

Ambient Intelligence based Multi-Agent System for attend Elderly People

Javier Andrés Agreda, Enrique González

Facultad de Ingeniería

Pontificia Universidad Javeriana

Bogotá, Colombia

agredaj@javeriana.edu.co, egonzal@javeriana.edu.co

Abstract- The physical and physiological changes in elderly people make difficult to perform and control basic house works; people lose progressively autonomy and independence. Moreover, the probability of total or partial abandonment is increasingly high, limiting an adequate monitoring of the person's health, which could prevent many of the problems typical of aging by generating alerts and/r appropriate actions. In order to mitigate these problems, in this work a solution based on ambience intelligence is proposed; the idea is to provide assistance to elderly people in everyday actions. The system includes the automation of home processes, and the use of the information gathered during the daily activities of the person in order to operate a multi agent system. The central intelligent component, utilizes the registered information, to make decisions oriented to the wellbeing of the person based on the analysis of behavior patterns.

Keywords— *Ambient Intelligence, Domotic, Smart Home, Multi-Agent Systems, Artificial Intelligence, Neural Networks, Sensors, Actuators, Modeling conduct.*

I. INTRODUCCIÓN

El paso de la edad conlleva daños en todos los aspectos del cuerpo humano entre los cuales se encuentran [1]: pérdida de masa muscular, pérdida de células neuronales, daño en la capacidad en los sentidos como la vista y el oído, daño en los sistemas glandulares, digestivo, nervioso, sanguíneo, además de agregar vulnerabilidad a problemas ambientales o genéticos [2], una problemática que afecta a todas las personas. Otra problemática que con el tiempo se agrava, es el abandono temporal o permanente de las personas de la tercera edad [3], por miles de diferentes causas cada vez más recurrentes como: falta de tiempo por causas laborales, lejanía física o abandono, entre otros. Lo que conlleva la falta de seguimiento ocultando los cambios sucedidos en la persona, que finalmente no permite anticipar los riesgos típicos de la edad.

En este contexto, los cambios físicos y fisiológicos implican que los adultos mayores y las personas de la tercera edad tienen mayor dificultad de controlar las tareas básicas del hogar, representando un problema de autonomía a tal punto de vulnerar sus derechos fundamentales [4]. Adicionalmente, con un mayor seguimiento se podrían prevenir muchos de los problemas típicos de la edad con las alertas y/o acciones adecuadas.

Para contribuir a la solución de la problemática, se requiere diseñar una arquitectura que permita implementar diferentes tipos de sensores y actuadores dinámicamente logrando un buen nivel de adaptabilidad, escalabilidad y portabilidad. Además, es necesario que la arquitectura permita la implementación de un sistema de toma de decisiones inteligente y que esta evolucione junto al paciente.

En el presente artículo, primero es necesario analizar información acerca del problema encaminado a realizar un análisis del ambiente inteligente. Segundo, se realiza un estado del arte de las problemáticas técnicas y tecnológicas que surgen del análisis inicial. Posteriormente, se realiza el análisis y diseño de la arquitectura del modelo para asistir a personas de la tercera edad. Finalmente, se concluye el artículo y se presenta el trabajo actual y futuro.

II. ANÁLISIS DEL AMBIENTE INTELIGENTE

Las problemáticas de salud de las personas de la tercera edad se acentúan desde que la adultez, por eso es recomendable hacer valoraciones generales y seguimiento al paciente para detectar morbilidades logrando disminuir el riesgo cuando se acerca a la tercera edad. Debido a esto, es importante tener una historia detallada y un control a los posibles riesgos físicos, funcionales, psíquicos, y también los causados por la fragilidad social como son el abandono, maltrato físico y mental, entre otros.

Generalmente, una conducta perjudicial, un riesgo mal llevado o tardíamente atendido convierte a los pacientes geriátricos es personas altamente dependientes. Si bien, es necesario reducir o anticipar el riesgo, también son necesarios cuidados que tienen un efecto positivo en los pacientes de tercera edad, los cuales son: tener a mano información sobre las enfermedades y alergias que padece, estar atento al uso de electrodomésticos que pueden causar accidentes como: estufas, calentadores y hornos, igual cuidado con superficies como: las escaleras, los filos de la cama, acceso al baño y finalmente que el ambiente este en las condiciones correctas de ventilación y temperatura.

Tabla 1 Niveles de servicio

	CONFORT	INTERACTIVO	APECTIVO	BIENESTAR	CIRCUNSTANCIAL	VITAL
EFEECTO CRÍTICO	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Muy alto
INTERACCIÓN	Directa	Directa	Indirecta	Indirecta	Indirecta	Directa
INTERFAZ	Teclado Mouse Pantalla Táctil Celular Cámara Micrófono	Teclado Mouse Pantalla Táctil Celular Cámara Micrófono			Sensores de ubicación	Sensor de pulsaciones Sensor de sueño
DATOS OBTENIDOS	Evento Fecha y Hora	Evento Fecha y Hora Emoción asociada al evento Tiempo en actividad Habilidad en actividad	Rutina Básica Rutina Complementaria Histórico	Rutina Básica Rutina Complementaria Rutina Recomendable	Rutina Básica Rutina Complementaria Rutina Recomendable Ubicación Signos vitales	Signos vitales
INFORMACIÓN INFERIDA	Rutina Básica	Rutina complementaria Relación actividad – estado anímico	Cambios de Rutina Posibles causas de Cambio	Valoración de Rutina Cambios en valoración de rutina	Cambios degenerativos Cambios positivos	Cambios en signos vitales
SALIDAS	Aparatos Eléctricos Programación automática	PC Aparatos Eléctricos Programación automática	Alertas a familiares	Alertas a familiares Alertas a usuario	Alertas a familiares Alertas a médicos Alertas a usuario	Alertas a familiares Alertas a médicos
NIVEL DE PROCESAMIENTO	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Muy Alto	Medio

También, es recomendable para los adultos mayores mantener buenos hábitos que conlleven beneficios a su bienestar, como: tomar la medicación correcta a la hora correcta, tener periodos de descanso saludables, hacer ejercicio de mínimo 15 minutos al menos 3 veces por semana [21], hacer caminatas recurrentes, llevar una dieta baja en azúcar, sal, harinas y grasas en horarios habituales [22].

Para cubrir todas estas problemáticas, la inteligencia ambiental, AmI por sus siglas en inglés, es una muy buena aproximación tanto para automatizar procesos en el hogar que ya no pueden realizar, como para obtener información explícita e implícitamente desde el ambiente mediante diferentes tipos de sensores y cruces de información para finalmente realizar acciones basadas en tres puntos clave: alteraciones en su patrón de conducta regular, salida de un patrón recomendable e ingreso de la conducta a un patrón no recomendable.

En este contexto, para analizar el AmI es necesario dividir el problema en niveles de servicios de asistencia en el hogar, cada uno con un objetivo en particular que se refleje en el bienestar, confort o seguridad del paciente geriátrico. Finalmente, estos niveles permiten la monitorización y modelación de la conducta de la persona en el tiempo, con lo cual se diseña una herramienta informativa que permita minimizar cierto tipo de riesgo vital para los pacientes.

Los niveles del servicio encontrados, como se pueden ver en la Tabla 1, reflejan 6 aspectos en los cuales se enfoca el sistema ambiental, cada uno deberá contar con cierta posibilidad para configurarse dinámicamente y personalizarse para cada usuario en particular. Cada uno de los niveles, se presenta a continuación con una descripción de la necesidad y objetivo, seguido por sus características particulares de la siguiente manera:

Nivel Confort: Cuando se pierde masa muscular y/o se padece enfermedades como Artritis, Artrosis, Párkinson, entre otras, se dificulta la realización de actividades rutinarias del hogar. En este nivel, se pretende ayudar a la realización de actividades relativamente sencillas como: encender las luces,

activar la calefacción, abrir las cortinas, o en general encender/apagar fácilmente algunos aparatos electrodomésticos.

Nivel Interactivo: Los pacientes geriátricos pierden gradualmente los sentidos, principalmente la visión y el oído. En este nivel, se pretende ofrecer soluciones multimedia de fácil uso con el fin de mantener activos estos sentidos, lo que conlleva a mantener activos también los procesos cerebrales necesarios.

Nivel Afectivo: Los adultos mayores son más susceptibles a problemas de orden afectivo que puede repercutir en su salud física y mental. En este nivel, se busca inferir según sus actividades si este requiere apoyo afectivo para alertar a familiares y amigos.

Nivel Bienestar: Los adultos mayores requieren llevar un estilo de vida saludable, por esto es muy importante determinar qué actividades de la vida diaria afectan estos aspectos. En este nivel, se busca determinar mediante información de sensores y la ayuda de alertas si la persona está o no realizando actividades saludables como: tomar sus medicamentos a tiempo, caminar, comer en horarios habituales, descansar en periodos recomendables y demás.

Nivel Seguridad Circunstancial: Debido a la pérdida o daño de masa cerebral se presentan enfermedades como el Alzheimer y la demencia senil, para las cuales requiere que se observe la ubicación y el comportamiento del paciente. En este nivel, se busca producir alertas de conductas que estén fuera del patrón regular o se encuentren en un patrón de riesgo.

Nivel Vital: Muchas afecciones de los pacientes geriátricos alteran sistemas vitales como el sanguíneo, nervioso, digestivo, etc., lo cual demanda una alerta constante de los signos vitales. En este nivel, se requiere que el sistema se alimente de los datos más relevantes de la historia clínica del paciente para vigilar de cerca los aspectos más críticos con la ayuda de sensores vitales constantes o temporales con el fin de alertar del estado inmediato del paciente.

Mediante estos niveles se pretende analizar a la persona de la tercera edad observando sus hábitos y conductas. A corto plazo, se analizará principalmente los signos vitales del paciente y según el modelo si estos son habituales del paciente, de lo contrario lanzara alertas críticas de respuesta inmediata. A largo o mediano plazo, se analizará un patrón de comportamiento regular y probable, el cual permitirá observar los cambios del usuario en el tiempo, este generará alertas informativas si hay algún cambio que tienda a ser un riesgo en el futuro del paciente geriátrico con objetivos preventivos.

III. TRABAJOS RELACIONADOS EN SMA Y AMI

La AmI se refiere al uso tecnológico en nuestros entornos cotidianos con dispositivos cada vez más ubicuos, embebidos y naturales, de ahí que nacen múltiples propuestas investigativas o comerciales. Entre las propuestas, Zamora presenta un sistema interesante que trata de fusionar el avance investigativo con tecnologías desarrolladas comercialmente, para lo cual usa un sistema ontológico intermediario entre los diferentes tipos de dispositivos y las ordenes enviadas [5].

En el contexto de la salud, se han desarrollado aproximaciones especializadas, varios autores nos presentan sistemas para personas con problemas de movilidad, estos se basan en la creación de controles sofisticados para que los usuarios puedan ejecutar las actividades del hogar [6][7][8]. Para personas de la tercera edad, Kim nos presenta un *framework* de hogar inteligente basado en las necesidades especiales de este grupo de edad [9], al igual que Miori, pero en este último se pretende ir más allá alertando “ataques” antes de que sucedan mediante la información de los sensores [10]. Moutacalli propone un sistema que es especializado para personas con discapacidades como la demencia senil o el Alzheimer que mediante minería de datos obtiene las actividades más relevantes realizadas por los pacientes [11].

Dentro del contexto de Inteligencia Ambiental y Sistemas Multi-Agentes, por sus siglas SMA, podemos encontrar propuestas como la de Reinisch en la cual se establecen agentes BDI, siglas en inglés de Belief-Desire-Intention, y un SMA, basado en orden jerárquico para cumplir tareas cotidianas del hogar que posteriormente se implementa en JADE, siglas en inglés de Java Agent DEvelopment Framework, para controlar la temperatura de un ambiente determinado [12]. Otra propuesta es la de Asare-Bediako, que presenta un SMA cuyo objetivo es optimizar el consumo de energía en una casa inteligente, pero va más allá y describe una arquitectura completa con múltiples roles de agentes que se adaptan a las características del ambiente inteligente [13]. Finalmente, Alam propone un SMA en el cual un agente supervisor analiza la conducta del individuo mediante el método bayesiano para prever actividades y realizarlas anticipadamente [14].

Para la inteligencia del modelo, los sistemas basados en Redes Neuronales, por sus siglas RN, tienen grandes ventajas, al abstraer las características del modelo solucionan problemas de *Big Data*, al comprimir todo el modelo del individuo en una cantidad finita de neuronas. Por otra parte, estos modelos presentan desafíos en cuanto a la división del análisis tanto en tiempo como actividades.

En el contexto de las RN, hay propuestas desde todas las técnicas, por ejemplo, la que propone Abu-Elanien que usa la técnica *feedforward*, en la cual se analizan diez características

en 3 niveles que entregan un valor que representa si el individuo está en un estado saludable o no [15], o la propuesta de Zhelong que combina redes neuronales con técnicas probabilísticas tomando la información de sensores *wearables* y representándolo mediante un modelo numérico [16]. El autor Fang, se basa en una técnica de RN de progresión hacia atrás y una percepción de múltiples niveles con un número determinado de acciones para realizar un patrón sobre ellas [17], similar a el autor Tian, pero este usa la aproximación recurrente para que las neuronas sigan entrenando y aprendiendo mientras el sistema de inteligencia sigue activo[20]. Finalmente, otros autores prefieren las RN de mapas auto-organizados, SOM por sus siglas en inglés, en una de ellas el resultado es un mapa que organiza las alertas en niveles de gravedad con entrenamiento no supervisado[18] y otra cuya diferencia es que usa un mapa de tamaño variable, el cual inicia con solo 4 neuronas y según el entrenamiento va creciendo hasta entregar un mapa de múltiples neuronas al final [19].

Interactuar con el ambiente requiere obtener información de sensores, en este aspecto Zhou se enfoca en obtener la ubicación mezclado diferentes tipologías de sensores comunes [23], pero autores como Van de Ven y Chan se especializan más en la salud proponiendo sensores que detecten caídas además de signos vitales [24] [25] o Bartula que propone usar la cámara para detectar el movimiento de la caja torácica como fuente de información del sistema respiratorio del paciente[26].

Para los actuadores, existen muchas propuestas, como Zamora que elabora una arquitectura que provee mecanismos múltiples para la mayoría de elementos del hogar[5]. En contexto de salud, se debe tener un especial cuidado, por ejemplo Fong se concentra en el correcto control del aire ya que para enfermedades respiratorias como el asma es esencial [27], o Plaza que adecua los actuadores en base a la movilidad de un paciente con incapacidad [7].

Hay múltiples tipos de conectividad, se toman principalmente las aproximaciones inalámbricas para corresponder con los objetivos de AmI. Varios autores, investigan cada una de las redes inalámbricas para aplicarlas en este contexto, por ejemplo: IP versión 6 [28], *Wi-Fi* [29] o *Bluetooth* [8], para cada uno de ellos hay mecanismos de respuesta ante pérdida de señal según cada tecnología, pero es inevitable que sucedan cortes de comunicación, para ello autores como Wartzek y Liu investigan la pérdida de comunicación, el primero, propone una fusión de sensores para tener varias fuentes alternas de información y con un modelo matemático calcula cual es el signo más probable tomando la diferencia de medidas de estos [30] y el segundo, hace un modelamiento de sensores cuando estos tienen alta intermitencia en el cual se completa la información mediante regresión [28].

IV. ANÁLISIS ORIENTADO A AGENTES

Este es un resumen del análisis del sistema, el cual es analizado mediante la metodología AOPOA[31], la cual permite encontrar los roles en los cuales se va a basar el SMA.

A. Actores y Casos de uso

Casos de uso obtenidos del análisis de la problemática, base de nuestro análisis del sistema ambiental. Primero, describimos

los actores en la tabla 2 y posteriormente los casos de uso en los cuales van a interactuar en la tabla 3.

Tabla 2 Actores SMA

ACTOR	DESCRIPCION
SISTEMA	Sistema de inteligencia Ambiental, recibe y gestiona solicitudes, además analiza y ejecuta acciones
ADMINISTRADOR	Configura el sistema con datos de usuario, sensores y actuadores, además está en la posibilidad de configurar y ejecutar acciones
USUARIO	Usuario Final o persona de tercera edad a asistir.
RECEPTOR	Receptor de alertas generadas por el análisis del sistema.

Tabla 3 Resumen Casos de Uso

NOMBRE	DESCRIPCION
INSTALACION SENSORES	Instalación y configuración de Sensores los cuales tomaran la información ambiental
INSTALACION ACTUADORES	Instalación y configuración de Actuadores los cuales realizarán acciones en el Ambiente.
CONFIGURACION ACCIONES	Configuración de Acciones, una acción es una o varias ejecuciones de los actuadores, que se pueden configurar para reaccionar a un evento en específico.
REGISTRO USUARIO	Registro de información relevante del Usuario que permita tener un perfil básico desde el cual arranca el sistema
ANALISIS VITAL INMEDIATO	Análisis Vital Inmediato de efecto crítico y respuesta inmediata.
ANALISIS RUTINA	Análisis de Rutina temporal para determinar patrones de conducta.
ANALISIS AFECTIVO	Análisis Afectivo para determinar patrones más complejos no solo de acciones si no de sentimientos.
AUTOMATIZACION ACCIONES	Automatización de Acciones por medio del análisis de rutina, pero que solo cumple con la automatización progresiva del sistema.
ACCESO REMOTO	Acceso Remoto para observar el estado del Usuario o realizar acciones.
EJECUTAR ACCIONES	Ejecutar acciones configuradas.
LEER SENSORES	Leer sensores y obtener datos.

Con estos 4 actores y 10 casos de uso se puede cubrir la mayoría de necesidades del sistema ambiental, tanto para análisis y toma de decisiones como en lectura y acción en el ambiente. Además, aunque no se puede ver una relación directa entre los niveles de asistencia y los casos de uso, cada nivel requiere la combinación de varios de estos casos de uso, por tanto cada clase de nivel definirá que requiere para cumplir su objetivo.

B. Tareas

Primero, se definen las habilidades que requieren los roles, cada una de estas proviene de los objetivos del AmI. Una vez obtenidas las habilidades, se analizan las tareas necesarias para cumplir con los casos de uso propuestos en el análisis del SMA, que se puede ver en la tabla 4, las cuales presentan los recursos requeridos y que entrarán en conflicto en el momento en el cual se ejecute.

Tabla 4 Tareas

NOMBRE	RECURSOS INVOLUCRADOS	HABILIDADES NECESARIAS
GESTIONAR SENSORES	SENSORES BASE DE DATOS	CREAR SENSOR LEER SENSOR

	AMBIENTE	GESTIONAR COMUNICACIÓN SENSOR
GESTIONAR ACTUADORES	ACTUADORES BASE DE DATOS AMBIENTE	CREAR ACTUADOR ACTIVAR ACTUADOR GESTIONAR ACTUADORES
GESTIONAR ACCIONES	ACTUADORES BASE DE DATOS	CREAR ACCIONES ACTIVAR ACTUADOR
GESTIONAR USUARIO	BASE DE DATOS	REGISTRAR USUARIO LEER SENSORES
ANALISIS VITAL INMEDIATO	BASE DE DATOS SENSORES ACTUADORES AMBIENTE	LEER SENSORES INGRESAR INFORMACION MODELO ACTIVAR MODELO ACTIVAR ACCIONES DE MODELO GESTIONAR ACTUADORES ACTIVAR ACTUADOR
ANALISIS RUTINA	BASE DE DATOS SENSORES ACTUADORES AMBIENTE	LEER SENSORES INGRESAR INFORMACION MODELO ACTIVAR MODELO ACTIVAR ACCIONES DE MODELO GESTIONAR ACTUADORES ACTIVAR ACTUADOR
ANALISIS AFECTIVO	BASE DE DATOS SENSORES ACTUADORES AMBIENTE	LEER SENSORES INGRESAR INFORMACION MODELO ACTIVAR MODELO ACTIVAR ACCIONES DE MODELO GESTIONAR ACTUADORES ACTIVAR ACTUADOR
AUTOMATIZACION ACCIONES	BASE DE DATOS SENSORES ACTUADORES AMBIENTE	LEER SENSORES INGRESAR INFORMACION MODELO ACTIVAR MODELO ACTIVAR ACCIONES DE MODELO GESTIONAR ACTUADORES ACTIVAR ACTUADOR
ACCESO REMOTO	BASE DE DATOS CONEXIÓN	ACCESO REMOTO LEER SISTEMA REMOTO ACTUAR SISTEMA REMOTO LEER SENSOR GESTIONAR ACTUADOR ACTIVAR ACTUADOR
ACCESO LOCAL	BASE DE DATOS CONEXIÓN	ACCESO LOCAL LEER SISTEMA ADMINISTRAR SISTEMA LEER SENSOR GESTIONAR ACTUADOR ACTIVAR ACTUADOR
GESTIONAR BASE	BASE DE DATOS	GESTION BASE DE DATOS

En este contexto, las habilidades necesarias para cumplir con los objetivos del SMA presentan un ambiente especializado, debido a que las tareas son específicas y no se requiere que los roles tengan tareas múltiples.

C. Roles

Los roles obtenidos mediante el análisis orientado a agentes, tienen unas tareas específicas las cuales representan las metas de todo el sistema y que deberán interpretar los agentes en el SMA. Los roles encontrados son 6, el gestor de sensores síncronos, el gestor de sensores asíncronos, el gestor de actuadores, el gestor de datos, el asistente de usuario y la interfaz como se puede ver en la tabla 5.

Tabla 5 Roles

ROL	DESCRIPCION	TAREAS ASIGNADAS
GESTOR SENSORES SINCRONOS	Manejador de sensores para gestionar la lectura de datos, en sensores síncronos para los cuales se solicita lectura.	GESTIONAR SENSORES
GESTOR DE SENSORES ASINCRONOS	Manejador de sensores para gestionar la lectura de datos en sensores asíncronos los cuales generan eventos cuando cambia el valor de la variable.	GESTIONAR SENSORES

GESTOR ACTUADORES	Manejador de actuadores para gestionar las solicitudes de activación	GESTIONAR ACTUADORES GESTIONAR ACCIONES
GESTOR DATOS	Maneja la información del usuario, los sensores y actuadores para optimizar el sistema	GESTIONAR BASE
ASISTENTE DE USUARIO	Gestiona la información y los modelos que se deben manejar según las características de la misma	GESTIONAR USUARIO ANALISIS VITAL ANALISIS RUTINA ANALISIS AFECTIVO AUTOMATIZACIÓN ACCIONES
INTERFAZ	Gestiona interfaz local y remota	ACCESO REMOTO ACCESO LOCAL

RR2	GESTOR SENSORES SINCRONOS ASISTENTE DE USUARIO	SENSORES	COLABORACION SIMPLE	COLABORACION	REQUEST - RESPONSE
RR3	GESTOR ACTUADORES ANALIZADOR	ACTUADORES	COLABORACION COORDINADA	COLABORACION	REQUEST - RESPONSE
RR4	GESTOR DATOS ASISTENTE USUARIO	BASE DE DATOS	CONFLICTO COLECTIVO SOBRE RECURSO	RESOLUCION DE CONFLICTOS	REQUEST - RESPONSE
RR5	ASISTENTE DE USUARIO INTERFAZ	BASE DE DATOS ACTUADORES SENSORES	CONFLICTO COLECTIVO SOBRE RECURSO	RESOLUCION DE CONFLICTOS	REQUEST - RESPONSE
RR6	INTERFAZ GESTOR DE ACTUADORES	ACTUADORES	COLABORACION SIMPLE	COLABORACION	REQUEST - RESPONSE

Los roles gestores propuestos son necesarios para manejar los recursos, cada uno de ellos tiene la capacidad para priorizar y realizar las solicitudes para los recursos a su cargo. Cabe destacar, que inicialmente se planeó un solo rol gestor de sensores, pero como se ve en la tabla 6, los protocolos de comunicación son diferentes para sensores síncronos y asíncronos por lo cual se determinó la división de los roles. Además, el rol Asistente tendrá un gran peso ya que es el encargado de analizar los cambios y solicitar las acciones. Finalmente, la interfaz es la encargada de comunicar a las personas con el SMA, tanto para el actor receptor como para el usuario.

V. DISEÑO SMA

En el diseño presentado en la figura 1, se encuentran los roles principales y sus interacciones, cuyo detalle se puede ver en la tabla 6, además del uso de los recursos que emplean, llevando la asistencia de la persona de la tercera edad a un nivel distribuido y cooperativo pero simple como aproximación a la solución de la problemática

Primero, los gestores de sensores y actuadores se encargaran de centralizar las peticiones y ejecutar las tareas de acuerdo a la prioridad, esto teniendo en cuenta que aunque es un solo rol, se generan múltiples agentes según la cantidad de recursos a gestionar, el gestor de datos también centraliza las peticiones pero solo apunta a un recurso, la base de datos, y por tanto no tiene necesidad de replicarse. Segundo, el rol de interfaz maneja tanto la interfaz administrativa como la de usuario, esta se puede replicar con ciertas restricciones a otros dispositivos para tener agentes móviles con capacidades de interactuar con los otros agentes. Finalmente, el asistente del usuario es el componente central del SMA, este se encargará de tener el modelo del usuario y analizar en los seis niveles que se descompone la problemática, solicitará la información, decidirá y solicitará la ejecución de acciones.

Tabla 6 Interacciones

VIN.	ROLES	RECURSOS EN CONFLICTO	TIPO DE SITUACION DE INTERACCION	TECNICA	PROTOCOLO
RR1	ASISTENTE DE USUARIO GESTOR SENSORES ASINCRONOS	SENSORES	COLABORACION SIMPLE	COLABORACION	REQUEST - RESPONSE

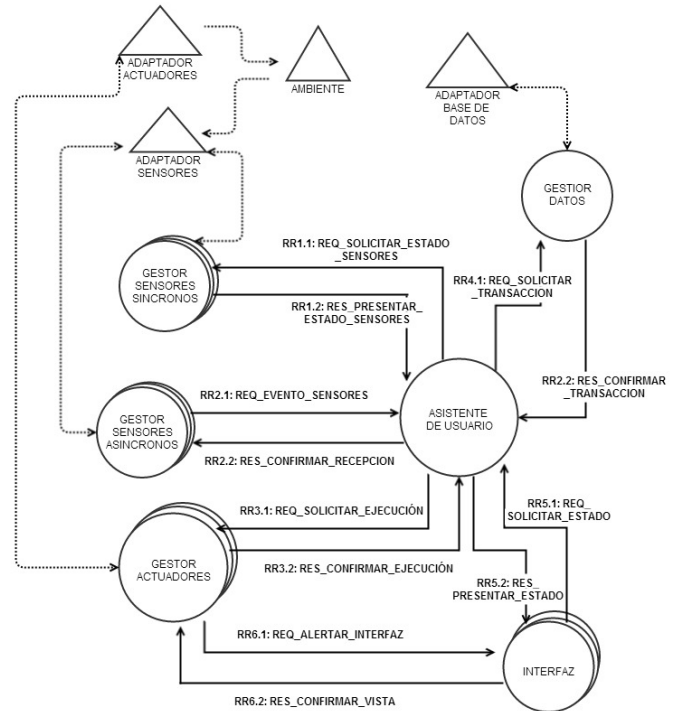


Figura 1 Diagrama de Interacción

VI. CONCLUSIONES

Abordar la asistencia a personas de la tercera edad es un tema complejo y requiere que se analice en varios niveles para hacer un mejor modelamiento que no solo se enfoque en sus signos vitales, si no en otras variables de comportamiento para evaluar su bienestar general.

El análisis de la problemática mediante SMA permite encontrar una buena aproximación, esta tiene muchas ventajas como la distribución de procesos, el nivel de escalamiento y de cooperación logrando una mayor organización en las respuestas del sistema. Además, el modelo se presenta centralizado hacia el rol de asistente del usuario, el cual toma las decisiones desde su modelo de toma de decisiones que puede ser desarrollado con múltiples técnicas de IA sin necesidad de modificar el SMA, en este caso se está desarrollando mediante RN.

En trabajo actual, se encuentra el diseño, desarrollo e implementación de los módulos de análisis, lo que permitirá que el nivel de asistencia del sistema hacia el usuario sea más dinámico y con una mayor funcionalidad. Todos los módulos

de análisis se realizan mediante RN, ya que es la técnica IA que permite un aprendizaje continuo de la conducta del usuario.

Como trabajo futuro del proyecto se tendrá la implementación del SMA con los módulos de análisis inteligentes con múltiples tecnologías de sensores y actuadores comerciales e investigativos. Además, se puede realizar un análisis adaptativo del modelo presentado a múltiples condiciones que requieran asistencia o simplemente a un modelo general para personas que no requieren asistencia pero que pueden obtener beneficios del mismo.

REFERENCIAS

- [1] Gac E, H. (2000). Algunos Cambios Asociados al Envejecimiento, Pontificia Universidad Católica de Chile, Vol 29.
- [2] Arroyo, Lera, Sánchez, Bunout, Santos, Albala (2007) Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. Revista médica de Chile, vol. 135, n.o 7, pp. 846-854.
- [3] OMS. (2012) Envejecimiento y ciclo de vida, Información general para el día mundial de la salud, pp 12-24.
- [4] ONU. (2012). Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad (CRPD), pp 5-10.
- [5] Zamora-Izquierdo, M.A., Santa, J., and Gomez-Skarmeta, A.F. (2010). An Integral and Networked Home Automation Solution for Indoor Ambient Intelligence. IEEE Pervasive Computing 9, 66–77
- [6] Cofre, J.P., Moraga, G., Rusu, C., Mercado, I., Inostroza, R., and Jimenez, C. (2012). Developing a Touchscreen-based Domotic Tool for Users with Motor Disabilities. (IEEE), pp. 696–701.
- [7] Plaza, M., Aperador, W., and Aviles, O. (2013). Technology in Locomotion and Domotic Control for Quadriplegic. (IEEE), pp. 99–100.
- [8] Ramlee, R.A., Tang, D.H.Z., and Ismail, M.M. (2012). Smart home system for Disabled People via Wireless Bluetooth. (IEEE), pp. 1–4.
- [9] Kim, J., Choi, H., Wang, H., Agoulmine, N., Deerv, M.J., and Hong, J.W.-K. (2010). POSTECH's U-Health Smart Home for elderly monitoring and support. (IEEE), pp. 1–6.
- [10] Miori, V., and Russo, D. (2012). Anticipating Health Hazards through an Ontology-Based, IoT Domotic Environment. (IEEE), pp. 745–750.
- [11] Moutacalli, M.T., Marmen, V., Bouzouane, A., and Bouchard, B. (2013). Activity pattern mining using temporal relationships in a smart home. (IEEE), pp. 83–87.
- [12] Reinisch, C., and Kastner, W. (2011). Agent based control in the Smart Home. (IEEE), pp. 334–339.
- [13] Asare-Bediako, B., Kling, W.L., and Ribeiro, P.F. (2013). Multi-agent system architecture for smart home energy management and optimization. (IEEE), pp. 1–5.
- [14] Alam, M.R., Reaz, M.B.I., Ali, M.A.M., Samad, S.A., Hashim, F.H., and Hamzah, M.K. (2010). Human activity classification for smart home: A multiagent approach. (IEEE), pp. 511–514.
- [15] Abu-Elanien, A.E.B., Salama, M.M.A., and Ibrahim, M. (2011). Determination of transformer health condition using artificial neural networks. (IEEE), pp. 1–5.
- [16] Zhelong Wang, Ming Jiang, Yaohua Hu, and Hongyi Li (2012). An Incremental Learning Method Based on Probabilistic Neural Networks and Adjustable Fuzzy Clustering for Human Activity Recognition by Using Wearable Sensors. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine 16, 691–699.
- [17] Fang, H., and He, L. (2012). BP Neural Network for Human Activity Recognition in Smart Home. (IEEE), pp. 1034–1037
- [18] Lumme, V. (2011). Diagnosis of multi-descriptor condition monitoring data. (IEEE), pp. 1–10
- [19] Zheng, H., Wang, H., and Black, N. (2008). Human Activity Detection in Smart Home Environment with Self-Adaptive Neural Networks. (IEEE), pp. 1505–1510.
- [20] Tian, Z., and Zuo, M.J. (2010). Health Condition Prediction of Gears Using a Recurrent Neural Network Approach. IEEE Transactions on Reliability 59, 700–705.
- [21] Hernández Y., Bernardo I., Catalá I., Domínguez M., (2003). Ejercicio físico en pacientes geriátricos. Rev Cubana Enfermería.
- [22] Martínez M. J., Piñeiro G., Grupo Gallego de Estudio de Nutrición Enteral Domiciliaria Geriátrica, Estudio nutricional en pacientes geriátricos (mayores de 65 años) con nutrición enteral ambulatoria. (2002) Correlación entre patología de base, aporte nutricional y tratamiento farmacológico, Nutrición Hospitalaria, pp 159-167.
- [23] Zhou, Y., Lin Ma, Mathew, J., Yong Sun, and Wolff, R. (2010) Maintenance decision-making using a continuous-state partially observable semi-Markov decision process. (IEEE), pp. 1–8,.
- [24] Van de Ven, P., Feld, R., Bourke, A., Nelson, J., and Laighin, G.O. (2008). An integrated fall and mobility sensor and wireless health signs monitoring system. (IEEE), pp. 625–628.
- [25] Chan, A.M., Selvaraj, N., Ferdosi, N., and Narasimhan, R. (2013). Wireless patch sensor for remote monitoring of heart rate, respiration, activity, and falls. (IEEE), pp. 6115–6118.
- [26] Bartula, M., Tigges, T., and Muehlsteff, J. (2013). Camera-based system for contactless monitoring of respiration. (IEEE), pp. 2672–2675.
- [27] Fong, A.C.M., and Fong, B. (2011). Indoor air quality control for asthma patients using smart home technology. (IEEE), pp. 18–19.
- [28] Jara, A.J., Zamora-Izquierdo, M.A., and Skarmeta, A.F. (2013). Interconnection Framework for mHealth and Remote Monitoring Based on the Internet of Things. IEEE Journal on Selected Areas in Communications 31, 47–65
- [29] Liu Z., Huang W. (2012). The design of smart home system based on Wi-Fi. (IEEE), pp. 454–456.
- [30] Wartzek, T., Bruser, C., Walter, M., and Leonhardt, S. (2014). Robust Sensor Fusion of Unobtrusively Measured Heart Rate. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics 18, 654–660.
- [31] González E., Bustacara C., (2007) Desarrollo de Aplicaciones Basadas en Sistemas Multi-Agentes, Pontificia Universidad Javeriana.