investigadores de nuestro país con el trabajo de Teodiano Freire Bastos-Filho (2014), en el cual se presentan distintas variantes para el control de una silla de ruedas. Proporcionan un sistema de navegación autónomo mediante el seguimiento de cintas metálicas colocadas en el piso o navegación controlado por el usuario a través de movimientos de la cabeza, del parpadeo de los ojos o mediante ondas cerebrales.

## Propuesta

Con la finalidad de minimizar el costo para el usuario y que pueda disponer de una silla de ruedas automatizada, la plataforma tiene un diseño con las medidas adaptadas a las sillas de ruedas estándares disponibles en el mercado. En la Figura 1 se puede observar la plataforma.

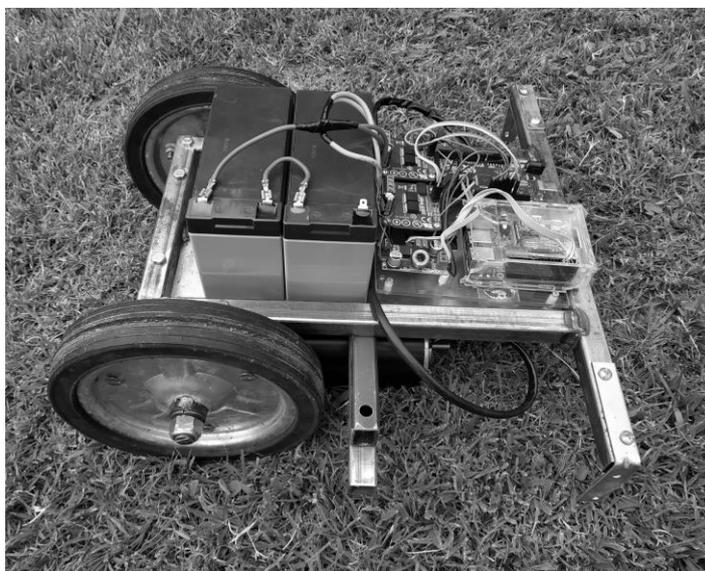


Figura 1: Plataforma

De esta manera, la plataforma puede ser utilizada en sillas de ruedas estándares y, por este motivo, el usuario podría no necesitar comprar una silla nueva sino sólo adquirir la plataforma. Los componentes electrónicos para el control de motores se encuentran ubicados sobre la plataforma junto con sus baterías. Con la idea de reducir los costos, la cámara de video que se utiliza para adquirir y procesar las imágenes es la cámara del teléfono celular del usuario. De esta manera, se economiza la implementación ya que se utilizan los recursos que el usuario tiene consigo. Particularmente se utiliza la cámara, transmisión de datos

vía Bluetooth y los recursos de cómputo para procesar las imágenes. El teléfono celular del usuario se sujeta en un soporte de brazo flexible amarrado a la silla de ruedas de tal manera que la cámara quede en una posición frontal al rostro del usuario para que pueda adquirir las imágenes de forma correcta. La Figura 2 muestra la plataforma ensamblada en la silla de ruedas.



Figura 2: Plataforma ensamblada en silla de ruedas

### **Técnicas de visión artificial**

Se comienza adquiriendo las imágenes de video desde la cámara del teléfono. Cada una de las imágenes es analizada con uno de los métodos más utilizados, desarrollado por Viola & Jones, para el cual Jain A. (2014) propone mejoras en cuanto a la detección de rostros. Es un método estadístico que utiliza muestras de entrenamiento (imágenes con rostros e imágenes sin rostros) para extraer información que permite distinguir un rostro de aquello que no es un rostro. Este algoritmo puede ser extendido para la detección de ojos, boca, orejas, como también objetos en general. Con este método se obtienen como resultado las dimensiones en píxeles y la ubicación de una región de la imagen donde el rostro es detectado. Una característica interesante es que esta región sufre un leve desplazamiento cuando el rostro cambia su orientación (tanto vertical como horizontalmente), dando la posibilidad de identificar de manera muy simple la orientación del rostro (ver Figura 2).

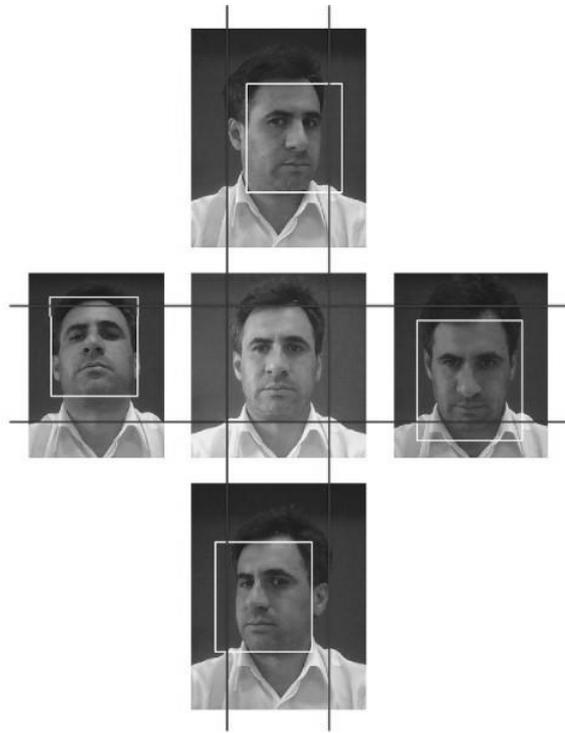


Figura 2: Detección de orientación horizontal y vertical del rostro

Con el mismo método también se realiza la detección de la sonrisa del usuario para que se puedan realizar acciones de selección, tal como se haría con el clic del ratón. En la Figura 3 se puede observar la región detectada para una sonrisa.



Figura 3: Detección de la región de la sonrisa

## Avances

Este proyecto entrelaza los trabajos y experiencias de los integrantes de este grupo de investigación, relacionados a la mecánica, electrónica, programación y visión artificial. Al mes de noviembre de 2018, los avances logrados incluyen el diseño completo de la plataforma abarcando su mecánica, la electrónica para el control de motores y la programación del sistema central de comunicación con el teléfono celular del usuario.

## Experiencias y ensayos con el prototipo

Se han realizado pruebas con la plataforma montada en la silla de ruedas y con la aplicación desarrollada para el sistema operativo Android instalada en un teléfono celular. Esta aplicación permite guiar la silla de ruedas a través de un joystick para pantalla táctil (ver Figura 4) comunicando las órdenes de movimiento digitadas por el usuario a un receptor localizado en la plataforma mediante comunicación Bluetooth. La

plataforma procesa los comandos correspondientes y los traduce en movimientos de las ruedas tractoras. Por razones de seguridad, cualquier orden de movimiento se cancela inmediatamente si uno retira el dedo de la pantalla.

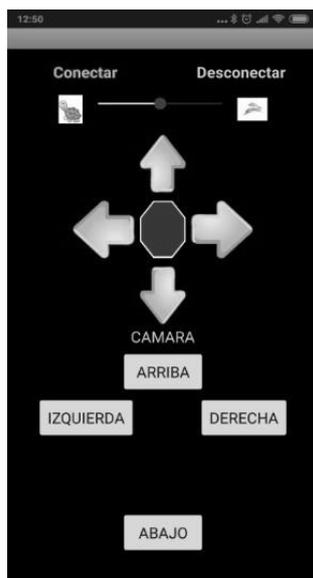


Figura 4: Joystick para pantalla táctil

Las primeras experiencias sorprendieron respecto a la potencia de desplazamiento de la silla de ruedas con el peso de una persona. Con los cálculos previos realizados se conocía que se podría alcanzar una velocidad de 5 km/h con una carga de 100 kg y una pendiente máxima de 10% (aproximadamente 6 grados).

Es importante señalar, porque a veces resulta confuso, que una pendiente se expresa en planimetría como un porcentaje de pendiente que equivale al valor de la tangente multiplicado por 100. Notar que una pendiente del 100% se corresponde con un ángulo de 45 grados ya que la altura y la base de un ángulo de 45 grados coinciden y al dividirlos da como resultado 1 que si se multiplica por 100 es igual a una pendiente del 100%.

Los torques que reciben las ruedas son bastante importantes, motivo por el cual la plataforma se desajustaba desplazándose de su ubicación en la silla de ruedas. Se reformularon las fijaciones de la plataforma al bastidor y estas modificaciones mecánicas y algunos ajustes a los programas de control fueron satisfactorias para lograr un desplazamiento con cambios de velocidad menos abruptos. Luego de estos cambios realizados, se transitó con aceptable velocidad y tracción por los caminos de hormigón alisado interiores de nuestro campus universitario. Nos sorprendió verificar que la silla de ruedas podía subir pendientes cercanas al 30% (aproximadamente 17 grados) con un usuario de 70 kg. Para los que transitan por el campus de la UBP es la bajadita hacia la derecha antes del ingreso a la biblioteca, por la cual se accede a los laboratorios de Física y Electrónica.

## Conclusión y trabajos futuros

Las experiencias con la plataforma han demostrado que su diseño posee las características apropiadas para realizar un montaje rápido en las sillas de ruedas estándares. Respecto a la electrónica de control y su autonomía es aceptable para soportar un uso moderado durante un par de horas con baterías de bajo costo, como las baterías que generalmente son utilizadas para alarmas en las viviendas. Las pruebas realizadas con los algoritmos de visión artificial para la interpretación de gestos y de los distintos cambios de orientación de la cabeza están en una fase de mediano avance y aceptable usabilidad para aquellos usuarios con sus teléfonos con Android 5.0 o superior. Dentro de las próximas actividades se prevé una mejora continua en la plataforma, optimizando tamaño, peso, costo y facilidad de montaje, asimismo continuar con las pruebas necesarias para mejorar la personalización y adaptabilidad a los usuarios finales.

## Referencias

- JAIN A., Bharti J., Gupta M. K., "Improvements in OpenCV's Viola Jones Algorithm in Face Detection - Tilted Face Detection", 2014 International journal on Signal and Image Processing, Vol. 5, Pages 21-28.
- FREIRE BASTOS-FILHO T. et al, "Towards a New Modality-Independent Interface for a Robotic Wheelchair", IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Volume: 22, May 2014, pp 567 - 584.
- HAOXIANG Li, Mohammed Kutbi, Xin Li, Changjiang Cai, Philippos Mordohai, Gang Hua, "An egocentric computer vision based co-robot wheelchair", 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 9-14 Oct 2016, Daejeon, South Korea.
- MOHAMMED FAEIK RUZAIJ, Sebastian Neubert, Norbert Stoll, Kerstin Thurow, "Auto calibrated head orientation controller for robotic-wheelchair using MEMS sensors and embedded technologies", Sensors Applications Symposium (SAS), 2016 IEEE, 20-22 April 2016, Catania, Italy.
- MOHAMMED FAEIK RUZAIJ, Sebastian Neubert, Norbert Stoll, Kerstin Thurow, "Multi-sensor robotic-wheelchair controller for handicap and quadriplegia patients using embedded technologies", 2016 9th International Conference on Human System Interactions (HSI), 6-8 July 2016, Portsmouth, UK.
- RATHORE D. K., Pulkit Srivastava, Sankalp Pandey, Sudhanshu Jaiswa, "A novel multipurpose smart wheelchair", 2014 IEEE Students' Conference on Electrical Electronics and Computer Science (SCEECS), 1-2 March 2014, Bhopal, India.
- YASH M. Jain, Saurabh S. Labde, Sunil Karamchandani, "Gesture controlled wheelchair for quadriplegic children", 2016 3rd International Conference on Systems and Informatics (ICSAI), 19-21 Nov. 2016, Shanghai, China.