



**HAL**  
open science

## **Cuidadores virtuales para residentes reales**

Valeria Soto-Mendoza, José-Antonio García-Macías, Anna Isabel Martínez-García, Maythé R. Zúñiga-Rojas, Jesus Favela, Patricia Serrano-Alvarado

► **To cite this version:**

Valeria Soto-Mendoza, José-Antonio García-Macías, Anna Isabel Martínez-García, Maythé R. Zúñiga-Rojas, Jesus Favela, et al.. Cuidadores virtuales para residentes reales. *Computación Clínica e Informática Médica*, Oct 2013, Morelia, Michoacán, México, México. hal-00910400

**HAL Id: hal-00910400**

**<https://hal.science/hal-00910400v1>**

Submitted on 29 Nov 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Cuidadores virtuales para residentes reales

## Hacia la independencia en la edad avanzada

Valeria Soto-Mendoza, J. Antonio García-Macías,  
Ana I. Martínez-García, Maythé R. Zúñiga Rojas,  
Jesús Favela  
Departamento de Ciencias de la Computación, CICESE  
Ensenada, Baja California, México  
{vsoto, jgm, martinea, mzuniga, favela}@cicese.mx

Patricia Serrano-Alvarado  
GDD Team - LINA - CNRS UMR 6241  
Université de Nantes  
patricia.serrano-alvarado@univ-nantes.fr

**Resumen**— La población mundial envejece y los adultos mayores requieren de cuidado especializado que es difícil de garantizar sin utilizar ayudas tecnológicas. Por esta razón se realizó un estudio de campo para conocer las necesidades dentro de residencias geriátricas, los métodos y procedimientos para el cuidado de adultos mayores en tres diferentes instituciones. Con los resultados del estudio se implementaron dos prototipos, uno para apoyar el registro de las actividades y otro para informar a los cuidadores sobre el estado de los residentes en tiempo real. A partir de la evaluación de los prototipos en una de las residencias, se propone en este trabajo el diseño de una aplicación que facilite el entrenamiento de nuevos cuidadores, que permita dar continuidad al cambio de turno, controlar las actividades de los residentes y alertar cuando ocurren imprevistos en las rutinas de los residentes.

**Palabras clave**—adultos mayores; residencias geriátricas; seguimiento de actividades; cuidadores; cuidador virtual.

### I. INTRODUCCIÓN

La población mundial envejece y una consecuencia es que hay cada vez más adultos mayores que necesitan cuidados especiales por una gran variedad de razones [1]. En algunas ocasiones sufren secuelas de distintos padecimientos como: apoplejías, caídas o demencia, entre muchas otras. La consecuencia es que muchas veces no pueden valerse por sí mismos para realizar todas sus actividades y requieren de cuidados de terceros. En algunos casos, para obtener estos cuidados, los adultos mayores y/o sus familiares recurren a residencias geriátricas. Estos lugares están acondicionados y cuentan con el personal especializado en el cuidado del adulto mayor (residente). Sin embargo, la capacidad de las residencias geriátricas es limitada, y el número de residentes y sus necesidades especiales supera la capacidad de atención de los cuidadores [2]. Los cuidadores necesitan entrenamiento especial y constantemente están bajo presión laboral provocada por el desgaste emocional, la rotación de turnos, la diversidad de cuidados especiales que requiere cada uno de los residentes, etc. Usualmente los cuidadores se apoyan de registros en papel que muchas veces no se actualizan inmediatamente debido a la carga de trabajo, lo que puede ocasionar problemas serios [3]. Así mismo cuando existe un cambio en el personal, los nuevos elementos se apoyan en los cuidadores de mayor experiencia

para atender mejor las necesidades de atención de los residentes.

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño de una plataforma para el desarrollo de un sistema *cuidador virtual* que permita disminuir la carga de trabajo de los cuidadores, incrementando al mismo tiempo la calidad de la atención ofrecida a los residentes. Este sistema ayudará a los cuidadores a organizar el conocimiento que tienen sobre los residentes, así como transmitir la experiencia entre cuidadores al identificar las variables relevantes para el bienestar de cada residente de manera independiente al cuidador.

Este documento está organizado como sigue: en la sección II se describe el trabajo relacionado, en la sección III se describe la metodología seguida en los estudios de caso de donde surgen los primeros elementos de diseño. Enseguida en la sección IV se muestran los resultados de los estudios realizados y en la V se presenta la plataforma propuesta para el cuidador virtual y sus elementos. En la sección VI se presenta un escenario de aplicación y en VII la discusión y trabajo futuro.

### II. TRABAJO RELACIONADO

En los últimos años se han propuesto herramientas tecnológicas para apoyar el cuidado de adultos mayores, tanto para quienes viven de manera (semi)independiente, asistidos por familiares, o en casas de asistencia públicas o privadas. Estas herramientas van desde sistemas de información para el control médico [4], juegos [5], sistemas de alerta de caídas [6], control de hábitos nutricionales [7], reconocimiento de actividades de la vida diaria (AVD) [8], aplicaciones para la asistencia en la realización de AVD [9] y aquellas que se encargan de fomentar el contacto social [10], entre otras. Algunas de las herramientas mencionadas ya han sido probadas en repetidas ocasiones y lanzadas al mercado como productos comerciales [11]. Todas estas herramientas realizan una recolección individualizada de datos, los procesan y generan nueva información. En estos trabajos se apoya el cuidado de adultos mayores en áreas específicas de la salud; sin embargo, sabemos que el estado de salud de un individuo depende de distintas variables contextuales [12]. Nuestro objetivo es conjuntar estas fuentes de información contextual para la creación de un perfil

individualizado que permita a los cuidadores conocer de manera precisa las necesidades de cuidado de cada residente.

El análisis combinado de todas estas fuentes de datos puede generar información oportuna de utilidad tanto para los adultos mayores como para el personal que labora dentro de la residencia. Con un análisis profundo y sofisticado de los datos, y el uso de técnicas de aprendizaje automático [13], se pueden identificar patrones grupales o individuales de los adultos mayores, a partir de los cuales se infieran situaciones o comportamientos que requieren la atención del cuidador y que le permiten estar informado sobre el nivel de bienestar del adulto mayor [14]. Diversas técnicas de aprendizaje automático se han aplicado al análisis de comportamiento en [15] y en [13] se analizan fuentes de datos heterogéneas para identificar estilos de vida; en estos trabajos los comportamientos se analizaron para predecir situaciones en el futuro y observar sus variaciones. En [16] se analizan desviaciones en el comportamiento del adulto mayor para detectar riesgos en la salud. Tomando como base el nivel de actividad física que realiza el adulto mayor es posible inferir su estado de salud [17]. En [18] se combinan los datos de sensores con información médica y se analizan técnicas que determinan el nivel de bienestar en adultos mayores al realizar sus actividades cotidianas. En [19] se propone la creación de cuidadores virtuales para adultos mayores, este cuidador virtual asiste al cuidador humano tomando decisiones básicas de asistencia y cuando es necesario solicita la intervención del cuidador humano; en este último trabajo se utiliza un solo tipo de sensores para todas las inferencias.

En la mayoría de los trabajos mencionados se realiza el análisis de fuentes de sensores heterogéneos para hacer inferencias. Sin embargo, con base en la clasificación que se propone en [20] de las fuentes digitales disponibles, estas fuentes de datos de sensores forman parte únicamente de la infraestructura estática de sensado. Nuestra propuesta incluye el análisis de distintas fuentes de datos: a) Infraestructura estática de sensado, b) aplicaciones y relaciones sociales y c) sensores portátiles e interacción con dispositivos móviles. Adicionalmente, en los trabajos anteriores se utilizan dispositivos de sensado altamente intrusivos. La propuesta incluye evitar los elementos altamente intrusivos y disruptivos para los residentes de modo que los elementos inteligentes de sensado estarán inmersos en su entorno. El análisis de estos datos mediante una técnica de aprendizaje automático permitirá conocer los patrones de comportamiento a través del tiempo de cada residente para posteriormente detectar desviaciones e informar oportunamente a los cuidadores. La motivación de este trabajo es la creación de un cuidador virtual que el cuidador humano utilizará para la toma de decisiones, el registro de las actividades de los residentes y la transmisión de la experiencia de un cuidador a otro de una manera discreta, transparente y ordenada.

### III. METODOLOGÍA

#### A. Estudio de campo

Se realizó un estudio de campo para conocer las necesidades dentro de residencias geriátricas, los métodos y procedimientos para el cuidado de adultos mayores en tres diferentes instituciones. Dos de ellas privadas y una pública, en el estado de Baja California, en México. Se realizó observación

no participativa (180 horas) y entrevistas semiestructuradas (N=19) a cuidadores y residentes de las tres instituciones. Los residentes provienen de diferentes estratos socioeconómicos, tienen historias de vida distintas, diferentes niveles de soporte de su red social y estado de salud, aptitud física y mental variada. Esto se traduce en una variedad de necesidades de atención que deben ser satisfechas de manera individualizada. A partir de los datos, se realizó un análisis de actividades para obtener una clasificación de las principales actividades realizadas dentro de la residencia.

#### B. Diseño y construcción de prototipos

Un resultado importante sobre el estudio anterior que sustentó la definición del diseño de los prototipos fue que el número de residentes regularmente supera las capacidades del personal en las residencias, ya que los recursos humanos disponibles siempre son escasos. Tomando en consideración este aspecto se desarrollaron dos prototipos: uno para apoyar el registro de las actividades y otro para informar sobre el estado en tiempo real de los residentes. El primero facilita que los cuidadores conserven un registro de actividades completo y actualizado, y el segundo, mantiene informados a los cuidadores de lo que los residentes hacen y el lugar en el que se encuentran.

#### C. Evaluación in situ de prototipos

Los prototipos se evaluaron en una de las tres residencias geriátricas. La evaluación in situ se diseñó para medir la eficiencia y efectividad del seguimiento de los residentes, la percepción de uso de las aplicaciones por parte de los cuidadores y la utilidad de las mismas. Así mismo, la efectividad de las notificaciones que servían de alarmas y recordatorios para los cuidadores. Los datos adquiridos y reportados fueron corroborados a través de observaciones (12 horas), entrevistas (11) y grupos focales (2). Esta evaluación proporcionó información complementaria de algunos aspectos que no habían sido contemplados a detalle en el diseño inicial de los sistemas. También, alimentó el nuevo diseño con una visión más clara de los componentes que un sistema para el cuidado de adultos mayores en instituciones geriátricas debe contener.

A continuación se presentan algunos de los resultados más sobresalientes obtenidos del estudio de campo y de la evaluación de prototipos in situ.

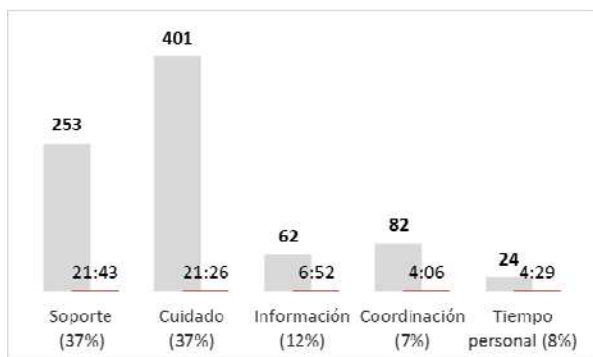
## IV. RESULTADOS

#### A. Aplicaciones con baja carga cognitiva

Los resultados del estudio arrojaron que la coincidencia de actividades e interacción (cara-cara) cuidador-residente solo representó un tercio del tiempo del cuidador (37%). Se observó que esta cantidad de tiempo que el cuidador pasa con el residente no es suficiente para brindar un cuidado de calidad, por lo tanto es fundamental incrementar el contacto con los residentes. Los números sobre las barras en la Fig. 1 indican la frecuencia que el cuidador realiza la actividad, en la base de las barras se visualiza el tiempo (en horas y minutos) que el cuidador dedica a cada actividad, y en la parte inferior, la clasificación de las actividades y el porcentaje del tiempo total que re-

presenta cada una de ellas. Las actividades de soporte son actividades adicionales al cuidado, no directamente relacionadas. Las actividades de cuidado (alimentación, higiene, descanso, recreación, médicas, etc.), las de manejo de información incluyen la realización de reportes y registro manual de actividades, las de coordinación son de organización entre el personal en la residencia y los ratos libres o tiempo de comida de los cuidadores se clasificó como tiempo personal.

Fig. 1. Frecuencia (negritas) de actividades, tiempo que se realiza la actividad y porcentaje (considerando un total de 58:37 horas) que cada actividad representa del tiempo del cuidador.



Con base en lo anterior, se diseñó una aplicación sencilla para los cuidadores, con una interfaz amigable. Se les dotó de un dispositivo móvil mediante el cual podían registrar las actividades que realiza cada residente. El mismo dispositivo permite a los cuidadores estar informados y al pendiente del estado de cada residente. El "estado" está compuesto por la localización y la actividad que está realizando el residente. El cuidador recibe una notificación en el dispositivo si hay alguna situación de riesgo o que comprometa el bienestar del adulto mayor. Por lo que las notificaciones deben brindar la información completa y ser oportunas, ya que el tiempo es un factor importante cuando, por ejemplo, un residente se cae.

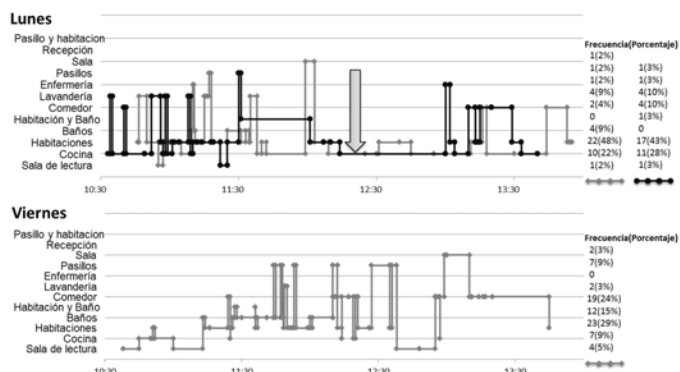
El que los cuidadores utilizaran las aplicaciones que se diseñaron resultó muy útil para observar que este tipo de sistemas no debe representar una carga adicional para los cuidadores; dado que eso podría incrementar el estrés laboral anteponiendo las necesidades de observación a las necesidades de cuidado.

### B. Cuidadores vs residentes

En el análisis de los datos se observó que el tiempo que cada cuidador dedica a cada residente es variable, depende del nivel de atención que este último requiere. Debido a que el número de cuidadores es limitado y el tiempo destinado a cada adulto mayor varía, en algunas ocasiones los cuidadores pierden el contacto con los residentes que están bajo su responsabilidad. Esto implica que hay circunstancias en las que la actividad de los residentes no es percibida por los cuidadores. En particular es delicado que los cuidadores no se percaten de situaciones de peligro, como caídas o que ingresen en áreas restringidas sin supervisión (la cocina o la enfermería). Además, debido a la diversidad de actividades que realizan los cuidadores dentro de la residencia, en algunos días la carga de trabajo que tienen supera sus capacidades óptimas de atención;

por ejemplo puede pasar por puro azar que todos los cuidadores se encuentren en el mismo lugar, o realizando actividades personales (e.g. ir al baño o a comer).

Fig. 2. Distribución de la carga de trabajo de los cuidadores



En la Fig. 2 se muestra la carga de trabajo de dos cuidadores en dos días distintos, en uno de ellos (lunes) la ausencia de personal de cocina comprometió las actividades de cuidado al preparar los alimentos a la hora de la comida, por lo que pasan menos tiempo en un sólo lugar. De aquí surge la importancia del monitoreo continuo de los residentes, la detección de su ubicación y el envío de notificaciones en tiempo real a los cuidadores. Esto en conjunto con el análisis de los lugares y actividades, fue la base para el desarrollo del prototipo que proporciona la ubicación.

### C. Lugares vs actividades

Durante el tiempo que fueron observados los residentes y los cuidadores dentro de la residencia, se pudo establecer que sus actividades no son muy variables. Esta característica de repetitividad permite detectar cuando se salen de la rutina. Se observó además que las actividades que realizan los residentes tienen una alta correlación con el lugar en el que se encuentran. Es simple inferir la actividad que realizan en cierto momento basado en la ubicación y la hora del día.

Con la implementación y la evaluación del sistema se logró conocer lo que hacían los residentes y dónde se encontraban en cierto momento. Lo que nos proporcionó datos para contemplar un módulo de análisis de más alto nivel en el cual se detecten los patrones de actividades de los residentes y la permanencia en cierto lugar para complementar la información que el cuidador recibía, por ejemplo, las posibles causas de que un residente esté triste.

### D. Dificultades en el entorno (Infraestructura)

La observación en la residencia permitió establecer la configuración para la infraestructura de sensado y comunicación que soportaría la evaluación de los prototipos. Se colocaron los dispositivos en lugares estratégicos buscando cubrir la mayor parte de áreas de la residencia.

Durante la evaluación in situ se presentaron algunas fallas en la comunicación entre los dispositivos de sensado y el servidor, y entre los dispositivos de notificación y el servidor. Se trataron de eliminar al mínimo la repercusión de estos proble-

mas; sin embargo, algunos de ellos persistieron debido a la falta del uso de dispositivos y protocolos que detecten fallos y se recuperen de los mismos. Se encontró también que la infraestructura física de la residencia no ayudó a que la comunicación entre dispositivos no tuviera un buen desempeño. Este aspecto tiene que ser considerado en el diseño de sistemas de cuidador virtual en donde es importante que los datos sean confiables porque a partir de ellos se comienza a construir información para el cuidador.

### E. Seguridad de la información

En el estudio de campo se observó que el personal de la residencia funge como responsable de la información de cada residente. El control de la información se realizaba manualmente y los registros estaban a la mano de cualquier persona. Debido a que los residentes y/o familiares brindan un consentimiento de manejo de información, es responsabilidad de la residencia darle un buen uso, así como administrarla de forma confiable y segura. Por esta razón, el diseño de los prototipos fue basado en roles de acceso, los cuales hacían disponible cierta información a ciertas personas.

De la evaluación se observó que no es suficiente contar con distintos usuarios para el acceso a la información. Hay que establecer políticas de acceso a diferentes niveles, considerando el tipo de datos, para que entidades externas a la residencia (por ejemplo, médicos foráneos para una consulta médica) tengan un acceso seguro a la información de los residentes.

## V. PLATAFORMA PROPUESTA

Con base en los resultados anteriores se propone una herramienta que incluya los aspectos que los prototipos no consideraron y otros que se pueden mejorar. Partiendo de la base de que la herramienta para el cuidador debe ser sencilla, se propone como solución un calendario digital con capacidades predictivas que alimente a un sistema de cuidador virtual. Esta herramienta administrará los datos generados por el residente y garantizará la entrega oportuna de información, de esta manera se propone la predicción de actividades y comportamientos de los residentes, así como la notificación de desviaciones en estos elementos. De esta forma, todos los residentes son controlados desde un solo dispositivo y tienen asignado un agente virtual que los ubica espacialmente y lleva el registro de las actividades que realizan; así como el control de la información digital que cada uno genera. El método de ingreso de datos debe ser lo más natural posible y las notificaciones deben ser claras, oportunas y no disruptivas. Para lograr esto se requiere de una plataforma que tenga capacidades de comunicación con diversos protocolos, soporte de varios dispositivos al mismo tiempo, envío de mensajes en tiempo real, confiable y segura.

Adicionalmente, se deben cumplir con varios elementos técnicos que incluimos en la plataforma propuesta en la Fig. 3. Estos requerimientos mínimos permitirán disminuir o eliminar los problemas técnicos encontrados durante el despliegue y puesta en marcha de los prototipos in situ. Es necesario señalar que algunos elementos descritos a continuación ya se han desarrollado mientras que otros se encuentran aún en desarrollo (marcados con \*).

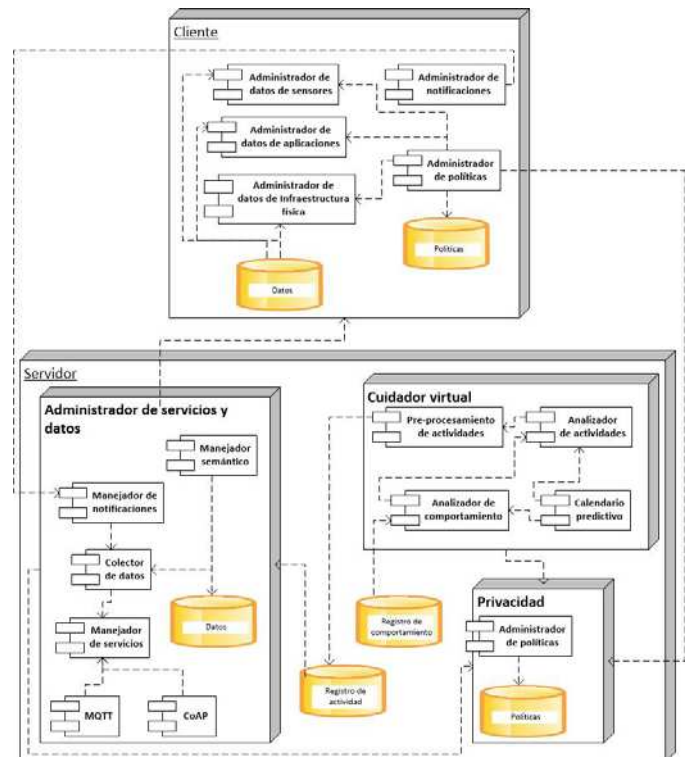
### A. Administración de dispositivos

La propuesta de la plataforma que sirva como base al sistema cuidador virtual deberá poder interactuar con un sinnúmero de dispositivos, los datos que se generen y las notificaciones instantáneas, con la posibilidad de extender sus capacidades a medida que se requiera. Se propone el *administrador de servicios y datos* para el manejo de servicios (sensores, dispositivos y aplicaciones) disponibles en el cliente los cuales recopilen datos e información sobre el residente. Con esta herramienta, además de administrar los sensores y los datos adquiridos a través de éstos, también se encarga de enviar notificaciones de manera oportuna. En resumen, el papel principal de esta herramienta es servir de enlace entre los datos y el sistema cuidador virtual propuesto.

### B. Protocolos confiables

La mayor parte de los lugares que fungen como residencias geriátricas no fueron diseñados ni construidos para soportar las comunicaciones inalámbricas. Debido al tipo de materiales en la construcción y a los elementos físicos en el entorno, las fallas en los sensores son comunes. Es necesario contar con protocolos con tolerancia a fallas transitorias, tolerancia a retrasos en la comunicación y alta latencia (CoAP (*Constrained Application Protocol*) y MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)). Los sensores además deberán estar conectados a fuentes ininterrumpibles de energía, debido a que las fallas en la red eléctrica no son predecibles y producen errores no recuperables.

Fig. 3. Plataforma propuesta.



### C. Análisis de datos\*

Los datos recolectados a partir de los diferentes dispositivos, sensores y aplicaciones requieren ser almacenados y organizados adecuadamente para un procesamiento posterior. La organización de los datos facilitará las búsquedas de datos representativos y su análisis para generar información de mayor valor. Adicionalmente, el control de todos los datos colectados y generados sobre cada usuario, deben ser administrados considerando la privacidad y la seguridad que más adelante se abordarán. Los datos recolectados a lo largo del tiempo en una institución geriátrica pueden ser utilizados de muchas maneras además de la aplicación del cuidador virtual. Es interesante investigar sobre la detección de contexto y el reconocimiento de actividades mediante técnicas no invasivas y robustas a partir de datos heterogéneos. Además de poder inferir actividades, sería interesante poder crear un modelo de cada uno de los usuarios, también a partir de los datos.

### D. Relaciones inteligentes\*

Como parte de la organización y estructura de los datos y de la nueva información generada, las relaciones entre acciones y consecuencias en el modelo de interacción que hemos descrito pueden ser modeladas de manera natural utilizando ontologías. La relación entre datos y entidades se modela mediante un RDF (*Resource Description Framework*), lo mismo que las interacciones entre objetos inteligentes. Estos conceptos son abordados en el internet de las cosas y la web semántica, lo mismo que en las disciplinas de aprendizaje automático (contenidas en el módulo del cuidador virtual). Ambas aproximaciones son válidas y complementarias, en particular el aprendizaje automático se utiliza cuando el conocimiento y/o la interacción que se modela no aceptan una completa formalización.

### E. Calendario predictivo\*

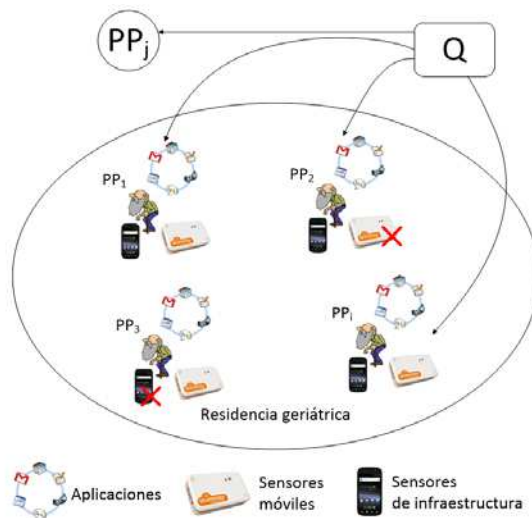
La característica de repetitividad en las actividades de un adulto mayor, permite detectar cuando se salen de la rutina. Un calendario predictivo permitiría los recordatorios proactivos y las correcciones automáticas de agenda en el caso, por ejemplo, de observar cambios en el nivel de actividad de un residente producto de la ingesta de un medicamento. La resolución del problema específico en el caso de adultos mayores permitirá la generalización a otros calendarios y agendas predictivas de propósito general; sobre todo teniendo en cuenta la gigantesca cantidad de sensores que poseen los teléfonos inteligentes.

### F. Privacidad y confiabilidad\*

La recolección de datos y el uso de éstos deben respetar ciertas reglas de privacidad legales así como preferencias de privacidad de los adultos mayores. Los dispositivos para recolección de los datos deben ser utilizados de tal manera que respeten constructores de privacidad. En la literatura ya se han definido guías de privacidad para dispositivos impersonales (e.g. sensores localizados en cierto lugar) utilizados en hogares inteligentes [21], como son el derecho a la reclusión, el respeto de la autonomía, un límite espacial de colecta de datos y el consentimiento explícito de los adultos mayores. Los dispositivos personales (e.g. tensiómetro) deben respetar además constructores temporales [22]. Estos constructores nos van a permitir definir la política de privacidad (PP) de cada adulto mayor

la cual debe ser preservada en todo momento por el sistema. La residencia geriátrica, en su función de responsable de los residentes, deberá establecer una política de privacidad general, la cual también deberá ser tomada en cuenta. Tanto los residentes como la residencia deben contar con una política de privacidad (Fig. 4). Dichas políticas deberán ser “mezcladas” al momento de analizar los datos en su conjunto, i.e., al momento “usar” los datos, es decir, de hacer las consultas Q.

Fig. 4. Modelo de control de la privacidad propuesto.



## VI. ESCENARIO DE USO

Para mostrar el uso de la plataforma propuesta a continuación describimos un escenario que incorpora los diferentes elementos antes mencionados.

*Luisa es una cuidadora de adultos mayores. Ella trabaja en una residencia geriátrica y es encargada del cuidado de varios adultos mayores (residentes). A pesar de haber varias cuidadoras en la residencia, siempre la carga de trabajo supera los recursos disponibles, situación que compromete la calidad de atención de los residentes. La residencia organiza a las cuidadoras para cubrir distintos turnos, además tienen una alta rotación de personal. Cuando Luisa fue contratada, el sistema de cuidador virtual le proporcionó toda la información respecto a cada residente. De esta manera para Luisa fue fácil conocer los hábitos y preferencias de cada residente, además de que el sistema le pronosticaba anticipadamente las actividades que debería realizar con cada residente. Así, muy rápidamente Luisa se acostumbraba y conocía a los residentes, y no hubo necesidad de que otras cuidadoras con más experiencia la capacitaran, porque también el sistema de cuidadora virtual incorporaba conocimiento que las cuidadoras iban aportando de cada residente. Las cuidadoras consideran útil el sistema de cuidadora virtual ya que les anticipa las crisis de ansiedad de los residentes, las situaciones de depresión, y los comportamientos inusuales, como consecuencia ellas prestan mayor atención al residente cuando alguna de éstas se presenta. Durante todo el día y la noche, el sistema monitorea a los residentes, por lo que todas sus actividades y movimientos quedan registrados. De esta manera es posible notificar a las cuidadoras sobre el comportamiento*

del residente, quienes pueden vigilarlo oportunamente mientras duermen, por ejemplo, y en todo momento. Adicionalmente, para los administradores de la residencia, el sistema de cuidadora virtual les anticipa las necesidades de atención con base en el nivel de deterioro de cada adulto mayor.

## VII. DISCUSIÓN Y TRABAJO FUTURO

Al evaluar prototipos preliminares y observar su desempeño en un ambiente real, se pudo identificar la necesidad de un cuidador virtual. La integración de datos de diversas fuentes (sistemas de información, sensores, aplicaciones de residentes y dispositivos móviles) y su uso para hacer inferencias sobre el estado de los residentes. Esto redundará en una mayor facilidad de operación, disminución de la carga de trabajo de cuidadores, mayor satisfacción y mejor cuidado de los residentes y en general un menor estrés laboral para los cuidadores.

Los estudios de campo permitieron verificar de primera mano condiciones de servicio, prestaciones de las aplicaciones, esquemas de organización de datos e interacción. Creemos que con la plataforma propuesta como base, será más simple e inmediata la recolección de los datos. El calendario predictivo será parte del sistema cuidador virtual y será percibido como tal por los cuidadores; mientras que será transparente para los residentes. Se espera que el efecto neto que percibirá el residente es que mejora la calidad de la atención.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal de las residencias que participaron en el estudio de campo por las facilidades y atenciones que nos brindaron.

## REFERENCIAS

- [1] World Health Organization, "Ageing," 2012. [Online]. Available: <http://www.who.int/>. [Accessed: 02-Jul-2013].
- [2] V. Soto-Mendoza, "Detección de situaciones de cuidado en adultos mayores institucionalizados," Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, 2012.
- [3] UNFPA, "State of the world population," 2012. [Online]. Available: <http://www.unfpa.org/swp>. [Accessed: 07-Jan-2013].
- [4] E.-H. Kim and Y. Kim, "Digital divide: Use of electronic personal health record by different population groups," in *32nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2010, pp. 1759–62.
- [5] I. Zavala-Ibarra and J. Favela, "Ambient videogames for health monitoring in older adults," in *2012 Eighth International Conference on Intelligent Environments*, 2012, pp. 27–33.
- [6] C. N. Doukas and I. Maglogiannis, "Emergency fall incidents detection in assisted living environments utilizing motion, sound, and visual perceptual components," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 15, no. 2, pp. 277–89, Mar. 2011.
- [7] J. P. Lázaro, A. Fides, A. Navarro, and S. Guillén, "Ambient assisted nutritional advisor for elderly people living at home," in *32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS*, 2010, pp. 198–203.
- [8] S. Chernbumroong, S. Cang, A. Atkins, and H. Yu, "Elderly activities recognition and classification for applications in assisted living," *Expert Systems with Applications*, vol. 40, no. 5, pp. 1662–1674, Apr. 2013.
- [9] B. Kaluža, M. Luštrek, E. Dovgan, M. Gams, and V. Mirchevska, "Intelligent monitoring of the elderly in home environment," 2011.
- [10] R. Cornejo, D. Hernandez, and J. Favela, "Persuading older adults to socialize and exercise through ambient games," in *2012 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops*, 2012, pp. 215–218.
- [11] "BeClose." [Online]. Available: <http://beclose.com>. [Accessed: 02-Jul-2013].
- [12] J. A. Ávila-Funes and S. Aguilar-Navarro, "El síndrome de fragilidad en el adulto mayor," *Antología Salud del Anciano*, vol. Parte 2, no. Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina. UNAM, 2007.
- [13] I. Fatima, M. Fahim, Y.-K. Lee, and S. Lee, "A unified framework for activity recognition-based behavior analysis and action prediction in smart homes," *Sensors*, vol. 13, pp. 2682–99, Jan. 2013.
- [14] T. S. Barger, D. E. Brown, and M. Alwan, "Health-Status Monitoring Through Analysis of Behavioral Patterns," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, vol. 35, no. 1, pp. 22–27, Jan. 2005.
- [15] J. a. Botia, A. Villa, and J. Palma, "Ambient Assisted Living system for in-home monitoring of healthy independent elders," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, pp. 8136–8148, Jul. 2012.
- [16] B. Kaluža, M. Luštrek, E. Dovgan, and M. Gams, "Context-Aware MAS to Support Elderly People (Demonstration)," in *Proceedings of the 11th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AA-MAS 2012)*, 2012, pp. 1485–1486.
- [17] M. Shimosaka, S. Masuda, K. Takeichi, R. Fukui, and T. Sato, "Health score prediction using low-invasive sensors," in *UbiComp '12*, 2012, p. 1044.
- [18] N. K. Suryadevara, M. T. Quazi, and S. C. Mukhopadhyay, "Intelligent Sensing Systems for Measuring Wellness Indices of the Daily Activities for the Elderly," in *2012 Eighth International Conference on Intelligent Environments*, 2012, pp. 347–350.
- [19] M. A. Hossain and D. T. Ahmed, "Virtual Caregiver: An Ambient-Aware Elderly Monitoring System," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 16, no. 6, pp. 1024–1031, 2012.
- [20] D. Zhang, Z. Wang, B. Guo, and Z. Yu, "Social and Community Intelligence: Technologies and Trends," *IEEE Software*, vol. 29, pp. 88–92, Jul-2012.
- [21] K. Shankar, L. J. Camp, K. Connelly, and L. Huber, "Ageing, Privacy, and Home-Based computing," *Pervasive computing*, pp. 46–54, 2012.
- [22] J. Al-Muhtadi, A. Ranganathan, R. Campbell, and M. D. Mickunas, "A Flexible, Privacy-Preserving Authentication Framework for Ubiquitous Computing Environments," in *22nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW'02)*, 2002.