# Interoperability Issues among Smart Home Technological Frameworks (Problemas de Interoperabilidad entre los Marcos Tecnológicos del Hogar Inteligente)

**Abstracto:**

El envejecimiento de la población puede verse como una historia de éxito humano, el triunfo de la salud pública, los avances médicos y el desarrollo económico sobre enfermedades y lesiones, y como uno de los fenómenos más desafiantes que enfrenta la sociedad en este siglo. La tecnología de asistencia en todas sus implementaciones posibles (desde la telemedicina hasta la vida asistida ambiental y la inteligencia ambiental) representa una respuesta emergente a las necesidades de la nueva generación de adultos mayores cuyo deseo es vivir más tiempo con una mejor calidad de vida. El objetivo de este documento es presentar los resultados de una acción financiada con fondos públicos para el desarrollo e implementación de una "plataforma de integración" para Ambient Assisted Living que incluye características de automatización del hogar (administración de energía, seguridad, confort, etc.) e introduce "smart objetos".

**Publicado en:**[XI Conferencia Internacional IEEE / ASME 2014 sobre Sistemas y Aplicaciones Mecatrónicas y Embebidas (MESA)](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/6926647/proceeding)

**Fecha de la conferencia:** 10-12 de septiembre de 2014

**Fecha de adición a IEEE *Xplore*:** 27 de octubre de 2014

**Información del ISBN:**

**Número de acceso de INSPEC:** 14701001

**DOI:**[10.1109 / MESA.2014.6935626](https://doi.org/10.1109/MESA.2014.6935626)

**Editorial:**IEEE

**Lugar de la conferencia:** Senigallia, Italia

**SECCIÓN I.**

## **Introducción**

La población mundial está envejeciendo en muchos países [1]. Si bien la población de los países más desarrollados económicamente ha envejecido durante más de un siglo, este proceso ha comenzado recientemente en la mayoría de los países menos desarrollados y se ha comprimido en pocas décadas. El envejecimiento de la población puede verse de dos maneras: como una historia de éxito humano, con el triunfo de la salud pública, el progreso médico y el desarrollo económico sobre enfermedades y lesiones; y como uno de los fenómenos más desafiantes que enfrenta la sociedad en este siglo. Se trata de la capacidad de las familias, los estados y las comunidades para satisfacer las necesidades de una parte tan relevante de la población, tanto desde un punto de vista social como económico. El cambio actual en la demografía presenta un gran desafío para las empresas por igual [2]. Una implicación esencial es la aparición y el crecimiento constante del llamado "mercado gris" o "mercado de la plata", es decir, el segmento del mercado más o menos ampliamente definido como personas de 50 años o más. Dentro de este mercado, los dispositivos de asistencia representan un papel importante que, a menudo con un alto contenido tecnológico, puede ayudar a las personas mayores a mantener su capacidad para realizar las actividades de la vida diaria y, por lo tanto, su independencia. La tecnología de asistencia en toda su posible implementación, desde la telemedicina hasta la vida asistida ambiental (AAL), y la inteligencia ambiental (AI) representa una respuesta emergente a las necesidades de la nueva generación de adultos mayores, cuyo deseo es vivir más tiempo con una mejor calidad de vida.

Desde la perspectiva del cliente, es de vital importancia que un dispositivo de asistencia relativamente costoso esté "preparado para el futuro" [3]en términos de la posibilidad de ser utilizado durante varios años y adaptarse a las necesidades cambiantes de los usuarios. Además, los sistemas deben instalarse en hogares existentes y deben integrarse a la infraestructura existente. Estos desafíos solo pueden abordarse mediante la modularidad habilitada por interfaces estandarizadas entre sistemas, componentes y su interoperabilidad. Ya existe una multitud de estándares aplicables a la tecnología de asistencia, pero desafortunadamente la situación es realmente compleja. Para muchos temas relevantes simplemente no hay estándares, o no hay estándares con aceptación del mercado. Esto obliga a todos a "reinventar la rueda" con cada nuevo producto o proyecto. Para otros temas, a menudo hay estándares que se superponen o rivalizan impulsados ​​por diferentes proveedores, lo que causa incompatibilidad con todos los demás.

A nivel europeo, este problema se aborda en una serie de acciones de investigación y coordinación. La Agenda Digital para Europa identifica procedimientos mejorados de establecimiento de normas y una mayor interoperabilidad como las claves del éxito (pilar II). La Asociación Europea de Innovación sobre el Envejecimiento Activo y Saludable (EIP-AHA) considera la interoperabilidad como uno de los principales problemas. La acción específica para el Grupo de Acción C2 (Indipen-dent Living) se define como el desarrollo de soluciones de vida independiente interoperables, que incluyen pautas para modelos de negocio: extender la vida activa e independiente a través de soluciones abiertas y personalizadas respaldadas por estándares globales, implementación validada de interoperable plataformas y nueva evidencia sobre el retorno de la inversión, mientras que en el plan de trabajo del Grupo de Acción 4 (Entornos amigables con la edad), la actividad 4. 2 es definir pautas y estándares de interoperabilidad. En las últimas convocatorias del programa conjunto AAL, la interoperabilidad es uno de los requisitos que deben cumplir las propuestas.

El objetivo de este documento es mostrar los resultados de una acción fundada por la región de Marche, dirigida al desarrollo e implementación de una plataforma de integración para AAL que, a partir del enfoque basado en plataformas ya existentes en los servicios de telemedicina, expande dicho concepto, incluido el hogar características de automatización (gestión de energía, seguridad, comodidad, etc.) e introducción de objetos inteligentes (SO), capaces de comunicar su interacción con un usuario mayor para monitorear las actividades de la vida diaria y detectar cualquier comportamiento anormal que pueda representar un peligro o algo tipo de síntomas de una enfermedad incipiente. Organizar los sistemas existentes y los nuevos objetos desarrollados expresamente coloca la interoperabilidad como uno de los temas principales de la acción. El documento está organizado de la siguiente manera: Sección IIy todas sus subsecciones proporcionan una visión general de cada proyecto, con arquitecturas relacionadas y estrategias de gestión de datos; La Sección III discute las propuestas de interoperabilidad que aborda cada proyecto, con el objetivo de identificar una solución común viable. Finalmente, la Sección IV saca la conclusión principal del documento.

**SECCION II.**

## **Descripción general de arquitecturas y gestión de datos de proyectos individuales**

### Un proyecto HicMO

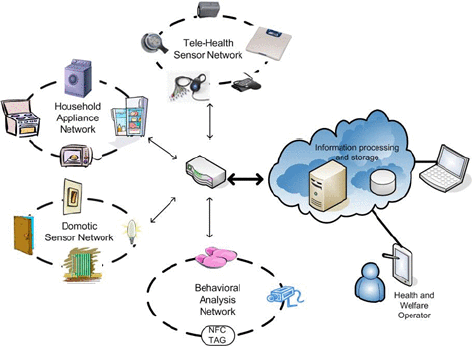
El objetivo principal del proyecto HicMO1 es diseñar y desarrollar una plataforma AAL que, integrando diversos sensores y dispositivos inteligentes, brinde servicios avanzados para monitorear las actividades domésticas y garantizar el bienestar de las personas mayores.

El proyecto involucra a 13 PYME que proporcionan varios tipos de sensores y dispositivos inteligentes, y la Universidad Politécnica delle Marche, en diferentes campos de la ingeniería industrial y de la información para apoyar a los socios en cualquier aspecto del diseño. Se tienen en cuenta varias clases de dispositivos: i) Sensores ambientales, para controlar la temperatura, la humedad, la calidad del aire, los niveles de iluminación de las distintas habitaciones de la casa. Además, un conjunto de sensores para controlar el consumo de energía y, mediante enchufes inteligentes, el uso de dispositivos; ii) Sensores portátiles. Un sensor que se puede incrustar en la suela de los zapatos, adaptable a diferentes tipos de zapatos, para recopilar, analizar y transmitir datos sobre el movimiento del usuario, como, por ejemplo, velocidad, número de pasos, períodos de movimiento y descanso, etc. Además, Se está desarrollando una camiseta con un acelerómetro 3D y una Galvanic Skin Response. Esta camiseta puede proporcionar información sobre la actividad del usuario, es un detector de caídas y puede identificar eventos de naturaleza significativa o intensa. Finalmente, una etiqueta RFID ha sido diseñada para incrustarse en un anillo o una pulsera. Este sensor está acoplado con un elemento de pequeñas dimensiones que registra la proximidad del usuario a los objetos; de esta manera, tenemos información sobre la posición del usuario, los dispositivos con los que interactúa, etc. iii) Sistema de telemedicina, compuesto por 4 dispositivos médicos: monitor de presión arterial, balanza digital, oxímetro de pulso y electrocardiógrafo; iv) Gestión multimedia: un adaptador SmartTV y una plataforma para e-learning. El primero es capaz de transformar cualquier televisor en un dispositivo para reproducir contenido multimedia, concebido como una interfaz simple para el proyecto general. Este último se ha incluido para ayudar a un usuario mayor también mediante capacitación; v) Electrodomésticos activos. En particular, el proyecto incluye un refrigerador, que puede transmitir información sobre su estado e interacciones con el usuario (por ejemplo, apertura de la puerta, apertura del cajón de medicamentos, cambio de temperatura).

Central para el desarrollo del proyecto es la noción SO, una abstracción de dispositivos y funcionalidades de sensores que proporciona una visión uniforme sobre estándares heterogéneos, protocolos de comunicación, tipos de datos y categorías (desde valores de mediciones físicas hasta textos). Cada SO se ve como un servicio capaz de transmitir información a través de HTTP a un sistema centralizado (llamado PID) que permite a los fabricantes manejar todas las características internas. Los SO se describen mediante descriptores XML que proporcionan información para identificar el SO, describir las mediciones recopiladas por el SO y enumerar los comandos a los que el dispositivo puede responder. Mediante el descriptor XML, el PID se configura a sí mismo para administrar los datos que provienen del SO, independientemente de la frecuencia de muestreo, la estructura de los datos y la granularidad. Por encima del PID, un conjunto de servicios inteligentes está diseñado para transformar los datos en conocimiento y, por lo tanto, desencadenar acciones destinadas a garantizar el bienestar del usuario. El descriptor XML está compuesto por tres secciones principales: i) Información base: es la sección que proporciona información básica sobre SO, como macAddress, el fabricante, las versiones HW y SW, los protocolos adoptados, etc.; ii) proveedor de datos: es la parte central del documento, que describe las capacidades de SO en términos de mediciones, comandos, eventos que puede proporcionar el SO y los estados que puede tomar. Las medidas pueden estar compuestas por una o más medidas (por ejemplo, la presión arterial es una medida compuesta por tres medidas: presión sistólica, presión diastólica y latidos cardíacos). Cada medida se describe en términos de un tipo de datos, unidad de medida, descripción, valores máximo y mínimo. Los comandos se caracterizan por parámetros relevantes y sus características, tiempo de espera del comando y estado del comando. Finalmente, los eventos están asociados con reglas de informes de eventos y condiciones de eventos, que son una combinación de condiciones de rango sobre medidas; iii) consumidor de datos: en esta sección se proporcionan los identificadores de otros SO de los cuales el SO descrito puede consumir datos y / o comandos. La interoperabilidad de SO se ve reforzada por la definición de una ontología conceptual que amplía las ontologías desarrolladas en la web del sensor semántico y los dominios AAL en esta sección se proporcionan los identificadores de otras SO de las cuales la SO descrita puede consumir datos y / o comandos. La interoperabilidad de SO se ve reforzada por la definición de una ontología conceptual que amplía las ontologías desarrolladas en la web del sensor semántico y los dominios AAL en esta sección se proporcionan los identificadores de otras SO de las cuales la SO descrita puede consumir datos y / o comandos. La interoperabilidad de SO se ve reforzada por la definición de una ontología conceptual que amplía las ontologías desarrolladas en la web del sensor semántico y los dominios AAL [4], [5] al incluir la descripción de diferentes tipos de dispositivos y mediciones, y al proporcionar una conceptualización de alto nivel de los objetivos y acciones de AAL con los que se relacionan las mediciones.

### B Proyecto Trasparente

El sistema considerado en el proyecto denominado TRASPAR-ENTE2 cubre varios aspectos de la vida en el hogar, como la vida independiente, la seguridad en el hogar, el monitoreo de la salud y el control ambiental. Puede considerarse compuesto por varios subsistemas relacionados con diferentes dominios, como se muestra en la Fig. 1: sistema domótico, detección de comportamiento, telemedicina, interfaces hombre-sistema. Cada subsistema tiene sus propios dispositivos que generan datos con características específicas, todos gestionados por medio de aplicaciones de servidor que proporcionan una plataforma integrada única para el procesamiento de datos. Cada elemento debe recopilar los datos adecuados para diferentes objetivos, desde una amplia gama de sensores heterogéneos, que difieren según el tipo, el método de transmisión, la tecnología de red (bus CAN, Ethernet, Wi-Fi, SubGHz inalámbrico), procesamiento y almacenamiento. Como enfoque general, los datos de cada dominio se almacenan localmente y el servidor local realiza la operación de procesamiento, según el uso y las funcionalidades a implementar. En algunos casos, el servidor local recopila todos los datos recibidos de un tipo específico de sensor y envía al servidor remoto una información agregada, procesado adecuadamente Este enfoque se basa en experiencias de investigación anteriores [6] y es compartida por los socios industriales involucrados en el proyecto.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-1-source-large.gif)

**Figura 1.** Dominios en la arquitectura trasparente.

#### 1) Sistema domótico

Es la infraestructura básica de automatización del hogar, compuesta por dos niveles arquitectónicos: el nivel del bus CAN, que incluye un conjunto de nodos (sensores y actuadores), y el nivel Ethernet / Wi-Fi, que proporciona interconexión entre las redes CAN e IP. La red Ethernet del sistema domótico está conectada a la red local local (por ejemplo, Wi-Fi). La comunicación es bidireccional: por un lado, los datos adquiridos por los dispositivos CAN pueden transmitirse al servidor ubicado dentro de la red IP gracias a un dispositivo de puerta de enlace. Por otro lado, la puerta de enlace reenvía los nodos a los comandos recibidos por los dispositivos de control a través de la red local doméstica (como tabletas o televisores inteligentes que alojan las interfaces del sistema) [7]. Los actuadores pueden controlar luces, motores para abrir / cerrar ventanas, cerraduras de puertas, medidores de flujo, etc. Se activan mediante comandos específicos enviados desde los dispositivos de control. Una instrucción de comando de muestra generada por un dispositivo de interfaz para encender una luz es la siguiente:

[[Algoritmo](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-alg-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-alg-1-source-large.gif)

Incluye la dirección IP del dispositivo de puerta de enlace Ethernet / CAN que gestiona la solicitud, la identificación del actuador que ejecutará el comando y otros valores para identificar el tipo de acción. Los nodos de sensores incluyen medidores de potencia, sensores de presencia, sensores magnéticos para la detección de apertura / cierre de accesorios. Algunos tipos de sensores transmiten datos cuando lo solicita el servidor, otros cuando ocurre un evento. Entonces, la frecuencia de transmisión y la carga de datos en las redes son variables.

#### 2) Detección de carga y monitoreo

La red para el monitoreo de cargas eléctricas puede considerarse como parte del sistema domótico, compuesto por un conjunto de nodos de medidor, conectados al bus CAN. Cada nodo se usa para monitorear y controlar una carga eléctrica, por lo que, dependiendo de estas dos funciones, los nodos pueden enviar información sobre el consumo de energía de la carga y habilitarla / deshabilitarla cuando el servidor recibe el comando correspondiente. En cuanto a la función de monitoreo, los sensores pueden adquirir periódicamente la información sobre el consumo de energía y almacenarla en una base de datos. Las funciones de control están relacionadas con la definición de dos umbrales, a saber, advertencia y peligro; el servidor verifica las condiciones de absorción y emite el comando adecuado.

#### 3) Plataforma de telemedicina

El subsistema de telemedicina incluye varios dispositivos electromédicos certificados, como un medidor de presión arterial, un oxímetro y una báscula. Cada uno de ellos transmite los valores recopilados a una plataforma remota, para que puedan ser analizados por un médico o cuidador para controlar el estado de salud del paciente.

#### 4) Plataforma de detección de comportamiento

La plataforma para la detección del comportamiento emplea datos obtenidos de un conjunto de dispositivos diferentes, para detectar y evaluar algunas características en el comportamiento del usuario. El zapato inteligente integrado es un zapato especial equipado con resistencias de detección de fuerza que permiten la evaluación de la postura y el equilibrio. Los sensores de cama / sofá son sensores de presión que se utilizan para localizar al usuario y obtener información sobre sus movimientos dentro de la casa. El concentrador de red de sensores corporales (BSNC) recopila datos adquiridos por un conjunto de sensores portátiles y los reenvía al servidor a través de Wi-Fi. Los posibles tipos de sensores son acelerómetros, giroscopios, sensores de temperatura y magnetómetros.

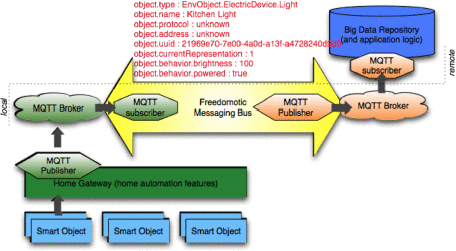
#### 5) Interfaces de usuario del sistema

Se proporcionan varios tipos de dispositivos de interfaz para satisfacer las necesidades de diferentes usuarios y condiciones. Los dispositivos portátiles con pantalla táctil, los televisores inteligentes y los dispositivos NFC se utilizan para enviar comandos al sistema, adquirir datos y solicitar información [8]. El flujo de datos es bidireccional e involucra principalmente la red local de Wi-Fi y Ethernet.

### C Project AALISABETH [Tutor de estilo de vida consciente del medio ambiente, con el objetivo de mejorar la salud]

El proyecto tiene como objetivo abordar los problemas de prevención de enfermedades, detección temprana y manejo con el mayor impacto en la población de edad avanzada. Propone soluciones innovadoras, caracterizadas por su baja invasividad y gran facilidad de uso. El sistema AALISABETH proporciona, en un solo marco, apoyo para la vida independiente de las personas mayores. Utiliza diferentes tecnologías cuya interacción e integración permiten que el sistema se comporte como una inteligencia única, altamente distribuida. Consistentemente con una visión holística, diferentes componentes del sistema, organizados en una infraestructura jerárquica y modular, cooperan hacia el objetivo común de promover el bienestar de las personas mayores [9]. La interpretación del comportamiento humano, basada en sensores no invasivos, requiere el análisis de grandes volúmenes de datos de diferentes tipos [5]. La representación del entorno de vida requiere sistemas que sean escalables en número de componentes, flexibles para ajustar la configuración de los sensores y simples para realizar la especificación de patrones de comportamiento. La solución propuesta proporciona estas características, pero también requiere un modelado cuidadoso de los aspectos de hardware y software.

Los componentes de hardware del sistema consisten en sensores ambientales y corporales. Algunos de ellos ya están disponibles en el mercado, otros han sido diseñados ad hoc por socios industriales del proyecto AALISABETH, como la bandeja para medir el tipo y la cantidad de alimentos consumidos por el usuario. Para permitir la extensibilidad y la modularidad del sistema, los sensores son administrados por una puerta de enlace que transmite todos los datos en un único DBMS temporal. El esquema común utilizado para almacenar los valores del sensor tiene en cuenta el momento en que los sensores generan los eventos, por lo que los registros se almacenan de acuerdo con el siguiente esquema [id, tipo, valor, marca de tiempo]. Mientras que los dispositivos que participan en la adquisición de datos y la producción denorte La agregación de valores, para cada evento, se almacena en DBML como norteeventos con sus tipos, valores pero con la misma marca de tiempo. Además, los valores y las funciones de los dispositivos en el sistema son descritos por una ontología [ontología de datos] que es una extensión de una ontología [ontología de dominio] [10]. El desarrollo de componentes de software utilizados para el análisis de datos y el descubrimiento de sospechas diagnósticas se ha realizado en dos fases: i) La realización de vistas de ontología que permiten la creación de sensores virtuales mediante el uso de los eventos recopilados en los datos de ontología. El propósito de la vista de ontología es seleccionar y agrupar en conceptos abstractos, eventos que son significativos para el posterior análisis del comportamiento de los usuarios [11]; ii) El desarrollo de un motor de consulta para el procesamiento de eventos complejos [12]. La descripción de la secuencia temporal de eventos, descrita en la vista de ontología, permite realizar análisis cualitativos, como la presencia o no de comportamientos patológicos, y mediciones cuantitativas como indicadores del estilo de vida de los usuarios. Los detalles sobre la descripción de la ontología se pueden encontrar en [13].

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-2-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-2-source-large.gif)

**Figura 2.** Pasar la arquitectura de integración.

### D Project Pass (Proyecto de casa privada asistida)

El Proyecto Pass tiene como objetivo definir un modelo de atención de servicios novedoso que se centre en las necesidades de las personas llamado Private Assisted House. Esto significa que diferentes niveles de servicio están habilitados por una plataforma de integración de software flexible cuyo desarrollo considera diferentes perfiles de personas. El proyecto comenzó con un análisis de los requisitos de los usuarios y luego se centró en el diseño y desarrollo de un entorno doméstico inteligente centrado en el usuario.

El entorno inteligente PAss consiste en un middleware basado en eventos capaz de gestionar mensajes SO, como se muestra en la Fig.2. Se envía un mensaje desde un SO a una puerta de enlace doméstica, un dispositivo que ejecuta la plataforma de integración, y se puede usar para algunas automatizaciones básicas dentro de la casa siguiendo reglas simples de si-entonces-otro Este es un primer nivel de comunicaciones locales a la casa. Al mismo tiempo, el mensaje se puede enrutar a un repositorio de Big Data equipado con una lógica inteligente para analizar los datos y obtener un cálculo más potente que pueda regresar a la actuación o configuraciones de la casa. Este segundo nivel de comunicación conecta las casas con plataformas remotas para un análisis global poderoso considerando las actividades de la vida diaria. La plataforma de software de puerta de enlace doméstica seleccionada es Freedomotic [14], debido a que es un middleware maduro, avanzado y de código abierto para la automatización del hogar, puede interactuar con muchos estándares de comunicación de bajo nivel y está equipado con un mecanismo de extensión. Freedomotic integra un bus de eventos que se puede utilizar para desarrollar complementos para admitir protocolos de comunicación e interfaces de objetos. Cada evento en el mundo real conectado a Freedomotic está representado por un mensaje en el autobús.

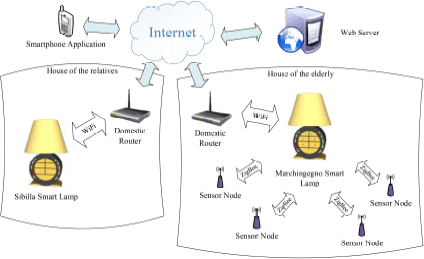
Para garantizar la interoperabilidad entre diferentes objetos inteligentes y aplicaciones de software, utilizamos un protocolo de comunicación llamado Transporte de telemetría de mensajes en cola (MQTT) [15]. MQTT utiliza un mecanismo de publicación / suscripción, extremadamente simple y liviano para mensajería, diseñado para dispositivos restringidos y redes de bajo ancho de banda, alta latencia o poco confiables. En MQTT hay dos actores principales: (i) un cliente que desea suscribirse a un canal para obtener información o publicar información con un tema; y (ii) un corredor, que gestiona la distribución de mensajes. Los principios de diseño son minimizar el ancho de banda de la red y los requisitos de recursos del dispositivo al mismo tiempo que se intenta garantizar la confiabilidad y cierto grado de garantía de entrega. Además, el mecanismo de publicación / suscripción MQTT se beneficia de la funcionalidad de un agente utilizado para desacoplar el editor y el suscriptor, lo que permite flexibilidad en la configuración de la solución. Para cada componente arquitectónico en la Fig. 2 un cliente envía o recibe mensajes de un agente de acuerdo con temas predefinidos. El mensaje contiene una carga útil con los datos recopilados por los sensores o requeridos por los actuadores. Una carga útil está compuesta por varios pares clave-valor que incluyen una marca de tiempo, un identificador único, un identificador de tipo para identificar el tipo de objeto que origina el mensaje y toda la información relevante relacionada con el objeto inteligente del que se originan. Una vez que un cliente a través del intermediario recibe el mensaje MQTT, la carga útil se extrae del mensaje y luego se elabora de acuerdo con los siguientes pasos principales: i) Cuando un SO detecta un cambio en el entorno, se detecta un nuevo evento. Cada evento contendrá un conjunto de propiedades que describen el nombre del objeto que ha generado el evento, la descripción del SO, el protocolo utilizado, la dirección del objeto y también el valor real del cambio detectado. Este objeto creará un evento que especifica las propiedades enumeradas anteriormente y usará estas propiedades para establecer el tema del mensaje MQTT. Luego inserta en la carga MQTT el valor real del cambio detectado; ii) El mensaje se envía al intermediario en un canal o tema determinado; iii) El corredor recibe mensajes y los entrega a aquellos clientes que se han suscrito a un canal específico o un grupo de canales; iv) Cuando la puerta de enlace de origen recibe el mensaje MQTT del intermediario, enviado por el objeto inteligente, crea un nuevo evento Freedomotic utilizando el tema MQTT y configurando el valor real del evento utilizando la carga útil MQTT. Después de eso, Freedomotic publica el evento en su bus de eventos como si fuera un evento detectado totalmente nuevo.

### E Marchingegno y Proyecto Sibilla

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de asistencia remota en tiempo real para personas mayores que viven solas [16]. Este sistema está compuesto principalmente por un par de lámparas inteligentes LED llamadas Marchingegno y Sibilla, la primera ubicada en la casa de los ancianos, la segunda en la casa de familiares o cuidadores. La lámpara inteligente Marchingegno es un dispensador automático de medicamentos que integra un sistema para el control de la movilidad de las personas mayores en el entorno doméstico. La lámpara mate Sibilla es la pantalla del sistema que informa eventos críticos y proporciona información en tiempo real sobre la movilidad de las personas mayores.

Varios cajones automáticos que contienen diferentes medicamentos componen el dispensador de Marchingegno. Cada cajón está programado para abrirse a horas predeterminadas y emitir señales luminosas y alarmas sonoras para recordar a los ancianos que tomen el medicamento. En caso de no retiro, el sistema genera una alarma remota para informar la omisión de tomar medicamentos. Además, Marchignegno incluye un sistema para el monitoreo de la movilidad de los ancianos basado en nodos de sensores inalámbricos distribuidos en el entorno del hogar. Cada nodo sensor contiene un sensor infrarrojo pasivo (PIR) que detecta los movimientos de los ancianos en una habitación específica. Los nodos sensores también están equipados con la interfaz ZigBee. Tan pronto como los nodos sensores detectan la presencia de una persona en una habitación, transmiten datos a un nodo coordinador ubicado en Marchingegno a través de la interfaz ZigBee. La información recibida es procesada adecuadamente por un microprocesador incorporado en el que se implementa un algoritmo que determina el tiempo de residencia de los ancianos en cada habitación. Si este tiempo excede un umbral de peligro preestablecido, el sistema genera una alarma para alertar la permanencia de los ancianos en la habitación durante un período que no es consistente con las actividades diarias normales. Las lámparas inteligentes están equipadas con un módulo WiFi para proporcionar la conectividad a Internet a través de un enrutador doméstico. De esta forma, los detalles de movilidad, las notas sobre la toma de medicamentos y las alarmas relacionadas procesadas por Marchingegno se transmiten a un servidor web remoto que es continuamente controlado por la lámpara inteligente Sibilla.

En caso de una situación potencialmente peligrosa, el sistema es capaz de producir una alarma en tiempo real en Sibilla y en la aplicación dedicada para teléfonos inteligentes. Al usar el servidor web, la información sobre la movilidad de las personas mayores en el entorno del hogar, las notas sobre la toma de medicamentos y las alarmas también se muestran en la aplicación para PC o teléfono inteligente. A través del inicio de sesión en el servidor web, los usuarios autorizados pueden modificar el umbral de peligro del sistema para el monitoreo de la movilidad de los ancianos y configurar el servicio de dosificación diaria de medicamentos en caso de que la administración de medicamentos cambie. La arquitectura completa del proyecto se ilustra en la Fig. 3.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-3-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-3-source-large.gif)

**Fig. 3.** Arquitectura del proyecto marchingegno y sibilla.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-4-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6926647/6935508/6935626/6935626-fig-4-source-large.gif)

**Fig.4.** Datos de Hdomo y capas de funciones.

### F Project HDOMO

El proyecto HDomo 2.0 (Human Based Domotics 2.0) involucra a 16 PYME y 2 institutos de investigación y se centra principalmente en el Análisis del Comportamiento Humano (HBA) en AAL. Este proyecto tiene como objetivo proponer una idea novedosa de un sistema inteligente integrado interoperable en el que una serie de sensores inteligentes de bajo costo pueden analizar el comportamiento humano para obtener interactividad y datos estadísticos, principalmente dedicados a HBA en entornos AAL inteligentes. HDOMO define un marco conceptual descrito en la Fig. 4y se puede dividir en los siguientes módulos: una familia de sensores inteligentes para interiores de bajo nivel (que va desde la localización, la gestión de acceso y las interacciones hasta el análisis de gestos), una puerta de enlace instalada dentro del entorno AAL capaz de administrar sensores inteligentes e interoperabilidad de bajo nivel, un capa de comunicación que envía datos a una arquitectura web basada en la nube responsable de la clasificación de HBA y la gestión de alarmas.

Una de las novedades del sistema es el uso de sensores de visión (tanto RGB como RGBD) para el seguimiento de personas y el análisis de interacción, donde la información de profundidad se ha utilizado para eliminar el efecto de las variaciones de apariencia y evaluar las actividades de los usuarios dentro del hogar. y delante de los accesorios. También se supervisan y analizan las interacciones grupales con el objetivo principal de tener un mejor conocimiento de las actividades de los usuarios, utilizando datos reales en tiempo real. Toda la información proveniente de esta herramienta de análisis de comportamiento humano se puede utilizar para proporcionar datos básicos recopilados en tiempo real para un entorno AAL, para clasificar comportamientos correctos e incorrectos utilizando un enfoque de aprendizaje automático.

**SECCION III.**

## **Propuestas de interoperabilidad**

### Una interoperabilidad en el proyecto HIcMO

La interoperabilidad en HicMO se gestiona mediante un enfoque en capas combinado con definición de metadatos y tecnologías semánticas. En la palanca inferior, cada proveedor de hardware define de forma autónoma las estructuras internas de datos y las características de hardware de cada dispositivo local. Para integrarse en el sistema, las características de los dispositivos se describen en el nivel abstracto de las capacidades de SO, adoptando un esquema XML común. La definición de un esquema semiestructurado simplifica la integración de SO a nivel PID, sin embargo, garantiza la flexibilidad necesaria para tener en cuenta las numerosas disparidades funcionales y de hardware, siempre que el esquema XML esté cuidadosamente diseñado. Se ha concebido una ontología conceptual de las características y funcionalidades de los dispositivos, así como los objetivos del dominio de la aplicación para aprovechar la interoperabilidad. En particular, la ontología admite el diseño y la verificación del esquema XML, la verificación de la corrección semántica de los descriptores SO XML, la conciliación de las heterogeneidades de datos tanto en el descriptor XML como durante la comunicación de datos ambientales. Finalmente, permite la integración inteligente de datos a nivel de aplicación. El diseño y la verificación del esquema XML están respaldados por la definición de la ontología, ya que permiten separar la descripción abstracta y conceptual del dominio de la implementación lógica del esquema XML lógico, en línea con las metodologías de diseño más avanzadas. A nivel de aplicación, la información de dominio de alto nivel puede explotarse para mejorar la búsqueda basada en la semántica de ciertas categorías de SO (por ejemplo, SO con ciertas capacidades, medidas de notificación de SO que son relevantes para reconocer ciertos eventos).[17].

### B Interoperabilidad en el Proyecto Trasparente

Los diversos dominios en TRASPARENTE están adecuadamente conectados para implementar políticas de gestión de datos capaces de cumplir con los objetivos del proyecto. De acuerdo con este enfoque, el problema de interoperabilidad puede abordarse de manera similar, a través del diseño de conectores y componentes de software adecuados, que pueden interconectar los diferentes servicios expuestos por la arquitectura a cualquier entidad externa que emita una solicitud, manteniendo los datos del sistema desacoplados desde los servicios, y no directamente accesible por entidades externas. Los datos se recopilan de la arquitectura mediante la emisión de solicitudes adecuadas a sus servicios, y se formatean de acuerdo con los requisitos de las entidades de consulta.

### C Interoperabilidad en el proyecto AALISABETH

Se prevén dos posibles niveles de estandarización. El primero trata de la adopción del esquema [id, tipo, valor, marca de tiempo] para recopilar cualquier evento de datos de cada tipo de sensor, incluso para sensores complejos, pero también para producir una anotación semántica del tipo, los valores y la funcionalidad de Cualquier clase de sensores. Este último prevé la adopción de una ontología de dominio único utilizada para describir cualquier tipo de sensor, aquellos que ya están en el mercado y los futuros. Las empresas, los productores de sensores o los consumidores de sensores para fabricar nuevos productos se comprometen a anotar las características mediante la adopción de la ontología de dominio propuesta.

### D Interoperabilidad en el proyecto Pass

El proyecto PAss se centra en cómo agregar valor a la integración de funciones específicas realizadas por SO y plataforma de software. Se necesita una forma estándar de representar datos y enviarlos a través de la red a través de los diversos componentes de una solución de automatización del hogar diseñada para cuidar a las personas mayores en su entorno doméstico. Se elige una solución ligera para las comunicaciones de Internet de las cosas basada en el mecanismo pub / sub, que representa los mensajes en el lenguaje JSON. Esto permite utilizar una sintaxis de valor clave para especificar datos semiestructurados que se pueden administrar tanto en una puerta de enlace local local con cierta lógica de domótica como en soluciones remotas de big data sin tener en cuenta un esquema rígido obligatorio. Esto permite una apertura completa de la solución PAss en la que la complejidad se gestiona en la periferia del sistema para la implementación de una lógica de control específica para la asistencia remota. PAss está explotando dicha interoperabilidad en diferentes casos de uso propuestos por el socio del instituto de atención del proyecto para abordar discapacidades y enfermedades específicas, para comprender las complejidades de diferentes escenarios y la necesidad de una solución completamente abierta debido a la alta variabilidad de las necesidades de asistencia.

### E Interoperabilidad en el Proyecto HDOMO

La capa de interoperabilidad de HDOMO se centra principalmente en los aspectos de alto nivel del sistema propuesto. En particular, los datos recopilados de los sensores inteligentes y los sistemas de visión son recopilados por la puerta de enlace del entorno AAL y solo las acciones (definidas por semántica de alto nivel) se envían a la arquitectura de la nube y al clasificador (es decir, acciones como dormir, abrir el refrigerador, cerrar ventana, etc. Las acciones de alto nivel, basadas principalmente en el análisis de HBA, son la base para la clasificación del comportamiento y la gestión de alarmas. En esta capa, se desarrolla un módulo de servicios SOAP XML estándar para hacer frente a información de bajo nivel diferente.

**SECCION IV.**

## **Conclusión**

El problema de interoperabilidad en un entorno complejo como los dispositivos de asistencia en los sistemas AAL representa un componente clave para permitir la difusión en la vida real de las soluciones propuestas. Los proyectos en desarrollo, financiados por el programa de la Región de Las Marcas sobre “Hogar inteligente para un envejecimiento activo y saludable”, enfrentan el desafío de desarrollar diferentes capas de abstracción. Al mismo tiempo, se realiza una acción cruzada entre los diferentes proyectos para definir un conjunto mínimo de datos de reglas comunes compartidas entre los sistemas. Los objetivos principales de esta acción son: i) definir el dominio de aplicación de interoperabilidad entre los sistemas, ii) proponer un enfoque compartido para la catalogación de objetos inteligentes, y iii) definir la forma común utilizada por los diferentes objetos inteligentes para interactuar con la plataforma marco. Para lograr estos objetivos hay varios pasos en progreso: un acuerdo sobre una definición compartida única de objeto inteligente, la configuración de una especie de hoja de datos para describir cada objeto inteligente, unir las funciones de cada objeto inteligente con la estructura de diferentes plataformas, escribir un caso de uso común y conectar los proyectos con la infraestructura regional de la nube llamada Marche Cloud. El trabajo se lleva a cabo teniendo en cuenta las hojas de ruta a nivel europeo, y los resultados ya obtenidos por acciones como los proyectos UniversAAL y AALiance, que representan un punto de partida que no se puede descuidar.

### RECONOCIMIENTO

Los proyectos en desarrollo presentados en el documento están cofinanciados por la administración de la Región de Las Marcas, bajo la acción "Hogar inteligente para un envejecimiento activo y saludable".