

APEDROS: Asistencia a Personas con Discapacidad mediante Robots Sociales

I. García-Varea¹, A. Jiménez-Picazo¹, J. Martínez-Gómez¹, A. Revuelta-Martínez¹, L. Rodríguez-Ruiz¹, P. Bustos², P. Nuñez²

¹Universidad de Castilla-La Mancha: Avda. De España s/n, 02071 Albacete, España. Tel.: +34967599200, Fax: +34967599224, ismael.garcia@uclm.es, alejandro.jimenez@uclm.es, jesus.martinez@uclm.es, alejandro.revuelta@uclm.es, luis.r Ruiz@uclm.es

²Universidad de Extremadura: Cáceres, España, Tel.: +34-927 257 259, Fax:+34-927 257 202 pbustos@unex.es, pnuntru@unex.es

Resumen. Uno de los principales retos sociales en países desarrollados es el de la atención a las personas dependientes y el procurar mejorar su calidad de vida promocionando su autonomía personal. Un gran paso en este sentido sería la utilización de las modernas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en este ámbito. De hecho últimamente se está demostrando cómo la robótica juega un rol importante en este tipo de situaciones y retos, siendo de especial interés la robótica social. En este trabajo presentamos el proyecto APEDROS, poniendo especial atención a los objetivos a cubrir durante su desarrollo, cuya última finalidad es la de mejorar el bienestar social y la calidad de vida de las personas dependientes haciendo uso de la robótica social. Por tanto, el principal objetivo de este proyecto es desarrollar y evaluar experimentalmente formas de interacción Hombre-Robot que pongan de manifiesto las ventajas y/o inconvenientes del uso de la robótica social en este tipo de escenarios.

Palabras clave: Robótica social, discapacidad, interacción multimodal hombre-robot

1. Introducción

En este trabajo presentamos la finalidad y objetivos a desarrollar dentro del proyecto APEDROS (Ayuda a PErsonas con Discapacidad mediante RObots Sociales), cuya propuesta ha sido recientemente evaluada y aceptada para su financiación por el Gobierno Regional de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (España). En este proyecto se plantea que la robótica social - cuyo fin es la interacción y la comunicación del robot con humanos siguiendo comportamientos, normas y patrones sociales - puede mejorar el bienestar social, así como la calidad de vida de las personas dependientes.

En este sentido, el principal objetivo del proyecto APEDROS es investigar y desarrollar tecnologías de Interacción multimodal Hombre-Robot (HRI) para integrarlas en un prototipo existente de robot social. Por otra parte, pretendemos realizar una evaluación experimental en entornos reales. Así, seremos capaces de poner de manifiesto las ventajas y/o inconvenientes del uso de la robótica social para la mejora de la calidad de vida de las personas dependientes.

Sin subestimar la enorme dificultad de esta tarea, que en numerosas ocasiones ha generado falsas expectativas y ha podido ver disminuido su interés dentro de la comunidad científica, pensamos que sólo el trabajo continuado del mayor número posible de grupos de investigación en los diferentes retos propuestos proporcionará nuevos marcos teóricos y el desarrollo de la tecnología necesaria para satisfacer las necesidades de la sociedad.

2. Motivación, justificación y objetivos

La sociedad actual tiene ante sí una amplia diversidad de retos sociales. Entre ellos, destaca la atención a la población en situación de dependencia¹, un fenómeno que afecta a todas las edades, no sólo a las personas mayores.

Es evidente, que existe un interés cada vez mayor en el análisis y estudio de cómo las nuevas tecnologías pueden ayudar a mejorar las condiciones de vida de las personas dependientes. En la literatura reciente encontramos dos argumentos principales para justificar la inversión en esta materia [1]. En primer lugar, se espera que los países occidentales afronten en un futuro próximo una falta de personal cualificado para el desarrollo de este trabajo. Por otro lado, es lógico pensar que la población dependiente prefiera continuar su vida con normalidad todo el tiempo posible, en su propia casa y espacios conocidos, en lugar de en residencias u hospitales. En atención a estas necesidades, el proyecto APEDROS propone crear una base de conocimiento novedosa sobre tecnología y herramientas tecnológicas que permitan mejorar la calidad de vida de estas personas dependientes.

En los últimos años, la robótica está ampliando su campo de acción, implantándose cada vez más en los hogares [2]. En el contexto actual de robots programados para facilitar y mejorar la calidad de vida de las personas dependientes, se pueden distinguir dos líneas de investigación bien diferenciadas [3]. En primer lugar, existen hoy en día los conocidos como robots para rehabilitación, donde no existe interacción real entre el usuario (en nuestro caso la persona dependiente) y la máquina (silla de ruedas, exoesqueleto, etc.). La funcionalidad de este tipo de robots se centra en la ayuda a las personas que presentan cierta discapacidad, normalmente física, en tareas de rehabilitación o movilidad. Por otro lado, existe una segunda línea de trabajo donde un segundo tipo de robots, los conocidos como robots sociales, permiten una interacción Hombre-Robot (HRI de sus siglas en inglés) siguiendo las normas, patrones y comportamientos sociales.

Siguiendo la línea de investigación en robótica social, y como ya hemos comentado en el apartado anterior, el principal objetivo de este proyecto es desarrollar y evaluar experimentalmente formas de HRI que pongan de manifiesto las ventajas y/o inconvenientes del uso de la robótica social en este tipo de escenarios. Por ello, APEDROS plantea tres subobjetivos científicos novedosos en el área de la robótica social y de servicios:

- Estudio y desarrollo de nuevas arquitecturas de control cognitivo y su implementación en la arquitectura hardware disponible que permitan al robot obtener información del entorno a partir de sus sensores y dotarle de autonomía.
- Diseño de mecanismos de interacción multimodal humano-robot adecuados para cada uno de los escenarios definidos y según el perfil de usuario.
- Evaluación, validación y valoración del impacto de la utilización de robots sociales sobre la calidad de vida de las personas.

De manera adicional, y dado que contamos con la asesoría médico-técnica de un equipo de especialistas en rehabilitación, se establecerán una serie de escenarios y casos de estudio que aborden diferentes acciones en función del propósito y del tipo de implicación que se solicita al usuario. En última instancia, se intentará llevar a cabo una experimentación real sobre estos escenarios (diseñados a priori a tal efecto), recopilando información y utilizando la misma en las distintas fases del proyecto. Como resultado de esta experimentación se obtendrán recomendaciones y cambios en el diseño físico del robot, así como en la arquitectura cognitiva desarrollada para la interacción multimodal.

¹ La dependencia se define por las recomendaciones del Consejo de Europa como “un estado en el que se encuentran las personas que ligadas a la falta o la pérdida de autonomía física, psíquica o intelectual tienen necesidad de asistencia y/o ayudas importantes a fin de realizar los actos corrientes de la vida diaria”

3. Proyecto APEDROS

El principal objetivo del proyecto APEDROS es integrar las tecnologías existentes, y las que se desarrollarán dentro del mismo, de interacción multimodal Hombre-Robot en un prototipo existente de robot social, así como su evaluación de manera experimental, de manera que pongan de manifiesto las ventajas y/o inconvenientes del uso de la robótica social para la mejora de la calidad de vida de las personas que ven limitada su autonomía debido al deterioro de sus capacidades funcionales.

El principal grupo involucrado en el proyecto APEDROS es el grupo de Sistemas Inteligentes y Minería de Datos (SIMD) de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), que aporta la mayoría de investigadores. El resto de investigadores lo proporciona el grupo *Pattern Recognition and Human Language Technology* (PRHLT) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) además del equipo médico mencionado anteriormente.

3.1. Planificación

Para llevar a cabo las tareas necesarias que permitan cumplir los objetivos planteados, el proyecto se estructura en un conjunto de módulos, cada uno centrado en un objetivo específico. A continuación se describirá brevemente el tipo de tareas desarrolladas en cada uno de ellos.

- **Módulo 1: Autonomía del robot.** Dentro de este módulo se agrupan todas las tareas relacionadas con la construcción física del robot. Más específicamente, el trabajo desarrollado dentro de este módulo está encaminado a la creación de una plataforma robótica móvil, dotada con una cabeza expresiva y un actuador consistente en un brazo mecánico. Además, se dotará al robot de los sensores necesarios (cámaras, micrófonos, etc.) para permitirle obtener información del entorno. Por último, las tareas necesarias para dotar al robot de un mecanismo de autolocalización básico también se encuentran integradas aquí.
- **Módulo 2:** Este módulo se plantea como respuesta al objetivo de comunicación con el usuario por medio del lenguaje natural. Por un lado, se abordará todo el trabajo necesario para permitir al robot comprender órdenes transmitidas por el usuario en forma de comandos y frases habladas. Para ello, se definirán dos tareas principales: reconocimiento del habla y comprensión del lenguaje. Además, se definen dentro de este módulo todas las tareas necesarias para permitir al robot emitir mensajes comprensibles para el usuario en forma de frases habladas en lenguaje natural.
- **Módulo 3:** Además del tipo de comunicación desarrollado en el módulo anterior, uno de los objetivos del proyecto es permitir que el robot adquiera información del usuario y, en general, del entorno por medio de las imágenes que son capturadas por la cámara. En concreto, se abordan tareas como la localización visual del usuario y otros objetos del entorno, así como el reconocimiento de gestos y expresiones humanas. Al igual que en el módulo 3, la comunicación visual se plantea como un mecanismo bidireccional. Por tanto, parte del trabajo de este módulo se centra en conseguir que el robot sea capaz de generar gestos y expresiones que el usuario pueda percibir adecuadamente. Como resultado del trabajo realizado en los módulos 2 y 3 se dotará al robot de un canal de comunicación multimodal.
- **Módulo 4:** Este módulo será descrito con más detalle en la sección 4. Como introducción a lo que se desarrollará en dicha sección, puede decirse que el principal objetivo a cubrir aquí es la validación del desempeño del robot en escenarios con usuarios reales.

3.2. Estructura del Proyecto

Las tareas descritas en la sección anterior se engloban utilizando la organización mostrada en la Fig. 1, donde identificamos 3 ámbitos principales: toma de decisiones, procesamiento de imágenes e interacción persona-robot.

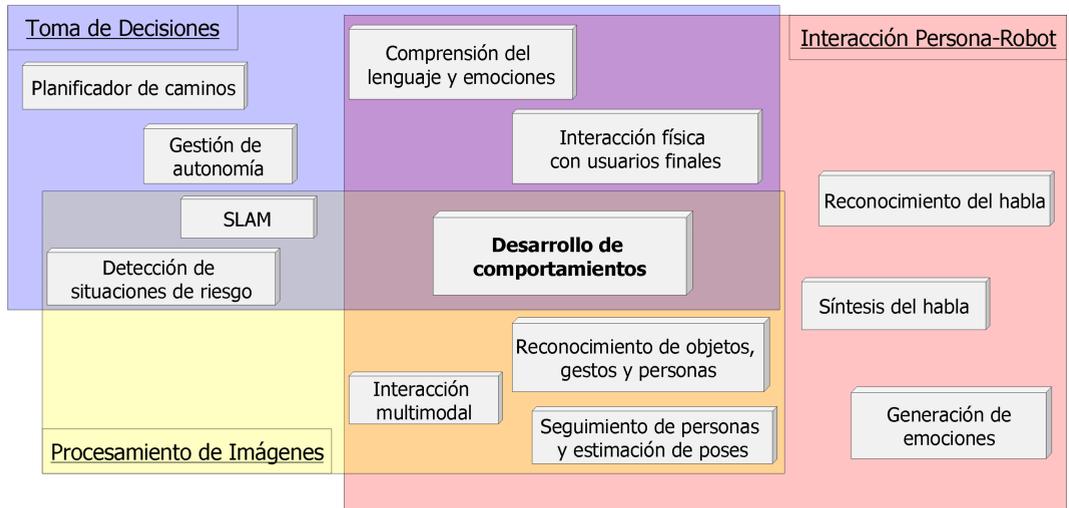


Figura 1. Estructura del proyecto

Las tareas del ámbito de la toma de decisiones tienen el objetivo de implementar la inteligencia del robot, principalmente a través de la tarea *desarrollo de comportamientos*. La *gestión de autonomía*, *planificación de caminos*, *SLAM* y *detección de situaciones de riesgo* otorgan al robot el grado de autonomía necesaria para moverse por su entorno de forma segura sin la supervisión de ningún agente externo.

Dentro del ámbito de la interacción persona-robot encontramos una serie de tareas que permitirán una interacción natural, intuitiva y multimodal entre el robot y las personas de su entorno. Los dos principales canales de comunicación serán la voz y la información visual (principalmente gestos).

Por último, las tareas del procesamiento de imágenes están orientadas a obtener la mayor cantidad de información útil a través de la cámara visual del robot. Esta información mejorará la multimodalidad en la interacción y permitirá al robot aumentar el conocimiento sobre aspectos clave, como pueden ser la postura que posee el interlocutor o el gesto que se encuentra realizando.

4. Entorno experimental

Uno de los principales objetivos del proyecto que se describe en este artículo es la definición e implementación de un entorno experimental que permita medir la mejora lograda en la calidad de vida de las personas dependientes. Con este fin, y con la colaboración del equipo de rehabilitación asesor, se diseñarán y se llevarán a cabo una serie de experimentos con usuarios y situaciones reales.

Se han establecido los diferentes tipos generales de escenarios de interacción y casos de estudio que se considerarán para el diseño del marco experimental y de las pruebas concretas que se llevarán a cabo en él. Dichos casos son los siguientes:

- Toma de contacto inicial entre la persona dependiente y el robot, interactuando oral y gestualmente. En esta fase se le dará gran importancia a la capacidad del robot de romper las barreras y reparos que los usuarios puedan tener ante este tipo de tecnologías.
- Monitorización de los movimientos de la persona dependiente en espacios de interior y detección de situaciones de riesgo como pueden ser caídas o desorientaciones.

- Ayuda a la orientación espacial y temporal de la persona dependiente mediante apoyos cognitivos.
- Estimulación cognitiva de la persona dependiente mediante ejercicios, juegos y pruebas adaptados a las necesidades del usuario.

A partir de los tipos de escenarios considerados se han determinado los requisitos mínimos que debe satisfacer el robot para poder integrarse en los entornos y tareas propuestas. En concreto, será necesario que el robot sea capaz de:

- Reconocer, identificar y seguir a lo largo del tiempo a las personas que estén en su campo de operación.
- Interactuar con personas activamente estableciendo una comunicación verbal (utilizando técnicas de reconocimiento y síntesis del habla) y no verbal (haciendo uso de técnicas de reconocimiento y generación de caras, gestos y emociones).
- Identificar no sólo a las personas sino también los elementos relevantes del escenario.
- Integrar todas las tecnologías de manera que se complementen entre ellas y así lograr una interacción multimodal natural y fluida.

En el momento en que se disponga de un prototipo funcional se determinarán, junto con el equipo médico asesor, un conjunto de casos y usuarios reales que encajen dentro de los escenarios propuestos y donde se considere que el robot pueda ayudar a la persona dependiente. Una vez hecha la selección, los experimentos se realizarán en dos fases diferenciadas:

1. Una primera fase en la que uno de los miembros del equipo investigador simulará ser la persona dependiente. De esta forma se podrá comprobar que la actuación del robot está dentro de los parámetros definidos y se evitará en lo posible que la persona dependiente se encuentre con errores técnicos.
2. En segundo lugar se harán pruebas con una persona dependiente en sesiones estrechamente controladas por los equipos investigador y médico. En esta fase se obtendrán los resultados que se usarán para la evaluación del prototipo.

Una vez se hayan obtenido los resultados para los casos reales que fueron seleccionados, se procederá a su análisis para así poder evaluar el prototipo. Esta evaluación permitirá validar las técnicas desarrolladas y plantear mejoras en ellas permitiendo seguir un proceso de desarrollo iterativo e incremental. Para ello se propone una metodología basada en tres etapas de estudio:

- Estudiar y determinar los requisitos del sistema esenciales en base al estudio de las necesidades y expectativas de la persona dependiente y del entorno donde se realiza la prueba.
- Implementar un diseño de interacción hombre-robot y evaluarlo con expertos y usuarios finales.
- Ajustar el sistema robótico con las conclusiones obtenidas.

Al evaluar la interacción hombre-robot, uno de los pasos más importantes (sobre todo en etapas tempranas) será la evaluación de aceptabilidad del sistema por parte del usuario, para ello se propone utilizar modelos psicosociales de aceptación de la tecnología [4] y, más exactamente, el conocimiento disponible sobre aceptabilidad de sistemas de ayuda a personas dependientes en casa.

El diseño de interacción requiere un sistema de evaluación de la calidad que sobrepasa las capacidades de los sistemas de ingeniería de usabilidad y factores humanos orientados a la tarea. Esto es debido a las peculiaridades de su propósito (mejora de las capacidades funcionales y calidad de vida) y el tipo de interacción propuesta (interacción social humano-robot). Como solución se propone evaluar la secuencia de interacciones sociales entre la persona dependiente y el sistema autónomo en los diversos contextos de uso, evaluando el efecto sobre el usuario a partir de su estado de ánimo [5].

Para evaluar el impacto psicosocial producido por la introducción de la robótica social en el entorno de una persona dependiente así como las expectativas que tenga el usuario sobre esta tecnología se usarán los parámetros objetivos y subjetivos descritos en la literatura [6], [7].

Por último hay que destacar que el impacto de la interacción con robots sociales sobre la calidad de vida del usuario será estudiado en cambios detectados a medio plazo y no durante la sesión en sí. Para calcular este impacto se definirán, por un lado, una serie de variables cognitivas, emocionales y conductuales que se usarán para analizar las percepciones de las personas dependientes, sus familiares y cuidadores. Por otro lado, se definirán otras variables para describir el comportamiento del usuario (como son su autonomía, su actividad, etc.).

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos presentado la finalidad y objetivos a abordar durante el desarrollo del proyecto APEDROS, en el que principalmente se pretende utilizar la robótica social para proporcionar asistencia a personas con dependencia. De entre todos los objetivos planteados, uno de los más importantes es el desarrollo de un marco experimental que suponga un salto cualitativo en la evaluación de sistemas robóticos sociales para la promoción de la calidad de vida.

Debido al enfoque dado al proyecto y gracias a la colaboración con un equipo médico de rehabilitación, al final del proyecto se espera haber construido un prototipo completamente funcional que implemente todas las técnicas desarrolladas.

Además se espera que el equipo investigador estreche lazos con el equipo médico y también que se familiarice con los problemas y métodos propios de este nuevo campo abriendo así la puerta a nuevos desarrollos conjuntos que apliquen las TICs a problemas relacionados con la sanidad y salud públicas.

Referencias

- [1] Comité Español de Automática. Libro Blanco de Robótica, 2006.
- [2] B. Gates. *A robot in every home*. Scientific American Magazine, 1(296):44-51, 2007.
- [3] J. Broekens, M. Heerink, H. Rosendal. *Assistive social robots in elderly care: a review*. Gerontechnology, 2(8):94-103, 2009.
- [4] R. P. Bagozzi, F. D. Davis, P. R. Warshaw. Development and Test of a Theory of Technological Learning and Usage. Human Relations, 45(7):659-686, julio 1992.
- [5] M. Ventura, S. Llorens, M. Salanova. El rol de la autoeficacia en el estudio del Engagement. En Universitat Jaume I, editor, Jornades de Foment de la Investigació, 2007.
- [6] G. J. Gelderblom, L. P. de Witte, L. Demers, R. Weiss-Lambrou, B. Ska. The Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0): *An overview and recent progress*. Technology & Disability, 14(3):101-106, 2002.
- [7] A. Jardón, R. Correal, S. Martínez, A. Giménez, C. Balaguer. ASIBOT: robot portátil de asistencia a discapacitados. Concepto, arquitectura de control y evaluación clínica, pp. 127-144. Universidad Carlos III, Madrid, 2008.