

Definición de reglas de comportamiento para un robot cognitivo social

Marta Díaz, Joan Saez-Pons, Cecilio Angulo

Abstract—En el proyecto singular estratégico Avanza2 ACROSS (AutoConfigurable Robots for Social Services) se definen tres escenarios para validar los desarrollos experimentales: (i) marketing, (ii) niños con problemas psicoafectivos y (iii) vida independiente. A su vez, estos escenarios permiten definir diferentes casos de uso, siguiendo un criterio de funcionalidades del robot. Atendiendo a la aproximación general de robótica cognitiva y de conocimiento del contexto del proyecto, este documento tiene por objetivo la definición de unas reglas de comportamiento robóticas para cada uno de esos casos de uso. Las reglas se definen en función de las características técnicas del robot y las necesidades de usuario en cada escenario y caso de uso. Para ello se ha realizado un estudio sobre la recogida continuada de información de los usuarios antes y después de su interacción experimental con las plataformas robóticas.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto ACROSS (Auto-Configurable Robots for Social Services) es un “Proyecto Científico-Tecnológico Singular de Carácter Estratégico” cofinanciado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en el marco del Plan Avanza2, con un plazo de ejecución de 27 meses (Octubre 2009 - Diciembre 2011) y un presupuesto superior a 6 millones de euros. Las características económicas y temporales de ACROSS lo convierten actualmente en el proyecto más ambicioso basado en Robótica Social y de Servicios que se desarrolla a nivel nacional [1].

El objetivo principal del proyecto ACROSS es el de incorporar robots de servicio en escenarios sociales y de la salud que se anticipen a las necesidades de los usuarios, mejorando la comunicación y empatía entre personas y robots. El proyecto ACROSS concreta sus activos experimentales sobre aplicaciones directas en tres escenarios sociales correspondientes a:

- **Psicoafectividad:** cuyo objetivo es mitigar el deterioro de habilidades cognitivas en niños con problemas psicoafectivos, así como apoyar los programas terapéuticos en el ámbito hospitalario.
- **Marketing:** interacción amigable entre robots y personas con un fin lúdico y/o publicitario.
- **Vida Independiente:** robots utilizados como ayuda tecnológica en tareas cotidianas para colectivos con diversidad funcional.

El proyecto ACROSS (TSI-020301-2009-27) ha sido aprobado por el subprograma Avanza I+D dentro de la convocatoria de ayudas de Acción Estratégica de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información 2009, habiendo sido cofinanciado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

M. Díaz, J. Saez-Pons y C. Angulo están con el Centre Tecnològic de Recerca per a la Dependència i la Vida Autònoma, Universitat Politècnica de Catalunya, 08800 Vilanova i la Geltrú, Spain {marta.diaz, joan.saez.pons, cecilio.angulo}@upc.edu

El principal reto que asume el proyecto es el de modificar la concepción actual de la robótica social, enfocada en proveer servicios preestablecidos y de difícil reconfiguración, dando el paso a diseñar sistemas inteligentes, capaces de auto-reconfigurarse y modificar su comportamiento de forma autónoma mediante capacidad de comprensión, aprendizaje y acceso a software remoto.

I-A. Desarrollo de capacidades cognitivas robóticas respecto a su propósito de servicio

Los sistemas robóticos complejos (robots móviles y redes de sensores) pueden llegar a disponer de capacidad para desarrollar comportamientos sociales eficaces interactuando con personas. Esta competencia social los habilita para realizar funciones donde el componente relacional y afectivo es central, como el cuidado o compañía de niños, personas dependientes o personas mayores que viven solas.

La definición de capacidades cognitivas en un agente autónomo físico situado en un entorno (robótica cognitiva) se ha considerado como una buena aproximación a la modulación de la interacción persona-robot, en particular en el caso de aplicaciones asociadas a la robótica de servicios sociales, ya que los agentes físicos deben interactuar con personas en tareas muy complejas en entornos dinámicos no estructurados.

Las habilidades sociales necesarias para establecer una relación satisfactoria con personas implican capacidad de adaptarse al comportamiento del usuario durante el curso del diálogo, e incluir la información afectiva – para interpretarla y para comunicarla– en su actividad. Así, este trabajo se enmarca en un marco más general que tiene como objetivo de aplicación el estudio del uso de capacidades cognitivas en un robot cognitivo articulado móvil en diferentes desarrollos de ambiente inteligente donde actúe como agente que pueda ofrecer una competencia social suficiente para desarrollar bien los roles de asistente, compañía y entretenimiento de personas. Desde el punto de vista del usuario, esta capacidad cognitiva se materializa en una interacción cuya función resulta motivadora, rehabilitadora, de mejora de su calidad de vida –percepción de salud, estado de ánimo – y la de su entorno próximo.

I-B. Comportamiento psicoafectivo en 3 escenarios generales de trabajo

Con objeto de analizar la calidad del desarrollo de capacidades cognitivas respecto a su propósito de servicio se propone una evaluación en 3 niveles, que definen el entorno de trabajo en función del grado de interacción:

- Monitoreo personalizado con el objetivo de mantener maximizada la satisfacción del usuario con su espacio de relación social. Se trata del escenario de trabajo con una interacción robot-persona más simplificada, por lo que resulta especialmente relevante que el desarrollo del ambiente inteligente sea tan amplio como sea posible. La interacción con el entorno es de complejidad media y así las capacidades cognitivas necesarias para el robot.
- Uso del sistema robotizado por parte del usuario como una ayuda tecnológica que le facilita la interacción con su entorno inmediato. La interacción con otros elementos tecnológicos y sensores del entorno es mayor que en el caso precedente, por lo que supone una extensión del escenario anterior, aunque las aplicaciones no son tan críticas para la salud del usuario. La definición de estudios psico-sociales precedentes en este caso ya no es tan exhaustiva.
- Uso del sistema robotizado pensado como forma de interacción usual y de entretenimiento, que sería el escenario en que el usuario acepta plenamente todas las capacidades interactivas del sistema robotizado y lo usa como una forma de comunicación al estilo de una mascota. Este escenario es el que supone una mayor innovación a nivel de desarrollo de algoritmos robóticos y diseño de medidas de efectividad de la interacción. La morfología del robot debería condicionar de forma positiva la experimentación psico-sociológica, a la vez que ser una plataforma lo bastante madura y trabajada.

I-C. Descripción de los desarrollos experimentales

Para cada uno de los niveles, la descripción del trabajo se traduce en los siguientes objetivos de desarrollo:

- D1. Determinar los requerimientos del sistema robótico a partir de la opinión, de las expectativas y del comportamiento de los usuarios diana en el dominio de aplicación.
- D2. Testar la aceptabilidad y usabilidad de las capacidades cognitivas a partir de la observación de secuencias de interacción con usuarios finales – iteración de la ingeniería de la usabilidad.
- D3. Estudiar el impacto de los sistemas robóticos en relación a indicadores de salud y calidad de vida de los usuarios finales.

Además, se analizarán los siguientes aspectos transversales comunes:

- conocimiento sobre estilo de vida, perfiles de usuario y contextos de uso;
- metodología de diseño contextual de dispositivos y sistemas interactivos y adaptativos;
- aspectos clave del diseño de las soluciones tecnológicas:
 - grado de control del usuario sobre el sistema,
 - diseño de experimentos e interacciones que aumentan la capacidad real y percibida del usuario,
 - consecución de productos aceptables y atractivos para el usuario (calidad de uso),

- aplicación de la arquitectura autónoma de control y distribución de procesos entre los diversos agentes (sensores / robot / personas / entorno).

El presente documento se centra en el primero de los objetivos relatados [D1.], la determinación de los requerimientos del sistema robótico. A través de la opinión, las expectativas y el comportamiento de los usuarios, se llega a realizar una definición de reglas de comportamiento más adecuadas en el robot para cada uno de los escenarios en función de su morfología o apariencia, su capacidad hardware de interacción, los requisitos middleware especificados, las necesidades de usuario, especificadas y adaptadas a cada uno de los tres escenarios generales definidos, y, por último, teniendo en consideración las limitaciones tecnológicas actuales.

Se presentará primero el estado del arte relacionado sobre inteligencia social, teniendo en cuenta la literatura que mayor implicación tiene con el campo de ‘human robot interaction’. A continuación se presenta una clasificación de robots sociales en función del grado de interacción con humanos necesario para desarrollar la aplicación del robot. Además se habla de la relación que existe entre los comportamientos sociales de un robot con el dominio de aplicación y de cómo la información contextual puede ayudar a las capacidades de percepción y actuación de los robots. La última parte del documento se ocupa de definir qué comportamientos o habilidades sociales ha de poseer el robot para cada tipo de aplicación considerado en el proyecto ACROSS. Estos casos de uso, determinados a lo largo de trabajos paralelos relacionados con diferentes subproyectos del proyecto general, son:

- Caso de uso (1): marketing
 - Robot Guía
 - Robot Promocional-Corporativo
 - Robot Asistente de Consumo Saludable
 - Robot de Marketing Directo
- Caso de uso (2): niños con problemas psicoafectivos
 - Asistente para el entrenamiento y monitorización de la movilidad activa en niños con déficit motriz del miembro superior
 - Robot-Asistente
 - Robot-Recompensa
 - Asistente para el entrenamiento de Habilidades comunicativas en pacientes con parálisis cerebral
 - Robot-Asistente
 - Robot-Recompensa
- Caso de uso (3): vida independiente
 - Robot de soporte a los talleres de memoria
 - Robot de soporte a los talleres de psicomotricidad

II. INTELIGENCIA SOCIAL Y ROBOTS SOCIALES

Cuando un robot ha de interactuar y colaborar con humanos, debe disponer de habilidades sociales e interactivas. Estos requerimientos son necesarios en los tres tipos de aplicaciones consideradas en ACROSS (marketing, vida

independiente y problemas psico-afectivos). La investigación en human robot interaction (HRI) plantea muchos retos en lo que concierne a la naturaleza de la interactividad y el comportamiento social en robots y humanos.

Al inicio de la investigación en Inteligencia Artificial (IA) el reto era simular la inteligencia humana y resolver problemas tipo jugar al ajedrez, demostrar teoremas, realizar planes y asuntos cognitivos similares. Desde la perspectiva de intentar entender o crear inteligencia humana, se ha hecho aparente que tales habilidades no son necesariamente las que nos hacen humanos. Posteriormente, poner la IA sobre ruedas, es decir diseñar robots con IA, puso luz sobre un problema fundamental como es la visión de inteligencia simbólica, conseguir que un robot realice cosas simples, por ejemplo, deambular en una oficina y evitar obstáculos, aunque resultó ser sorprendentemente difícil.

Las habilidades que requieren capacidades sensoriales y actuadoras capaces de lidiar con la dinámica y lo impredecible del mundo real se han convertido en los nuevos grandes retos de la actualidad. En esta nueva perspectiva el robot IA está situado, tiene cuerpo, está enmarcado, responde y interactúa con el ambiente que le rodea [2]. La complejidad del sistema sensorial del robot y la cantidad de información sensorial a procesar han de equilibrarse para poder responder al entorno, dado los objetivos y/o tareas internas del robot impuestos por los diseñadores/experimentadores.

El enfoque utilizado en la investigación en robótica inteligente normalmente se basa primero en conseguir que los robots sean cognitivos equipándolos con herramientas tales como “planning”, razonamiento, navegación, manipulación y otras habilidades relacionadas necesarias para la interacción y la operabilidad en ambientes no sociales. Posteriormente, se les añade habilidades sociales y otros aspectos de cognición social. Un nuevo enfoque está surgiendo, sin embargo, en que la inteligencia social es vista como un ingrediente fundamental de los robots inteligentes y sociales: el desarrollo de un robot inteligente significa primero desarrollar un robot socialmente inteligente [3].

II-A. Clasificación de robots sociales

En la literatura existen diferentes definiciones de robots sociales o conceptos relacionados.

Socialmente evocativos: Robots que dependen de la tendencia humana a atribuir rasgos y cualidades humanas a los sentimientos evocados [4], [5]. Los robots socialmente evocativos se definen por las respuestas que elicitán en humanos. En este sentido, no importa demasiado ni la apariencia ni el comportamiento del robot (como un humano, un tostador o una cucaracha), siempre que elicite cierta respuesta humana.

Socialmente situados: Robots que se encuentran emplazados en un ambiente social, el cual perciben y consecuentemente reaccionan. Los robots socialmente situados son capaces de interactuar con su ambiente social y distinguir entre otros agentes sociales (capacidad de distinguir entre humanos y objetos basándose en la información sensorial) [6]. Un robot socialmente situado no necesita poseer ningún modelo de inteligencia social, las interacciones sociales emergen

del robot situado y respondiendo al ambiente. Estos robots no necesitan tener apariencia humana ni comportarse como tales.

Sociables: Robots que prácticamente participan en interacciones con humanos para el propósito de satisfacer sus propios objetivos sociales internos (emociones), mientras que las habilidades cognitivas y las respuestas de los humanos hacia estos robots vienen determinados por las necesidades de los robots y los objetivos [7]. Estos robots requieren modelos exhaustivos de cognición social [4], [5].

Socialmente inteligentes: Robots que muestran aspectos de inteligencia social al estilo de los humanos, basados en posibles modelos exhaustivos de cognición humana y competencias sociales [8]. Tales robots simulan la inteligencia social humana. Se comportan de forma similar a un humano, muestran similares competencias comunicativas e interactivas, y por lo tanto es probable que tenga hasta cierto punto apariencia humana, para así mantener la apariencia y el comportamiento consistente. La forma en que las personas perciben y responden a un robot socialmente inteligente es igual de importante, ya que las interacciones con humanos modelan las interacciones entre humanos.

Socialmente interactivos: Robots para los que la interacción social juega un rol principal en HRI, difiriendo de otros robots que hacen uso de la HRI convencional, como en escenarios de teleoperación [6]. Los robots socialmente interactivos exhiben las siguientes características: pueden expresar y/o percibir emociones, comunicarse con diálogos de alto nivel, aprender modelos de otros agentes y reconocerlos, establecer y mantener relaciones sociales, usar indicaciones naturales (gestos, mirada, etc.), exhibir personalidad distintiva y carácter, y pueden llegar a aprender y/o desarrollar competencias sociales.

II-B. Comportamientos sociales necesarios en un robot

¿Por qué los robots, de los cuales la principal preocupación es su utilidad y funcionalidad, han de tener comportamientos sociales, dado que el desarrollo de habilidades sociales para robots es costoso y por lo tanto necesita proporcionar un valor añadido? La respuesta a esta pregunta depende de los requerimientos específicos de una aplicación en particular (véase [9]). La lista de los diferentes dominios de aplicación, donde se necesitan habilidades sociales incrementalmente es muy extensa. En un extremo del espectro, se observa que hay robots, por ejemplo cuando operan en el espacio, que no necesitarían ser sociales, a menos que tengan que cooperar con otros robots. En cambio, en el otro extremo del espectro, un robot que hace compañía a una persona mayor en una casa o asiste a gente con discapacidades necesita poseer un amplio rango de comportamientos sociales para que sean aceptados por las personas. Sin esas habilidades, esos robots no serían “usados” y por lo tanto fallarían en su rol de asistente.

Con el fin de decidir qué conjunto de reglas de comportamiento sociales necesita un robot, se ha de analizar con gran detalle el dominio de aplicación y la naturaleza y frecuencia del contacto con personas. Dicho análisis se

efectuará de acuerdo al conjunto de criterios de evaluación propuesto en [9], basado en

- *Dominio de aplicación,*
- *Contacto con humanos,*
- *Funcionalidad del robot,*
- *Rol del robot, y*
- *Requerimientos sociales.*

El contacto con humanos va desde ninguno, contacto remoto (por ejemplo robots operando en aguas profundas del océano) hasta contacto a largo plazo; contacto repetido implicando incluso contacto físico, como es el caso, por ejemplo de la robótica asistencial. La funcionalidad de los robots va desde muy limitada, funcionalidad claramente definida (por ejemplo robots aspiradoras de limpieza), hasta funcionalidad abierta y adaptativa que puede necesitar de robots con habilidades de aprendizaje (por ejemplo aplicaciones como robots “pareja”, compañeros o asistentes). Dependiendo de la aplicación, las habilidades sociales requeridas del caso de uso varían desde no requeridas (por ejemplo robots diseñados para operar en áreas espacial y temporalmente distanciadas de los humanos, por ejemplo en Marte o patrullando un almacén por la noche) a posiblemente deseable (incluso los robots aspiradora necesitan interfaces para la operación humana) hasta esenciales para la funcionalidad/aceptación (aplicaciones robóticas de servicio o asistenciales).

¿Cómo puede ayudar la información contextual a las capacidades de percepción y actuación de los robots? La respuesta consiste en proporcionar a los robots la capacidad de entender lo que el usuario necesita, quiere o prefiere sin necesidad de comandos directos pudiendo suministrar un servicio continuo y fácilmente integrable [10]. La información contextual adquirida del entorno en conjunción con una serie de hechos y reglas previamente definidos, posibilita permitir inferir nuevas reglas o nuevos hechos del entorno. De esta forma, habiendo modelado ciertos aspectos tales como el perfil del usuario en el que se definen sus gustos y características, un histórico de las interacciones mantenidas anteriormente con dicho usuario, se podría razonar sobre esos datos obteniendo una información de mayor nivel de abstracción en base a la cual actuar para dar servicio a dichos usuarios de una forma más personalizada y específica.

III. ESCENARIOS

El objetivo de este apartado es definir qué comportamientos o habilidades sociales debe tener un robot para cada tipo de aplicación¹. Para tal caracterización se propone utilizar el listado de criterios de evaluación del apartado anterior [9].

III-A. Caso de uso (1): marketing

Según la clasificación en [9], los robots a desarrollar en este dominio de aplicación pueden enmarcarse dentro de los robots clasificados como de marketing, de entretenimiento y de recreo. En estos escenarios, los robots tienen la necesidad de ser aceptados por los humanos, siendo variable el

contacto con ellos. Para el caso concreto de los robots de entretenimiento, aspectos como la credibilidad, la apariencia y el comportamiento resultan cruciales para el éxito de sus objetivos. En este dominio de aplicación los servicios deberán estar claramente definidos, incrementándose cada vez más los sistemas que pueden adaptarse al contexto de forma que hagan más robustos y atractivos los servicios que ofrecen.

En cuanto al papel de los robots en el escenario de marketing, éstos serán considerados máquinas que proporcionan servicios en ambientes humanos, estando en crecimiento constante aquellos que ofrecen servicios sociales y tendiendo cada vez más hacia la personalización. Las habilidades sociales de estos robots y su capacidad para adaptarse a los usuarios son factores clave para medir el grado de consecución de los objetivos para los que fueron diseñados.

Los robots sociales en el ámbito de marketing, según lo indicado anteriormente, pueden ser considerados dentro de los *robots socialmente situados*. Los robots se encuentran emplazados en un ambiente social (como por ejemplo en un supermercado), el cual perciben y donde consecuentemente actúan. Por ello, han de ser capaces de interactuar con su ambiente social y distinguir entre gente a otros agentes sociales.

En el marco de aplicación de marketing se pretenden explorar cuatro casos de uso: Robot Guía, Robot Promocional-Corporativo, Robot Asistente de Consumo Saludable y Robot de Marketing Directo. A continuación se realiza una descripción de las habilidades/comportamientos sociales que requiere el robot para el primero de los casos de uso.

III-A.1. Robot Guía:

Contacto con humanos: El contacto con los humanos se establece cuando éstos se aproximan a él, pudiendo ser físico (a través de la pantalla táctil) o verbal (mediante interacción por voz). Dicho contacto se establecerá con cualquier cliente del supermercado que esté interesado en recibir el servicio que el robot pone a su disposición. Resulta fundamental que los clientes acepten al robot y le consideren útil como apoyo durante su compra.

Funcionalidad del robot: Guiar y acompañar a los usuarios que lo soliciten hasta llegar al destino deseado, o completar junto a ellos la ruta elegida.

Rol del robot: El rol del robot es básicamente el de un asistente para realizar el proceso de compra, realizando además tareas de entretenimiento.

Información contextual: En este escenario entran en juego los siguientes elementos:

- **Cientes:** Es importante poder identificar a cada cliente para poder tomar decisiones sobre anteriores compras.
- **Productos más comprados:** Si se puede identificar al cliente puede conocerse los elementos que más compra, y a partir de esta información pueden crearse listas de productos relacionados que el cliente podría querer comprar, productos similares con mejores márgenes para el supermercado y categorías de productos a las que el cliente es más sensible.

¹Por restricciones en la longitud del trabajo, sólo se expondrán, y de forma abreviada, algunos de los casos de uso listados en la Introducción.

- Tiempo medio de compra: A partir del número de productos por sesión de compra puede calcularse un tiempo medio de compra.
- Gasto medio por compra / Gasto medio en el tiempo: Esto sería útil a la hora de recomendar otros productos.
- Grado de aceptación hacia el robot: puede almacenarse la aceptación hacia el robot para adquirir diferentes actitudes con respecto al cliente; diferentes niveles de expresividad, mayor tiempo de ocupación, incluso recorridos más largos con clientes a los que les agrada el robot, menos intrusividad con clientes que no muestran agrado.
- Muestrario/Productos.
- Supermercado/negocio en sí: Hora de cierre, Puntos de control

Habilidades/comportamientos sociales: Las habilidades requeridas más destacables son la detección de personas (para poder hacer el seguimiento/guiado), de lugares (para poder llegar al destino), cálculo de rutas, detección de obstáculos, gestión de la proximidad con el usuario, interacción por voz (para informar de la ruta, camino incorrecto, preguntar, responder, etc).

III-B. Caso de uso (2): niños con problemas psicoafectivos

Los robots más adecuados para ser empleados en el caso de uso de interacción con niños y niñas con problemas psicoafectivos en el ámbito hospitalario son aquellos que poseen un perfil social, concretamente *socialmente interactivo*. Éstos interactúan de forma proactiva con los humanos para satisfacer sus propias emociones, establecen y mantienen relaciones sociales, poseen diversos tipos de personalidad, habilidades sociales, etc. [6]. Siguiendo la clasificación de los dominios de aplicación diferenciados en [9], para mitigar los problemas psicoafectivos que pueden desarrollarse en estos niños, los robots deben cumplir funciones de entretenimiento y rehabilitación principalmente. Es preciso por tanto que se adapten a las características individuales de cada uno de los niños que interactúen con ellos y que posean habilidades sociales. De esta manera, se esperan niveles óptimos de aceptación hacia los mismos.

III-B.1. Robot-Asistente para el entrenamiento y monitorización de la movilidad activa en niños con déficit motriz del miembro superior:

Contacto con humanos: No será necesario que la plataforma mantenga contacto físico con el usuario de manera que se eviten posibles lesiones en el paciente y/o plataforma robótica.

Funcionalidad del robot: Las funcionalidades de la plataforma serán por un lado realizar el entrenamiento motor a partir de la visualización en vídeo de un entrenador y en una segunda parte, el mismo entrenamiento pero a partir de juegos virtuales. Tanto el vídeo como los juegos, así como los movimientos realizados por el propio paciente en cada sesión de rehabilitación se proyectarán sobre un plano vertical, como podría ser la pared de la sala de entrenamiento para facilitar la visión e interacción del niño. Para la detección de los movimientos del niño y posterior proyección

de los mismos se le colocarán unos marcadores de color fijo. Con un programa informático que será implementado en la plataforma robótica se detectarán dichos colores y se registrarán digitalmente dichos movimientos con el fin de obtener la evolución del entrenamiento. La plataforma tendrá capacidad de desplazamiento remoto. Finalmente, la plataforma ha de motivar al paciente en su correcta realización a partir de interacción mediante voz con mensajes estimulantes.

Rol del robot: Rehabilitador, motivador y registro de la evolución del entrenamiento.

Información contextual:

- Información del niño: Nombre del niño; Parámetros para la pronunciación del nombre (especialmente interesante para comunidades autónomas). Los parámetros dependen de los que acepte el módulo de síntesis de voz, siendo como mínimo el idioma a utilizar; Ejercicios que el niño debe realizar; Progreso o evolución de cada ejercicio; Canciones favoritas del niño.
- Información de los ejercicios: Secuencia de ejercicios del entrenamiento y juegos interactivos; Criterios de evaluación de cada variable.
- Información de los entrenamientos y juegos: Vídeo de muestra; Movimientos esperados (para contrastar con los que hace el niño); Frases de ánimo adecuadas
- Información de la sala: Dimensiones y geometría.

Habilidades/comportamientos sociales: El contacto será personalizado para cada paciente. La plataforma robótica llamará al niño por su nombre, realizará los ejercicios de rehabilitación ajustados a las necesidades individuales, los estimulará y animará, reproducirá sus canciones favoritas, con el fin de motivarles en la realización de los ejercicios. Finalmente éste les preguntará cómo se encuentran tras la sesión. Requerirá capacidad de habla para mantener una interacción con el paciente, aunque ésta será predefinida y controlada remotamente. Previamente a la sesión de rehabilitación, el especialista clínico cargará en la plataforma robótica la información correspondiente a cada niño. Así mismo, la plataforma robótica emitirá mensajes reforzadores cuando el niño realice los movimientos, sea cual sea el resultado de la ejecución de manera que se dé valor al esfuerzo realizado, no sólo al resultado de los mismos. El robot en este sentido debe mostrar una personalidad amable y divertida que incentive a los pacientes.

III-B.2. Robot-Recompensa para el entrenamiento y monitorización de la movilidad activa en niños con déficit motriz del miembro superior:

Contacto con humanos: El contacto físico entre la plataforma robótica y el niño será requisito necesario para que se establezca una relación entre ambos. En general, el niño será quien inicie tal contacto y la plataforma robótica responde a los estímulos recibidos. De esta manera se irá estableciendo el lazo afectivo entre ambos agentes.

Funcionalidad del robot: Incitar a sus usuarios en el desarrollo de comportamientos que promuevan el afecto, cuidados hacia la mascota, etc., promoviendo conductas sociales y empáticas hacia el robot.

Rol del robot: Afectividad y Entretenimiento.

Información contextual: Por el momento no hemos encontrado información contextual útil para este caso.

Habilidades/comportamientos sociales: Para este caso de uso es especialmente relevante la personalidad de la plataforma así como sus habilidades sociales para fomentar la aceptación del mismo. Deberá mostrarse reactivo ante las muestras de afecto que le manifieste el niño, de manera que se refuerce la interacción entre ambos (mediante su comportamiento, luces, sonidos, etc.). Igualmente, el comportamiento de la plataforma robótica debe de evolucionar con el transcurso del tiempo pasando por diferentes estados como si de una mascota real se tratara, incrementando el afecto del mismo con el uso por parte del niño.

III-C. Caso de uso (3): vida independiente

En relación al escenario de vida independiente, su uso estaría orientado a objetivos terapéuticos, rehabilitadores y de mantenimiento de cuidados. La población diana seleccionada son personas mayores de 65 años con deterioro cognitivo o demencia, con funcionalidad limitada pero que mantienen niveles de comunicación e interacción suficientes para participar activamente en talleres de memoria y de movimiento. El caso de uso de vida independiente encaja en el paradigma de robot compañero en HRI. Un buen ejemplo es el proyecto europeo Cogniron (Cognitive Robot Companion) [11]. Además, el punto 4 de la referencia [12] proporciona un buen resumen de las habilidades sociales que un robot compañero debe poseer.

De la definición de casos de uso para el escenario 3 de vida independiente, se han seleccionado los casos de uso de robot de soporte a los talleres de memoria, y robot de soporte a los talleres de psicomotricidad, para integrarlos en el plan de atención de los usuarios de nuestro escenario. A continuación se detallan sus funcionalidades.

III-C.1. Robot de soporte a los talleres de memoria:

Contacto con humanos: El contacto con humanos puede ser cercano (en ocasiones físico, a través de pantallas de interacción táctil, o a través de comunicación verbal).

Funcionalidad del robot: Las funcionalidades mínimas del robot deben contemplar la posibilidad de desplazamientos y la evasión de obstáculos, la posibilidad de incorporar una pantalla táctil, la capacidad de reconocer caras y asociar conocimiento almacenado del usuario a la cara identificada (autobiografía, preferencias, variables clínicas y funcionalidades, etc), y la comunicación verbal (saludar, presentarse, dar instrucciones y refuerzos).

Rol del robot: En este contexto el robot tiene un rol principalmente “social”, adaptado a las necesidades y especificaciones de cada usuario. También debe tener la suficiente autonomía para aprender y adaptarse a las demandas y complejidades del entorno (también en interacción grupal), dado que en este contexto actuará como “co-terapeuta”.

Información contextual:

- Información de los usuarios: Datos del rostro y voz para reconocimiento; Fotografías, vídeos y textos relacionados con la vida de la persona (autobiografía); Recuerdos

cercanos (igual que la autobiografía pero el propio robot puede encargarse de obtener nuevos medios mientras está con el usuario (cuando habla con gente, se mueve por el sitio, etc.) para ejercitar la memoria a corto plazo en los casos que sea necesario. Este tema también puede ser importante en ancianos con demencia);

- Patrones de actividades: por observación de patrones de acciones ocasionales, el robot puede intentar detectar estado anómalos o bloqueos en actividades debido a la demencia o algún tipo de falta de memoria y asistir al anciano con recuerdos de como hacía dichas actividades;
- Medicaciones que debe tomar y horas: El robot puede recordar al anciano que debe tomar una medicación, reconocer si está cogiendo la medicación adecuada e incluso avisar a un cuidador si no quiere tomar la medicina;
- Reacción ante diferentes recuerdos de su autobiografía: si se almacena la reacción a diferentes recuerdos pueden evitarse recuerdos que entristezcan al usuario y utilizar recuerdos que le agraden con más frecuencia;
- Aplicaciones preferidas: De usar una pantalla táctil con diferentes aplicaciones (ya sean de ejercicio de la memoria, pasa-ratos o lo que sea), sería interesante registrar también las reacciones a dichas aplicaciones o la demanda de unas por encima de otras para conocer las preferencias del usuario.

Habilidades/comportamientos sociales: En el escenario de vida independiente, las habilidades sociales y su aceptación por parte del usuario es vital, y debe respetar los principios de autonomía y autodeterminación de cada persona. También es imprescindible respetar los aspectos de seguridad (como el mantenimiento de una distancia de seguridad, o la doble confirmación en caso de dar instrucciones en relación a toma de fármacos u otras indicaciones clínicas).

III-C.2. Robot de soporte a los talleres de psicomotricidad:

Contacto con humanos: El contacto con humanos puede ser cercano, aunque no se espera contacto físico más que a través de la pantalla táctil. Sí que existe interacción verbal y visual, a través de la pantalla del robot.

Funcionalidad del robot: Las funcionalidades mínimas del robot son la posibilidad para realizar desplazamientos y evitar obstáculos, la capacidad de reconocimiento de caras, la interacción por voz (explicación de los ejercicios, el registro visual y refuerzo).

Rol del robot: En este contexto el robot tiene más limitado su rol “social” a la presentación visual de los ejercicios, la invitación a la participación voluntaria por parte del usuario, y por el refuerzo verbal.

Información contextual:

- Información de los ejercicios: De cada ejercicio se deben conocer sus partes; Ejercicios relacionados, de forma que si un usuario queda bloqueado en un ejercicio se le pueda poner otro de dificultad menor pero similar en temática; Dificultad del ejercicio

- Parte de ejercicio: Explicación del ejercicio (voz, video,...); Explicaciones de refuerzo del ejercicio (voz, video,...).
- Información de los usuarios: Ejercicios que deberían hacer; Número de veces que han superado cada ejercicio y número de fracasos.

Habilidades/comportamientos sociales: Una vez más, en este entorno las habilidades sociales y su aceptación por parte del usuario es vital, y debe respetar los principios de autonomía y autodeterminación de cada persona. Los aspectos de seguridad física se mantienen igual que en el caso de los talleres de memoria.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En base a lo analizado en los epígrafes anteriores y teniendo en mente los dominios de aplicación de ACROSS, así como las sucesivas concreciones experimentales en casos de uso que se van realizando en los tres dominios de aplicación, pueden concluirse algunos aspectos clave tanto para las reglas de comportamiento robóticas como las necesidades de interacción.

Las reglas de comportamiento están estrictamente relacionadas con el dominio de aplicación. En la aplicación de marketing, los robots mantienen contacto con los clientes ocasionalmente, pero dicho contacto es importante para ser aceptados por los humanos. Su funcionalidad está claramente definida, es más instrumental (orientados a objetivos) y los robots se encuentran emplazados en un ambiente social el cual perciben y donde consecuentemente reaccionan. Por ello, han de ser capaces de interactuar con su ambiente social y distinguir entre gente otros agentes sociales.

En el caso de uso de niños y niñas con problemas psicoafectivos en el ámbito hospitalario, los robots han de ser socialmente interactivos. Éstos interactúan de forma proactiva con los humanos para satisfacer sus propias emociones, establecen y mantienen relaciones sociales, poseen diversos tipos de personalidad, habilidades sociales, etc. Los robots deben cumplir funciones de entretenimiento y de asistencia en los procesos rehabilitadores principalmente (orientados a objetivos). Es preciso, por tanto, que se adapten a las características individuales de cada uno de los niños que interactúan con ellos y que posean habilidades sociales (orientados a las necesidades). De esta manera, se esperan niveles óptimos de aceptación hacia los mismos.

Y finalmente, en el caso de vida independiente, el uso del robot está orientado a objetivos terapéuticos, rehabilitadores y de mantenimiento de cuidados, encajando en el paradigma de robot compañero en HRI. La población diana seleccionada son personas mayores de 65 años con deterioro cognitivo o demencia, con funcionalidad limitada pero que mantienen niveles de comunicación e interacción suficientes para participar activamente en talleres de memoria y de movimiento (orientados a objetivos y a necesidades).

Como futuro, ya presente, trabajo, se irá depurando y afinando la definición de la interacción en todos los casos de uso, en función de la experiencia real en todos los escenarios descritos.

V. ACKNOWLEDGMENTS

Los autores quieren mostrar su especial agradecimiento a los investigadores asociados al proyecto ACROSS en las entidades Hospitales Universitarios “Virgen del Rocío”, Fundación Hospital Comarcal Sant Antoni Abat, Alimerka, Universidad de Deusto y Treelogic por sus aportaciones al presente trabajo.

REFERENCES

- [1] ACROSS, <http://www.acrosspse.com/across/servlet/Portada>, 2011.
- [2] R.A. Brooks, *Cambrian intelligence*, MIT Press, Cambridge, MA; 1999.
- [3] M. Lungarella, G. Metta, R. Pfeifer, and G. Sandini, “Developmental robotics: a survey” *Connection Science* 15, 1994, pp. 151–190
- [4] C. Breazeal, *Designing sociable robots*, MIT Press, Cambridge, MA; 2002
- [5] C. Breazeal, “Towards sociable robots” *Robotics and Autonomous Systems* 42, 2003, pp. 167–175
- [6] T. Fong, I. Nourbakhsh, and K. Dautenhahn, “A survey of socially interactive robots” *Robotics and Autonomous Systems* 42, 2003, pp. 143–166.
- [7] C. Breazeal, “Social interaction in HRI: the robot view” *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics: Part C* 34, 2004, pp. 181–186.
- [8] K. Dautenhahn, “The art of designing socially intelligent agents-science, fiction, and the human in the loop” *Applications of Artificial Intelligence* 12, 1998, pp. 573–617.
- [9] K. Dautenhahn, “Roles and functions of robots in human society: implications from research in autism therapy” *Robotica* 21, 2003, pp. 443–452.
- [10] M. Rosemann, and J. Recker, “Context-aware process design: Exploring the extrinsic drivers for process flexibility” in *18th international conference on advanced information systems engineering. proceedings of workshops and doctoral consortium*. Luxembourg: Namur University Press, pp. 149–158.
- [11] Cogniron, <http://www.cogniron.org/final/Home.php>, 2011
- [12] K. Dautenhahn, “Socially intelligent robots: dimensions of human-robot interaction”, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 362, 207, pp. 679–704.