# Ambient Assisted Living Framework for Elderly Wellness Determination through Wireless Sensor Scalar Data (Marco de vida asistida ambiental para la determinación del bienestar de los ancianos a través de datos escalares de sensores inalámbricos)

**Abstracto:**

En este documento, presentamos un marco integrado para la gestión de la atención médica de la vida asistida ambiental para la evaluación cuantitativa del bienestar relacionado con las personas mayores en términos del desempeño de sus actividades diarias. Se revela la importancia del middleware en la plataforma integrada, sus elementos y servicios para el monitoreo efectivo de la atención médica de una persona mayor. El énfasis de la descripción del middleware es proporcionar los detalles de las complejidades tecnológicas relacionadas con el sistema de monitoreo inteligente del hogar. Las tecnologías asimiladas en el middleware del sistema de monitoreo en el hogar han llevado a una determinación efectiva del bienestar de las personas mayores que viven solas en su propio hogar.

**Publicado en:**[Séptima Conferencia Internacional sobre Tecnología de Detección (ICST) de 2013](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/6698448/proceeding)

**Fecha de la conferencia:** 3-5 de diciembre de 2013

**Fecha de adición a IEEE *Xplore* :** 30 de enero de 2014

**Información del ISBN:**

**Información de ISSN:**

**Número de acceso de INSPEC:** 14061563

**DOI:**[10.1109 / ICSensT.2013.6727730](https://doi.org/10.1109/ICSensT.2013.6727730)

**Editorial:**IEEE

**Lugar de la conferencia:** Wellington, Nueva Zelanda

**SECCIÓN I.**

## **Introducción**

Los avances en el campo de la Vida de Asistencia Ambiental (AAL, por sus siglas en inglés) han llevado a nuevos métodos, productos que ayudan al estilo de vida asociado con los ciudadanos de edad avanzada y tienen sistemas que pueden guiarlos para su comportamiento de actividad diaria [1] . AAL incluye muchas aplicaciones, como la televigilancia de pacientes con enfermedades a largo plazo [2] , herramientas de automatización del hogar para la supervisión y el control efectivos de los servicios domésticos [3] . La mayoría de estos experimentos se dedicaron a infraestructuras de sistemas, arquitecturas de software y también versiones de tecnologías de la información para complementar las aplicaciones informáticas omnipresentes en entornos sensibles.

Las situaciones de AAL controlan los equipos inteligentes capaces de respaldar las actividades de la vida diaria del usuario a través de sistemas de contexto productivos que respaldarán actividades relacionadas con las diferentes especificaciones del usuario [4] . También se esperan ejecuciones simultáneas del programa con respecto a diferentes tipos de actividades con respecto a las respuestas en los cambios de configuración. En este sentido, estas interconexiones entre los elementos de la monitorización del hogar inteligente AAL proporcionan información de contexto adecuada. Para esto, el "Middleware" será el punto de enlace clave que se interconectará para todos los elementos de acuerdo con los intercambios de información necesarios. Una configuración de middleware eficiente y flexible puede tener servicios personalizados para la evolución de las aplicaciones Ambient Assisted Living [5] .

En la literatura de AAL se encuentra una amplia variedad de técnicas y sistemas de software para brindar asistencia a los adultos mayores cuando existe un requisito situacional [6] . Algunos de los sistemas AAL se desarrollan con la ayuda de simuladores [7] . La mayoría de los programas AAL están relacionados con los sistemas de hardware específicos, en los que las personas mayores son supervisadas de acuerdo con el entorno integrado [6] - [7] .

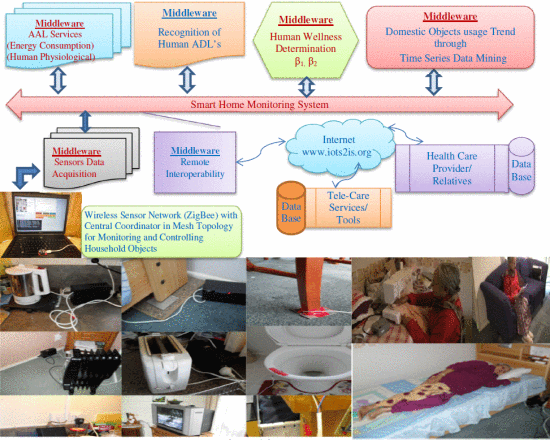
El diseño y desarrollo de software como un servicio utilizando componentes de software reutilizables se estableció como un objetivo en los primeros días de la ingeniería de software [8] - [9] . Los campos de investigación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) del dominio AAL han avanzado bien hacia el envejecimiento, pero su logro sigue siendo un desafío a largo plazo. Como se indica en [10], las instalaciones informáticas de las grandes empresas se están convirtiendo en una utilidad. Esto es cierto para el sistema AAL, especialmente cuando se integra con los Sistemas de información sanitaria (HIS), que deberían ser mucho más portátiles de un sitio a otro para limitar los costos de desarrollo y mantenimiento. Para tener una integración adecuada de HIS en el sistema AAL, los diseñadores y desarrolladores de software tienen tareas desafiantes para la amalgamación [11] . Una de las posibles soluciones para tener una integración adecuada de HIS en el AAL es tener un "software intermedio" [12]. El término "software intermedio" se utilizó en relación con el software que reside en la parte superior de los sistemas operativos y protocolos de comunicación para realizar las siguientes funciones: ocultar la distribución, ocultar la heterogeneidad, proporcionar interfaces de alto nivel uniformes y estándar y proporcionar un conjunto de servicios para realizar diversas funciones de propósito general, para evitar la duplicación de esfuerzos y para facilitar la colaboración entre aplicaciones [13] . Esta capa de software intermedia se conoce con el nombre genérico de "middleware" [14] .

En este contexto, el middleware AAL juega un papel importante en el desarrollo del Sistema de Monitoreo del Hogar Inteligente (SHMS). Este documento proporciona los detalles de implementación del middleware relacionado con el desarrollo de investigación en curso del SHMS [15] - [16] . El resto del documento está organizado de la siguiente manera: la Sección II describe la estructura AAL SHMS y representa la arquitectura de middleware y sus servicios correspondientes. Los resultados se informan en la Sección III y las observaciones finales se mencionan en la Sección IV .

**SECCION II.**

## **Descripción del sistema**

La figura 1 muestra la estructura general de la determinación de bienestar de AAL SHMS para un anciano que vive solo en su residencia . El punto clave de la estructura del sistema es el middleware. El significado relativo del "middleware" en este documento es la capa de software que consiste en diferentes componentes de programación relacionados con las tecnologías de instrumentación, comunicación y procesamiento de información del sistema de monitoreo inteligente del hogar.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-1-source-large.gif)

**Figura 1**

Marco AAL para el sistema de monitoreo inteligente del hogar

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/6727730/all-figures)

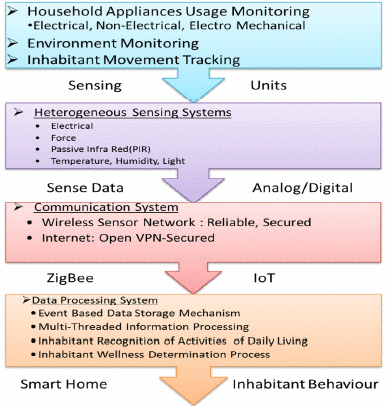
### A. Middleware AAL en el contexto de SHMS

Los tres componentes básicos del Sistema de Monitoreo Inteligente del Hogar AAL son la Instrumentación, la Tecnología de la Comunicación y el Procesamiento de Datos. Para tener una asociación adecuada entre estos componentes, el "Middleware AAL" juega un papel importante en el contexto SHMS. Middleware hace que sea más fácil para SHMS realizar una comunicación efectiva entre los bloques de construcción básicos del SHMS, de modo que el sistema pueda ejecutarse de manera robusta y tener un análisis de datos significativo.

Las funciones del middleware AAL en el contexto de SHMS son:

* Ocultar la distribución: una aplicación compuesta por muchas partes interconectadas.
* Ocultando la heterogeneidad: de los diversos componentes de hardware y protocolos de comunicación.
* Proporciona una interfaz uniforme: para que la aplicación se pueda componer fácilmente y hacer que interopere.

La figura 2 muestra los diversos pasos de ejecución del middleware en el contexto de AAL SHMS, y las siguientes secciones presentan brevemente los detalles de varias tareas de middleware en SHMS.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-2-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-2-source-large.gif)

**Figura 2**

Etapas de ejecución de middleware de AAL SHMS

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/6727730/all-figures)

#### 1) Middleware: adquisición de datos del sensor AAL

The sensors, services, and the components integrated in the system will use a software infrastructure; which is based on a middleware that hides heterogeneity and distribution of the computational resources in the environment. The integration of various types of sensing components in the SHMS is demanding, especially if we consider that the system is used for variety of monitoring services such as Inhabitant movements through Passive Infra-Red (PIR) sensors, Environment Monitoring through ambient sensors, Household Appliances monitoring through Electrical and Force sensors. Hence, in an AAL system there will be different types of sensors for an effective contextual reasoning of the inhabitant in monitoring environment.

The details of the heterogeneous sensing units for the inhabitant monitoring in SHMS were described in [15]–[16]. In general, the data from the sensing units should be more accurate and robust for proper assessment of the inhabitant. The middleware details used sensors data collections are provided in [15]–[16].

Basically, the data from the heterogeneous sensor units will be in digital form converted form analog sensor data. The interpretation of the data collected from these sensing units is done by the middleware of the data processing system, further details are provided in the section ILA.5.

#### 2) Middleware: AAL Communication System

The AAL SHMS communication system consists of two sub-systems. 1) A low power consumption, reliable and low cost WSN such as ZigBee based system and 2) A secured and reliable virtual private internet connection such as Open Virtual Private Network based system. The interconnection of the various sensing units in the form of mesh topology for reliable communication and their corresponding middleware configuration details are provided in the [17].

El sistema de interoperabilidad de middleware del SHMS es para la interacción entre los servicios externos del hogar inteligente AAL y los servicios internos del hogar inteligente WSN. Las funcionalidades del sistema de comunicación de middleware incluyen la administración remota y el control de varios electrodomésticos a través de internet y también la representación gráfica del análisis de datos de sensores a través de un sitio web de internet.

#### 3) Middleware: Servicios AAL

El middleware para los servicios SHMS AAL incluye monitoreo del consumo de energía, monitoreo de parámetros fisiológicos y módulos dispensadores automáticos de medicamentos. Las funcionalidades de estos módulos se obtienen agregando programas de software apropiados al middleware AAL del SHMS.

El mecanismo del módulo de consumo de energía de los electrodomésticos se realiza y funciona con la ayuda de los mismos dispositivos de detección que se utilizan para controlar el comportamiento de la actividad diaria del habitante. El diseño de las unidades de detección ha llevado a una utilización doméstica flexible y adecuada. Los detalles de la fabricación del hardware y la configuración del middleware se presentan en [18] .

El módulo de monitoreo de parámetros fisiológicos humanos es para ayudar al habitante a monitorear sus condiciones de salud de acuerdo con sus estados emocionales. Los detalles de la fabricación del hardware y la configuración del middleware se dan en [19] - [20] . El módulo de dispensación automática de medicamentos puede ayudar al habitante en su rutina diaria y esta función es compatible con el sistema SHMS.

#### 4) Middleware: reconocimiento de las AVD humanas, la determinación del bienestar y su tendencia

El reconocimiento del comportamiento de la actividad diaria humana se basa en los usos de objetos del hogar. Esto se realiza a través de los datos recopilados del sensor. El reconocimiento apropiado de las actividades diarias humanas y la determinación del bienestar relacionado con el habitante se pueden realizar a través del middleware del AAL SHMS. Los detalles de implementación con respecto al reconocimiento de las AVD básicas y la determinación del bienestar de los ancianos en un hogar inteligente se han discutido y presentado en [15] - [16] .

#### 5) Middleware: sistema de procesamiento de datos

La tarea más importante del middleware del SHMS es tener un sistema de procesamiento de datos efectivo para diferentes tareas del AAL SHMS.

Para tener un mecanismo de almacenamiento de datos adecuado y un análisis de los datos del sensor recopilados en tiempo real, una implementación de almacenamiento basada en eventos puede ser más efectiva y realista. Los datos del sensor de las unidades de detección heterogéneas son continuos y están en forma digital. Si solo se almacenan los eventos de estado del sensor en el sistema, entonces será efectivo que el sistema tenga los cálculos adecuados en tiempo real. La interpretación adecuada del estado del sensor es otra tarea vital en el sistema de procesamiento de datos. El coordinador de WSN del sistema de detección recopila los datos del sensor de electrodomésticos. Estos datos están relacionados con los parámetros de señal de voltaje y corriente en forma digital. Las unidades de detección de aparatos no eléctricos envían los datos continuos en función de la unidad de detección de fuerza (presión ejercida por el objeto doméstico en el sensor de fuerza).

El middleware de SHMS es tener un sistema de procesamiento efectivo y preciso para interpretar los eventos de las unidades de detección heterogéneas. El análisis de los eventos del sensor recopilados puede ser realista solo cuando se implementa el mecanismo de almacenamiento basado en eventos. Por lo tanto, el middleware del AAL SHMS será robusto (se ejecutará por un período de tiempo más largo) sin errores si las dos tareas mencionadas anteriormente se implementan efectivamente en el AAL SHMS y podrán tener una evaluación longitudinal adecuada del habitante en tiempo casi real . Por lo tanto, el sistema de procesamiento de datos de SHMS se encarga de manejar múltiples eventos de sensores de manera efectiva.

La siguiente sección proporciona los resultados de los programas de middleware implementados para las tareas mencionadas anteriormente.

**SECCION III.**

## **Resultados experimentales y discusión**

El desarrollo de aplicaciones de middleware está diseñado con la ayuda de herramientas gratuitas, livianas y de código abierto: el núcleo del middleware para la adquisición de datos de sensores es una aplicación de interfaz gráfica de usuario (GUI) diseñada y desarrollada usando Microsoft Visual C # que está teniendo una función integrada. Plataforma neta para integrarse fácilmente con la aplicación del sitio web. El middleware para el sistema de comunicación AAL se desarrolla con la ayuda de la utilidad Open Source VPN y se integra con el. Aplicación de red para ver los datos del sensor en el sitio web de internet. El middleware para la interoperabilidad de varias tareas está diseñado y desarrollado utilizando el paquete Open Source-Windows Apache MySQL y PHP (WAMP) al integrarse con el. Plataforma neta.

El SHMS-WSN se basa en sensores inalámbricos ZigBee para monitorear y ayudar a las personas mayores en su propio hogar. WSN está diseñado y desarrollado siguiendo el estándar IEEE 802.15.4 de ZigBee. La comunicación se establece y gestiona mediante el conjunto funcional de la configuración del módem con valores apropiados para la interfaz de red, seguridad, serie y E / S a través del módulo de adquisición de datos del sensor de middleware.

El coordinador de WSN se ha conectado a través del cable USB de la computadora host, que almacena los datos en una base de datos del sistema informático. El middleware de la adquisición de datos del sensor y la interoperabilidad gestiona los datos de fusión del sensor y los envía a una puerta de enlace residencial de Internet para el monitoreo remoto y el control del entorno del hogar.

El sistema de middleware desarrollado fue capaz de capturar información espacial y temporal del habitante en el hogar inteligente. La configuración detallada y las presentaciones de los métodos se presentan en [15] - [16] [17] [18] [19] [20] .

### A. Middleware robusto

Un algoritmo de control de supervisión robusto e inteligente es el elemento clave del middleware para el funcionamiento exitoso de la plataforma integrada de atención médica. Los datos monitoreados se guardarán en una base de datos del sitio web que puede ver el cuidador restringido. La figura 3 muestra el sistema coordinador central que recoge los datos de diferentes sensores. La interfaz de usuario y la interfaz de nuestro sistema desarrollado. En el procesamiento en tiempo real, el icono del sensor correspondiente se resaltará para mostrar si el electrodoméstico conectado está activo. En cualquier punto de ejecución, se puede conocer la actividad de las personas mayores visitando las páginas web correspondientes de la plataforma integrada.

El middleware para diversas tareas del AAL SHMS se programó de tal manera que se manejarán los mecanismos de manejo de excepciones apropiados cuando ocurra un error condicional. La adquisición de datos del sensor maneja las excepciones que surgen de diferentes valores de datos digitales, el módulo de interoperabilidad maneja las excepciones generadas a partir de las instrucciones originadas por diferentes servicios AAL y el proceso de determinación de bienestar maneja las excepciones que pueden surgir en los cálculos de las duraciones activas del sensor.

Por lo tanto, el middleware de AAL SHMS es robusto y puede ejecutarse sin problemas durante un período de tiempo más largo y las tareas simultáneas se pueden realizar de manera efectiva.

**figura 3**

Home monitoring system for Behaviour, Emotion recognition and wellness determination with single supervisory control unit [19]–[20].

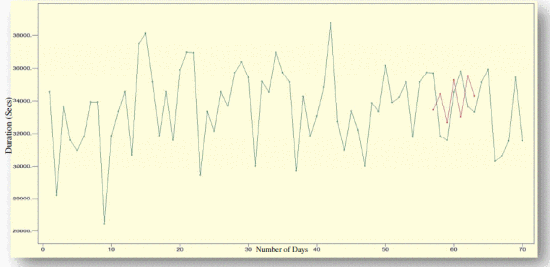
[View All](https://ieeexplore.ieee.org/document/6727730/all-figures)

### B. Household Appliances Monitoring Unit

This module consists of a required number of wireless sensors, primarily to monitor appliances which are regularly used by the inhabitant such as electrical appliances, beds, toilets, chairs, sofas, and habitual appliances used like sewing machines. An emergency help in the form of a panic button has also been provided. All the sensing information collected by the controller can be utilized not only to recognize the behavior but also to determine the overall wellness of the elderly based on their routine daily life [15]. The system generates an early warning message to the caregiver based on the determined wellness indices. The system can detect any early changes in the behaviour of the monitored people which can prevent from any severe illnesses, accidents and/or injury in the long run and thus minimizing unforeseen costs.

The detailed description and the analysis of the sensor data collected for the wellness determination of elderly is presented in [15]–[16]. The wellness indices related to different elderly are based on their no-usage of household appliances and excess usage of the household appliances. The novelty in quantitative assessment of the overall wellness of ADLs is expressed in terms of β1 and β2 [15]–[16].

La Fig. 4 muestra uno de los resultados obtenidos de los sensores del sistema de monitoreo del hogar. Representa la observación de la duración del uso de la cama del sujeto en una casa de ancianos durante un período de 10 semanas. El patrón de uso de cama previsto para la novena semana (marcado en color rojo) contra la duración de uso real basada en la técnica de minería de datos de series temporales estacionales. Se sigue la técnica de minería de datos de series temporales para pronosticar las actividades diarias que proporciona la información a la informática sanitaria sobre el bienestar cuantificado del habitante en función de la historia pasada.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-4-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-4-source-large.gif)

**Fig. 4**

Duración de sueño de un sujeto durante 10 semanas, su tendencia y curva pronosticada para la novena semana basada en el modelo de pronóstico estacional de ocho semanas de actividad de sueño.

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/6727730/all-figures)

El middleware de las ADL humanas, el bienestar y la determinación de tendencias podrán tener la capacidad de aprendizaje adaptativo. La evaluación longitudinal del habitante se puede obtener de manera efectiva para el cambio de comportamiento de la persona con el tiempo e informa al cuidador (o médico) sobre cualquier cambio en el estilo de vida de la persona que conduzca a algún problema como demencia, Alzheimer, etc., por adelantado .

### C. Sistema de monitoreo basado en la web

La supervisión remota del habitante y las operaciones de control y gestión del hogar inteligente se pueden visualizar con la ayuda de un sitio web. En un futuro próximo, las tareas de middleware como el reconocimiento de actividades diarias humanas, la determinación del bienestar y su correspondiente estimación de tendencias se asimilarán con el sistema de monitoreo de objetos domésticos existente. Se está realizando un trabajo extenso para mostrar la determinación del bienestar casi en tiempo real del habitante a través del sistema basado en la web.

En la actualidad, los usos de los objetos domésticos y sus duraciones correspondientes junto con las lecturas de temperatura ambiental se pueden visualizar desde el sitio web. Esto indicó que el middleware desarrollado de AAL SHMS funciona de acuerdo con los requisitos del proyecto y que el sistema es robusto en la ejecución de las tareas múltiples del entorno AAL. La figura 5 muestra la interfaz web desarrollada de AAL SHMS.

**Fig. 5**

Sitio web diseñado y desarrollado (www.iots2is.org) para AAL SHMS

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/6727730/all-figures)

Fig. 6 shows the performance test of the webpages related to the website developed using the middleware technologies of the AAL SHMS. The speed index conveys that the website and its contents can be accessed reasonably well within 1936 millisecs. The website has been designed to collect data from Multiple locations. This is an added feature for monitoring multiple smart homes located at distinct places. As well, the controlling of household objects can be performed with the authorized access of the website. Development of webpages for compatibility with any web browsers is in progress.

**Fig 6**

Performance analytics of the [www.iots2is.org](https://ieeexplore.ieee.org/document/www.iots2is.org), developed through the middleware of AAL SHMS

[View All](https://ieeexplore.ieee.org/document/6727730/all-figures)

### D. Human Tracking System

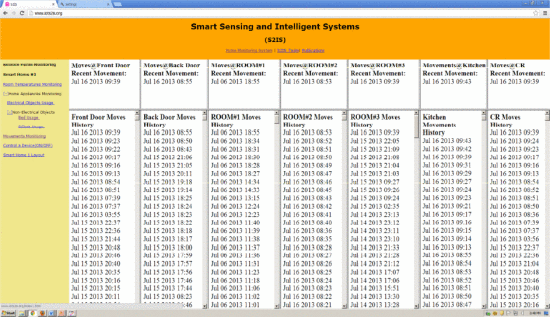
Una de las tareas del sistema de middleware AAL SHMS es detectar la presencia de la persona y su ubicación dentro del hogar. Las unidades de detección PIR fabricadas se implementan en el hogar para detectar la ubicación del habitante en cualquier momento. Se está desarrollando un algoritmo de seguimiento efectivo para la localización de habitantes en el hogar inteligente, que se integrará con AAL SHMS. Se está ejecutando un sistema de prueba para recopilar los movimientos del habitante en un entorno real. Fig. 6muestra la instantánea de la página web indicando que los movimientos registrados ocurrieron en diferentes lugares de la casa. El sistema de seguimiento humano junto con el sistema de monitoreo de bienestar puede determinar adecuadamente el comportamiento del habitante tanto espacial como temporalmente y será vital para el middleware del sistema informático de salud. La característica distintiva de este módulo es que no se requiere un sistema separado para este propósito; esto está incluido en el marco integrado de AAL SHMS. Por lo tanto, con el seguimiento de los movimientos en el hogar inteligente puede proporcionar inferencias apropiadas relacionadas con la medición del bienestar del individuo. Este método también se puede extender para múltiples residentes en el hogar inteligente sin ninguna infraestructura adicional.

**SECCION IV.**

## **Discusión y trabajo futuro**

El trabajo presentado en este documento es el trabajo de investigación y desarrollo en curso hacia la transformación de una antigua casa residencial en una casa inteligente para la determinación del bienestar de un habitante. Hasta ahora, se ha realizado un trabajo significativo en el desarrollo de un marco integrado utilizando un middleware efectivo para AAL SHMS. El prototipo desarrollado se puede implementar de manera fácil y manejable para el monitoreo a largo plazo de las personas que viven independientemente en su propia residencia. El sistema está diseñado y desarrollado localmente y se formulan métodos novedosos para la determinación efectiva del bienestar de un individuo. Se pueden obtener detalles de implementación elaborados del sistema de middleware haciendo referencia a las citas mencionadas en este documento.

Los datos recopilados se pueden almacenar y analizar para determinar el estado de salud actual y predecir el nivel de bienestar del habitante. Los sistemas de sensores desplegados no requieren ningún contacto directo con los habitantes. El entorno informático ubicuo permite que el habitante permanezca como lo hace normalmente, al tiempo que proporciona el sistema de monitoreo para poder reconocer las actividades diarias, evaluar y determinar el comportamiento del habitante como normal o no. En un futuro cercano, la parte del sistema de seguimiento humano del AAL SHMS se aumentará con una técnica de aprendizaje automático eficaz para rastrear la presencia de la persona en el hogar inteligente.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-6a-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/6698448/6727602/6727730/6727730-fig-6a-source-large.gif)

**Higo 6:**

Sitio web que registra las instancias de tiempo relacionadas con los movimientos de una persona en el SHMS