Jornadas Nacionales de Robótica
Spanish Robotics Conference
13-14 Junio 2019 http://jnr2019.ua.es

El robot social Mini como plataforma para el desarrollo de juegos de interacción multimodales

Elena Velázquez-Navarro[a], Sergio González-Díaz[a], Fernando Alonso-Martín[a], José Carlos Castillo[a], Álvaro Castro-González[a], María Malfaz[a], Miguel A. Salichs[a]

[a] *RoboticsLab, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad Carlos III de Madrid, Avda. de la Universidad 30, 28911 Leganés, España*

Resumen

En robótica social es posible encontrar un gran número de trabajos relacionados con la interacción con personas. Aunque la manera de entretener a un usuario con un robot puede ser muy variada, los juegos pueden ser la forma más sencilla de conectar con personas sin importar su edad, gustos o costumbres. Por este motivo, en este artículo se establece un conjunto de guías a partir de las cuales se han implementado dos juegos en el robot social Mini: una versión del *Bingo* y el juego de *Adivinar el personaje*. Este robot se ha utilizado como plataforma para el desarrollo de los juegos usando interacción multimodal. En otras palabras, estos juegos harán uso de las interfaces de voz, tacto y tableta que forman parte del robot, para facilitar la interacción humano-robot. Finalmente, se recogen las pruebas preliminares para el juego del *Bingo* con el objetivo de probar su funcionamiento.

Palabras Clave:
Robótica social, interacción multimodal, interacción humano-robot

1. Introducción

En la sociedad existen dos grupos de personas que pueden necesitar más atención por parte de familiares y cuidadores: las personas mayores y los niños. Por un lado, el envejecimiento de la población mundial provocará un aumento de la esperanza de vida de las personas (OMS, 2018). Debido a esto, se están desarrollando múltiples proyectos en el campo de la robótica para mejorar la calidad de vida de personas mayores (Riek, 2017), particularmente para estimular su desarrollo cognitivo (Valentí Soler et al., 2015). Por otro lado, los niños, a diferencia de las personas mayores, tienen mayor facilidad para interactuar con las nuevas tecnologías. Es por ello que se han probado robots en distintos ámbitos, como la educación (Baxter et al., 2017), dónde se une el entretenimiento con el aprendizaje. Estos dos conjuntos de la población usan los juegos como principal forma de ocio, ya que suelen disponer de más tiempo libre que el resto. Por esta razón, algunos estudios proponen un robot como compañero de juegos para estas personas.

El presente artículo recoge una serie de guías que permiten diseñar diferentes juegos mediante interacción humano-robot (en inglés *Human Robot Interaction* (HRI)). El objetivo es entretener y enganchar a personas de cualquier edad, especialmente niños y mayores, con el robot Mini. Mini es un robot social de la Universidad Carlos III de Madrid, que ha sido creado para ayudar a personas con alguna enfermedad neurodegenerativa como el Alzheimer, mediante el uso de distintos tipos de ejercicios (Salichs et al., 2018). Además, Mini dispone de otras funcionalidades con las que puede dar información del tiempo, de las noticias, o mostrar contenido multimedia.

En el diseño de juegos para un robot social se debe tener en cuenta que la interacción humano-robot sea lo más natural posible. Esto puede conseguirse haciendo que la mayor parte de la comunicación sea por voz (reduciendo el uso de pantallas) y añadiendo gestos al robot para que pueda mostrar distintas emociones, utilizando la comunicación verbal y no verbal. Asimismo, la adaptación de juegos tradicionales para ser usados por un robot, permite una mayor aceptación por parte de los usuarios. Finalmente, para conseguir un juego atractivo, la dinámica de este no debe ser compleja, especialmente para aquellas personas que no están acostumbradas a usar robots.

Para demostrar cómo se aplicarían las directrices propuestas, se han implementado dos juegos: una versión del *Bingo* y el juego de *Adivinar el personaje*. Este último, aunque no es tan conocido como el anterior, resulta interesante para las personas ya que consiste en que Mini averigüe la persona u objeto que está pensando el usuario realizando un número reducido de preguntas. Existen versiones de ambos juegos en la web o de forma física (como es el caso del *Bingo*), y en este trabajo se ha alcanzado una adaptación de los mismos para un robot social.

El artículo se estructura de la siguiente forma: en la Sección 2 se expondrán algunos de los trabajos relacionados con la robótica social, especialmente aquellos orientados al uso de robots como fuente de entretenimiento. Posteriormente, la Sec-

Correos electrónicos: evelazqu@ing.uc3m.es (Elena Velázquez-Navarro), sergigon@ing.uc3m.es (Sergio González-Díaz), famartin@ing.uc3m.es (Fernando Alonso-Martín), jocastil@ing.uc3m.es (José Carlos Castillo), acgonzal@ing.uc3m.es (Álvaro Castro-González), mmalfaz@ing.uc3m.es (María Malfaz), salichs@ing.uc3m.es (Miguel A. Salichs)

ción 3 detallará la información hardware y software del robot Mini. La Sección 4 abordará la implementación de juegos en un robot social y en relación a ella, en los siguientes puntos se definirán los dos casos prácticos: el *Bingo* y el juego de *Adivinar el personaje*. Además, se explicará el funcionamiento general y la estructura en los dos casos, así como las pruebas para el ejemplo del *Bingo*. Para concluir, el último punto se ocupará de las conclusiones y de los trabajos futuros.

2. Trabajos relacionados

Los robots sociales son aquellos cuyo objetivo es comunicarse con las personas siguiendo comportamientos sociales (Hegel et al., 2009). En la mayoría de los casos, se pretende conseguir que la comunicación entre la persona y el robot sea lo más parecida a la interacción humano-humano, haciendo que el robot pueda expresar distintas emociones (Liu et al., 2016). Algunos robots sociales como *Maggie* (Gonzalez-Pacheco et al., 2011) o *MIRO* (Collins et al., 2015) son desarrollados para entretener a las personas con distintos tipos de actividades. La mayoría de ellos suelen estar orientados a niños y personas mayores.

2.1. *Robots de entretenimiento para niños*

El entretenimiento para niños usando robots, no solo puede servir como forma de diversión, sino también puede ser una alternativa para el aprendizaje. Por ejemplo, se han utilizado robots en las escuelas que sirven de apoyo para los profesores (Mubin et al., 2013). En relación a esto, algunas investigaciones emplean el término *edutainment*, que une las palabras en inglés "education" y "entertainment", para hacer referencia al contenido educativo que es usado como fuente de ocio (Collins et al., 2015). Del mismo modo, se han realizado estudios que aseguran que un robot puede ayudar a niños con autismo, reforzando la comunicación social y emocional mediante juegos y actividades (Cabibihan et al., 2013).

2.2. *Robots de entretenimiento para personas mayores*

Existen trabajos en los que se utilizan robots como fuente de entretenimiento también para personas mayores pero, en este caso, enfocados más a combatir los efectos de algunas enfermedades o a la compañía de estas personas. En la mayoría de los casos el objetivo principal es conversar, hacer pequeños juegos o bromas (Garcia et al., 2017). Además, suelen hacerse pruebas en residencias dónde el robot puede interactuar con distintas personas (Heerink et al., 2008). Uno de los más conocidos es el robot *PARO*, aparentemente una pequeña foca de peluche, que fue creado para reducir el estrés en personas mayores y tratar los síntomas en algunos niveles de demencia (Calo et al., 2011). Con el mismo objetivo, se han utilizado otros robots con apariencia animal, como por ejemplo, *AIBO* (Tamura et al., 2004) cuyo comportamiento se parece al de un perro.

2.3. *Robot como compañero de juegos*

En general, existen multitud de juegos diseñados para interactuar a través de una pantalla (aplicaciones para móvil o tableta). Sin embargo, el proceso de incluir estas actividades en robots, se encuentra actualmente en expansión, considerando que tener un robot como compañero puede ser más entretenido para los usuarios que una pantalla (Johnson et al., 2016).

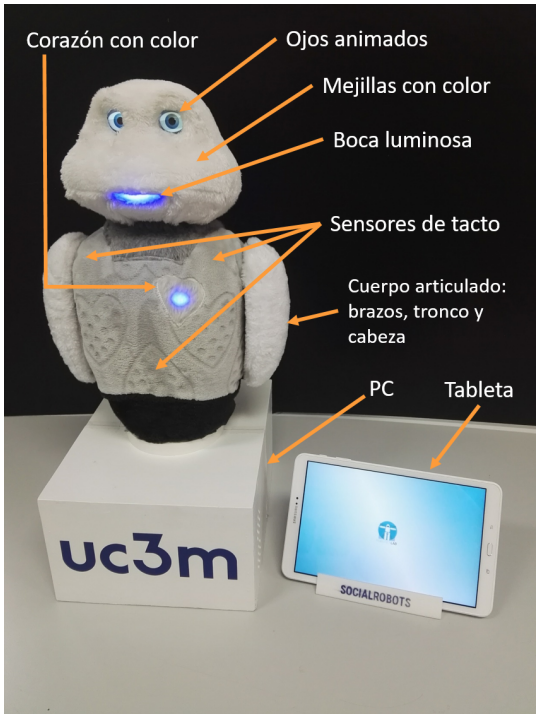

Figura 1: Foto del robot Mini con la descripción de sus componentes.

Además, se ha comprobado que los niños, en concreto, disfrutan más cuando juegan con un robot que cuando lo hacen solos (Shahid et al., 2014). Uno de los robots diseñado como plataforma de juegos es *Maggie*, la antecesora del robot Mini, que tenía juegos para cualquier persona, como el *ahorcado* o el *tres en raya* (Gonzalez-Pacheco et al., 2011). *Maggie*, al igual que otros robots (Correia et al., 2017), usa la tableta como soporte para facilitar la interacción con los usuarios.

3. Descripción de la plataforma

Los juegos presentados en este documento están desarrollados en el robot social Mini. Mini va acompañada de una tableta (ver Figura 1) que funciona como complemento de las distintas aplicaciones. Con esta pantalla se puede mostrar información, reproducir vídeos, fotos o audios. Este robot es capaz de comunicarse con las personas haciendo uso de la información que obtiene del entorno: a través de sensores colocados en su cuerpo, empleando el reconocimiento de voz o la propia tableta para recibir las respuestas de los usuarios. Luego, las aplicaciones, a partir de los datos de entrada del robot, generan información y establecen la interacción. Para ello puede mover la cabeza, el tronco y los brazos, así como modificar el aspecto de los ojos para mostrar emociones como alegría o tristeza. Al mismo tiempo, el corazón simula el latido y puede cambiar de color en función de la emoción que quiera mostrar.

3.1. *Plataforma software*

A nivel de software, Mini tiene una estructura dividida en tres módulos: el *sistema de toma de decisiones*, el *sistema HRI* y las *aplicaciones* (ver Figura 2). Cada elemento se comunica a su vez con los distintos sistemas de percepción y actuadores del robot y todos ellos emplean *Robot Operating System* (ROS)

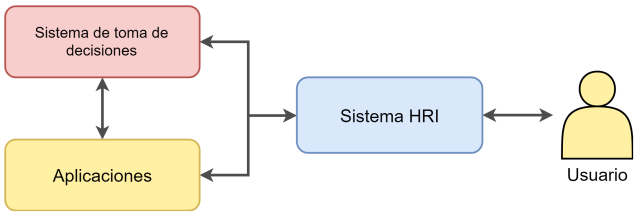

Figura 2: Diagrama de la estructura software.

(Quigley et al., 2009) como sistema para el envío de mensajes. ROS es una plataforma software que sirve para el desarrollo de robots con múltiples ventajas como, por ejemplo: abstracción del hardware, control de dispositivos de bajo nivel y paso de mensajes entre procesos.

El *sistema de toma de decisiones* o sistema central, es el encargado de ejecutar cada aplicación seleccionando la más adecuada dependiendo de la elección del usuario o de manera automática según el perfil del mismo. Además, este módulo envía la información necesaria a cada aplicación, como la duración en el caso de los juegos.

En segundo lugar, el *sistema HRI* gestiona la interacción con el usuario. Las distintas aplicaciones y el *sistema de toma de decisiones* lo usan cuando el robot o el usuario necesitan dar o pedir información. Esto lo realizan mediante el envío de mensajes, que pueden ser para dar información a través de la voz, de la tableta o para hacer una pregunta. Una vez finaliza correctamente el mensaje, se envía el resultado por medio de un canal al que se suscriben el resto de elementos software. De la misma manera, el *sistema HRI* administra los gestos y expresiones que muestra el robot continuamente.

Por último, el funcionamiento de las aplicaciones varía dependiendo de los parámetros de entrada que le envía el *sistema de toma de decisiones*. Los parámetros para iniciar los juegos en el robot Mini son: el número de partidas (o tiempo máximo) y el nivel de proactividad del usuario.

4. Implementación de juegos en un robot social

A continuación se describen las directrices o guías que seguirán los juegos desarrollados de forma multimodal en el robot Mini. Estas guías están pensadas para hacerse extensivas a otros robots sociales con unas características hardware similares al robot Mini. Primero, se debe dar *prioridad al uso de reconocimiento de voz* en todas las cuestiones que necesita conocer el robot durante el transcurso de la partida. *La tableta debe mostrar información* relacionada con el juego que sea útil para el usuario, como por ejemplo los números del *Bingo*. Las expresiones y gestos hacen que el robot pueda asemejarse más a un compañero de juegos, por lo que *se usarán expresiones para dar información* acerca del juego, animar o retar al usuario. *Las expresiones se acompañarán de gestos*, de forma que si Mini pierde una partida parecerá triste gracias a la frase que dice y a los movimientos de su cuerpo. Adicionalmente, *las aplicaciones se deben poder parar, pausar y reanudar* cada vez que así se lo indique el usuario tocando al menos uno de los sensores situados en los hombros (ver Figura 1). En concreto, cuando se continúe con el juego, debe volver al punto dónde estaba al hacer la pausa y si es posible, repitiendo la última acción.

Tabla 1: Guías para implementar juegos multimodales en un robot social.

Funcionales	Priorizar preguntar por voz.
	Priorizar responder por voz.
	Responder usando la tableta (en caso de fallo).
	Mostrar gestos y emociones.
	Mostrar información relacionada con el juego en latableta.
	Parar, pausar y reanudar el juego.
	Para reanudar, repetir última acción antes de la pausa.
No funcionales	Conexión con un servidor remoto (si fuese necesario).
	Conexión con la tableta.
	Intentos para contestar: 2.
	Tiempo máximo para contestar por voz: 6 segundos/intento.
	Tiempo máximo para contestar por tableta: 10 segundos/intento.
	Bajo consumo de CPU.

Por otra parte, en los juegos multimodales pueden aparecer errores relacionados con los sensores, el reconocimiento de voz o la tableta. Con el fin de que estos no supongan un problema, deben establecerse *medidas para que el juego pueda continuar* aunque ocurra alguno de ellos. En este caso, cuando el robot es incapaz de entender la respuesta de la persona, mostrará un menú en la tableta. Igualmente, deberá tener un *sistema que compruebe que el usuario sigue interactuando* con el juego. El robot preguntará si quiere continuar cuando haya pasado un tiempo determinado después de la última intervención de la persona. Este tiempo dependerá del nivel de proactividad del usuario que se mide con un valor entre 1 y 5, dónde el valor más bajo significa que el usuario es muy proactivo y ocurre lo contrario con el más alto. Por lo tanto, cuanto mayor sea el nivel de proactividad, mayor será el tiempo para preguntar.

En caso de que el juego necesite un servidor remoto para su funcionamiento, es imprescindible que exista una conexión estable entre ambos. Ocurre lo mismo con la tableta que debe estar conectada con el robot para poder mostrar imágenes, texto o menús. Con respecto a los tiempos de respuesta, se han establecido experimentalmente unos valores de 6 segundos para responder por voz y 10 para hacerlo usando la tableta, teniendo un máximo de 2 intentos para ambos modos. La aplicación que siga estas guías debe también tener en cuenta el consumo de CPU, ya que en un robot social coexisten varias módulos en ejecución simultáneamente. En la Tabla 1 se resumen las directrices generales, divididas en funcionales y no funcionales, que deben seguir los juegos en un robot social.

5. Caso práctico I: Bingo

En el juego popular del *Bingo*, una persona es la encargada de sacar las bolas con los números e indicarlo a los jugadores. Cada vez que se dice un número, los jugadores deben mirar sus cartones y si tienen el número mencionado deben tacharlo o colocar encima una ficha. Durante el juego, las personas deben

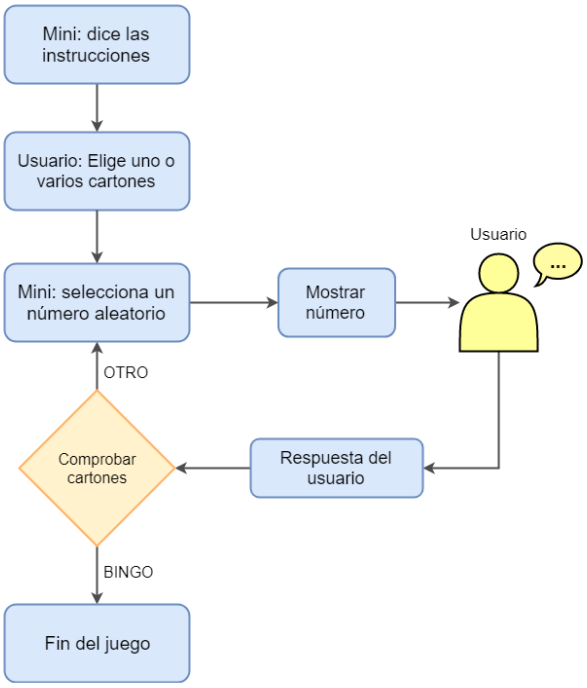

Figura 3: Esquema del funcionamiento general del juego del *Bingo*.

estar atentas a tener todos los números de una misma fila para decir "línea" y todos los del cartón para "cantar bingo". Para implementar este juego en el robot Mini se han realizado una serie de adaptaciones, aunque para las pruebas del mismo se han utilizado cartones y fichas similares a los que se usan en el juego real.

5.1. *Funcionamiento general*

En el juego del *Bingo* para el robot social Mini, uno o varios usuario jugarán con el robot, mientras éste va diciendo los números. El juego termina cuando alguna de las personas o el robot haya conseguido "bingo". El comportamiento general de este juego está dividido en cuatro estados principales: dar las instrucciones, elegir uno o varios cartones, seleccionar un número aleatorio y mostrarlo (ver Figura 3).

Inicialmente, el robot pregunta al usuario si quiere conocer las instrucciones, por lo que en cada partida la persona podrá ser informada sobre el funcionamiento del juego. Después, el robot le indicará al usuario que tiene 5 segundos para escoger un cartón. Transcurrido el tiempo, le preguntará por el identificador situado en la parte posterior de dicho cartón y si desea tener otro más. El proceso se repetirá hasta poder seleccionar un máximo de 5 cartones. Además, Mini elegirá uno de los cartones reales aleatoriamente entre los que no haya escogido el usuario. Cabe señalar que, para fomentar la participación de los usuarios, cuando el robot menciona alguno de los números, los acompaña de una frase popular, como por ejemplo en el caso del *22* dice: "Los dos patitos".

Durante el juego, el robot irá diciendo los números al azar uno a uno a la vez que se muestran en la pantalla. Después de cada número esperará durante seis segundos para escuchar si la persona dice "línea" o "bingo". El robot conoce todos los cartones, por ello podrá decirle al usuario cuando se ha equivocado. En función de la respuesta del usuario tras decir un número, el robot reaccionará de distintas maneras:

- **La persona dice "línea"**. El robot dirá una expresión dependiendo si el jugador tiene realmente línea o no. Si algunos de los dos ha cantado "línea" anteriormente le comunicará que solo puede decirlo una vez por partida.
- **La persona dice "bingo"**. Si el usuario se ha equivocado al decirlo, el robot se lo indicará por voz. En cambio, si tiene *bingo*, felicitará al usuario y se acabará la partida.
- **La persona quiere escuchar de nuevo el último número**. El robot repetirá el último número y esperará de nuevo para escuchar cualquier intervención del usuario.
- **La persona no dice nada**. En la mayoría de esperas entre números la persona no dice nada, es en estos casos cuando el robot podrá decir una frase que estará condicionada por el progreso del usuario y el robot.

Asimismo, si en cualquiera de las opciones anteriores el robot tiene "línea" o "bingo", antes que el usuario, lo dirá como un jugador más y en el caso de "bingo" finalizará la partida. Si el robot y el usuario lo tienen al mismo tiempo, el robot esperará a que la persona reaccione durante la actual interacción pero si, pasado el tiempo entre un número y otro, no recibe ninguna respuesta, el robot habrá ganado el juego.

La aplicación del *Bingo* está compuesta por un nodo de ROS y por tres clases que realizan acciones con datos externos al juego: *Robot expressions*, *HRI messages* y *Cards*. El nodo es el encargado de comunicarse con el resto de módulos del robot. En general, las expresiones son usadas durante todo el desarrollo del juego para mostrar emociones o dar información. No obstante, se llamará a *Robot expressions* cuando el usuario no diga nada tras mostrarse un número, y analizará la evolución de los resultados de cada jugador. De esta manera, se contabilizará el número consecutivo de cifras marcadas y la cantidad de números restantes para que el usuario o el robot ganen. Por consiguiente, esta información será empleada para seleccionar una de las expresiones. Las frases, gestos, preguntas o menús de la tableta usados durante el juego, serán transformados en mensajes en la clase *HRI messages* para enviarlos al *sistema HRI* (ver Figura 2) y este se encargue de ejecutarlos y de enviar el posterior resultado.

Los datos de los cartones físicos han sido guardados previamente puesto que el robot no dispone de ningún otro medio para conocer el progreso del usuario. La clase *Cards* permite que el robot informe a la persona del estado del cartón que ha elegido, es decir, si el identificador es correcto, si no está en su base de datos o si ya lo ha dicho anteriormente.

5.2. *Pruebas preliminares*

Tras el diseño y la implementación del juego del *Bingo* se llevaron a cabo un conjunto de pruebas preliminares con distintos usuarios. En ellas se probó su funcionamiento en el robot Mini con uno y varios usuarios (ver Figura 4). En el primer caso, se realizaron pruebas dónde el usuario seleccionaba uno o varios cartones[1] y luego con un grupo de 4 personas en el que cada uno

[1] Vídeo de un usuario jugando al Bingo: http://youtu.be/Uz558NZZS4Y

Figura 4: Varios usuarios jugando al *Bingo*.

elegía un cartón. Para marcar los números que iban saliendo se usaron fichas, de esta forma los cartones pueden reutilizarse en partidas posteriores.

Durante las pruebas se observó que, en la mayoría de los casos, cuando Mini decía el cartón que había escogido, los usuarios lo buscaban e iban marcando también los números de este cartón para comprobar que el robot no hacía trampa. Asimismo, se ha diseñado un conjunto de expresiones para animar o retar al usuario que permiten que el robot se parezca más a un compañero de juegos. Los usuarios contestaban al robot diciendo frases como: *"te voy a ganar, Mini"*, *"necesito el número 8"* o *"estás haciendo trampas"*.

6. Caso práctico II: Adivinar el personaje

El juego de *Adivinar el personaje* está basado en el juego online *Akinator* [2] en el que el sistema trata de averiguar el personaje en el que está pensando el usuario haciendo 20 preguntas de: "sí", "probablemente sí", "no", "probablemente no" y"no lo sé".

La versión de este juego en el robot Mini usa un servidor remoto para recibir las preguntas en función de las respuestas del usuario y para conocer el personaje final. *Adivinar el personaje* consiste en adivinar la persona, animal o cosa que piensa el usuario en un máximo de 3 intentos y/o 50 preguntas. Y en este caso, las opciones de respuesta se han reducido a "sí", "no" y "no lo sé".

6.1. Funcionamiento general

La ejecución del juego comienza cuando el *sistema de toma de decisiones* activa correctamente la aplicación. En este momento, se busca un servidor remoto de *Akinator* en funcionamiento y se inicia una nueva sesión. El servidor remoto devuelve al nodo principal un diccionario formado por un conjunto de parámetros: identificador de la sesión, pregunta actual, el progreso del juego, etc.

Por lo tanto, tras el inicio de sesión, se formula la primera pregunta al usuario por voz. Cuando éste responde, se envían

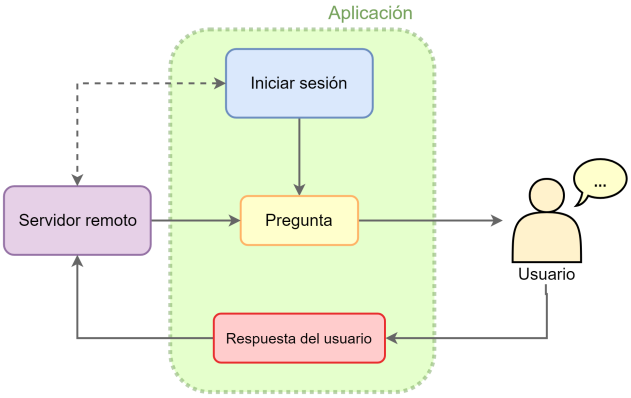

Figura 5: Esquema del funcionamiento general del juego de *Adivinar el personaje*.

unos nuevos parámetros (incluyendo la respuesta del usuario) al servidor para recibir la siguiente pregunta (ver Figura 5). Este proceso se repite hasta que el servidor remoto devuelve que el progreso del juego es superior al 90 %. Este valor máximo ha sido fijado de forma experimental y significa que la lista de posibles personajes es reducida y que existe uno que tiene un peso mucho mayor en relación al resto. Cuando se alcanza el progreso deseado, la aplicación solicita la pregunta final. Esta consiste en saber si el personaje seleccionado coincide con el que está pensando el usuario. Si su respuesta es negativa, se detendrá el juego para saber si la persona quiere seguir hasta que el progreso vuelva a alcanzar el valor establecido, así hasta gastar los tres intentos. Por el contrario, si responde "sí", Mini habrá ganado y finalizará el juego. Cabe destacar que si el reconocimiento de voz no funciona, se repetirá la pregunta anterior pero esta vez usando la tableta para responder. Además, como el resto de aplicaciones del robot Mini, se puede parar, pausar y reanudar el juego en cualquier momento. En el caso de reanudar, se repetirá la última frase o pregunta realizada antes de la pausa.

La comunicación entre los distintos módulos que componen este juego se realiza de la misma forma que en el ejemplo del *Bingo*. Existe un nodo principal de ROS que utiliza los datos almacenados para: encontrar un servidor remoto operativo y para usar diferentes expresiones en la interacción con el usuario (ver Figura 6).

Al inicio del juego se accede a una lista de posibles servidores remotos que será recorrida hasta encontrar uno con el que se establezca la conexión correctamente. Esta parte resulta ser la más importante de todo el proceso, ya que si no se encontrase ningún servidor en funcionamiento, el juego no podría ejecutarse. En particular, debido a que es el servidor el que aporta las preguntas al juego, tan solo se han guardado expresiones y cuestiones relacionadas con la continuidad del juego, como "¿Quieres continuar con el juego?" o "¿Quieres seguir?".

7. Conclusiones y trabajos futuros

Este trabajo intenta ofrecer unas serie de directrices o características comunes que se deberán implementar para dotar al robot social Mini la capacidad de jugar a juegos multimodales con los usuarios. Siguiendo dichas directrices se han diseñado e implementado dos juegos. Por un lado, el *Bingo* ha sido proba-

[2] https://es.akinator.com/

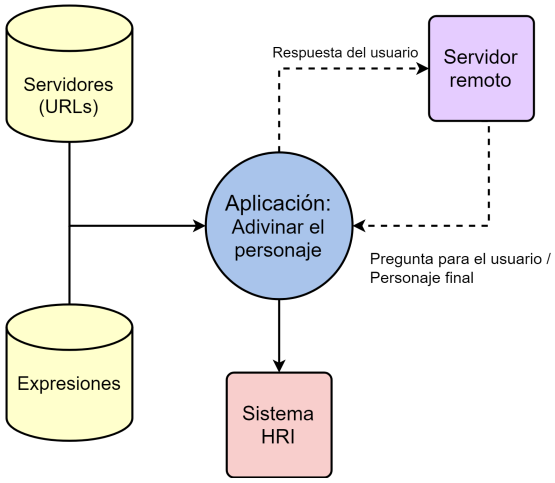

Figura 6: Estructura del juego de *Adivinar el personaje*

do con éxito en distintos usuarios que han podido interactuar de forma directa con el robot. Sin embargo, la dependencia de un servidor remoto en el juego de *Adivinar el personaje* no garantiza su disponibilidad en todo momento.

Los juegos creados pueden ser una fuente de ocio tanto para personas que se encuentren solas, como para aquellas que quieren jugar con varias personas a la vez. Al mismo tiempo, estas aplicaciones pueden ser divertidas y educativas, en concreto, pueden ser útiles para personas mayores con alguna deficiencia cognitiva ya que podrán ejercitar la mente jugando con el robot. Esto también se aplicaría a los niños, para reforzar los conocimientos o aumentar la capacidad de concentración.

En las pruebas realizadas se observó una serie necesidades que se proponen como mejora al presente trabajo, ya que no sólo son aplicables al caso del *Bingo*, sino también a otros juegos que presenten la misma estructura. Una de esas mejoras consiste en informar del progreso del robot desde el punto de vista del usuario (como mostrar el cartón del robot para el juego del *Bingo*), lo cual favorecería el enganche con el juego. También podría aumentarse el uso de la tableta, para mostrar por ejemplo, las preguntas y así garantizar que el usuario comprende lo que el robot le está pidiendo.

English Summary

Social Robot Mini as a platform for developing of multimodal interaction games

Abstract

In social robotics, there is a number of research works dealing with human interaction. Engaging and entertaining users is paramount to ensure proper interaction. For this reason, games are proposed as a simple way to connect with people regardless of their age or preferences. In this regard, this paper proposes a set of guidelines or features that practitioners could use to develop games for social robots. These ideas have been synthesised in two games, a *Bingo* and the game of *Guess the character*, that have been integrated into the social robot Mini. This robot has been used as a research platform for designing multimodal games. In other words, these games use voice, touch, and tablet interfaces to facilitate human-robot interaction. Finally, some tests have been run for the *Bingo* game in order to test its operation with different users.

Keywords:

Social robotics, multimodal interaction, HRI

Agradecimientos

Este trabajo recibió fondos de los proyectos: Desarrollo de robots sociales para ayuda a personas mayores con deterioro cognitivo (ROBSEN), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad; y RoboCity2030-DIH-CM Centro de Innovación Digital en Robótica de Madrid (“Robótica aplicada a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. fase IV”; S2018 / NMT-4331), financiado por Programas de Actividades de I+D de la comunidad de Madrid y cofinanciado por “Structural Funds of the EU”.

Referencias

Baxter, P., Ashurst, E., Read, R., Kennedy, J., Belpaeme, T., May 2017. Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. PLOS ONE 12 (5), e0178126.
URL: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0178126
DOI: 10.1371/journal.pone.0178126

Cabibihan, J.-J., Javed, H., Ang, M., Aljunied, S. M., Nov. 2013. Why Robots? A Survey on the Roles and Benefits of Social Robots in the Therapy of Children with Autism. International Journal of Social Robotics 5 (4), 593–618.
URL: https://doi.org/10.1007/s12369-013-0202-2
DOI: 10.1007/s12369-013-0202-2

Calo, C. J., Hunt-Bull, N., Lewis, L., Metzler, T., Aug. 2011. Ethical Implications of Using the Paro Robot, with a Focus on Dementia Patient Care. En: Workshops at the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence.
URL: https://www.aaai.org/ocs/index.php/WS/AAAIW11/paper/view/3808

Collins, E. C., Prescott, T. J., Mitchinson, B., Conran, S., 2015. MIRO: A Versatile Biomimetic Edutainment Robot. En: Proceedings of the 12th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology. ACE ’15. ACM, New York, NY, USA, pp. 28:1–28:4, event-place: Iskandar, Malaysia.
URL: http://doi.acm.org/10.1145/2832932.2832978
DOI: 10.1145/2832932.2832978

Correia, F., Alves-Oliveira, P., Ribeiro, T., Melo, F. S., Paiva, A., Sep. 2017. A Social Robot as a Card Game Player. En: Thirteenth Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference.
URL: https://www.aaai.org/ocs/index.php/AIIDE/AIIDE17/paper/view/15884

Garcia, M., Bechade, L., Dubuisson-Duplessis, G., Pittaro, G., Devillers, L., 2017. Towards metrics of Evaluation of Pepper robot as a Social Companion for Elderly People.

Gonzalez-Pacheco, V., Ramey, A., Alonso-Martin, F., Castro-Gonzalez, A., Salichs, M. A., Nov. 2011. Maggie: A Social Robot as a Gaming Platform. International Journal of Social Robotics 3 (4), 371–381.
URL: https://doi.org/10.1007/s12369-011-0109-8
DOI: 10.1007/s12369-011-0109-8

Heerink, M., Kröse, B., Wielinga, B., Evers, V., 2008. Enjoyment Intention to Use and Actual Use of a Conversational Robot by Elderly People. En: Proceedings of the 3rd ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction. HRI ’08. ACM, New York, NY, USA, pp. 113–120, event-place: Amsterdam, The Netherlands.
URL: http://doi.acm.org/10.1145/1349822.1349838
DOI: 10.1145/1349822.1349838

Hegel, F., Muhl, C., Wrede, B., Hielscher-Fastabend, M., Sagerer, G., Feb. 2009. Understanding Social Robots. En: 2009 Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions. IEEE, Cancun, Mexico, pp. 169–174.
URL: http://ieeexplore.ieee.org/document/4782510/
DOI: 10.1109/ACHI.2009.51

Johnson, D. O., Cuijpers, R. H., Pollmann, K., van de Ven, A. A. J., Apr. 2016. Exploring the Entertainment Value of Playing Games with a Humanoid Robot. International Journal of Social Robotics 8 (2), 247–269.
URL: https://doi.org/10.1007/s12369-015-0331-x
DOI: 10.1007/s12369-015-0331-x

Liu, Z., Pan, F., Wu, M., Cao, W., Chen, L., Xu, J., Zhang, R., Zhou, M., Jul. 2016. A multimodal emotional communication based humans-robots interaction system. En: 2016 35th Chinese Control Conference (CCC). pp. 6363–6368.
DOI: 10.1109/ChiCC.2016.7554357

Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., Dong, J.-J., 2013. A review of the applicability of robots in education.
DOI: 10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015

OMS, 2018. Envejecimiento y salud.
URL: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud

Quigley, M., Gerkey, B., Conley, K., Faust, J., Foote, T., Leibs, J., Berger, E., Wheeler, R., Ng, A., 2009. ROS: an open-source Robot Operating System, 6.

Riek, L. D., Apr. 2017. Healthcare Robotics. arXiv:1704.03931 [cs]ArXiv: 1704.03931.
URL: http://arxiv.org/abs/1704.03931

Salichs, E., Fernández-Rodicio, E., Castillo, J. C., Castro-González, l., Malfaz, M., Salichs, M. n., 2018. A Social Robot Assisting in Cognitive Stimulation Therapy. En: Demazeau, Y., An, B., Bajo, J., Fernández-Caballero, A. (Eds.), Advances in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Complexity: The PAAMS Collection. Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing, pp. 344–347.

Shahid, S., Krahmer, E., Swerts, M., Nov. 2014. Child–robot interaction across cultures: How does playing a game with a social robot compare to playing a game alone or with a friend? Computers in Human Behavior 40, 86–100.
URL: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563214004178
DOI: 10.1016/j.chb.2014.07.043

Tamura, T., Yonemitsu, S., Itoh, A., Oikawa, D., Kawakami, A., Higashi, Y., Fujimooto, T., Nakajima, K., Jan. 2004. Is an Entertainment Robot Useful in the Care of Elderly People With Severe Dementia? The Journals of Gerontology: Series A 59 (1), M83–M85.
URL: https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/59/1/M83/533605
DOI: 10.1093/gerona/59.1.M83

Valentí Soler, M., Agüera-Ortiz, L., Olazarán Rodríguez, J., Mendoza Rebolledo, C., Pérez Muñoz, A., Rodríguez Pérez, I., Osa Ruiz, E., Barrios Sánchez, A., Herrero Cano, V., Carrasco Chillón, L., Felipe Ruiz, S., López Alvarez, J., León Salas, B., Cañas Plaza, J. M., Martín Rico, F., Abella Dago, G., Martínez Martín, P., Sep. 2015. Social robots in advanced dementia. Frontiers in Aging Neuroscience 7.
URL: http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fnagi.2015.00133/abstract
DOI: 10.3389/fnagi.2015.00133