

Diseño de Sistema IoT de Monitoreo y Alarma para Personas Mayores

Daniel A. Giulianelli, Graciela De Luca, Sebastián Barillaro, Gerardo G. García, Esteban A. Carnuccio, Waldo A. Valiente, Mariano L. Volker

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas
Universidad Nacional de La Matanza

Dirección: Florencio Varela 1703 – CP 1754 – {sbarillaro, gdeluca, wvaliente, ecarnuccio, ggarcia, mvolker, dgiulian}@unlam.edu.ar

RESUMEN

Esta investigación intenta encontrar una forma de derribar esas barreras tomando ventaja de las tecnologías actuales como sistemas embebidos con sensores de movimiento, sensores biométricos, conexión inalámbrica, geoposicionamiento, etc. Haciendo uso de estos dispositivos y de la computación en la nube, se busca brindar a las personas adultas mayores y de su entorno mayor comodidad, autonomía, independencia, reducción de costos en los cuidados, mejores controles de la salud y mayor celeridad en la respuesta ante emergencias.

Se busca crear una solución que monitoree la salud del usuario y la reporte a los cuidadores, familiares y médicos a través de internet durante las 24hs los 7 días de la semana. Además, emita alertas en los casos que el usuario requiera atención inmediata.

En esta oportunidad, presentamos los avances realizados durante el primer año de desarrollo de este proyecto. Se analizan las diferentes líneas de investigación desarrolladas al seleccionar diversas configuraciones de sensores. Se describe algunos de los problemas no previstos relacionados con la arquitectura de hardware y software de la placa Intel Galileo y su solución.

Palabras clave: *computación en la nube, adultos mayores, geolocalización, monitoreo, IoT, Intel Galileo, Arduino, giroscopio, acelerómetro, Kallman.*

CONTEXTO

Nuestra Línea de Investigación es parte del proyecto *Sistema de monitoreo y alarma para personas adultos*

mayores ambulantes, dependiente de la Unidad Académica del *Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas*, perteneciente al programa de Investigaciones PROINCE de la Universidad Nacional de La Matanza, el cual es formado por docentes e investigadores de las carreras de ingeniería en informática e ingeniería en electrónica. Este proyecto es continuación de los trabajos que viene realizando el grupo de investigación, en sistemas operativos, computación de alto rendimiento, entre otros, en el área de Internet de las cosas (IoT).

1. INTRODUCCIÓN

Una caída no asistida a tiempo en una persona anciana puede provocarle su deterioro funcional, requiriendo de cuidadores o personas de apoyo. La prevención de caídas es tan importante que el ministerio de Desarrollo Social de la Nación a través la Dirección Nacional de Políticas para Adultos Mayores confeccionó una guía (1), en donde el tema de caídas es una parte principal de las recomendaciones antes situaciones de riesgo. Señalando que los efectos de las caídas pueden ser irreversibles sin una intervención adecuada e inmediata.

A nivel mundial, un informe de *World Health Organization* (2) indica que un tercio de la población de mayores de 64 años sufre algún tipo de caída cada año. Esta es una de las primordiales causas de lesiones en adultos mayores y una de las principales causas de muerte por accidente en los mayores de 75 años. Además, las fracturas de caderas provocadas por caídas representan al 90% de los casos. Una oportuna atención por parte de servicios médicos o familiares,

luego de una caída, puede brindar una recuperación y contención más rápida, mejorando la confianza, o hasta incluso salvándole la vida.

2. LINEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Los sistemas de detección y aviso de caídas son herramientas que brindan rápida respuesta. Estos pueden ser clasificados en dos tipos: los sensibles al contexto y los portátiles.

Los sistemas sensibles al contexto requieren de la instalación de sensores diseminados por la vivienda. Estos sensores pueden estar formados por cámaras con análisis de imágenes para capturar el momento de la caída, sensores de infrarrojo, de ultra sonido, pisos con sensores de presión (3), etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID), sensores inerciales y magnetómetros (4). Estas soluciones suele ser las más precisas ya que identifican el lugar de la caída. Además la persona adulta no tiene que cargar todo el día con un equipo (no intrusivo), pero es limitado por el alto costo de instalación y su rango de acción solo aplica en ámbitos cerrados o en donde esté instalado el equipamiento.

Los sistemas portátiles se basan en la incorporación de sensores en un aparato o ajustados en la ropa que supervisa las actividades de los adultos mayores en tiempo real, detectando caídas sobre la base de los cambios en algunos parámetros de movimiento. Los sensores utilizados para reconocer movimientos se componen de un acelerómetro y un giroscopio. Procesando la información sobre la orientación y la aceleración puede describir el movimiento de una persona. Este es un enfoque es de bajo costo y fácil de emplear, no requiere de instalación, funciona tanto dentro como fuera de la casa. En contra partida, al ser llevado en la ropa puede ser olvidado por la persona mayor. Si es integrado a un celular puede tener reticencia a utilizarlo. Además un golpe involuntario en el sensor puede provocar una falsa alarma.

El proyecto en el que estamos trabajando actualmente, se basa en el segundo tipo de sistema de detección de caídas.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

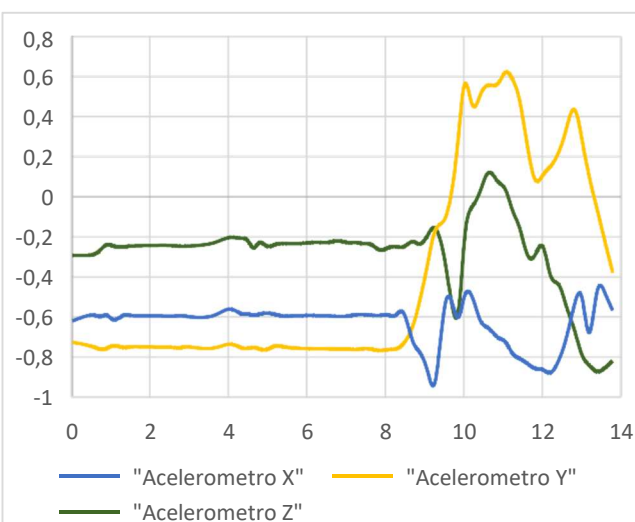
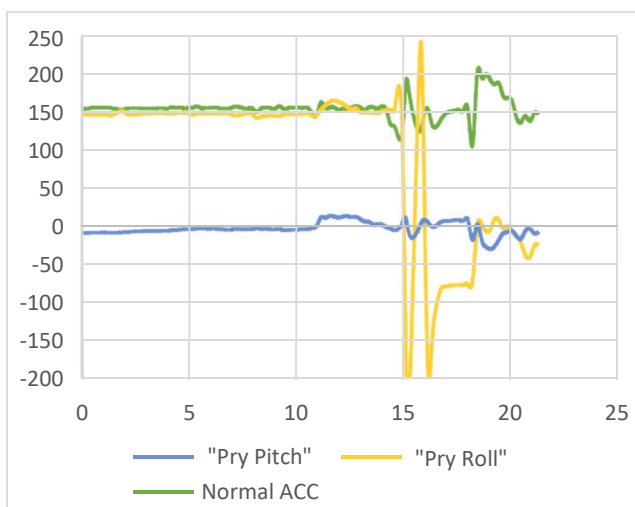
En una primera etapa en el desarrollo de esta investigación se ha podido diseñar la arquitectura del sistema. Esta arquitectura comprende los sensores biométricos y de movimiento; la placa de desarrollo de prototipos encargada de conectar los sensores, recolectar sus datos, procesarlos y enviar la información a un sistema en la nube encargado de analizarlos y comunicar las anomalías detectadas a los responsables del cuidado del usuario.

Debido a que las caídas es un riesgo que afecta a casi todos los ancianos, se comenzó con el estudio de la detección de este tipo de accidente. En ese sentido, se comenzó una línea de investigación que intentaba detectar la caída al interpretar una variación significativa en las lecturas de los datos entregados por un sensor giroscopio. Debido a la gran cantidad de falsos positivos y falsos negativos, se optó por utilizar un sensor acelerómetro. La certeza en la detección de caídas no mejoró con el cambio de sensor. Posteriormente, se comenzó una nueva línea de investigación en la que se hacía uso de ambos sensores *-giroscopio y acelerómetro-* combinando sus lecturas. Esta nueva forma de sensar las caídas resultó ser más eficiente, reduciendo la proporción de falsos negativos y falsos positivos.

Varias dificultades técnicas no previstas durante la etapa de diseño han sido resueltas durante el desarrollo del prototipo. Una de ellas fue el retardo introducido en la comunicación con el sensor giroscopio. Mientras que las lecturas funcionaban apropiadamente cuando se utilizaba un sistema Aduino, el sistema fallaba al ejecutar el mismo software en una placa de desarrollo Intel Galileo I. Luego de una investigación, se encontró que la placa de Intel introducía grandes demoras por la multiplexación de puertos GPIO. Además, el uso de un sistema operativo que no es de tiempo real aumentaba los retardos. Estas anomalías se resolvieron cuando comenzamos a utilizar la Placa de desarrollo Intel Galileo v2.0.

Posteriormente se procesan esos datos aplicando filtros Kalman para depurar la información ante lecturas erróneas. Se han realizado pruebas de campo en donde se parametrizó y validó el algoritmo de detección de caídas. Este algoritmo consiste en observar la variación

en las aceleraciones y en el giro y disparar un evento alarma cuando esa variación supera un umbral tolerable. No es relevante el sentido o dirección de la aceleración ni del giro. Lo que es interesante, es detectar un movimiento brusco característico de cualquier caída. También se han estudiado técnicas para detectar movimientos bruscos que no son producto de una caída (falsos positivos) y movimientos no bruscos por dentro del umbral de tolerancia pero que pertenecen a una caída (falsos negativos) requiriendo la atención inmediata de los cuidadores.



En las siguientes etapas del proyecto, se espera poder desarrollar un prototipo funcional para validar la estructura del sistema y la integración de sus partes. Posteriormente, se espera integrar cada vez más sensores biométricos, combinando los datos que entregan en algoritmos de fusión de sensores (*Sensor Fusion*, en inglés) para aumentar la certeza en las mediciones y detecciones de caídas.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La presente línea de investigación dentro del departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas forma parte del trabajo que el Ingeniero Esteban Carnuccio se encuentra realizando para su maestría.

Dentro del grupo de investigación hay, además, dos investigadores en formación y se incorporó a un alumno que se encuentra finalizando su carrera, para realizar la iniciación en investigación.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Weiser y R. Gold, «The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s,» 1999.
- [2] J. Wherton, R. Procter, P. Sugarhood y S. Hinder, «Co-production in practice: how people with assisted living needs can help design and evolve technologies and services,» 2015.
- [3] A. Alonso, «Siembra de Datos,» *MIT Information Technology*, pp. 66-69, Diciembre 2015.
- [4] G. Atkinson y K. Karimi, «What the Internet of Things (IoT) Needs to Become Reality,» Texas;USA, 2014.
- [5] biodatadevices, «biodatadevices,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.biodatadevices.com/index.php?lang=es>.
- [6] J. S. & S. K. A. Aquino, «La tecnología como apoyo para alertas y ubicación de grupos de interés prioritario.,» *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 2(2), pp. 1-6., 2015.