

Robot socialmente asistencial y de interacción multimodal autónoma

Robot Socially assistive and for multimodal autonomous interaction

*Paulina Vélez Núñez, **Alex Quingatuña

Fecha recepción: Septiembre 8 de 2014 - Fecha aceptación: Diciembre 1 de 2014

ABSTRACT

This paper presents the methods and techniques used to create a multimodal interaction robot. This multimodal interaction allow to the robot interact with multi – users at the same time. In order to facilitate common tasks in nondeterministic environments, where several people needs to interact, such as a classroom. It has created a socially assistive robot endowed with anthropomorphic and cognitive features that gives you a sense of realism to the user, namely the user thinks for a considerable period of time that really is interacting with a living being.

Keywords: Social Robot, Assistive Robot, Bot Agent, In-teraction.

RESUMEN

Este artículo presenta los métodos y técnicas utilizados para crear un robot de interacción multimodal. Esto le permite al robot interactuar con múltiples usuarios al mismo tiempo facilitando tareas comunes en ambientes no determinísticos, donde varias personas necesitan interactuar, como en un salón de clases. Se ha creado un robot socialmente asistencial dotado de características antropomórficas y cognitivas que producen una sensación de realismo en el usuario, dando la idea de estar interactuando realmente con un ser viviente.

Palabras clave: Robot Social, Robot Asistencial, Agente Bot, Interacción.

Escuela de Ingeniería en Sistemas
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba, Ecuador,

* Master en Robótica y Automatización, Email: pvelez@esPOCH.edu.ec

** Estudiante de Ingeniería de Sistemas



I. INTRODUCCIÓN

La robótica en la actualidad está inmersa en prácticamente todos los campos del desarrollo humano como en la industria, aeronáutica, medicina y en la educación, tanto especial como convencional. Crear una herramienta que permita la interacción multimodal sirviendo como un asistente en tareas de interacción social dentro de los sistemas de educación convencionales, es un reto.

Una plataforma de interacción multimodal entre humanos virtuales y un ente real incluye hablar, contacto visual, señalar y mover objetos virtuales [1]. Se ha desarrollado una plataforma que permita la interacción multimodal entre entes reales (humanos - robot).

La plataforma de interacción multimodal es un robot al que se ha dotado de características que le permitan ser socialmente asistencial, se ha integrado la robótica asistencial y la robótica socialmente interactiva con el objetivo de crear una efectiva y cercana interacción con los humanos mientras los asisten [2].

Existe una gran cantidad de estudios para definir un robot social y sus distintas clasificaciones. Cynthia Breazeal [3] clasificó a los robots sociales en: socialmente evocativos, interfaz social, social receptivo y robots sociables. En todos los casos se tiene un robot antropomorfizado capaz de interactuar de forma natural.

Se ha creado un prototipo experimental, un robot, capaz de interactuar de forma natural con varias personas a la vez, manteniendo un tiempo de sensación realístico de interacción de forma prolongada, y a su vez, que la plataforma pueda asistir en un momento determinado, a profesores dentro del aula de clases.

Este trabajo describe los pasos, métodos y técnicas realizadas para desarrollar una plataforma robótica experimental que sea socialmente asistencial y que permita la interacción multimodal. Es decir, la interacción entre varios usuarios y la plataforma robótica.

II. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad la robótica asistencial, social y de servicio es un área de investigación donde la interacción humano robot es determinante. Estas áreas de investigación implican la creación de algoritmos de visión e inteligencia artificial, técnicas de control, e incluso, el estudio de factores psicológicos para medir el impacto del robot en la tarea de interacción.

Un robot socialmente asistencial se define como la intersección de un robot asistido y un robot socialmente interactivo, cuyo objetivo es proveer asistencia a la vez que interactúa [4].

La interacción social está destinada a proveer guía y soporte a los usuarios [5]. Esto podría implicar, en algunos casos que la interacción social vaya ligada a tareas de asistencia y de sociabilización.

En cuanto a robots asistenciales, existen algunos modelos que se han desarrollado. Entre éstos modelos se tiene a Novel Assistive Robot, un robot capaz de asistir al usuario en las tareas de auto alimentación (ver Figura 1A) [6]. Otro robot destinado a asistencia de pacientes con problemas de movilidad y destinado a la auto alimentación y a asistir en tareas como el cuidado y el aseo personal es ASIBOT (ver Figura 1B) [7].



Figura 1. Robots Asistenciales. (A). Novel Assistive Robot [6]. (B). ASIBOT: Robot Portátil de Asistencia a Discapacitados [7].

Existen a su vez robots asistenciales y sociales destinados a la educación de niños pre-escolares como es el caso de Nao, utilizado en el proyecto Kindergarten Assistive Robotics (KAR) (ver Figura 2A) [8]. Otro robot social destinado a la interacción con niños es MAGGIE, un juguete, robot educacional sofisticado, diseñado para construir interacción social humano-robot con niños con discapacidades cognitivas y motoras,

otra de las habilidades de Maggie es la interacción con adultos mayores con problemas de memoria (ver Figura 2B) [9]. Robovie en varias de sus versiones, es otro ejemplo de robot social que realiza interacción social y a la vez asiste al usuario para realizar ciertas tareas como la asistencia en las compras a adultos mayores o la interacción dentro de una oficina (ver Figura 2C) [12].



Figura 2. Robots sociales. (2A) Nao, robot utilizado en Proyecto KAR [10]. (2B) Maggie, robot social para interacción con niños y adultos mayores [11]. Robovie IV, es la versión de Robovie que asiste a adultos mayores en las tareas de compras de mercado [13].

Para desarrollar un robot social es necesario tomar en consideración dotarlo de ciertas características como: multimodalidad, que habilita tener diferentes modos de interacción; personalidad, que es la forma del modelo conceptual para su comportamiento e intenciones; adaptabilidad, que le da la dimensión entre una cosa animada o una inanimada y, para esto se utiliza inteligencia artificial; habilidad de aprendizaje, como una característica crucial en un robot social; cooperati-

vidad, siendo capaz de cooperar con otros robots para alcanzar objetivos comunes; reactividad, para reconocer su ambiente y reaccionar a sus estímulos; y proactividad [9].

Desarrollar un robot social, es decir, un robot que se comporte como un individuo social requiere, además de las características mencionadas anteriormente, utilizar modelos y técnicas que difieren dependiendo del grupo social donde se le quiera incluir [14].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar esta investigación se desarrolló un robot como plataforma experimental para realizar tareas de interacción con múltiples usuarios a la vez, esto de forma autónoma. La plataforma es un robot, el cual se ha dotado de características antropomórficas, sociales y cognitivas necesarios para cumplir su objetivo de interacción multimodal autónoma.

A. Diseño Antropomórfico

Para el diseño antropomórfico del robot se ha conservado el aspecto de máquina, pretendiendo en todo momento que el robot sea tomado como un juguete con capacidades tecnológicas avanzadas. Esto ha permitido mantener empatía con los usuarios al no ingresar en el Valle Inquietante. El valle inquietante indica el límite de empatía que un robot puede llegar a tener según se va aproximando a un parecido humano sin causar repulsión [15] (ver Figura 3). Esto implica que para aumentar el nivel de empatía no se debe dar

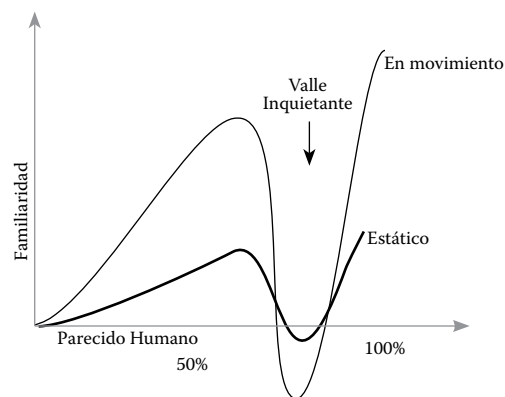


Figura 3. Valle Inquietante [15]

una apariencia humana a una máquina. El robot desarrollado conserva sus características artificiales pretendiendo, en todo momento, que sea considerado un “juguete sofisticado” por parte del usuario, que para esta investigación se trata de niños entre los 5 y 7 años de edad.

Considerando que antropomorfizar constituye la integración de humanidad en un sistema básico a partir de sus comportamientos, a los dominios de experiencia y la competencia, a su entorno social y a su forma [16], se ha dotado al robot de ciertas características físicas como brazos, manos y rostro por mencionar algunos.

La plataforma experimental cubre todos los aspectos que describe la taxonomía de un robot social como son: dotar de un cuerpo (embodiment), emociones, diálogos, personalidad, modelado del usuario, aprendizaje socialmente situado e intencionalidad [17].

Para lograr el embodiment adecuado en aspecto y funcionalidad, se colocaron 11 grados de libertad distribuidos por la estructura del robot, adicionalmente se colocó una base móvil. Los grados de libertad (GDL) están distribuidos de la siguiente manera:

- 2 hombros – 2GDL
- 2 codos – 2GDL
- 2 pinzas (manos) – 2GDL
- Cuello – 1GDL
- Párpados – 1GDL
- Cejas – 2GDL
- Base móvil – 2GDL

Como se ha detallado, se tiene 4 GDL en el rostro, adicionalmente se colocó una matriz de leds para realizar la gesticulación verbal. Este conjunto de características antropomórficas habilita al robot para expresar emociones a través de gesticulaciones, tanto faciales como corporales.

El cuerpo del robot posee sensores de contacto en los hombros y cabeza, con el objetivo de informarle cuando el usuario lo ha tocado, mientras que en las manos se han colocado fotosensores con el objetivo de que el robot conozca cuando el usuario le ha dado la mano o ha colocado algún objeto en ellas.

La estructura del robot fue diseñada de tal forma que posea estabilidad en sus movimientos y, a su vez, que sea seguro para el usuario y para sí mismo, considerando que el usuario final del robot son infantes.

En cuanto a los materiales utilizados en el diseño, para las articulaciones, cabeza, componentes del rostro y cuello se diseñaron piezas que fueron impresas en 3D con plástico ABS. El cuerpo principal del robot fue hecho de láminas de PVC, esto debido a sus características de maleabilidad y resistencia.

B. Personalidad y Adaptabilidad

Al hablar de un robot socialmente asistencial es necesario incluir las cualidades de un robot socialmente inteligente, es decir, un robot capaz que exhibir cualidades sociales de forma natural [18].

Una de las características de un robot social es la personalidad, por lo que para la plataforma experimental se creó una personalidad definida. Considerando que el robot está destinado a interactuar con infantes, se dio al robot la personalidad de un niño de edad similar a los futuros usuarios.

Utilizando el software Loquendo, se creó la voz, la cual mediante diálogos generados por una base de conocimientos creada para el robot más la utilización de un BOT con diálogos AIML, generan parte de su personalidad.

Para generar la interacción humano – robot se desarrollaron algoritmos que permitieron trabajar en tiempo real y de forma segura, tanto para el robot como para los usuarios, lo que se detalla en la sección de Funcionalidades.

En cuanto a la adaptabilidad, ya que el robot utiliza diálogos AIML, es capaz de responder con palabras a situaciones que así lo requieran, adicionalmente se han coordinado gesticulaciones faciales y corporales para aumentar la sensación de realismo animado a la tarea de interacción.

C. Cooperatividad y Reactividad

La interfaz de usuario es el mismo robot que puede ser operado por comandos de voz, con los que

se activan sus distintas funcionalidades, o por sensores de contacto ubicados en su superficie.

El robot realiza tareas de cooperación con el usuario, al poseer habilidades destinadas a la interacción, como juegos de imitación, tanto de movimientos corporales como de palabras, esto valiéndose de uno de sus sensores fundamentales, la cámara Kinect, la cual hace las veces de los ojos del robot, permitiéndole “ver” en forma, dimensión y distancia cualquier persona u objeto que tenga en frente, así como realizar el seguimiento de su movimiento. El sensor Kinect más un juego de sensores de contacto y fotosensores que posee el robot en su superficie, le permiten reaccionar a diversas situaciones que se presenten a su alrededor.

Reaccionar ante estímulos de contacto físico o comandos de voz de forma autónoma le permite al robot extender la sensación de realismo en la tarea de interacción.

D. Funcionalidades

La plataforma experimental está destinada a trabajar con varios usuarios interactuando al mismo tiempo. El esquema de las funcionalidades que han sido otorgadas al robot para lograr una interacción natural (ver Figura 4) permite lograr éste objetivo.

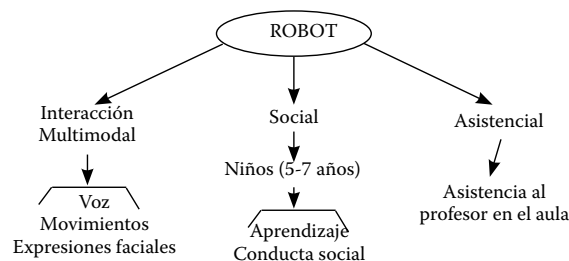


Figura 4. Descripción de las Funcionalidades

El robot cubre tres áreas específicas que son: la interacción multimodal, comportamiento social y finalmente, la asistencia a humanos en tareas específicas.

Interacción Multimodal – Se realiza utilizando lenguaje natural por medio de voz, movimientos corporales y expresiones faciales. La interacción del robot está basada en el reconocimiento de comandos de voz, generación de diálogos de for-

ma autónoma, todo esto coordinado con movimientos corporales coordinados y continuos que permiten crear en el usuario, la idea de hablar realmente con un juguete.

Parte del software está destinada a realizar algoritmos que permitan al robot brindar herramientas que ayuden a los niños al aprendizaje de ciertas áreas específicas como matemáticas y ciencias naturales. El algoritmo de interacción consiste en que el robot una vez inicializado se mantendrá a la espera de un estímulo, sea externo (dado por el usuario), o interno (generado por una acción refleja); en el caso de recibir un estímulo del exterior como un comando de voz, por ejemplo, se activarán diálogos y movimientos tanto corporales como faciales de forma coordinada y sincronizada; en el caso de generarse un estímulo reflejo se activan actividades reflejas como parpadeos y movimientos leves de manos y brazos. Una vez concluida la acción de interacción actual pasa a esperar un estímulo. Este proceso se describe en la gráfica del algoritmo de interacción (ver Figura 5).

Caracterización Social y Asistencial

La caracterización social está dada por la personalidad del robot, su capacidad y forma de interacción.

Se han incluido habilidades de interacción social para asistir a un profesor de educación primaria en el aula de clases [18], así como también para estimular el aprendizaje y para asistencia en niños con déficit atencional (ADHD) [19].

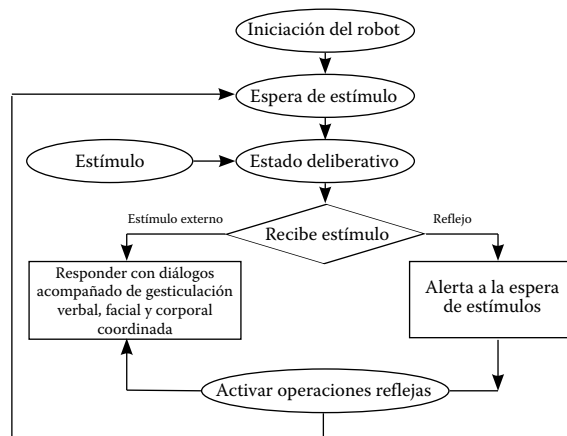


Figura 5. Algoritmo de Interacción

Algunas de las tareas de asistencia que realiza el robot dentro de las actividades mencionadas son: juegos de imitación y pregunta/respuesta por nombrar algunos.

E. Bloques de función

Se han dividido los bloques de función en tres partes: datos de entrada, procesamiento de datos y las salidas. La plataforma experimental divide las entradas de los datos en dos, una parte es procesada en el computador utilizando aplicaciones computacionales para inteligencia artificial, y la otra es procesada por un microcontrolador embebido donde se toman decisiones para generar salidas en los actuadores. El procesamiento de los datos se realiza en el PC portátil montado en el robot donde se procesan los datos de visión e inteligencia artificial. Las salidas las generan los actuadores que permitirán movimientos y señales coherentes y controladas en el robot (ver Figura 6).

Entradas. La plataforma experimental recibe como entradas comandos de voz desde un micrófono y datos respecto al contacto físico con el usuario utilizando sensores de contacto, adicionalmente se tienen los datos de visión artificial que genera el sensor Kinect (cámara 3D) y que permite monitorear los movimientos de los usuarios.

El robot además de identificar comandos de voz que activan sus habilidades como, por ejemplo, baile o imitación, es capaz de identificar preguntas de los usuarios como ¿cuál es tu color favorito? o ¿cómo te sientes?, y el robot responderá

según la decisión que tome desde un programa informático que genera los diálogos inteligentes (Agente Bot). Esto dota al robot de personalidad, y de la habilidad conversar y expresar emociones con palabras.

Otro tipo de entradas son las que llegan por medio de los sensores de contacto, fotosensor y la cámara Kinect. En el pecho del robot se encuentra instalado el sensor Kinect que permite la captura y monitoreo de los movimientos de los niños al realizar el seguimiento paso a paso de las posiciones de sus extremidades (body

tracking). Esta cámara se utiliza para dar al robot ciertas “habilidades sociales”, como su participación en actividades lúdicas dentro del aula, por ejemplo, el juego de “Simón dice”, imitación de movimientos (izquierda - derecha).

Procesamiento de Datos – El procesamiento de datos de voz y de visión se realiza en el PC, mientras que los datos que provienen de los sensores se procesan en el microcontrolador embebido.

Se ha creado un software que permite unir las habilidades creadas para el robot, es decir, la habilidad seguimiento de movimiento (body tracking), la habilidad de conversar, la habilidad de reproducir canciones y simular el canto y la habilidad de responder preguntas específicas de ciertas áreas como sumas matemáticas o conocimientos básicos de ciencias naturales, todo esto en cuanto a la capacidad de hablar del robot.

La voz del robot se genera utilizando el sintetizador Loquendo el cual es un software que además de permitir sintetizar, elegir la frecuencia y el

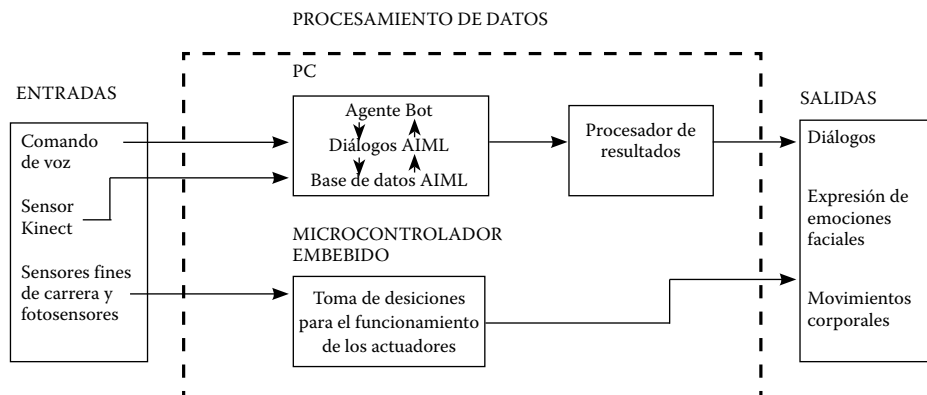


Figura 6. Procesamiento de información del robot.

tono de voz, permite el reconocimiento de palabras.

Una vez reconocidas las palabras, éstas se envían al Agente Bot para así acceder a diálogos AIML (Inteligencia artificial de lenguaje de marcado -Artificial Intelligence Markup Language) que a su vez acceden a una base de datos AIML donde se encuentra almacenado todo el conocimiento estímulo - respuesta que el robot utiliza para mantener una conversación coherente.

AIML es un dialecto XML (lenguaje de marcas extensible) para la creación de agentes software de lenguaje natural, es decir, que permite crear patrones basados en el conocimiento de estímulo - respuesta y ser utilizado en la web o fuera de ella [20].

La personalidad del robot y su capacidad de respuesta dependen del funcionamiento del Agente Bot. Cabe recalcar que parte de la personalidad es el timbre de voz, por lo que al robot se le ha dado una voz infantil, considerando que su entorno de trabajo será con niños.

Junto con la generación de voz, es decir, de los diálogos, se generan de forma paralela, señales que se derivarán en la generación de expresiones faciales como la tristeza, la alegría, la duda o simplemente el parpadeo.

En cuanto a la visión artificial del robot, los datos capturados por el sensor Kinect son procesados por el software de forma paralela al habla. El seguimiento de los usuarios (body tracking) permite al robot realizar actividades como bailes, juegos y principalmente conocer qué tan cerca está el niño. Una vez detectada la posición de las extremidades superiores de los usuarios, el software envía datos al microcontrolador embebido donde se toman las decisiones y se generan los comandos específicos para la activación de los actuadores que corresponda, de esta manera se obtienen movimientos corporales sincronizados y deliberados.

Para el robot es importante conocer la posición del usuario con respecto a sí mismo, ya que en caso de que el usuario supere los límites de seguridad del robot, éste dará un aviso de auto protección con la frase “no me toques, no es se-

guro” a no ser que se haya activado la habilidad que permita al usuario tocar al robot en ciertos puntos como hombros y cabeza.

El microcontrolador, por otra parte y de forma simultánea, se encuentra constantemente recibiendo los datos que llegan desde el PC y desde los sensores de contacto. Cada vez que el microcontrolador recibe un dato desde el PC éste es procesado para activar uno o varios actuadores. A su vez, cada que recibe un dato de un sensor de contacto, este dato es procesado e inmediatamente enviado al PC para indicar al programa dónde ha sido tocado el robot y así tomar una decisión.

Salidas. El robot genera 3 tipos de salidas: los diálogos, la expresión de emociones por gestos faciales y movimientos corporales.

Para generar las salidas se han utilizado varios actuadores como: motores DC, servomotores, matrices de leds y un altavoz. Un juego de 11 servomotores han servido para generar los movimientos de las cejas, párpados, cuello, brazos y manos del robot, mientras que con 2 motores DC se logra el desplazamiento de la base móvil; por otra parte, la boca y el corazón del robot están formadas por matrices de leds, que en el caso de la boca se enciende simulando el movimiento de los labios cuando una persona habla.

Todo esto controlado desde un microcontrolador embebido, el cual recibe señales desde el procesador donde se encuentra el “cerebro” del robot, como se indica en el diagrama (ver Figura 7).

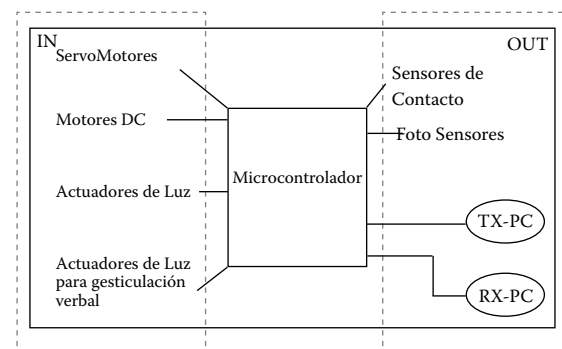


Figura 7. Esquema de conexión del Microcontrolador Central a los distintos sensores y actuadores del robot.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las emociones, diálogos, personalidad, aprendizaje socialmente situado y modelado del usuario se encuentran en un ordenador desde el cual, por medio de varias herramientas computacionales son controlados (ver Figura 8).

La plataforma experimental creada sirve como una herramienta en el aula, ya que por su apariencia y funcionalidades prolonga el tiempo de ilusión de “vida” del robot [18]. En la Figura 9A se muestra el robot con sus características.

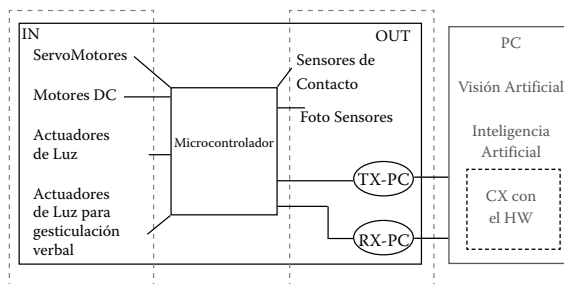


Figura 8. Diagrama de conexión del PC con la placa principal del robot.

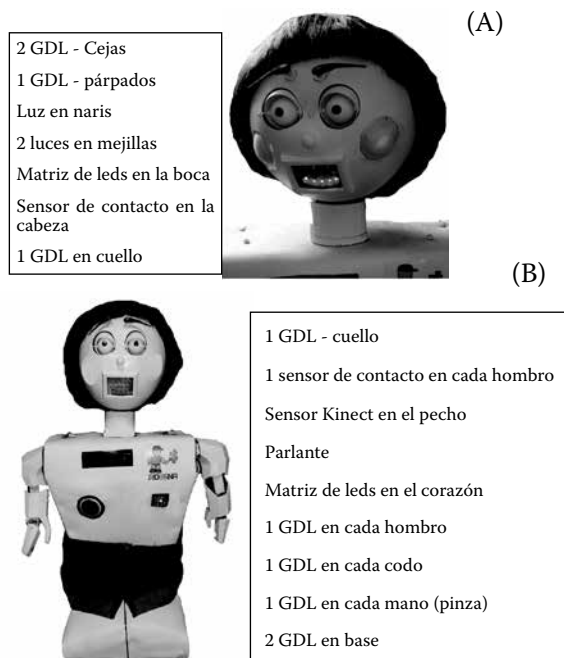


Figura 9. A. Distribución de actuadores y sensores del robot en la cabeza del robot. B. Distribución de actuadores y sensores en el cuerpo del robot

La ubicación de los actuadores que generan los grados de libertad (GDL) del robot, las matrices de leds y los sensores, se muestran en la Figura 4B. La plataforma experimental además cuenta con luces en sus mejillas y nariz que le sirven para enfatizar la expresión de las emociones.

La interacción se genera de forma multimodal, donde en tareas como el baile, el juego de imitación de movimientos y el cantar canciones, el robot ha sido capaz de responder de forma óptima y en tiempo real a los requerimientos de los usuarios. El sensor Kinect es capaz de reconocer la presencia de, hasta 3 usuarios a la vez y, mientras más rápidos sean los movimientos que el usuario realice, más rápidos serán los movimientos del robot.

El robot ha sido construido con una estructura robusta que le permite ser utilizado dentro y fuera del aula de clases [9], y sus habilidades le permiten interactuar con niños así como también con adultos, sin caer dentro del Valle Inquietante, es decir, sin llegar a producir apatía en los usuarios.

En la Figura 10 se muestra el posicionamiento del robot en la curva descrita por Mori.

Se muestra que el robot genera un alto nivel de familiaridad, y a su vez, su nivel de parecido humano considerando que posee movimientos controlados, está en un 45% aproximadamente.

La pruebas de interacción del robot se realizaron utilizando test atencionales como el test de caras [19].

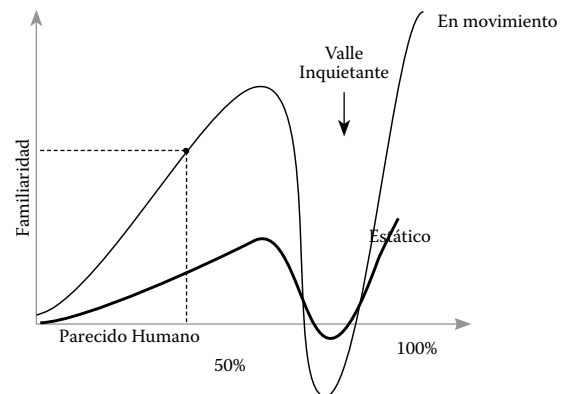


Figura 10. Posición del robot considerando su nivel de empatía.



Figura 11. Plataforma experimental [19]

V. CONCLUSIONES

La correcta combinación de herramientas de programación y de hardware ha permitido la creación de un robot con características realísticas, ya que genera diálogos coherentes, movimientos sincronizados y movimientos “reflejos”, como el parpadeo, en tiempo real.

El hecho de que el robot haya sido antropomorfizado y se le haya dado la apariencia de un niño sin perder sus características de máquina, originó que los niños vieran al robot tal como ven a sus propios juguetes, sintiendo la confianza para acercarse a él, tocarlo, hacerle preguntas e incluso jugar y hacerle bromas, facilitando así el proceso de interacción [10]. En la Figura 11 se puede observar al robot en funcionamiento.

REFERENCIAS

[1] C. Yu, H. Zhang y L. B. Smith, “Learning through Multimodal Interaction,” Bloomington.

[2] D. Feil-Seifer y M. J. Matari, “Defining Socially Assistive Robotics,” *9th International Conference on Rehabilitation Robotics*, pp. 465-468, 2005.

[3] C. Breazeal, “Toward Sociable Robots,” *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 42, n° 3-4, pp. 167-175, 2003.

[4] G. Nejat y M. Ficocelli, “Can I be of assistance? The intelligence behind an assistive robot,” *Robotics and Automation, ICRA 2008*, pp. 3564-3569, 2008.

[5] W.-K. Song y J. Kim, “Novel Assistive Robot for Self-Feeding,” *InTech*, pp. 43-61, 2012.

[6] C. Balaguer, A. Jardón, C. Monje y F. Bonsignorio, “Sultan: Simultaneous User Learning and Task Execution, and its Application in Assistive Robotics,” *Workshop on “New and Emerging Technologies in Assistive Robotics” IROS 2011*, 2011.

[7] G. Keren, A. Ben-David y M. Fridin, “Kindergarten Assistive Robotics (KAR) as a Tool for Spatial Cognition Development in Pre -school Education”, *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1084-1089, 2012.

[8] M. A. Salichs, R. Barber, A. M. Khamis, M. Malfaz, J. F. Gorostiza, Rakel Pacheco, R. Rivas, A. Corrales, E. Delgado y D. García, “Maggie: A Robotic Platform for Human-Robot,” *Robotics, Automation and Mechatronics, 2006 IEEE Conference on*, pp. 1-7, 2006.

[9] T. Hornyak, “Humanoid robot Nao gets emotion chip,” 15 Agosto 2010. [En línea]. Available: <http://www.cnet.com/au/news/humanoid-robot-nao-gets-emotion-chip/>. [Último acceso: 01 Noviembre 2014].

[10] RoboCity2030-II, “Robots para aliviar la carga familiar del cuidador,” 23 Marzo 2012. [En línea]. Available: <http://www.madrimas.org/noticias/robots-para-aliviar-la-carga-familiar-del-cuidador--/52087>. [Último acceso: 01 Noviembre 2014].

[11] N. Mitsunaga, T. Miyashita, H. Ishiguro, K. Kogure y N. Hagita, “Robovie-IV: A Communication Robot Interacting with People Daily in an Office,” *Intelligent Robots and Systems, 2006 IEEE/RSJ International Conference on*, pp. 5066 - 5072, 2006.

- [12] D. Berici, "Robot Robovie-II helps the elderly buy their groceries," 16 Diciembre 2009. [En línea]. Available: <http://www.robaid.com/robotics/robot-robovie-ii-helps-the-elderly-buy-their-groceries.htm>. [Último acceso: 5 Noviembre 2014].
- [13] T. Fong, I. Nourbakhsh y K. Dautenhahn, "A survey of socially interactive robots," *ELSEVIER - Robotics and Autonomous Systems*, vol. 42, p. 143–166, 2003.
- [14] M. Mori, K. MacDorman y N. Kageki, "The Uncanny Valley [From the Field]," *Robotics & Automation Magazine, IEEE*, vol. 19, n° 2, pp. 98-100, 2012.
- [15] D. B. R, "Anthropomorphism and the social robot," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 42, n° 3-4, pp. 177 - 190, 2013.
- [16] F. T., N. I. y D. K., "A survey of socially interactive robots," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 42, p. 143–166, 2003.
- [17] A. Tapus, M. Maja y B. Scassellatti, "The Grand Challenges in Helping Humans Through Social Interaction," *The Grand Challenges in Socially Assistive Robotics. IEEE Robotics and Automation Magazine*, vol. 14, 2007.
- [18] Vélez Núñez, P. "Social robot as an assistive tool in the classroom," *Computer Science & Education (ICCSE), 2014 9th International Conference on*, pp. 235,238, 2014.
- [19] Vélez, P. y A. Ferreiro, "Social Robotic in Threapies to Improve children`s attentional capacities," *Review of the Air Force Academy - AFASES*, vol. 2, n° 26, pp. 101-108, 2014.
- [20] D. S., U. J. y A. S., "x-Operator – Inter connecting the Semantic Web," *5th European Semantic Web Conference*, pp. 19-32, 2008.