

Sistema de identificación de objetos mediante RFID para un robot personal

A. Corrales, R. Rivas, M.A. Salichs
Roboticslab Universidad Carlos III de Madrid

anavalle.corrales@uc3m.es, rafael@ula.ve, salichs@ing.uc3m.es

Resumen

RFID Radio Frequency IDentification, es una tecnología de Identificación que en los últimos años esta teniendo numerosas aplicaciones en el campo de la automatización y la industria. Actualmente su uso esta orientado a la optimización de diferentes procesos como: control de acceso, gestión de activos de las empresas, cadena de suministro, control de producción y calidad, entre otros. Una de las más innovadoras aplicaciones de RFID se dirige hacia el campo de la robótica tanto para robots industriales como robots personales y asistenciales. Este trabajo presenta una nueva aplicación instalada en un robot personal, ésta es implementada como una habilidad para asistir a personas visualmente discapacitadas, usuarios de la tercera edad o personas que no puedan leer, en la detección de productos, como lo son medicinas y objetos del entorno.

Palabras clave: Robots personales, robots asistenciales, identificación, RFID.

1. Introducción

A medida que se va desarrollando la tecnología RFID han surgido novedosas aplicaciones, una de las más recientes es el campo de la Robótica [5, 3, 7, 17]. Los robots necesitan sensores y actuadores para recibir información del entorno e interactuar con el mismo [2]. Los sistemas RFID en robótica son una herramienta innovadora para enriquecer la información que un robot toma del entorno, acelerando considerablemente el proceso de identificación de objetos o personas, siendo capaz de servir de soporte a otros sistemas sensoriales de un robot, por ejemplo la identificación mediante visión. Dada la capacidad de los sistemas RFID de escribir y almacenar información en las etiquetas, un robot puede estar equipado con un lector y antena para disponer de información externa distribuida en el entorno, además de poder consultarla y reescribirla cuantas veces sea necesario. Los sistemas RFID se están implementando en diferentes tipos de robots: industriales, personales y asistenciales. En Japón, NTT Communications

y Tmsuk desarrollan un robot móvil que usa RFID para navegación en un centro comercial. El robot lee información de las tarjetas que se encuentran en el suelo y así obtiene datos de su localización, el robot es capaz de navegar usando como referencia 5500 etiquetas RFID [14]. Adicionalmente posee un sistema RFID para Asistencia al Comprador. Los clientes que deseen la ayuda de éstos robots, seleccionan la tienda a la que quieren ir en una pantalla táctil y el robot les guía hasta ella. Una vez allí, el cliente puede acercar el producto deseado al lector RFID del robot y éste le mostrará toda la información asociada al producto. Estos robots también pueden ayudar a clientes que compren por Internet. El cliente toma el control del robot desde su casa viendo en todo momento su localización mediante una videocámara. Una vez que el robot está en la tienda deseada, se inicia una conversación por videoconferencia con el comercial de dicha tienda, quien *muestra* por RFID el producto al robot y éste transfiere la información del mismo a la pantalla del cliente.

Otra aplicación realizada por la Universidad de Utah [17], consiste en la aplicación de RFID para un robot asistencial para personas visualmente discapacitadas. El sistema consiste de un robot móvil y etiquetas RFID pasivas colocadas en entornos interiores. El robot se encarga de guiar a la persona señalando en que parte del edificio se encuentran y lo lleva al destino que desee. Es capaz de detectar en que habitación se encuentra y realizar planificación de caminos usando como nodos las etiquetas RFID.

La aplicación que mostramos en este trabajo consiste en ayudar a las personas a reconocer medicinas mediante identificación RFID, ésta tarea está orientada para usuarios visualmente discapacitados, usuarios de la tercera edad o personas que no puedan leer las especificaciones de los medicamentos de manera tal que el robot le pueda informar diferentes datos del fármaco, tales como: nombre, tipo y para qué sirve, además de su fecha de caducidad. Este experimento realizado es una muestra de diversas aplicaciones que se pueden implementar con la habilidad desarrollada *skill-RFID* para identificación de objetos y elementos

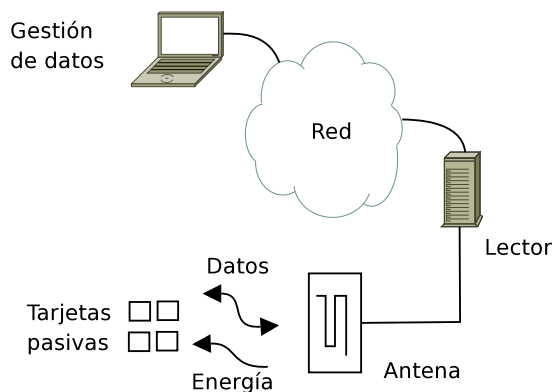


Figura 1: Ejemplo de una aplicación con RFID

del entorno. En la sección 2 se hace una breve descripción de los sistemas RFID. En la sección 3 se muestra los elementos de hardware utilizados y la plataforma de aplicación, la sección 4 explica la habilidad skillRFID desarrollada y su incorporación en la arquitectura de software del robot, finalmente se muestra el experimento realizado con el robot personal Maggie [10] y las conclusiones de nuestro trabajo.

2. Sistemas RFID

La RFID consiste en aplicar la radio frecuencia para la identificación, utiliza ondas electromagnéticas o electrostáticas para la transmisión de la señal que contiene la información por lo que nos permite identificar objetos a distancia [13] [15]. Un sistema RFID está compuesto por 3 elementos básicos: Lector, Antena y Etiqueta, (Ver figura 1).

Una etiqueta RFID cumple un propósito similar al código de barras, es capaz de guardar y enviar información a un lector RFID, ya que incluye un circuito integrado, una memoria para almacenar información y una antena. En el circuito integrado o chip se encuentra la lógica para responder al lector. La antena emite y recibe las ondas de radio para intercambio de información con el lector.

Existen diferentes tipos de etiquetas, según el **tipo de alimentación** se clasifican en:

1. **Activas:** No necesitan la energía de la antena para activarse ni para enviar datos a la antena, ya que poseen una batería propia. Permiten mayor alcance de comunicación (30 metros aprox.), poseen mayor capacidad de almacenamiento de datos, además que algunos pueden incluir sensores adicionales como: sensores de temperatura. Las principales desventajas de este tipo de tarjetas es su límite de vida útil (depende de las baterías), su tamaño es mucho mayor en comparación con las

tarjetas pasivas y su costo de mantenimiento es mayor además de ser las más caras del mercado [16].

2. **Semi-Activas:** Este tipo de tarjetas posee una batería propia para activar su circuitería, pero para enviar información la recoge de las ondas de radio emitidas por la antena. Son más costosas que las pasivas pero proporcionan mayor rango de comunicación (entre 10 y 15 metros aprox.).
3. **Pasivas:** Las etiquetas pasivas no poseen una fuente de alimentación incorporada, para activarse y transmitir datos, usan el campo electromagnético generado por el lector. Las ventajas de este tipo de etiquetas son su bajo costo de adquisición y de mantenimiento, su tamaño es más pequeño que las activas y semi-activas. Las principales desventajas son: corta distancia para el rango de lectura (entre 3 cm y 9 metros aprox.), no poseen sensores adicionales.

3. Componentes físicos usados y plataforma de implementación



Figura 2: Robot Maggie

La plataforma experimental es el robot Maggie [10] (Fig.2), desarrollado en el RoboticsLab de la Universidad Carlos III de Madrid. Maggie tiene una altura de 1.35 metros, el movimiento de la base se consigue con 2 ruedas diferenciales. Está equipado con 12 sensores de contacto, 12 sensores infra-rojos, 12 sonares, un láser Sick LMS 200. Para las tareas de interacción hay varios sensores de tacto distribuidos en diferentes partes del robot, posee una cámara para procesamiento de imágenes, para interacción por voz posee altavoces y mediante un micrófono bluetooth obtiene la

información vocal del usuario [8]. Dentro de Maggie hay 3 ordenadores interconectados entre sí a través de una red Ethernet y con ordenadores externos a través de WiFi 802.11.

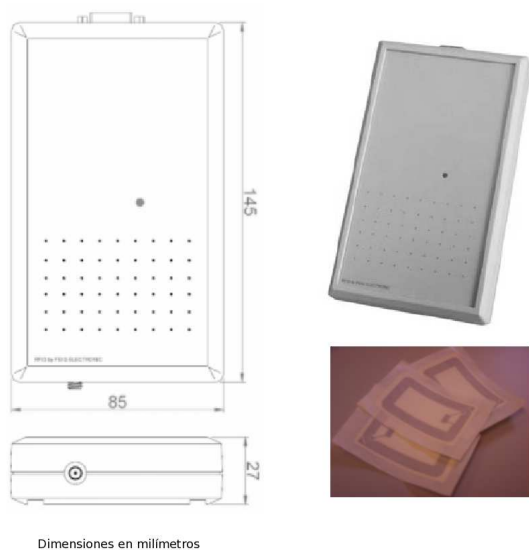


Figura 3: Lector RFID ISC PR100 de Feig Electronic y etiquetas RFID

El Lector RFID utilizado es un lector de proximidad ISC.PR101 de Feig Electronics (Ver Fig.3). Permite la lectura simultánea de varias etiquetas a la vez, la distancia máxima de lectura es de aproximadamente 18 centímetros aunque esto depende del tamaño de la etiqueta que se use. Posee una antena integrada y la frecuencia de operación es de 13,56 MHz. Soporta una variedad de transponders o etiquetas como ISO 15693, ICode 1, Tag it HF, entre otras. Las dimensiones y el peso son adecuados para incorporarlo en el robot, actualmente está colocado dentro de la cabeza, en la parte superior de la boca del robot, dando al usuario la impresión de funcionar como una especie de nariz, no para percibir olores sino para identificar objetos. Posteriormente se desea colocar el lector en un brazo del robot y próximamente se colocará otra en la base para tareas de navegación. En la figura 4 podemos ver el esquema de distribución de los componentes físicos para el funcionamiento del sistema RFID en Maggie.

4. Software del sistema RFID

La arquitectura de software implementada en el robot Maggie está inspirada en el comportamiento de los procesos mentales en los humanos, basándose en estas ideas la arquitectura AD [9][1] posee dos niveles de procesamiento bien definidos: nivel Automático y nivel Deliberativo, el nivel

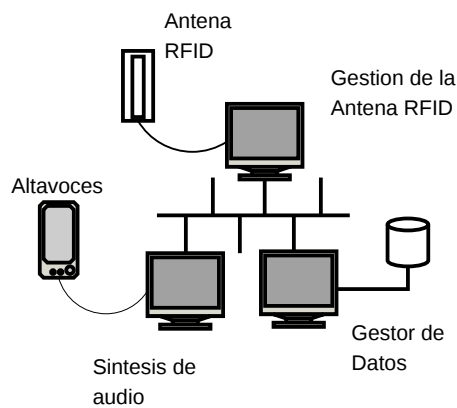


Figura 4: Distribución de los componentes físicos dentro de Maggie

Automático corresponde a procesos reflejos o automáticos y el nivel Deliberativo a procesos que requieren razonamiento y capacidades de decisión más complejas. Ambos niveles tienen una característica común: están constituidos por *habilidades*. Las habilidades son las diferentes capacidades para razonar o llevar a cabo una acción. Estas habilidades son activadas por órdenes de ejecución producidas por otras habilidades o por un secuenciador, devolviendo datos y eventos a las habilidades o secuenciadores que las hayan activado. La comunicación entre el nivel Deliberativo y el nivel Automático es bidireccional. Ambos niveles se comunican a través de la memoria compartida a corto plazo. La figura 5 muestra un diagrama con la representación de la arquitectura A/D.

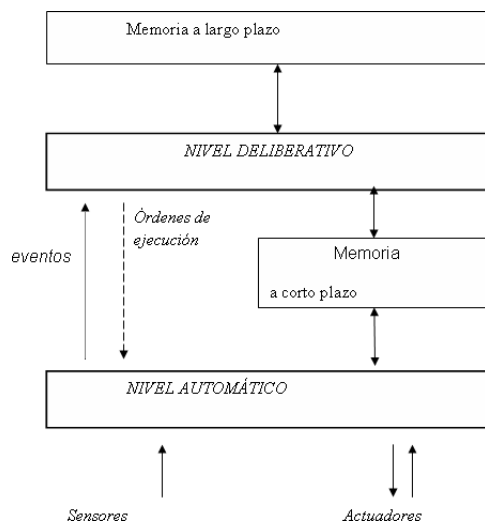


Figura 5: Arquitectura AD

4.1. Diseño de la aplicación

El lector RFID se mantiene en ejecución constantemente detectando los transponders que se en-

cuentran en su entorno inmediato, esto permite que en cualquier momento un usuario puede presentar un producto para su reconocimiento y el robot suministre la información que guardan las etiquetas (ver Fig.6).

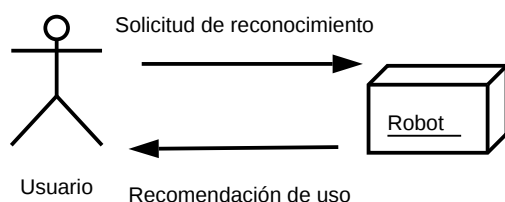


Figura 6: Ejemplo de uso

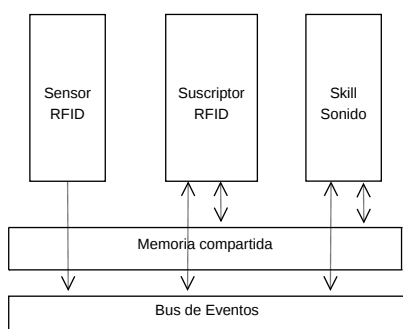


Figura 7: Diagrama productor/subscriptor de la aplicación.

El diseño general utilizado para la detección asíncrona de transponders se muestra en la figura 7, éste se basa en el patrón de diseño *producer/subscriber* descrito en [4]. El lector RFID explora constantemente su entorno para detectar transponders, usando el servicio de gestión de eventos notifica a la habilidad *leeRFID* la existencia de una etiqueta, al recibir el evento esta habilidad se activa y escribe en memoria compartida los datos que están almacenados en la etiqueta e inmediatamente envía un evento al sintetizador de voz el cual busca los datos almacenados en la memoria con el fin que el robot pueda decir al usuario la información del objeto identificado. En la figura 8 se muestra el esquema de los módulos del sistema RFID. El sistema de memoria compartida y gestión de objetos ha sido descrito en [11, 12].

5. Experimento: Identificación de Medicinas

Este experimento se basa en la creación de una habilidad para el reconocimiento de un tipo específico de productos: en este caso, identificación de medicinas, pero el mismo puede utilizarse como modelo para objetos de diferente índole como lo

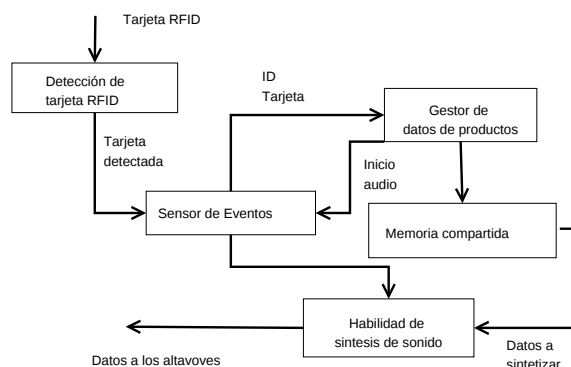


Figura 8: Módulos que intervienen en la aplicación

son alimentos, productos personales, y otros objetos del entorno. Para este experimento usamos etiquetas pasivas del tipo ISO 15693, inicialmente se escribieron los datos fuera de línea, cada etiqueta posee la siguiente información:

- UID o identificador único grabado por el fabricante.
- Identificador de la medicina.

En un fichero de datos se tiene almacenado los datos completos de las medicinas, la habilidad *leeRFID* cuando obtiene los datos de las etiquetas busca en el diccionario de medicinas los datos de interés para el usuario tales como:

- Nombre de la medicina.
- Posología.
- Modo de empleo.
- Indicaciones y utilidad.
- Fecha de caducidad.

Luego se envía esta información al sintetizador de voz para que la interacción humano-robot sea más natural, así el usuario no necesita leer la información de las cajas de medicina y no puede haber confusión entre medicinas cuyos envoltorios sean de colores parecidos. Si la medicina que se detecta no se encuentra en el diccionario de medicinas el robot responderá al usuario que no la puede identificar.

Es importante destacar que todos los componentes que intervienen en la aplicación son débilmente acoplados, asíncronos y distribuidos de forma transparente para los desarrolladores de habilidades de Maggie, en la figura 9, podemos ver el diagrama de clases desarrollado y algunas medicinas usadas en el experimento.

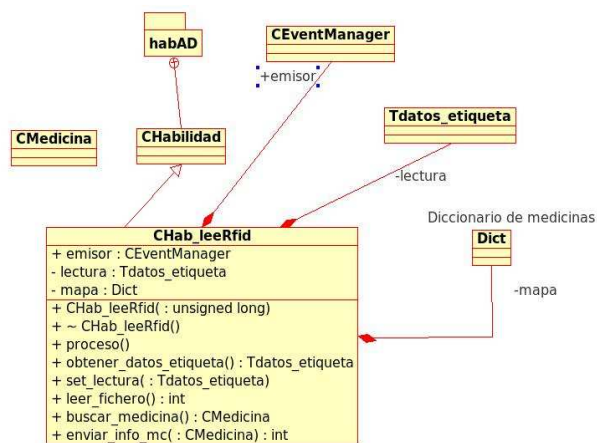


Figura 9: Diagrama de clases Habilidad identificación de medicinas

El experimento de detección de medicinas fue mostrado al público en el II Congreso Internacional de Domótica, Robótica y Teleasistencia [19], organizado por la Fundación ONCE para la Cooperación e Integración Social de Personas con Discapacidad [20], donde se llevó el robot Maggie para interactuar con usuarios con deficiencia visual, el experimento fue realizado exitosamente demostrándose que el sistema puede ser una buena herramienta para un robot personal y asistencial que sirva de acompañante a personas visualmente discapacitadas, personas de la tercera edad o que se encuentren enfermas en cama. En los medios de comunicación se publicaron varias noticias al respecto [21].

6. Conclusiones

La Robótica es un área tecnológica donde la innovación es fundamental, numerosos sensores y actuadores existen en el mercado que de una manera u otra se han aprovechado para mejorar el desempeño de robots industriales, personales y asistenciales. Los sistemas RFID se presentan como una herramienta para el robot de manera tal que pueda adquirir datos del entorno y almacenar, en objetos externos a su sistema, la información que sea necesaria para la optimización y eficiencia de las tareas asignadas. El hecho de que el robot sea capaz no solo de identificar un objeto sino saber información adicional al respecto es un paso adelante para el desarrollo de la robótica. Por ejemplo, en la industria, un robot podría identificar cual pieza debe ensamblar, por cuales etapas de la cadena de producción ha pasado la pieza y las diferentes tareas que puede realizar con esta, pero no solo en la robótica industrial RFID aporta nuevas estrategias, también en la robótica asistencial y personal. Un robot podrá localizarse con mayor preci-

sión, podrá servir de guía en un museo, hospital o hasta en un centro comercial, a una persona que desconozca el lugar o incluso que esté visualmente discapacitado. El sistema RFID sirve de refuerzo para los demás sistemas sensoriales del robot, sin necesidad de que el robot tenga contacto directo con los objetos que desee identificar.

En este trabajo se ha realizado el diseño e implementación de un sistema de identificación RFID en el robot personal Maggie, se realizó una aplicación sencilla pero significativa, ya que es la base de numerosas aplicaciones futuras que se desean realizar para que Maggie complemente sus características de robot personal, que use esta tecnología para interactuar con personas, identificar objetos, o incluso que algún día te pueda decir que has olvidado las llaves.

La tecnología RFID tiene ciertas desventajas que pueden compensar sistemas basados en Bluetooth y Wireless, pero sin duda es la opción más económica y con buenos resultados siempre y cuando se realice el estudio y diseño adecuado al sistema en particular que se quiera aplicar.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia Español a través del proyecto *R2H: Peer to Peer Robot-Human Interaction*.

Referencias

- [1] Barber R., *Desarrollo de una arquitectura para robots móviles autónomos. Aplicación a un sistema de navegación topológica*. PhD Tesis. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, Universidad Carlos III de Madrid. 2000.
- [2] Bekey, G., *Autonomous Robot. From Biological Inspiration to Implementation and Control*. The MIT Press. 2005.
- [3] D. Carrol and G. Gilbreath, *Extending mobile security robots to force protection missions*. AUVSI Unmanned Systems. Lake Buena Vista, FL, July 9-11, 2002.
- [4] Erich Gamma and Richard Helm and Raph Johnson and John Vlissides, *Design Patterns*. Addison-Wesley Professional, ISBN 0201633612, 2002.
- [5] Greengard Samuel, *Driving change in the auto industry*. RFID Journal, April 2004.
- [6] Huidobro Jose M., *RFID Etiquetas Inteligentes*. BIT Digital, N. 146. 2004.

- [7] Jaffe Dorian y otros., *Robotic guard protect munitions*. ARMY AL & T. October 2006.
- [8] J. F. Gorostiza, M.A Salichs y otros., *Multi-modal Human-Robot Interaction Framework for a Personal Robot*. The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 06). Sept 2006 Hatfield, United Kingdom.
- [9] M.A.Salichs, R.Barber., *A new human based architecture for intelligent autonomous robots*. IFAC Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles. Sapporo. Japan. Sep, 2001. Proceedings of The 4th IFAC Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles. ISBN: 0-08-043899-7. Elsevier. pp.85-90. 2002.
- [10] M.A.Salichs y otros, *Maggie: A Robotic Platform for Human-Robot Social Interaction*. IEEE International Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM 2006). Bangkok. Thailand. Jun, 2006.
- [11] R.Rivas and A.Corrales and R.Barber and M.A.Salichs., *Arquitectura software de un robot personal*. Robocity2030. Madrid. España. Feb, 2007. Arquitecturas de control para robots. ISBN: 978-84-7484-196. Universidad Politécnica de Madrid. pp.101-115. 2007.
- [12] R. Rivas., *Diseño y desarrollo de un sistema de control de robots autónomos inteligentes bajo la arquitectura A/D*. Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, Universidad Carlos III de Madrid, Febrero, 2006.
- [13] *Tecnología RFID, Introducción*. RFID Magazine. <http://www.rfidmagazine.com>
- [14] *RFID-driven Shopping Assistant Robot soon to be tested in a mall*. <http://ubiks.net/local/blog/jmt/archives3/004890.html> Visitada Octubre 2006.
- [15] Steven Shepard., *RFID Radio Frequency Identification*. McGraw-Hill 2005.
- [16] *Active Tag RFID Technovelgy*. <http://www.technovelgy.com/> Visitada Mayo 2006.
- [17] Vladimir Kulyukin, Chaitanya Gharpure, John Nicholson and Grayson Osborne., *Robot-assisted wayfinding for the visually impaired in structured indoor environments*. Autonomous Robots V21,1. 2006. ISSN 0929-5593 (29-41).
- [18] Intermec. *A B C S of RFID: Understanding and Using Radio Frequency Identification*. Intermec Technologies Corp. 2005.
- [19] http://www.drt4all.org/drt/es/2007/Página_web_II_Congreso_Internacional_de_Domótica_Robótica_y_Teleasistencia. Fundación ONCE Madrid Abril de 2007.
- [20] [http://www.fundaciononce.es/Fundación ONCE para la Cooperación e Integración Social de Personas con Discapacidad](http://www.fundaciononce.es/Fundación_ONCE_para_la_Cooperación_e_Integración_Social_de_Personas_con_Discapacidad).
- [21] Diario El Mundo. <http://www.elmundo.es/elmundo/2007/04/21/solidaridad/1177164182.html> 'Maggie', un robot para ciegos capaz de sentir cosquillas o distinguir medicinas. Abril de 2007.