



Interreg España - Portugal



Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



Iniciativas innovadoras para el impulso del envejecimiento activo en la región EuroACE

TÍTULO DOCUMENTO

**Familia de diferentes robots sociales y
asistenciales**

RESPONSABLE:

RoboLab

FECHA DE ENTREGA:

31-04-2019

AUTORES:

Pedro M. Núñez Trujillo

CONTRIBUCIONES:

**Pedro Núñez, Paulo Gonçalves, Rui
Rocha**

RESUMEN DEL DOCUMENTO

Este documento describe el hardware y software de los robots sociales para tareas asistenciales utilizados en el marco del proyecto EuroAGE, a la vez que describe las mejoras realizadas en los robots existentes durante el trienio de vida del proyecto. Finalmente, el presente documento describe los protocolos de intercomunicación entre robots-ALabs.

Información del documento

FECHA	VERSIÓN	COMENTARIOS
15/09/2018	V0.0	Versión inicial
22/02/2019	V1.0	Versión con contribuciones de Pedro Núñez, Paulo Gonçalves, Rui Rocha
31/02/2019	V2.0	Versión final



Centro de Cirugía de Mínima Invasión
Minimally Invasive Surgery Centre
Jesús Usón

Fundación Centro de Cirugía de
Mínima Invasión Jesús Usón
(CCMIJU, España)

Coordinador:
Jose Blas Pagador
jbpagador@ccmijesususon.com



Instituto Politécnico
de Castelo Branco

Instituto Politécnico de Portalegre.
(IPCB, Portugal)

Contacto:
Paulo Gonçalves
paulo.goncalves@ipcb.pt



Universidad de Coimbra (UC,
Portugal)

Contacto:
Rui Rocha
rprocha@deec.uc.pt



Cluster de la Salud

Cluster Sociosanitario de
Extremadura (Cluster, España)

Contacto:
Nicolas Montero
gerente@clustersalud.es



Universidad de Extremadura (UEX,
España)

Contacto:
Pedro Núñez
pnuntru@unex.es



Instituto Politécnico de Guarda (IPG,
Portugal)

Contacto:
Carolina Vila-Cha
cvilacha@ipg.pt

Listado de socios

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

1. Robots sociales en el proyecto EuroAGE

[1.1 Robots sociales y entornos asistenciales](#)

[1.2 RoboLab - Universidad de Extremadura](#)

[1.1.1 Hardware](#)

[1.1.2 Agentes software](#)

[1.2 Instituto de Sistema e Robotica - Universidad de Coimbra](#)

[1.2.1 Hardware](#)

[1.2.2 Agentes software](#)

[1.3 Instituto Politécnico de Castelo Branco](#)

[1.2.1 Hardware](#)

[1.2.2 Agentes software](#)

2. Ecosistemas digitales de asistencias en el proyecto EuroAGE: ALabs

[2.1 RoboLab - Universidad de Extremadura](#)

[2.1.1 Descripción del ALab](#)

[2.2 Instituto de Sistema e Robotica - Universidad de Coimbra](#)

[2.2.1 Descripción del ALab](#)

[2.3 Instituto Politécnico de Castelo Branco](#)

[2.3.1 Descripción del ALab](#)

3. Arquitectura y comunicaciones: ontología

[Bibliografía](#)

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento describe el hardware y software de los robots sociales para tareas asistenciales utilizados en el marco del proyecto EuroAGE, a la vez que describe las mejoras realizadas en los robots existentes durante el trienio de vida del proyecto. Finalmente, el presente documento describe los protocolos de intercomunicación entre robots-ALabs.

1. Robots sociales en el proyecto EuroAGE

1.1 Robots sociales y entornos asistenciales

Los Robots de Asistencia Social (SAR) son robots diseñados para la interacción social con los humanos y llevan a cabo su actividad en entornos cotidianos. Estos SARs proporcionan, por un lado, una interfaz para que los usuarios (en el caso del proyecto EuroAGE, personas mayores) accedan a la tecnología digital, y por otro lado, puedan ayudar a mejorar la calidad de vida de este colectivo gracias a su compañía [1]. Sin embargo, sus habilidades se limitan al sistema de percepción del propio robot, es decir, sus acciones específicas dependen del conjunto de sensores con los que está equipado el SAR (por ejemplo, una sola cámara, un micrófono...). Para evitar estas limitaciones reales, la integración de los SAR en entornos inteligentes es una estrategia que se está llevando a cabo en los últimos años. Un entorno inteligente integrado por un robot social construye un ecosistema digital que puede, entre otras funciones, ofrecer un tratamiento personalizado, vigilancia a largo plazo, comunicación y terapia. Estas tecnologías para el envejecimiento activo se incluyen bajo el término Ambient Assisted Living (AAL) [1] y representan la línea de trabajo del proyecto EuroAGE.

Concretamente, lograr la integración de muchos dispositivos físicos diferentes, cada uno con interfaces distintas, tecnologías de comunicación específicas o software de controladores particulares, es una tarea difícil. Además, toda la información de estos dispositivos está dirigida a acciones específicas, muchas de ellas muy complejas (por ejemplo, la vigilancia de la postura de la persona mayor y los comportamientos de este colectivo, la navegación robótica social en el entorno con personas, etc.). En consecuencia, es importante integrar la información del SAR como un dispositivo más del mundo físico, con capacidad de movimiento y que, además de percibir, sea capaz de actuar en el entorno e interactuar con las personas (ver Fig. 1).

En este documento se describen cada uno de los robots sociales desarrollados en el marco del proyecto así como su integración en los ALabs. Esta integración, en el marco del proyecto, constituye lo que se conoce como Sistema Ciber-Físico para entorno de asistencia [2].

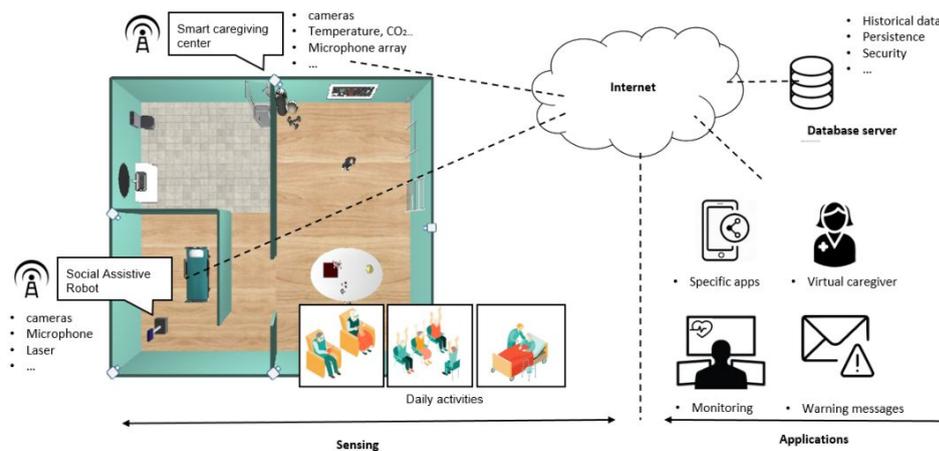


Figura 1. Vista general de un Sistema Ciber-Físico para con un robot como dispositivo físico.

1.2 RoboLab - Universidad de Extremadura

RoboLab cuenta con una alta experiencia en el desarrollo de robots autónomos móviles. La incorporación del grupo RoboLab en el proyecto EuroAGE ha facilitado el desarrollo del nuevo robot Viriato, un robot social asistencial equipado con sensores y actuadores que permiten interactuar con las personas mayores y con cuidadores y personal sanitario. El robot Viriato (Fig. 2) representa una evolución del robot Shelly a partir de una mejora de la base omnidireccional y de los agentes software con los que el robot realiza la navegación, la interacción humano-robot y el resto de acciones y que serán descritos en esta sección.



Figura 2. Vista parcial del robot Viriato y su base omnidireccional.

1.1.1 Hardware

El robot Viriato presenta una base omnidireccional desarrollada por la empresa IADEX SL. El esquema de la base se ilustra en la Fig. 3



Fig. 3. Modelo virtual de la base Viriato

El robot está equipado con un conjunto de sensores y dispositivos que facilitan la navegación y la interacción con los elementos del entorno. Entre ellos, el robot está equipado con un sensor láser Hokuyo¹ y diferentes cámaras de profundidad Realsense. El robot dispone igualmente de una pantalla táctil para realizar interacciones humano-robot y proyectar información al usuario. El procesamiento de los agentes software ejecutándose en local se lleva a cabo a través de un sistema distribuido de procesadores ubicados en la base.

a. Modelo cinemático del robot Viriato

A continuación se incluye el modelo cinemático del robot Viriato. Según la Fig. 3, si el vector de velocidad en el centro C del robot de tracción a las cuatro ruedas es v , entonces las proyecciones de v sobre los ejes x e y del robot pueden obtenerse como:

$$\begin{aligned} v_x &= v \cos(\theta) \\ v_y &= v \sin(\theta) \end{aligned}$$

donde θ es el ángulo que forma la dirección del movimiento con el eje x del robot. La velocidad angular del robot ω es definido como la tasa de giro en el punto central C. Las posiciones de las ruedas del mecanismo con respecto a C son definidas por la distancia al eje delantero y la distancia a la línea lateral que une dos ruedas:

$$\begin{aligned} a_i &: \{a, a, -a, -a\} \\ b_i &: \{b, -b, b, -b\} \end{aligned}$$

donde el subíndice i representa los números de las ruedas. El vector de velocidad lineal de la rueda i se indica con v_i y el del rodillo mecánico con rv_i . El ángulo de inclinación de cada rodillo

¹ <https://www.roscomponents.com/es/lidar-escaner-laser/87-utm-30lx.html>

para cada rueda es $\gamma_i: \{\pi/4, -\pi/4, -\pi/4, \pi/4\}$. De la Figura 3 (derecha), se obtienen las siguientes ecuaciones vectoriales:

$$\begin{aligned} v_i + r v_i \cos(\gamma_i) &= v_x - b_i \omega \\ r v_i \sin(\gamma_i) &= v_y + a_i \omega \end{aligned}$$

dividiendo la segunda ecuación por $\tan(\gamma_i)$ y sustituyendo en la primera ecuación se obtiene:

$$v_i = v_x - b_i \omega - \frac{v_y + a_i \omega}{\tan(\gamma_i)}$$

Sustituyendo los valores de las tangentes, $\tan(\gamma_i): \{1, -1, -1, 1\}$ y tomando la velocidad angular de cada rueda de la ecuación de velocidad lineal: $v_i = \omega_i R$, podemos escribir las ecuaciones resultantes en forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} = \underbrace{\frac{1}{R} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(a+b) \\ 1 & 1 & (a+b) \\ 1 & 1 & -(a+b) \\ 1 & -1 & (a+b) \end{bmatrix}}_{IK} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix}$$

que representa la cinemática inversa del robot. A partir de los Jacobianos, conseguimos la cinemática directa del robot:

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix} = R \underbrace{\begin{bmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ -\frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & -\frac{1}{4} \\ -\frac{1}{4(a+b)} & \frac{1}{4(a+b)} & -\frac{1}{4(a+b)} & \frac{1}{4(a+b)} \end{bmatrix}}_{DK} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix}$$

b. Características del sensor de rango láser Hokuyo

El sensor láser utilizado forma parte de los sensores de rango que permiten obtener información de los obstáculos que rodean al robot. El sensor, de la marca Hokuyo, es el dispositivo UTM30LX, un escáner láser 2D pequeño, preciso, y con alta velocidad de detección de obstáculos. Sus características principales son:

- Detección larga(30 m)
- Rango (270°)
- Resolución angular (0.25°)
- Luminosidad 100k Lx
- Interfaz USB 2.0

c. Características del sensor RGBD Realsense

La cámara Intel® RealSense™ T265 es una cámara capaz de capturar imágenes RGB y de profundidad. El dispositivo ha sido diseñado para, directamente, implementar algoritmos de tracking en tiempo real, permitiendo la localización del robot y el mapping simultáneo (SLAM). El fabricante pone a disposición de los usuarios la hoja de característica².

Características de la pantalla táctil

La pantalla táctil integrada en el chasis del robot permite la interacción física con los usuarios, ya sean usuarios de la residencia o centros de día, o los propios profesionales sanitarios. La pantalla, de la marca Lenovo, es de 17" con una resolución fullHD.

Embodiment del robot Viriato

Tan importante resulta los sensores con los que el robot está equipado como la propia forma que presenta el robot. A lo largo del proyecto se han realizado diferentes estudios de cuál es la mejor apariencia del robot para ser aceptado por las personas mayores. De los estudios llevados a cabo, el resultado del mismo se presenta en la Fig. 4. En breve comenzará el proceso de fabricación de la carcasa mediante impresión 3D.

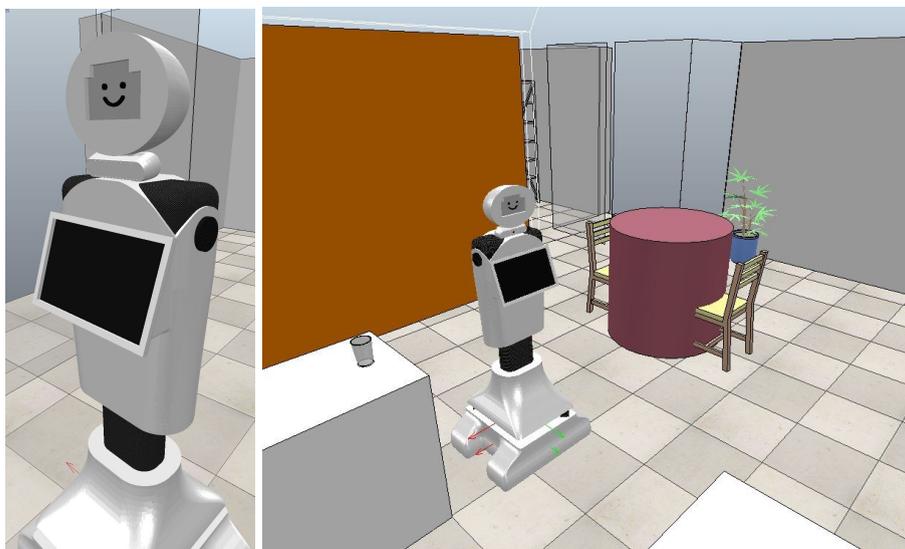


Fig. 4. Embodiment del robot Viriato. Modelo 3D sobre Coppelia

2

https://www.intelrealsense.com/wp-content/uploads/2019/09/Intel_RealSense_Tracking_Camera_Data_sheet_Rev004_release.pdf

1.1.2 Agentes software

Un robot social debe interactuar con los humanos siguiendo reglas sociales (interacción social entre humanos y robots), además de navegar siguiendo comportamientos socialmente aceptados. Para todo esto, un robot social debe tener una arquitectura cognitiva que permita la creación de planes sobre una representación del entorno. En este artículo, el robot está dotado de la arquitectura cognitiva CORTEX [3].

Un agente dentro de CORTEX se define como una entidad computacional a cargo de una funcionalidad bien definida, ya sea reactiva, deliberativa o híbrida, que interactúa con otros agentes dentro de un marco bien definido, para promulgar un sistema más grande [3]. En CORTEX, los agentes de nivel superior definen las funcionalidades o habilidades clásicas de las arquitecturas de robótica cognitiva, como la navegación, la manipulación, la percepción de la persona, la percepción del objeto, el diálogo, el razonamiento, la planificación, el aprendizaje simbólico o la ejecución. En este documento, están involucrados diferentes agentes específicos dentro de CORTEX. En primer lugar, en la capa superior de la arquitectura, el robot debe tener la capacidad de detectar objetos en la trayectoria y actualizar el modelo simbólico en consecuencia. Además, la habilidad de detectar humanos también es obligatoria porque los robots necesitan saber sobre los humanos para obtener comandos, evitar colisiones y proporcionar retroalimentación. El último y más importante agente para la navegación social es el que implementa los algoritmos de navegación. Implementa los algoritmos de planificación de rutas, localización y SLAM, entre otros.

Los agentes software en CORTEX también permiten la implementación de acciones que el robot debe llevar a cabo para el cuidado de los ancianos: planificar juegos para los ancianos, detectar su índice de actividad, navegar entre las personas, etc. Todo ello siguiendo unas normas socialmente aceptadas. La Fig. 5 muestra la estructura de CORTEX. La información que comparten todos los agentes es el DSR (Deep State Representation), una información compartida por todos los agentes y que se actualiza en tiempo real conforme se percibe y/o se actúa sobre el entorno.

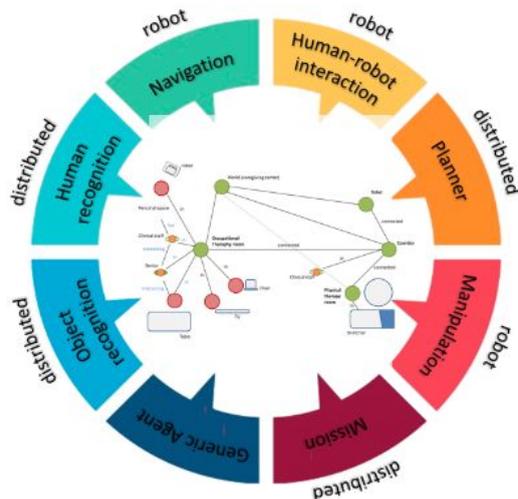


Fig. 5 Arquitectura CORTEX. Diferentes agentes participan en la lectura/escritura del DSR.

Algunos ejemplos de agentes descritos en la arquitectura CORTEX se muestran a continuación:

- Reconocimiento de objetos: el agente de percepción de objetos se encarga de reconocer y estimar la postura de los objetos y las marcas visuales en el entorno. Por cada objeto o marca detectada, la pose y su tipo se almacenan en el DSR.
- El detector de personas es el agente responsable de detectar y realizar el tracking a las personas en el medio ambiente. Los humanos no suelen disfrutar de que su espacio personal sea invadido por robots. La presencia de humanos en el camino de los robots o en su entorno puede determinar cambios en el plan de navegación para hacerlo socialmente aceptable. En la navegación social, un humano puede interactuar con el robot y darle órdenes, o incluso los robots, en su camino hacia su objetivo, pueden ser capaces de comunicarse con las personas para proporcionar información o pedir ayuda.
- Interacción entre el hombre y el robot. El agente de conversación realiza la interacción humano-robot (HRI). En entornos sociales, el HRI proporciona herramientas al robot y al humano, para la comunicación y la colaboración mutua. Este agente también se utiliza para incluir información en el modelo proporcionado por el humano, como información sobre objetos desconocidos o para adquirir ciertos comandos.
- Planificador (ejecutivo)... El agente ejecutivo es responsable de planificar planes factibles para lograr la misión actual, gestionar los cambios realizados en el DSR por los agentes como resultado de su interacción con el mundo, y supervisar la ejecución del plan. El agente ejecutivo utiliza un planificador llamado AGGL [4] basado en PDDL. Los agentes implicados colaboran ejecutando las acciones de las etapas del plan. Cada vez que se completa una etapa del plan, se incluye un cambio en el modelo. El agente ejecutivo utiliza este estado actual del modelo, el dominio, el objetivo y el plan anterior para actualizar el plan actual.
- Navegación. El agente de navegación es el encargado de realizar la navegación cumpliendo con las reglas sociales, incluyendo la planificación de la ruta global y el SLAM. Al mismo tiempo que mantiene actualizada esta información en el DSR.

El caso de uso descrito en el grupo RoboLab es el siguiente: “El robot, ubicado en un centro de cuidados, recibe el mandato -interno, o externo- de visitar una de las estancias del escenario. El robot navega socialmente hacia ese destino, tratando de no molestar ni interrumpir conversaciones, o acciones. En el caso de que el robot no pueda llegar a su objetivo, por algún tipo de bloqueo por parte de personas o interacciones, el robot planifica las acciones que debe llevar a cabo para, a partir de una HRI, liberar el camino y poder seguir navegando”

Con todo, la arquitectura de agentes se muestra en la Fig. 6:

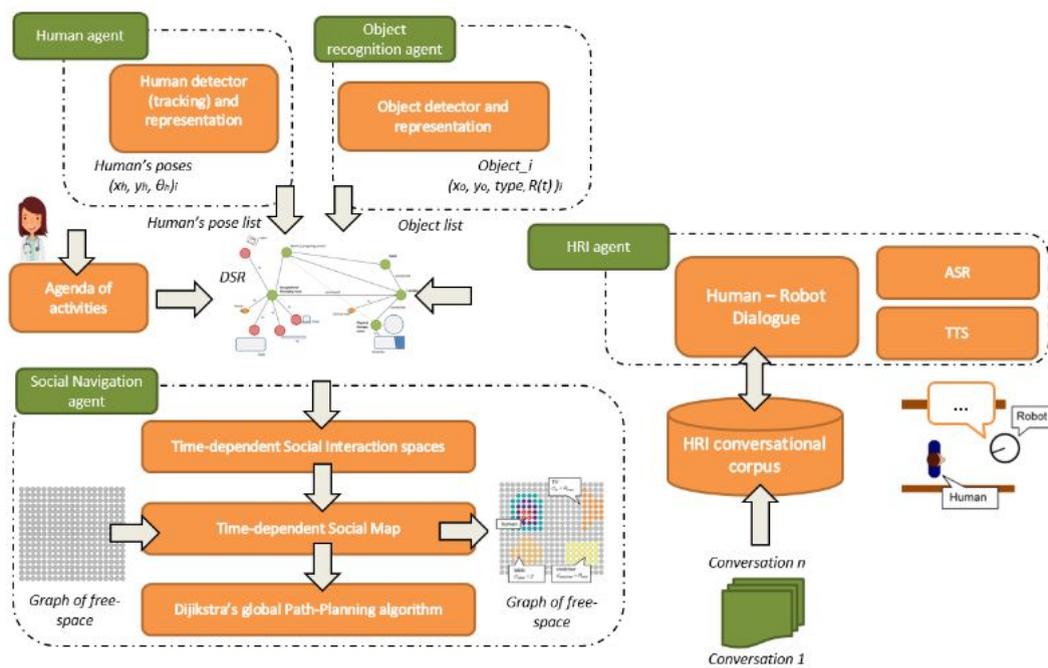


Figura 6. Agentes involucrados en el caso de uso del robot Viriato.

1.2 Instituto de Sistema e Robotica - Universidad de Coimbra

El Instituto de Sistema e Robotica es uno de los grupos con más experiencia en Portugal en el desarrollo y despliegue de robots en soluciones reales. El ISR introduce en el proyecto EuroAGE al robot GrowMu, un robot social que partía de proyectos previos del grupo y que ha sido actualizado a lo largo del presente proyecto. La Fig. 6 muestra la forma actual del robot GrowMu.

1.2.1 Hardware



Fig. 7. el robot GrowMu del Instituto de Sistema e Robotica

El robot fue diseñado durante el proyecto anterior Robot Social en un esfuerzo cooperativo compuesto por socios tanto académicos como industriales. Fue diseñado con la intención de lograr un equilibrio entre tres factores extremadamente importantes: funcionalidad, estética y costo.

El robot está dividido en dos partes principales: la parte superior y la inferior. La sección inferior aloja el sistema de accionamiento, la fuente de alimentación, la unidad de procesamiento y los sensores de navegación, incluyendo un telémetro láser y sensores de sonar. El sistema de tracción está compuesto por cuatro ruedas: dos ruedas de tracción diferenciales y motorizadas en la parte delantera y dos ruedas pasivas y omnidireccionales en la parte trasera. La sección superior contiene los componentes de la interfaz de usuario, como una pantalla táctil de 10 pulgadas, un avatar basado en LED, dos cámaras RGB y un sensor de profundidad (Asus Xtion Pro Live y Microsoft LifeCam Studio). Aparte de las ruedas motorizadas, el robot no contiene actuadores, una decisión de diseño que refleja el enfoque

del equipo de Coimbra en la interacción social.

La forma del robot y la cubierta exterior fueron diseñados con la estética en mente. La estatura relativamente baja del robot (125 cm) lo convierte en una presencia socialmente reconocible, pero aún así pacífica y no imponente.

1.2.2 Agentes software

El equipo de la Universidad de Coimbra ha dedicado especial atención a la promoción del ejercicio físico. Los agentes específicos desarrollados dentro del proyecto EuroAGE se han centrado en esta premisa, manteniendo su integración con la arquitectura CORTEX.

El argumento que describe el caso de uso es el siguiente: "Un entorno inteligente (aLab) monitoriza continuamente la ubicación, el estado y la actividad del usuario anciano a través de los datos proporcionados por una configuración multisensorial, que cubre los espacios vitales de la casa. En algún momento del día, el aLab detecta que el anciano ha estado mayormente estático durante mucho tiempo en la sala de estar, y plantea la hipótesis de un patrón de comportamiento sedentario. El robot social está de pie en la casa, esperando un evento relevante. Una vez que el sistema detecta que el usuario anciano ha estado mayormente estático por un largo período, el robot navega hacia el usuario. Cuando el robot está cerca del usuario, inicia un diálogo para motivarlo a realizar una actividad física. Si el usuario acepta la sugerencia, el robot lo conduce a una amplia zona de la casa, cerca de una pantalla en la que aparece un avatar virtual. Al llegar a esta ubicación, el robot puede solicitar al usuario sus preferencias en cuanto al estilo de ejercicio, que el avatar utiliza para configurar su rutina de ejercicios. El ejercicio comienza, con el avatar mostrando los movimientos que el usuario debe realizar, y el robot instruyendo y motivando al usuario".

El sistema desarrollado utiliza la cooperación entre 3 agentes: una red de cámaras, un avatar virtual y un robot social, es decir, un agente de percepción y dos agentes situados, respectivamente. Estos tres agentes actúan en tándem, compartiendo información y decisiones a través de una arquitectura centralizada DSR, para llevar al usuario a realizar actividades físicas. Cada uno de los tres agentes contribuye al estado del sistema: el robot y el avatar informan al sistema de su tarea actual, y el sistema de cámaras sobre el estado del usuario. El integrador de estado fusiona esta información en un estado de sistema unificado, de modo que puede ser utilizada para la planificación. Si el sistema de cámaras detecta que el usuario está inactivo durante un tiempo preestablecido, el sistema de planificación centralizada asigna una tarea al avatar y al robot, activando la ejecución adecuada en ambos agentes. La Fig. 8 muestra los agentes involucrados en el escenario.

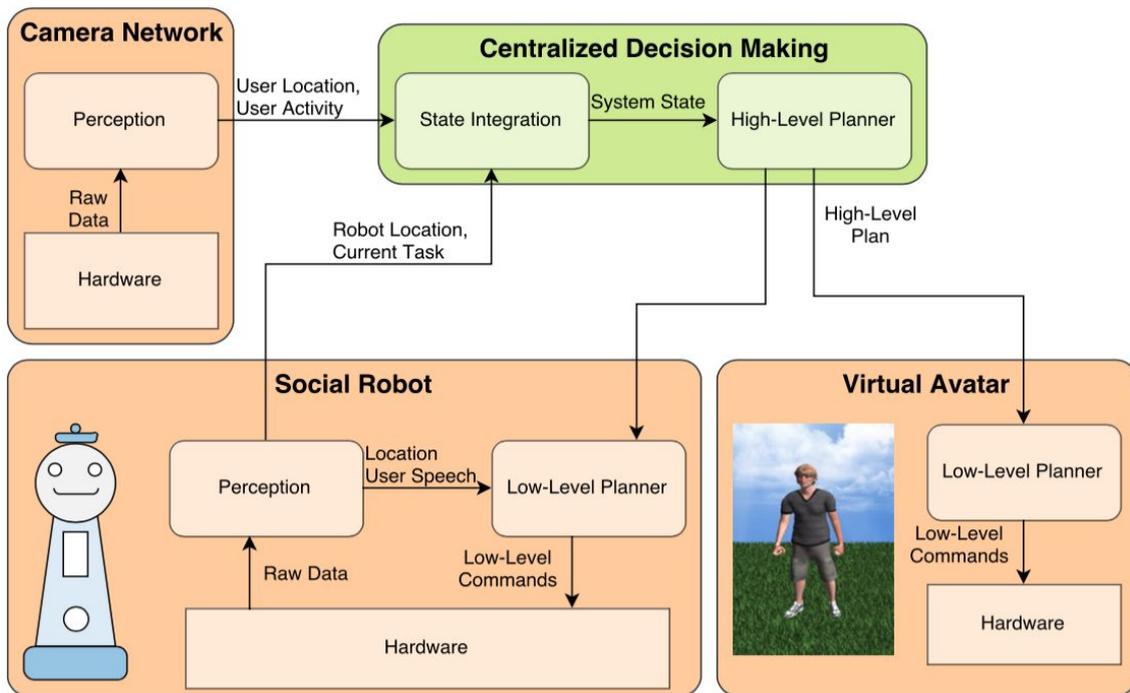


Fig. 8. Agentes involucrados en el escenario GrowMu

1.3 Instituto Politécnico de Castelo Branco

El Instituto Politécnico de Coimbra en el proyecto EuroAGE acuerda el desarrollo de dos robots sociales para su interacción con personas mayores. Los robots, de características bien diferenciadas, plantean retos complejos y muy diferentes unos de otros. El primero de los SAR consiste en un robot manipulador de base omnidireccional. El segundo robot es un robot de pequeño tamaño específico y con capacidad de manipulación de objetos. Ambos robots pueden apreciarse en la Fig. 9.



Fig. 9. robots SAR aportados por el Instituto Politécnico de Castelo Branco en el marco del proyecto EuroAGE

1.2.1 Hardware

El robot SAR dispone de una base omnidireccional con dos sensores láser de rango e infrarrojos para la detección y evitación de obstáculos. Además, dispone de un brazo manipulador así como de una pantalla led para la generación de emociones. Está equipado, también, con un sensor RGBD y equipo altavoces/micrófonos con los que interactúa con su entorno.

El segundo robot se corresponde con una base diferencial y con una pequeña cámara RGB. Las aplicaciones de este robot son limitadas, y son específicas para el desarrollo de aplicaciones y juegos interactivos con personas mayores.

1.2.2 Agentes software

De manera similar al resto del robot del proyecto EuroAGE, los agentes software desarrollados sobre esta plataforma permiten al robot navegar de forma socialmente aceptada por el entorno e interactuar con las personas.

2. Ecosistemas digitales de asistencias en el proyecto EuroAGE: ALabs

2.1 RoboLab - Universidad de Extremadura

2.1.1 Descripción del ALab

El ALab de la Universidad de Extremadura, ubicado en la Escuela Politécnica, cuenta con una superficie aproximada de unos 65 metro cuadrados repartidos en dos estancias. La primera de ellas comprende un futuro comedor/cocina, comunicada con una segunda estancia que equivaldría a dormitorio y salón.

El apartamento ha sido equipado, en una de sus salas, con redes de cámaras RGBD de diferentes resoluciones/características, con el objetivo de evaluar el funcionamiento de las mismas en diferentes condiciones reales. El apartamento cuenta igualmente con sensores de temperatura, humedad y CO₂, así como con actuadores sobre las persianas -estores motorizados-. El objetivo del aLab es disponer de un espacio seguro donde realizar pruebas de navegación robótica y de interacción humano-robot.

Los ALab constituyen un sistema ciber-físico específico, donde la información del mundo físico encuentra en su modelo digital gemelo (dado por el DSR de la arquitectura CORTEX+) la base de las acciones futuras que el robot, y el propio ALab, deben realizar para llevar a cabo con éxito el caso de uso. La Fig. 10 muestra el esquema de los ALab desplegados en el contexto del proyecto EuroAGE. Por su parte, la Fig. 11 ilustra una vista parcial del laboratorio y de sus sistema de percepción, así como del resultado de los agentes sobre imágenes reales.

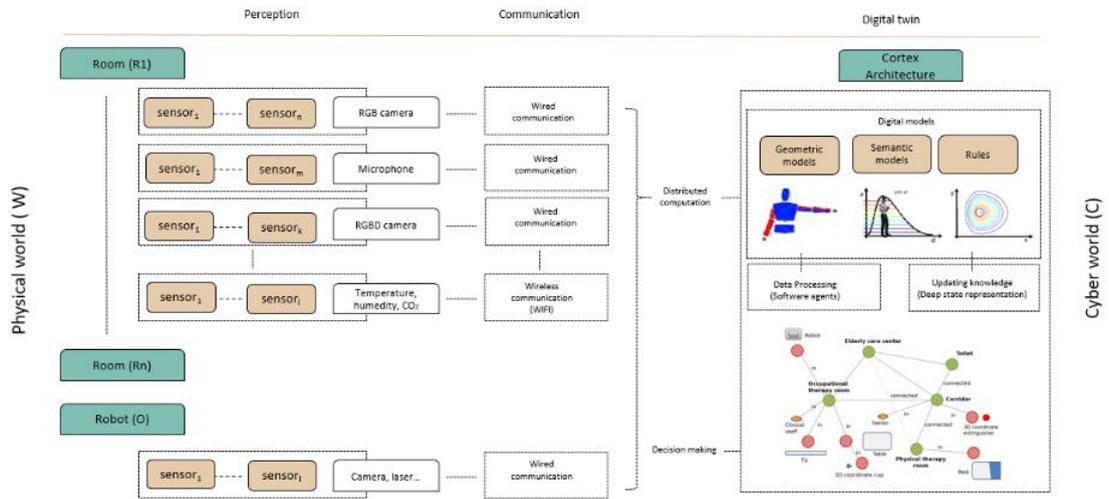


Fig. 10. El sistema cyber-físico que describe los aLab desplegados en el proyecto EuroAGE



Fig. 11. Vista parcial del aLab (arriba). Imágenes capturadas por el sistema de percepción y resultados del algoritmo de detección de la posición y postura de la persona mayor.

2.2 Instituto de Sistema e Robotica - Universidad de Coimbra

2.2.1 Descripción del ALab

El laboratorio de la Universidad de Coimbra simula un apartamento que comprende 4 áreas funcionales diferentes (ver el plano de la planta): comedor (1), cocina (2), sala de estar (3) y pasillo (4). Tiene una superficie de 20 m².

Contiene un conjunto de sensores estáticos que permiten percibir y monitorizar las actividades del usuario anciano y complementan los sensores móviles a bordo del robot. Contiene una red de 4 cámaras RGB conectadas a un servidor a través de TCP/IP, cubriendo el conjunto con un importante solapamiento entre las cámaras. El servidor central utiliza métodos de visión artificial y de aprendizaje automático para detectar y seguir las actividades del usuario, por ejemplo, la localización del usuario dentro del apartamento.

También contiene una red de sensores inalámbricos, compuesta por pequeños sensores estáticos integrados a través de ZigBee y microcontroladores dedicados, y conectados a un servidor central, con el fin de medir varias variables: temperatura, humedad, luminancia, puerta abierta, nivel de agua en un lavavajillas, calidad del aire, detección de movimiento, etc.

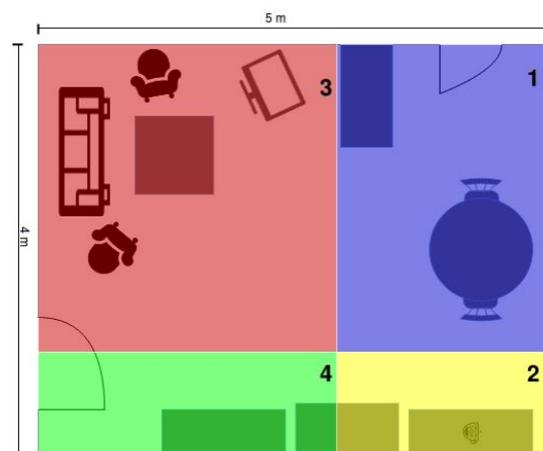


Figura 12. ALab del ISR de Coimbra

2.3 Instituto Politécnico de Castelo Branco

2.3.1 Descripción del ALab

El ALab del Instituto Politécnico de Coimbra consta de un espacio de unos 50 metros cuadrados distribuidos en dos estancias separadas por una puerta con un sistema de cierre de persianas automático. El espacio tiene distribuido una red de sensores Z-WAVE para la medición de la calidad del aire, de energía y temperatura, además de una red de cámaras RGBD para la monitorización de la actividad humana en el ALab.



Figura 13. ALab del IPC de Castelo Branco

3. Arquitectura y comunicaciones: ontología

El DSR (Deep State Representation) es la base de la arquitectura CORTEX+ desarrollada a lo largo del proyecto EuroAGE. Conceptualmente, el DSR es un grafo $G(N,E)$ compuesto por N nodos y E enlaces. Nodos y enlaces tienen a su vez una serie de atributos. El DSR ofrece una vista completa del conocimiento del robot y del ALab sobre la realidad. La Fig. 14 ilustra la representación compartida del centro de cuidado que se muestra arriba a la derecha. En este gráfico, cuatro habitaciones (es decir, salas de fisioterapia y terapia ocupacional, pasillo y baño) se dibujan como cuatro nodos. El SAR (nodo robot) está en la sala de fisioterapia, por lo que se dibuja un enlace en el gráfico para esta relación (otros tipos de están son, por ejemplo, “conectados”, “interactúan”, “tienen” o “están sobre”). De manera similar, el resto del modelo de gemelos digitales se construye de acuerdo con la información extraída del mundo físico.

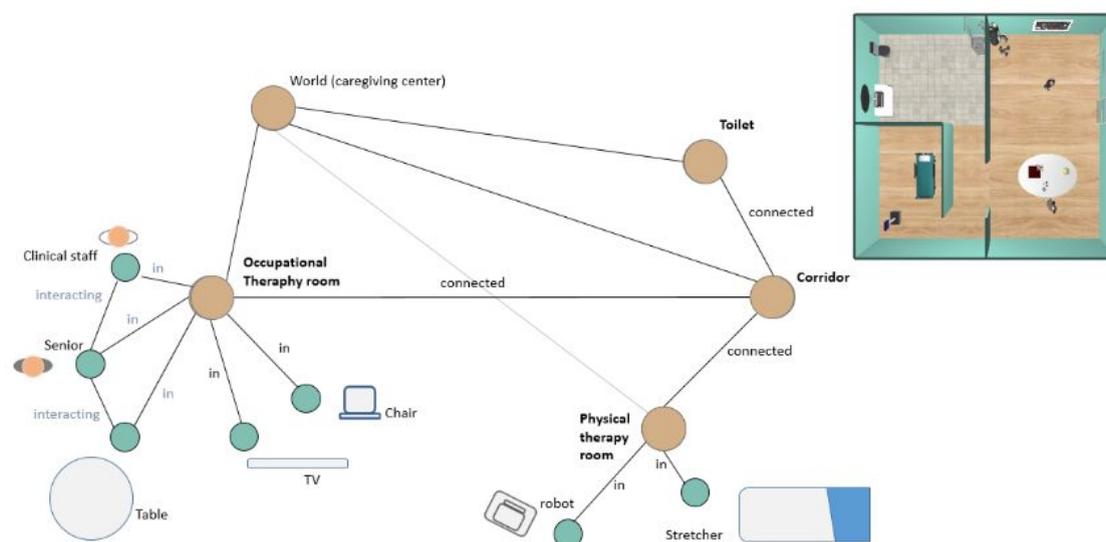


Figura 14. Ejemplo de la representación compartida (DSR) en CORTEX. El centro de cuidado simulado se muestra arriba a la derecha. El escenario se compone de cuatro habitaciones, con objetos y personas en su interior.

Gracias al DSR se planifican las acciones futuras que tienen que realizar tanto el robot como el ALab. Por ejemplo, la Fig. 15 muestra el caso de uso del grupo RoboLab. Se detallan a continuación cómo deben ser los nodos y enlaces del DSR al inicio de la navegación y al fin de la misma. En este caso el robot navega de una habitación a otra.

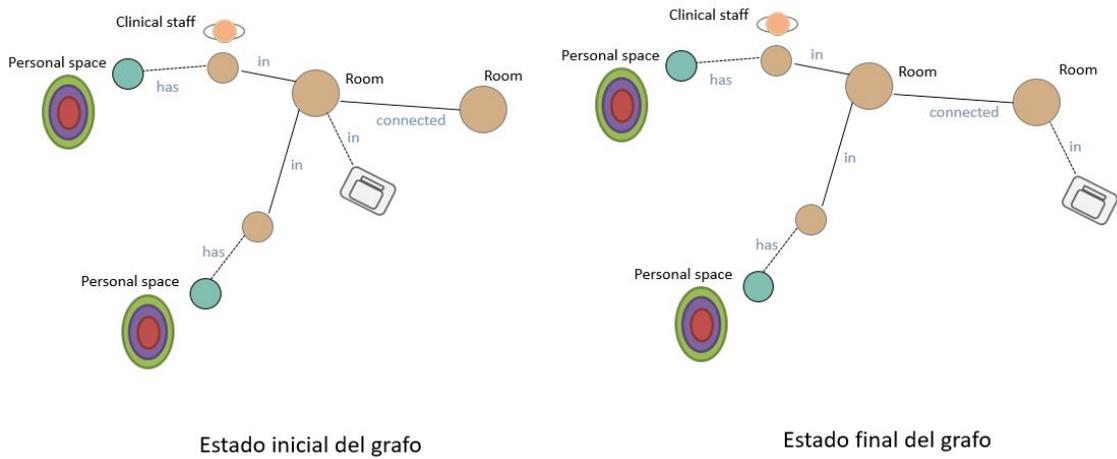


Figura 15. Evolución del grafo para el caso de uso descrito en el grupo RoboLab

Con todo, la definición acordada en el marco del proyecto EuroAGE para el DSR queda reflejada en la siguiente tabla:

Nodos

Nombre	Dependencia	Atributos	definición
world			-
room	world (in)	link	Nodo que identifica las posibles habitaciones del escenario
omnirobot	Room (in)	<i>pose: x, y, z, heading</i>	Nodo que identifica al robot omnidireccional
battery	Robot (charged)	<i>level: high, medium, low</i>	Nivel de batería (futura implementación)
person	Room (in) Person, object (is_interacting) Person, object (is_near) Person (is_blocking, block_renewed)	<i>Position: x, y, z, heading</i>	Persona en el mundo
personalSpace	Person (has)	<i>Polylines</i>	Espacio personal asociado a cada persona. Íntimo, personal y público.
object	Room (in)	<i>x,z,rot shape, inter_space, inter_angle, width height depth</i>	Objetos con los que se puede interactuar
affordanceSpace	object (has)	<i>Polyline cost</i>	Affordance del objeto asociado.

Enlaces

Nombre	nodo origen	nodo destino	Atributos	definición
has	<i>Person/Object</i>	<i>personalSpace /affordance</i>		Indica la existencia o no de espacios personales/interacción con objeto
in	<i>Room/Person/ Object...</i>	<i>Room /world</i>		Nodo origen se encuentra en el nodo destino
interacting	<i>Person</i>	<i>Person/Object</i>		Nodo origen está interactuando con el nodo destino
accessible	<i>Room</i>	<i>Room</i>		Habitaciones conectadas
charged	<i>Robot</i>	<i>Battery</i>		Indica el nivel de batería del robot
front	<i>Person</i>	<i>Person</i>		Indica si la persona está en frente del robot para iniciar una interacción
is_blocking	<i>Person</i>	<i>Robot</i>		Indica bloqueo en el camino. El robot no alcanza el destino final
block_renewed	<i>Robot</i>	<i>Person</i>		Indica que se ha intentado liberar el bloqueo y no ha sido posible
is_near	<i>Robot</i>	<i>Person</i>		Indica que el robot está cerca de la persona
is_interacting	<i>Robot</i>	<i>Person</i>		Indica que hay un diálogo en activo
blocked	<i>Robot</i>	<i>Robot</i>		indica que el robot está bloqueado en algún punto de la misión

Bibliografía

[1] J. Broekens, M. Heerink, and H. Rosendal. Assistive social robots in elderly care: A review. *Gerontechnology*, 8, 94–103, 2009.

[2] L. V. Calderita, A. Vega, S. Barroso-Ramírez, P. Bustos, and P. Núñez. Designing a Cyber-Physical System for Ambient Assisted Living: a Use Case for Social Robot Navigation in Caregiving Centers, sensors 2020.