

# Reto Yubox

## Sistema de extracción de características a partir de vibración estructural inducida por actividad humanos

Christian Ortiz<sup>a,\*</sup>, Christian Silva<sup>a</sup>, Fernando Gómez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>ESPOL - FIMCP

<sup>b</sup>University of Illinois at Urbana-Champaign

---

### 1. Introducción

El concepto de ciudades y estructuras inteligentes, es decir instrumentadas con sensores, ha recibido notable atención en años recientes. La idea de contar con sensores que adquieran información útil para una posterior toma de decisiones ya no es una utopía del futuro. El ascenso de la IoT en el mundo ha sido tan vertiginoso que en la actualidad no se concibe el funcionamiento de las actividades cotidianas sin sensores. Ejemplos de sensores comunes incluyen el termostato del aire acondicionado, los sensores de proximidad en los vehículos, los sensores de velocidad vehicular, los sensores de las puertas automáticas y los sensores de signos vitales en aplicaciones médicas, para nombrar solo algunos. Esto ha hecho que muchas aplicaciones tomen como información de entrada para su operación las mediciones adquiridas por sensores. Una aplicación crucial en los últimos años ha sido la identificación de personas.

En la actualidad existen muchas aplicaciones de detección e identificación de personas [1, 2], reportadas en la literatura, principalmente asociadas con sistemas de cámaras y sensores infrarrojos. La literatura incluye numerosos reportes de métodos y prototipos para identificación de personas, principalmente enfocados en características biométricas (huellas digitales, rostro, temperatura corporal, peso). Sin embargo, muchas de estas soluciones resultan costosas, imprácticas y difíciles de implementar en aplicaciones pequeñas.

### 2. Descripción del Problema

Consideremos dos escenarios: 1) La detección de pasos y caídas en un asilo de ancianos [3]. Muchos accidentes de caídas que no son identificados a tiempo pueden resultar en graves lesiones o incluso la muerte para personas con movilidad reducida. La existencia de un sistema de detección de pasos o caídas que alerte al personal médico en tiempo real constituiría un gran avance en el sector de asistencia geriátrica. 2) La detección de intrusos en un hogar común. La inseguridad es un tema de excesiva actualidad que ha motivado el surgimiento de un sinnúmero de aplicaciones y soluciones en el sector, incluyendo sistemas de alarma, cámaras, identificación, acceso y vigilancia. La existencia de un sistema inteligente de detección de pasos en un hogar, que pueda diferenciar entre los pasos humanos y aquellos de mascotas u otras interferencias (como por ejemplo obstáculos, viento o sismos) resultaría muy novedoso y efectivo en el combate a la delincuencia. En los dos casos descritos, aún no hay soluciones de bajo costo y de alta efectividad propuestos para resolver estos problemas.

### 3. Impacto de la Implementación

Este proyecto plantea la implementación de un sistema de detección/identificación de personas a partir de vibraciones estructurales inducidas por tráfico de pasos [1]. En una primera fase, lo único que se busca es detectar pasos humanos (ver Fig.??), mientras que en una fase posterior, se puede refinar el algoritmo de búsqueda para identificar características a partir de los pasos, por ejemplo el género de la persona, su integridad física, etc. El algoritmo, implementado a través de la plataforma Yubox debe ser capaz de tomar las mediciones, extraer las características únicas de pasos humanos, y decidir si dichas características corresponden efectivamente a una persona, para posteriormente, emitir una señal de aviso o alarma, todo en tiempo real. En la actualidad,

---

\*Corresponding author: Tel.: 098-886-8938

Email address: rdortiz@espol.edu.ec (Christian Ortiz)

en aplicaciones similares se realiza este procedimiento en fase de post procesamiento, es decir, se analiza la información adquirida por los sensores en un computador *a posteriori*.

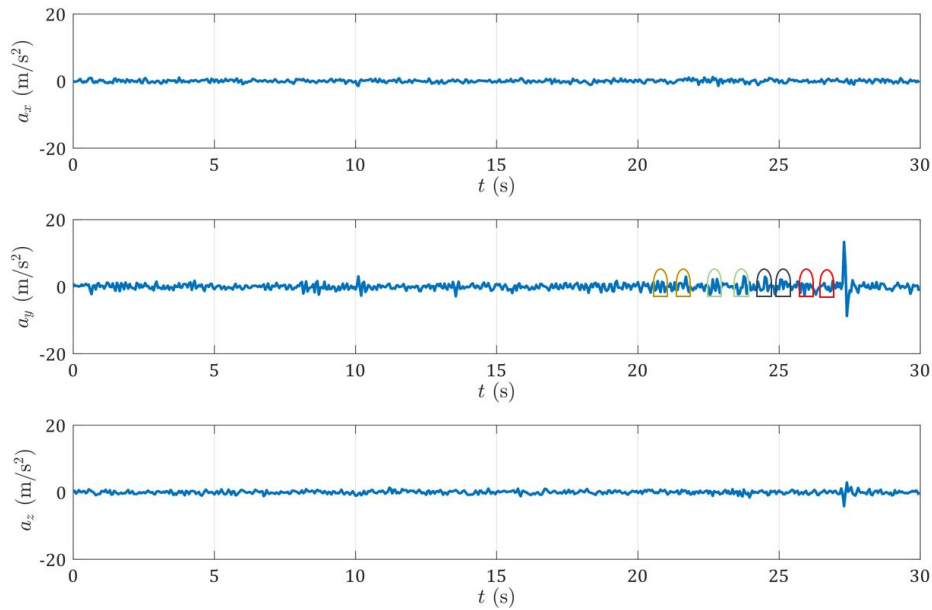


Figura. 1: Ejemplo de señales. Las aracterísticas topológicas correspondientes a pasos se indican en los zapatos de colores

La innovación de esta propuesta es poderlo implementar en el mismo momento en que sucede el evento. La detección e identificación de pasos se resume en el diagrama mostrado en la Fig.2

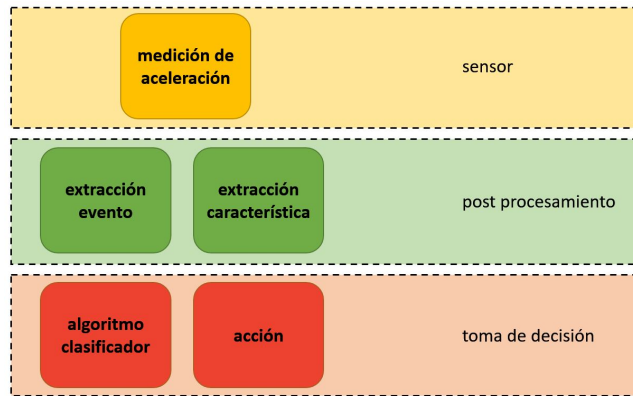


Figura. 2: El sistema consiste de 3 módulos: medición, análisis y decisión [1]

#### 4. Propuesta de valor

Una exitosa implementación de esta propuesta implica:

- La implementación de un sistema de detección de pasos humanos que minimiza la ocurrencia de falsos positivos debidos a interferencias.
- Un sistema autónomo que no requiere de alimentación de energía doméstica para funcionar, gracias a la funcionalidad de la tarjeta Yubox y su capacidad de trabajar con baterías.
- La versatilidad del sistema permite ofrecer al usuario un sistema llave-en-mano, que no requiere post-procesamiento, transferencia de datos y manipulación innecesaria.

- Una exitosa implementación contribuiría en gran medida a la reducción de accidentes y lesiones evitables por causa de falta de personal de atención, o, para el caso de detección de intrusos, constituiría una solución adicional en la lucha contra la delincuencia común.

## 5. Conclusiones

La presente propuesta busca generar una prueba de concepto con potencial para futuras implementaciones de sistemas de monitoreo estructural en aplicaciones de detección e identificación de movimiento humano en edificios. La idea inicial amplia de un sistema de monitoreo estructural se fue reduciendo progresivamente a una aplicación mucho más específica y clara de detección de movimiento humano a partir de vibraciones estructurales inducidas por pasos humanos. Las características del módulo y de la tarjeta Yubox son ideales para la implementación de un sistema autónomo, inteligente y rápido. El reto principal en la consecución de esta idea es generar un algoritmo robusto, confiable y sencillo, debidamente validado y con resultados publicados, de forma que se pueda pasar al siguiente paso en la implementación.

## References

- [1] S. Pan, N. Wang, Y. Qian, I. Velibeyoglu, H. Y. Noh, P. Zhang, Indoor person identification through footstep induced structural vibration, in: Proceedings of the 16th International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 2015, pp. 81–86.
- [2] H. Ng, H.-L. Tong, W.-H. Tan, T. T.-V. Yap, P.-F. Chong, J. Abdullah, Human identification based on extracted gait features, International Journal on New Computer Architectures and Their Applications (IJN-CAA) 1 (2) (2011) 358–370.
- [3] G. Demiris, B. K. Hensel, M. Skubic, M. Rantz, Senior residents' perceived need of and preferences for "smart home" sensor technologies, International journal of technology assessment in health care 24 (1) (2008) 120–124.