

# Detección de somnolencia en conductores con un reloj inteligente

Sonia Díaz Santos, Pino Caballero Gil

Universidad de La Laguna  Universidad de La Laguna



# Índice

01

Introducción

02

Reloj inteligente

03

Diseño de la aplicación

04

Seguridad

05

Alternativas

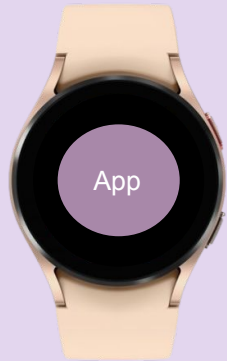
06

Conclusiones y  
trabajo futuro

01

# Introducción

# Objetivo



## **Análisis de los datos**

Las variables fisiológicas más relevantes

Si la persona que conduce se está durmiendo



Se despierta a la persona

- Vibración
- Estímulo sensorial auditivo

# Investigación

## Drowsiness detection using heart rate variability

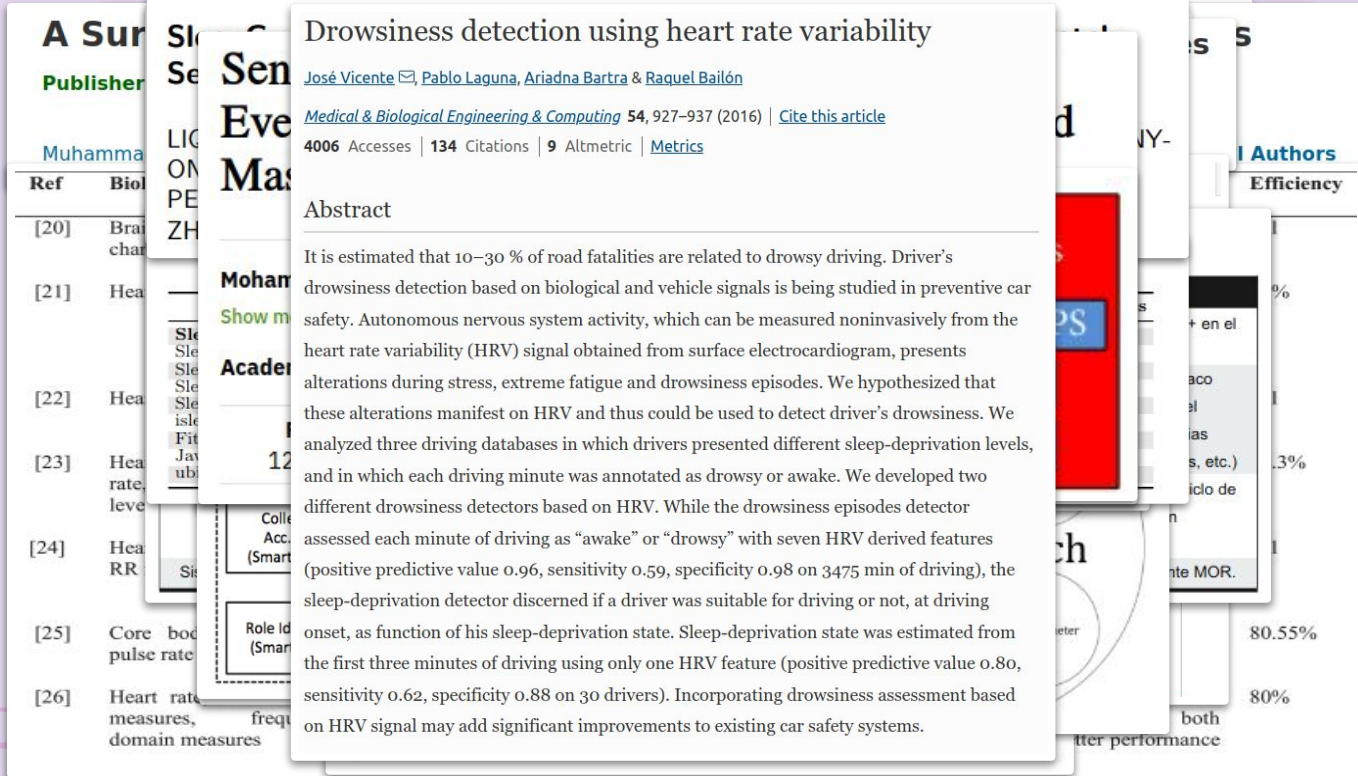
José Vicente [✉](#), Pablo Laguna, Ariadna Bartra & Raquel Bailón

*Medical & Biological Engineering & Computing* 54, 927–937 (2016) | [Cite this article](#)

4006 Accesses | 134 Citations | 9 Altmetric | [Metrics](#)








### Abstract

It is estimated that 10–30 % of road fatalities are related to drowsy driving. Driver's drowsiness detection based on biological and vehicle signals is being studied in preventive car safety. Autonomous nervous system activity, which can be measured noninvasively from the heart rate variability (HRV) signal obtained from surface electrocardiogram, presents alterations during stress, extreme fatigue and drowsiness episodes. We hypothesized that these alterations manifest on HRV and thus could be used to detect driver's drowsiness. We analyzed three driving databases in which drivers presented different sleep-deprivation levels, and in which each driving minute was annotated as drowsy or awake. We developed two different drowsiness detectors based on HRV. While the drowsiness episodes detector assessed each minute of driving as "awake" or "drowsy" with seven HRV derived features (positive predictive value 0.96, sensitivity 0.59, specificity 0.98 on 3475 min of driving), the sleep-deprivation detector discerned if a driver was suitable for driving or not, at driving onset, as function of his sleep-deprivation state. Sleep-deprivation state was estimated from the first three minutes of driving using only one HRV feature (positive predictive value 0.80, sensitivity 0.62, specificity 0.88 on 30 drivers). Incorporating drowsiness assessment based on HRV signal may add significant improvements to existing car safety systems.

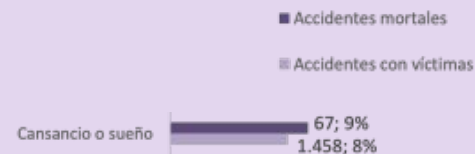


# Accidentes de tráfico

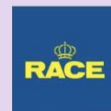
Accidentes por cansancio o fatiga al volante		
	Han sufrido	Nunca han sufrido
Finlandia	24,70%	75,30%
Italia	21,80%	78,20%
Suecia	19,30%	80,70%
Noruega	18,60%	81,40%
Francia	18,10%	81,90%
Bélgica	17,30%	82,70%
Reino Unido	17,10%	82,90%
Países Bajos	16,90%	83,10%
Alemania	16,20%	83,80%
Suiza	12,30%	87,70%
<b>España</b>	<b>10,80%</b>	<b>89,20%</b>
Polonia	9,40%	90,60%
República Checa	7,10%	92,90%
Austria	4,90%	95,10%
Portugal	4,90%	95,10%

	% "siempre" o "casi siempre"	He sufrido un accidente grave por el cansancio o fatiga al volante
Alemania		8,4%
Austria		0,4%
Bélgica		6,4%
<b>España</b>		<b>4,2%</b>
Finlandia		5,7%
Francia		10,1%
Italia		10,7%

*Distribución de cansancio o sueño en los accidentes con víctimas y accidentes mortales en vías interurbanas*



2019



2020



### Hora del día

Las primeras horas de la mañana (entre las 3 y las 5 de la mañana) y las primeras de la tarde (entre las 14 y las 16 horas) son las horas en las que el sueño llega con mayor facilidad. Independientemente de cuánto se haya dormido, durante estas horas siempre se tendrá un poco más de sueño. Por lo tanto, se debe intentar evitar conducir durante estos períodos o, al menos, extremar las precauciones.

### Diferencias individuales de los conductores

Algunas personas son madrugadoras y se sienten más despiertas por la mañana. Otras son personas nocturnas y sus horas pico de desempeño son por la tarde. Por lo que, aunque los demás estén bien, es posible que una persona no se encuentre en condiciones óptimas para conducir.

### Estimulación ambiental y nivel de actividad del conductor

Los entornos viales monótonos favorecen la somnolencia y los entornos ricos en estimulación ambiental (además de mantener un alto nivel de actividad) ayudan a mantenerse despierto. Por ello, encender la radio o conversar con su acompañante puede ser de alguna ayuda en determinadas ocasiones.

### Horas de vigilia continua

Cuanto más tiempo se haya estado despierto, más difícil será resistir el sueño. Además, si el descanso nocturno no ha sido del todo reparador (una mala noche), la recuperación de horas de sueño no habrá sido completa. En estos casos, conducir puede ser peligroso.

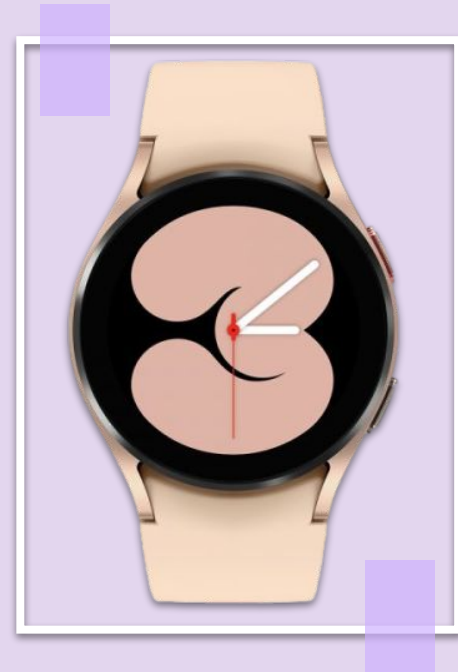
02

Reloj inteligente



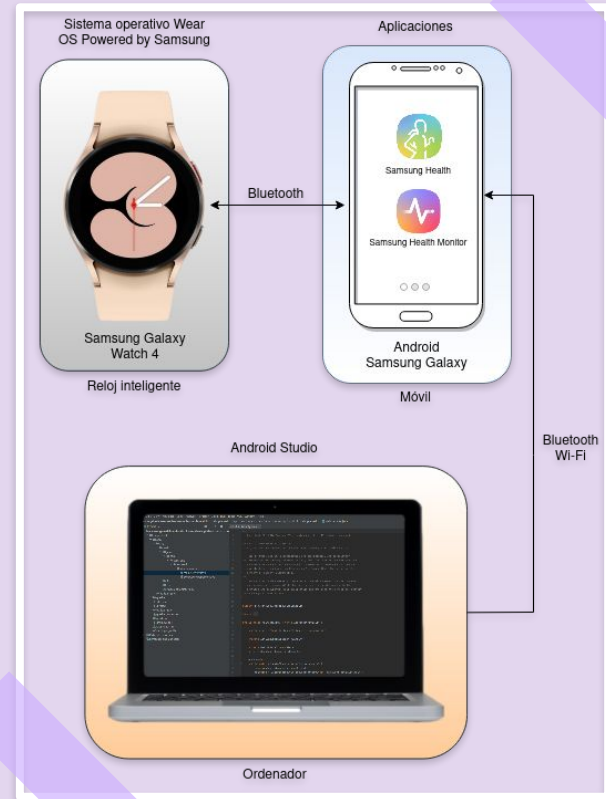
# Hardware: Samsung Galaxy Watch 4

- ❑ Sensor *BioActive*:
  - ❑ Sensor óptico *PPG*: la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, tensión arterial, el oxígeno en sangre (*SpO2*) y el nivel de estrés.
  - ❑ Sensor eléctrico: electrocardiograma (*ECG*)
  - ❑ Sensor *BIA*: composición corporal
- ❑ Análisis del sueño
- ❑ Localización: GPS
- ❑ Sensores de movimiento:
  - ❑ Acelerómetro
  - ❑ Giroscopio
- ❑ Podómetro
- ❑ Conexiones:
  - ❑ Bluetooth v5.0
  - ❑ Wi-Fi

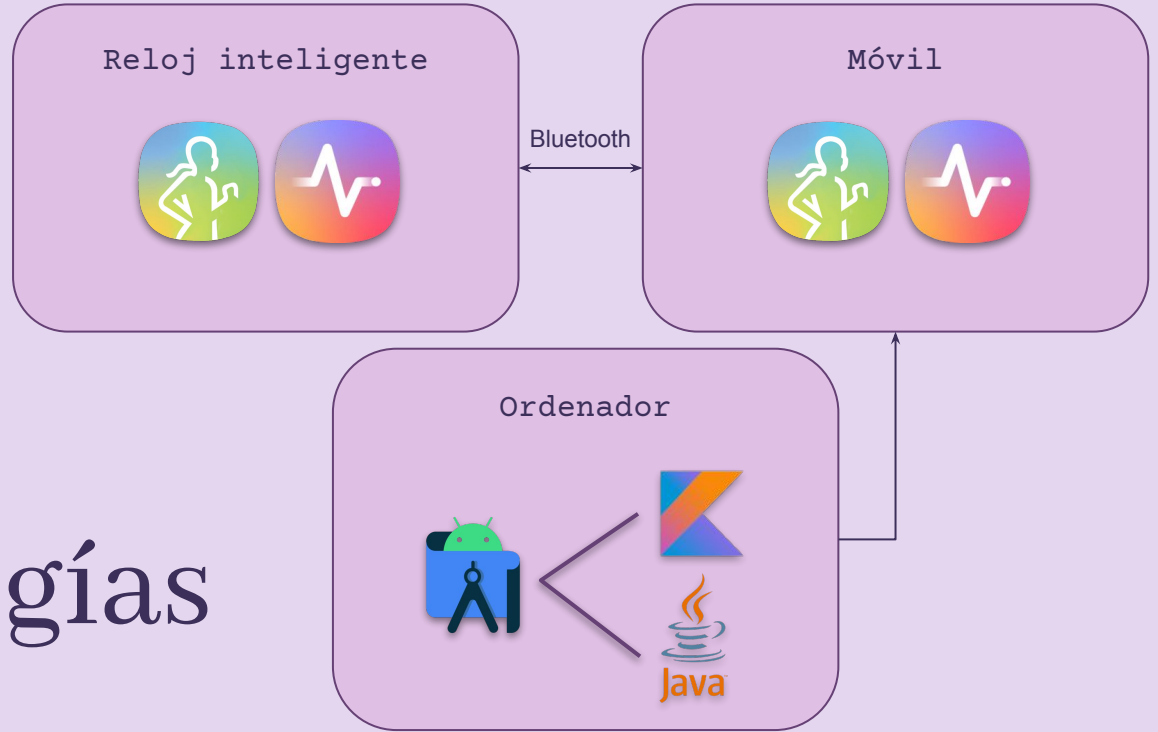


# Software

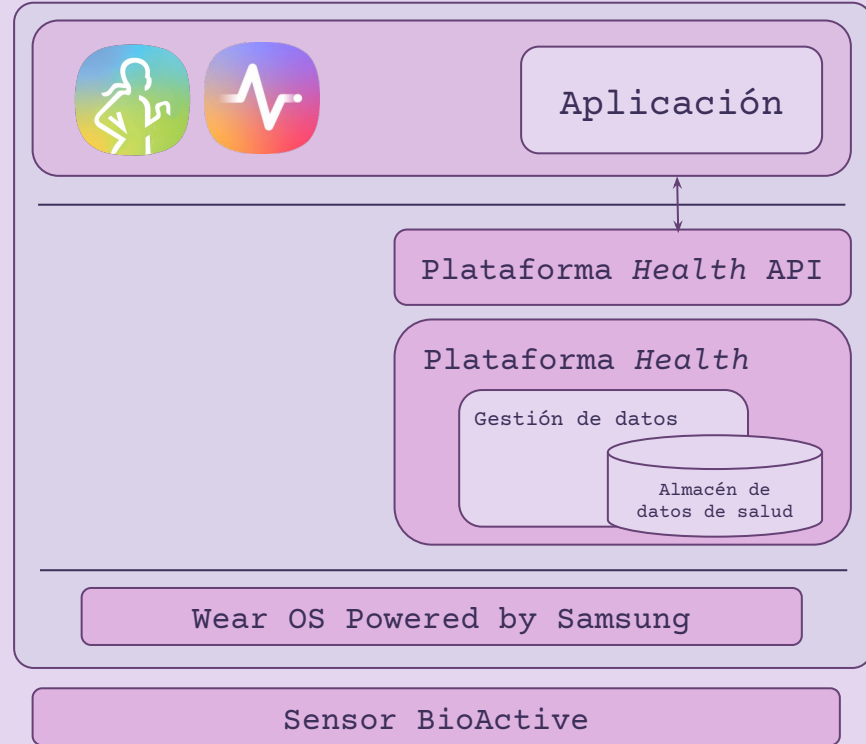
## Esquema de comunicación de la arquitectura



# Tecnologías



# Plataforma *Health*



# Comunidad



**Twitter**  
Follow @AndroidDev on  
Twitter



**YouTube**  
Check out Android Developers  
on YouTube



**LinkedIn**  
Connect with the Android  
Developers community on  
LinkedIn

# Fases del sueño



## NREM Fase 1

- ❑ Dura unos minutos
- ❑ Grado más ligero de sueño
- ❑ La actividad fisiológica disminuye con la caída gradual de los signos vitales y el metabolismo
- ❑ Despertar fácil con estímulos sensoriales

## NREM Fase 2

- ❑ Duración: 10-20 minutos
- ❑ Relajación progresiva
- ❑ Las funciones corporales se ralentizan
- ❑ Despierta con relativa facilidad

## NREM Fase 3

- ❑ Duración: 15-30 minutos
- ❑ Las primeras etapas del sueño profundo
- ❑ Músculos completamente relajados
- ❑ Los signos vitales disminuyen y son regulares
- ❑ Duro despertar

## NREM Fase 4

- ❑ Duración: 15-30 minutos
- ❑ Etapa de sueño más profundo
- ❑ Signos vitales significativamente más bajos
- ❑ Despertar muy duro

# Sensores

Sensor de un solo chip 3 en 1



→ Sensor Samsung BioActive



Fotopletismografía  
(PPG)



Electrocardiograma  
(ECG)



Análisis de Impedancia  
Bioeléctrica  
(BIA)

# Variables fisiológicas

## Detección de sueño

- Frecuencia cardíaca
- Estrés
- Oxígeno en sangre

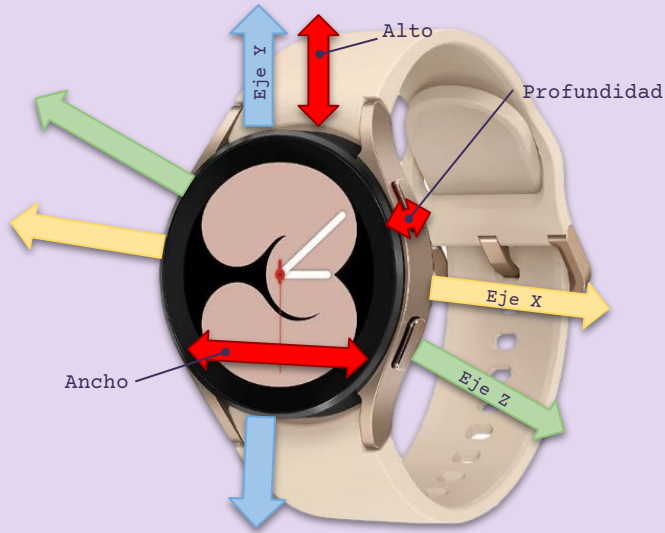


## Detección de conducción

- Acelerómetro
- Giroscopio
- GPS

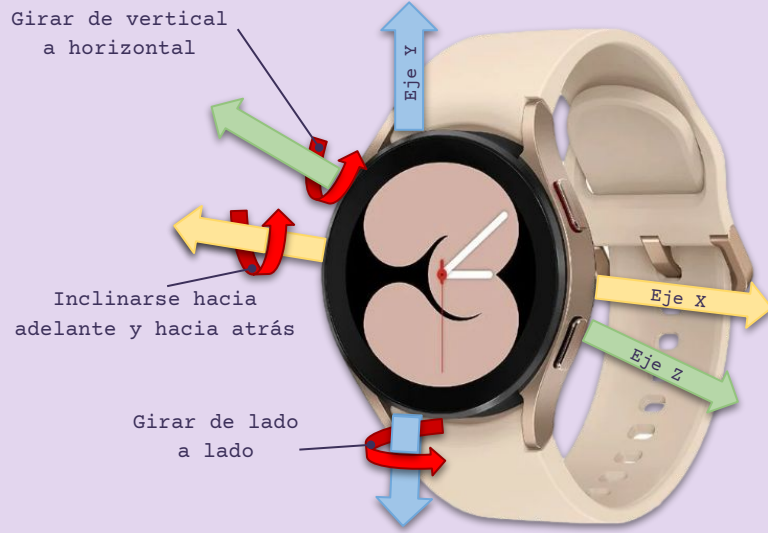


# Acelerómetro



Detección de movimiento del dispositivo

# Giroscopio

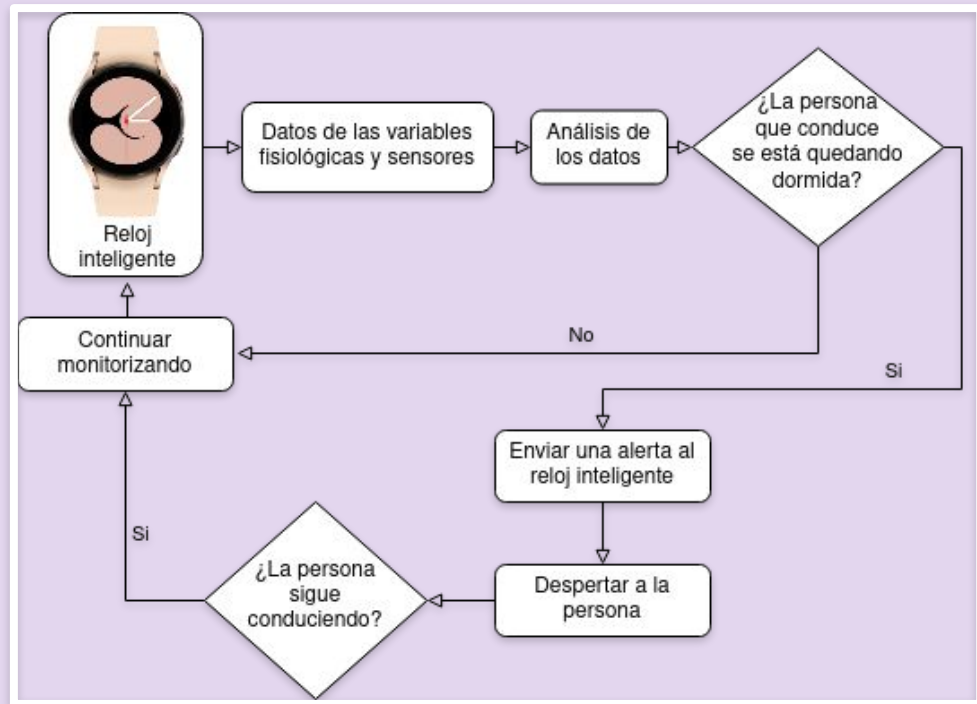


Detección de los giros del dispositivo

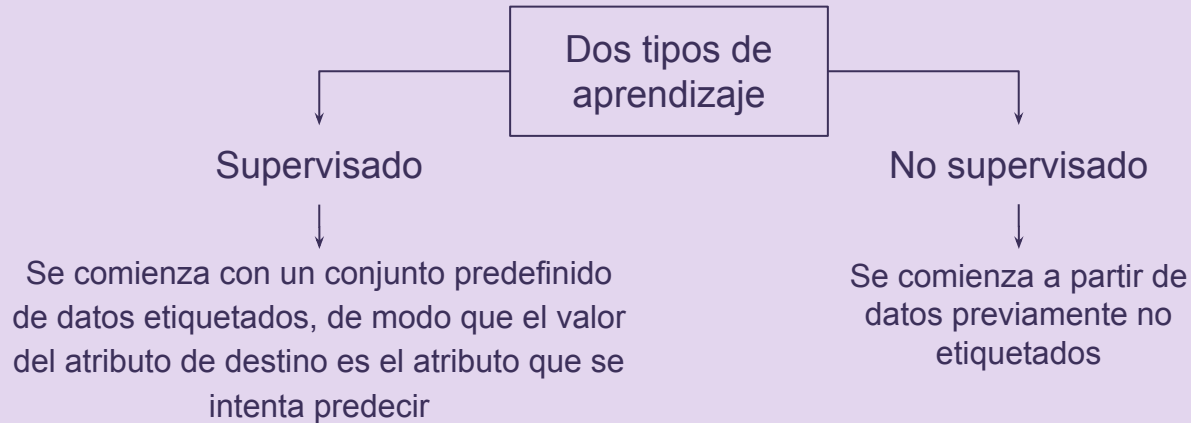
03

# Diseño de la aplicación

# Caso de uso

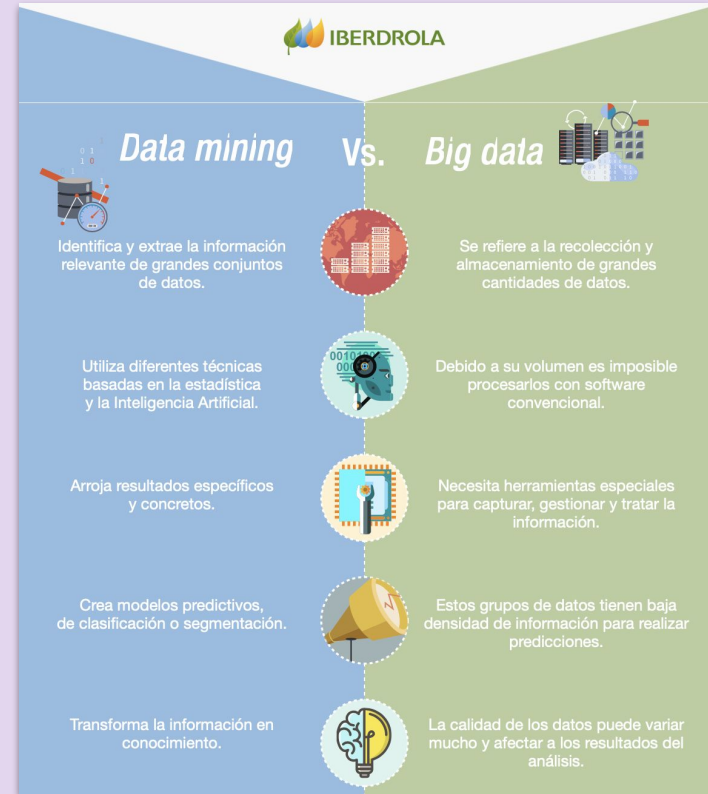


# Análisis de los datos



Este trabajo asume inicialmente que no hay un conocimiento previo de los datos de una persona, por lo que en este caso se utiliza un algoritmo no supervisado. Sin embargo, se considera el caso de medir los datos de interés en estado de reposo para poder usar un algoritmo supervisado.

# Minería de datos



04

Seguridad

# Gestión de claves

Preferencias compartidas



se utiliza un almacén de conjunto de claves para cifrar archivos o datos de preferencias compartidas

Sistema de almacenamiento de claves de Android



un almacén de una clave maestra que cifra todos los conjuntos de claves

La biblioteca de seguridad también incluye dos clases para proporcionar datos más seguros en reposo



La clase *EncryptedFile*



proporciona operaciones seguras de lectura y escritura desde flujos de archivos mediante el cifrado autenticado con datos asociados (AEAD, Authenticated Encryption with Associated Data)

La clase *Encrypted-SharedPreferences*



cifra automáticamente las claves y los valores mediante una combinación de dos esquemas: primero, las claves se cifran mediante un algoritmo determinista y, a continuación, los valores se cifran con AES-256 GCM de forma no determinista

# Algoritmos criptográficos

***Algoritmos disponibles***



DH, DSA, AES, BLOWFISH, ChaCha20, DES, 3DES, EC, GCM, PKCS12PBE, X.509, ECDH, MD5 y la familia SHA

***Algoritmos de cifrado***



AES, AES128, AES256, ARC4, BLOWFISH, ChaCha20, DES, 3DES y RSA



En diferentes modos como CBC, ECB y GCM, así como con diferentes rellenos



# Algoritmos recomendados

<i>operación</i>	<i>algoritmo</i>	<i>modo</i>
Cifrado	AES	CBC o GCM con 256-bits
Resumen del mensaje	Familia SHA-2	
Mac	Familia HMAC de SHA	
Firma	Familia SHA-2 con ECDSA	

# Samsung Knox



## Fabricación desde el chip

Samsung diseña, fabrica y valida cada pieza de hardware que se incorpora en los dispositivos Samsung.



## Aislamiento de datos

Gracias a esta función integrada en cada componente, es posible aislar por completo sus datos confidenciales en un lugar seguro.



## Cifrado de datos

Con la plataforma de seguridad Knox, sus datos se almacenan y permanecen en un estado cifrado, incluso en caso de robo o pérdida.

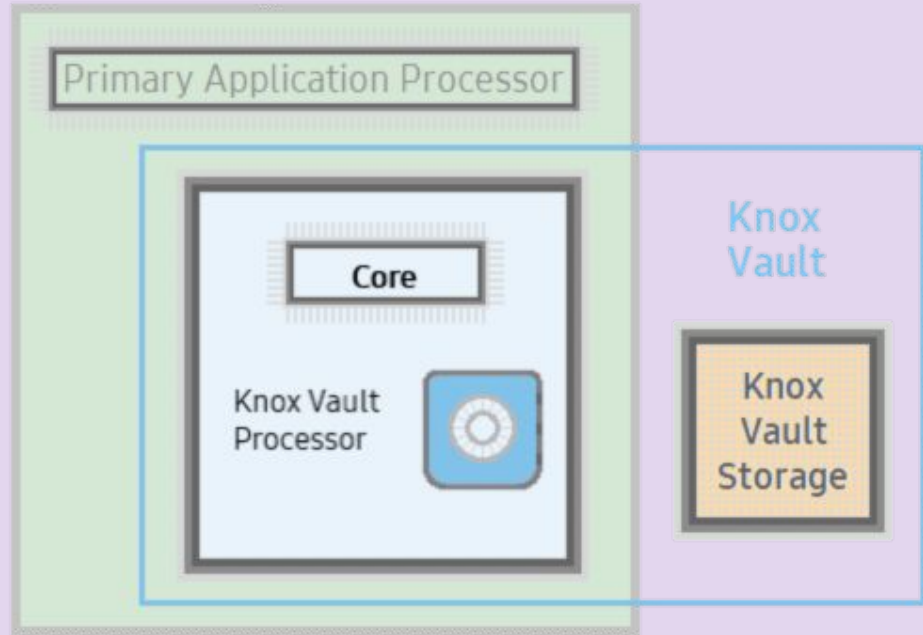


## Protección de tiempo de ejecución

Su dispositivo Samsung siempre se ejecuta en un estado seguro; de esta forma, bloquea en tiempo real todo acceso no autorizado al kernel del teléfono.

# Knox Vault

System-On-Chip

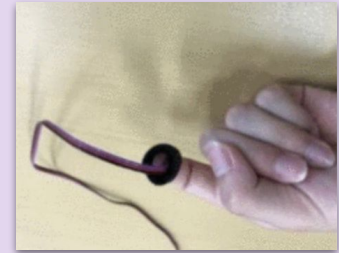
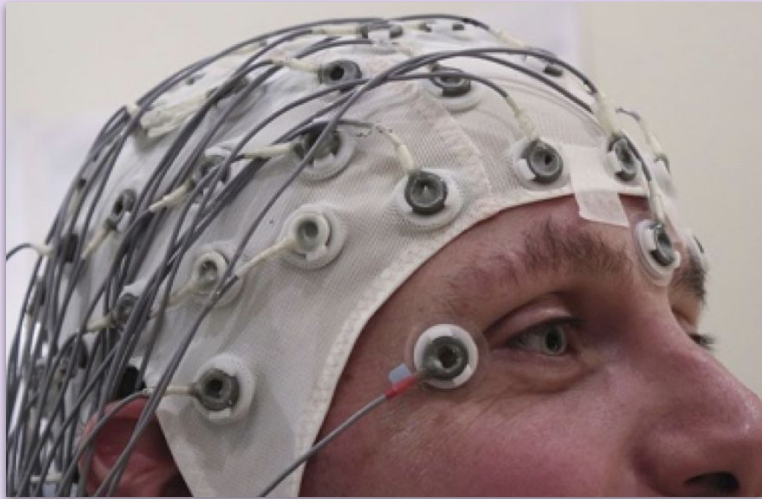




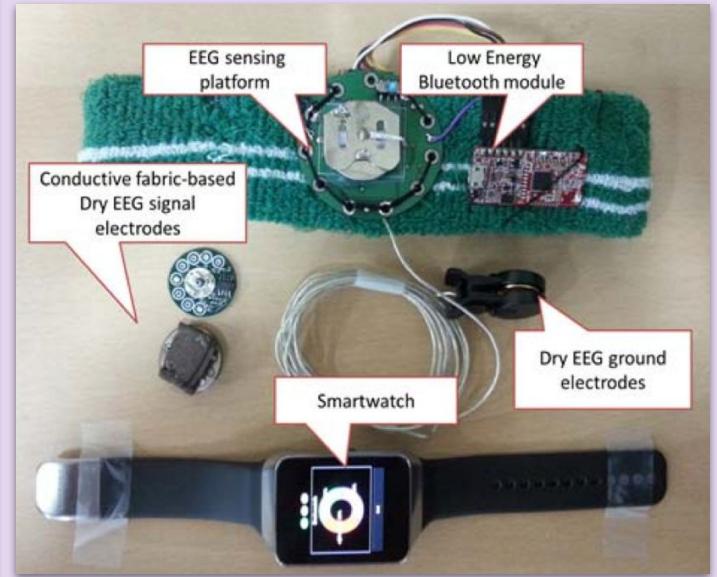
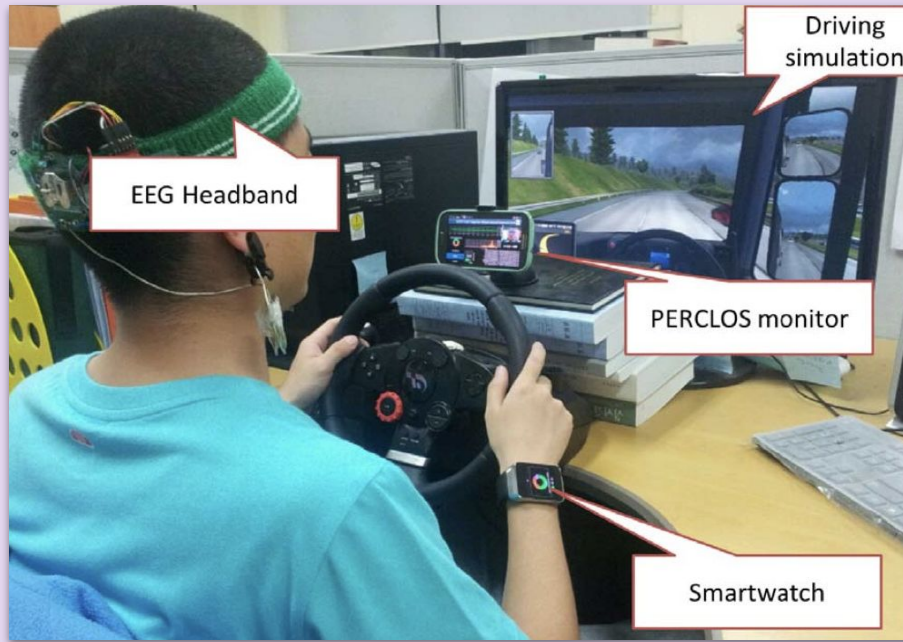
05

Alternativas

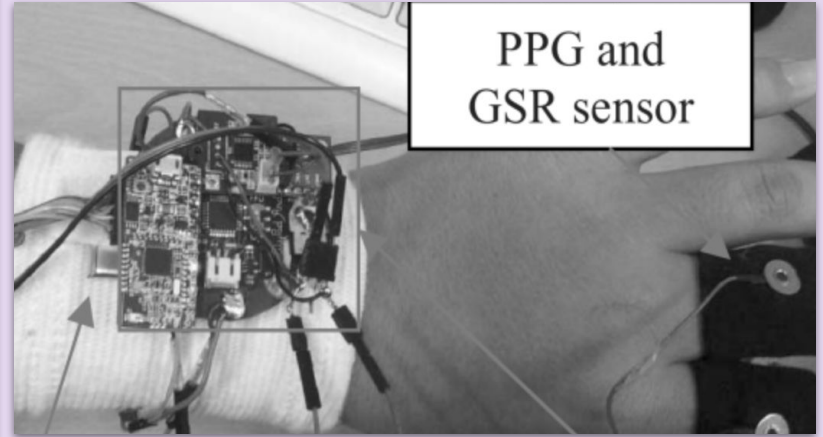
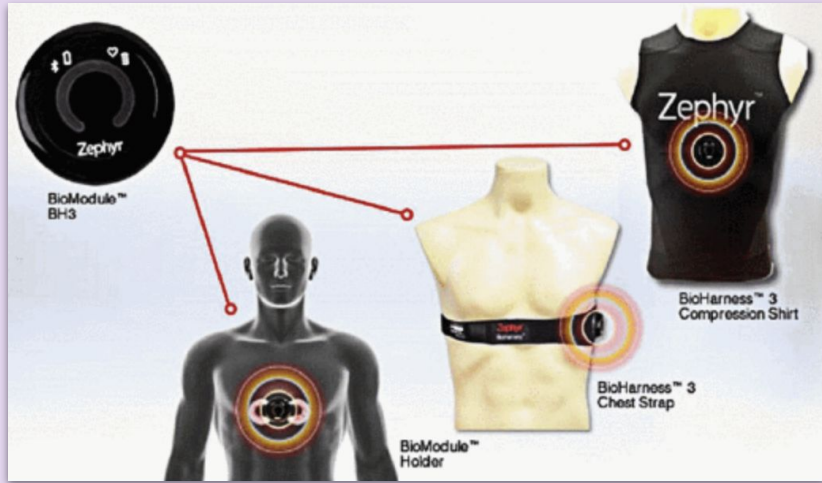
# Sensores



García, A.; García, J.. Sistema de control de somnolencia al volante. 2017, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos. *Universidad Politécnica de Madrid*.

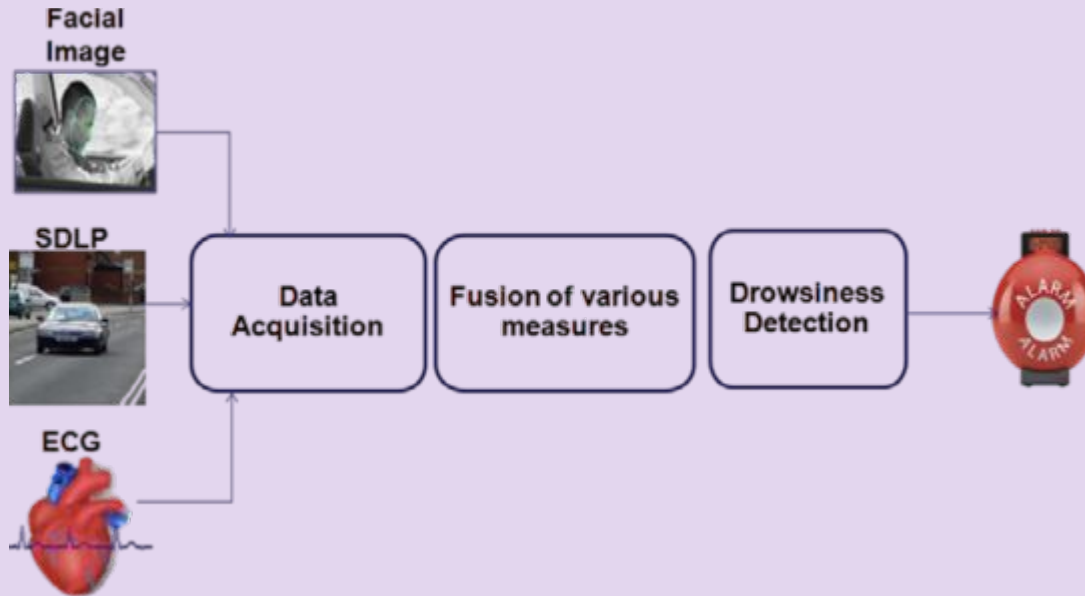


Li, Gang & Lee, Boon & Chung, Wan-Young. Smartwatch-Based Wearable EEG System for Driver Drowsiness Detection. 2015. IEEE Sensors Journal. 15. 1-1. 10.1109/JSEN.2015.2473679.



Warwick, Brandy & Symons, Nicholas & Chen, Xiao & Xiong, Kaiqi. 2015. Detecting Driver Drowsiness Using Wireless Wearables. 585-588. 10.1109/MASS.2015.22.

# Sistemas híbridos





# Ventajas y desventajas

Reloj inteligente Samsung	Sensores	Sistemas híbridos
Formulario	Datos sin formularios	Datos sin formularios
Proceso de admisión	Fácil extracción de datos	Extracción de datos de diferentes dispositivos
Poca documentación	No se requiere documentación	Mucha documentación
Análisis de datos manual	Análisis de datos manual	Análisis de datos utilizando herramientas
Incompatibilidad entre lenguajes de programación	Uso de múltiples sensores incómodos	Estudio previo de herramientas
Batería	Poco usable	Usable
Cómodo	Incómodo	Cómodo

# Sistema de detección de somnolencia en conductores

## Vídeo identificación

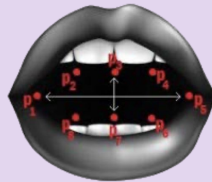
## Variables fisiológicas

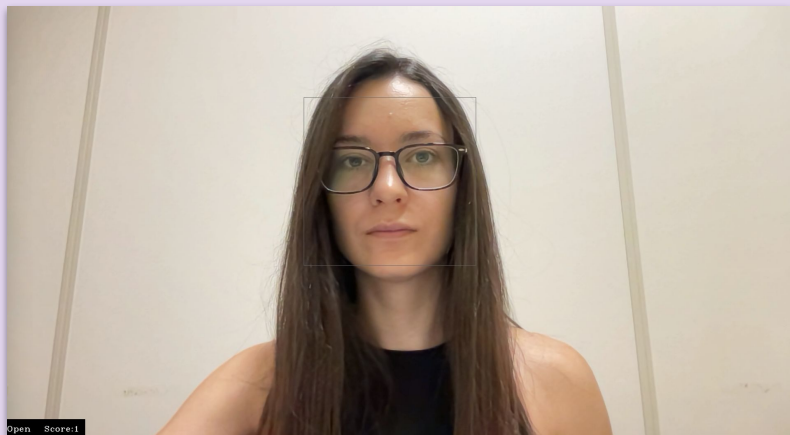
### Cara y cabeza

### Ojos y boca

### Bostezos

### Frecuencia cardiaca





**Open Score:1**



**Closed Score:17**

06

# Conclusiones y trabajo futuro

- ❑ Utilización de reloj inteligente → sistema híbrido
- ❑ La posibilidad de utilizar el sensor BIA para detectar el estado del tono muscular usando la impedancia.
- ❑ El uso del sensor de giroscopio para tratar de detectar el movimiento de caída de la muñeca en el coche debido a la somnolencia.
- ❑ Detectar más signos de somnolencia en la vídeo identificación: bostezos, movimientos bruscos de la cabeza, frecuencia de parpadeo, etc.
- ❑ Verificar que ciertos signos no se confunden con la somnolencia, por ejemplo, cerrar un poco los ojos en situaciones con mayor luminosidad.
- ❑ Generar tabla detallada de resultados obtenidos.

# ¡Muchas gracias!

[sdiazsan@ull.edu.com](mailto:sdiazsan@ull.edu.com)

[/soniadiazsantos](#)

