

VIGILANCIA ACÚSTICA INTELIGENTE DE INTERIORES PARA EL ANÁLISIS Y MODELADO DE ESCENAS PARA LA DETECCIÓN DE COMPORTAMIENTOS ANÓMALOS DE PERSONAS Y MÁQUINAS

Dra. Inmaculada Mohíno Herranz
Laboratorio de Factores Humanos
Centro de Metrología y Calibración
INTA

Índice

- Definición del proyecto
- Definiciones de anomalías
- Conciencia situacional
- Sistema
- Sensores
- Posibles señales
- Definición IA
 - Machine Learning, Deep Learning, Transfer Learning
- Algunos métodos
- Conclusiones

Definición

- Proyecto concedido de Generación de Conocimiento 2021
- Colaboración Centro de Metrología y Calibración (INTA) junto con la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá
- OBJETIVO:
 - **Detección de anomalías** en el comportamiento humano o en la funcionalidad de las máquinas para la Vigilancia de **Infraestructuras críticas**.
 - Enfoque multidisciplinar
 - Aplicaciones:
 - Hospitales, lugares de alta concurrencia, centros comerciales.
 - Incendios, ataques terroristas, comportamiento de masas

Anomalías en el comportamiento humano

- Definición de comportamiento anormal de un individuo
- Definición de conceptos:
 - **Emociones:** son reacciones internas de la persona ya sea a eventos, individuos y objetos
 - **Comportamiento:** es la reacción a una emoción interna o evento externo
 - Una **Anomalía** es la diferencia en el comportamiento del individuo con respecto a los demás que le rodean
- Donde aplica:
 - **Espacios públicos: Se suelen seguir ciertos patrones en función del entorno**
 - Entrada/salida de un recinto
 - Acceso a un centro comercial
 - Estaciones
 - Hospitales

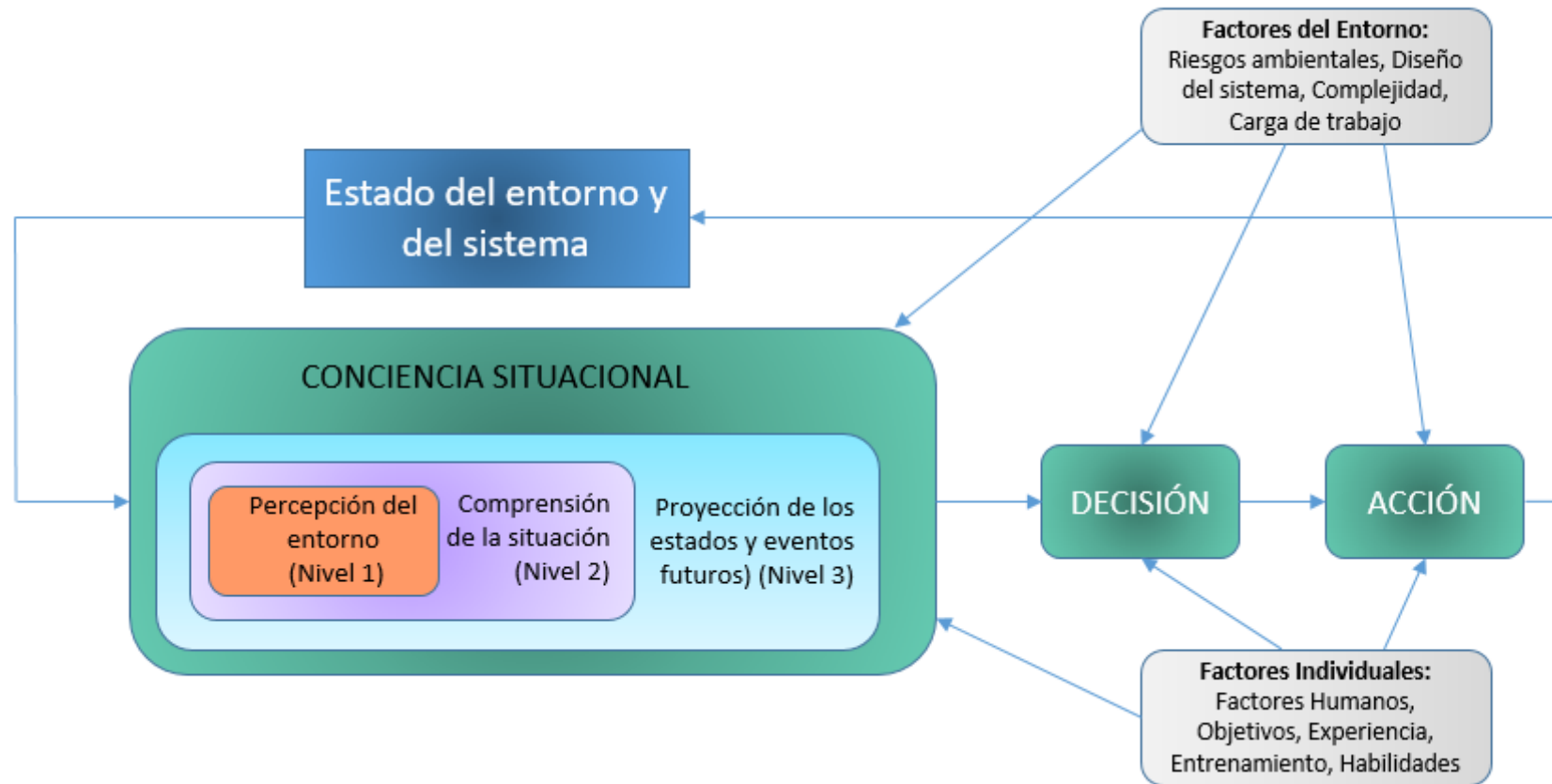
Anomalías en el comportamiento humano

- Comportamiento habitual:
 - Flujos de movimiento de personas caminando, personas hablando...
- Comportamiento anómalo:
 - Personas corriendo, gritando, flujos de movimiento inusuales, situaciones violentas
- Factores a tener en cuenta:
 - Imagen
 - Audio
 - Señales fisiológicas de seguridad
 - Temperatura
 - Humedad...

Detección de anomalías en máquinas

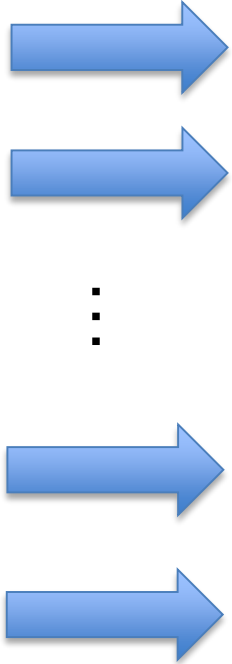
- **IIoT: Industria 4.0 y Mantenimiento 4.0**
 - Múltiples sensores de diversa naturaleza
 - Temperatura, Humedad, Presión, Corriente, Vibración, Sonido
 - Mantenimiento Predictivo y Calibración Predictiva
 - Sensores inalámbricos
 - Computación en la nube
 - IA
 - Machine Learning y Deep Learning

Conciencia situacional

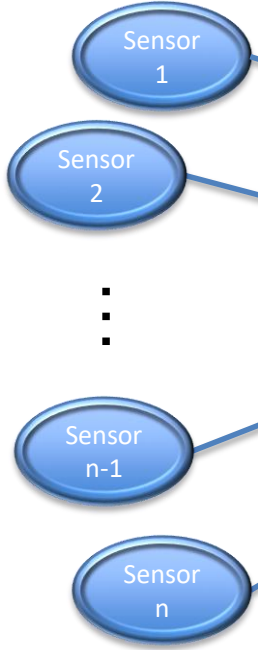


Sistema

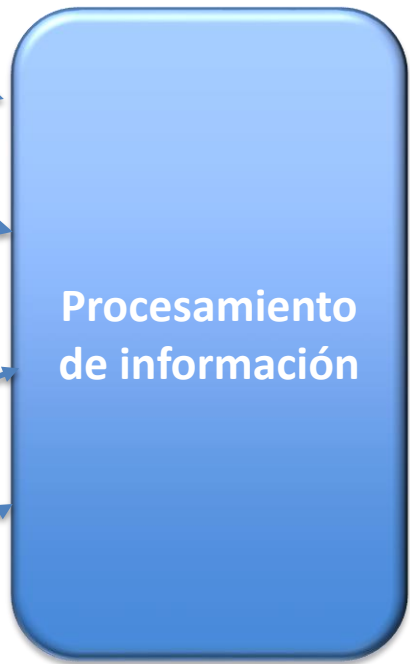
SEÑALES



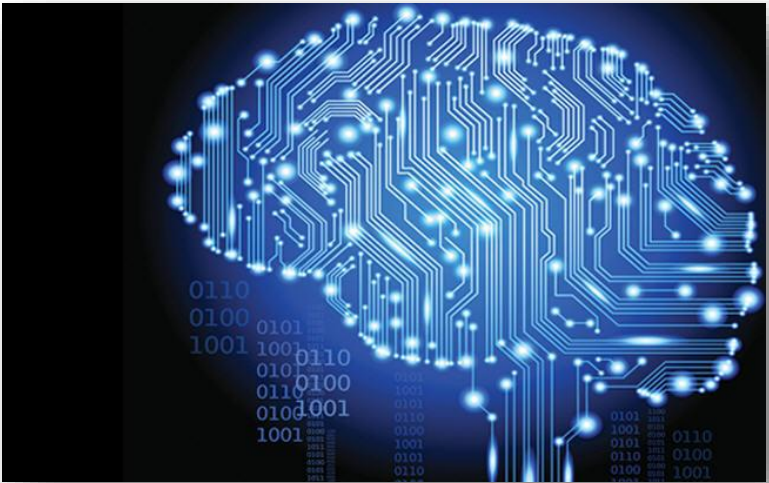
SENSORES



PROCESADO



CLASIFICACIÓN – DETECCIÓN
- PREDICCIÓN



SALIDA

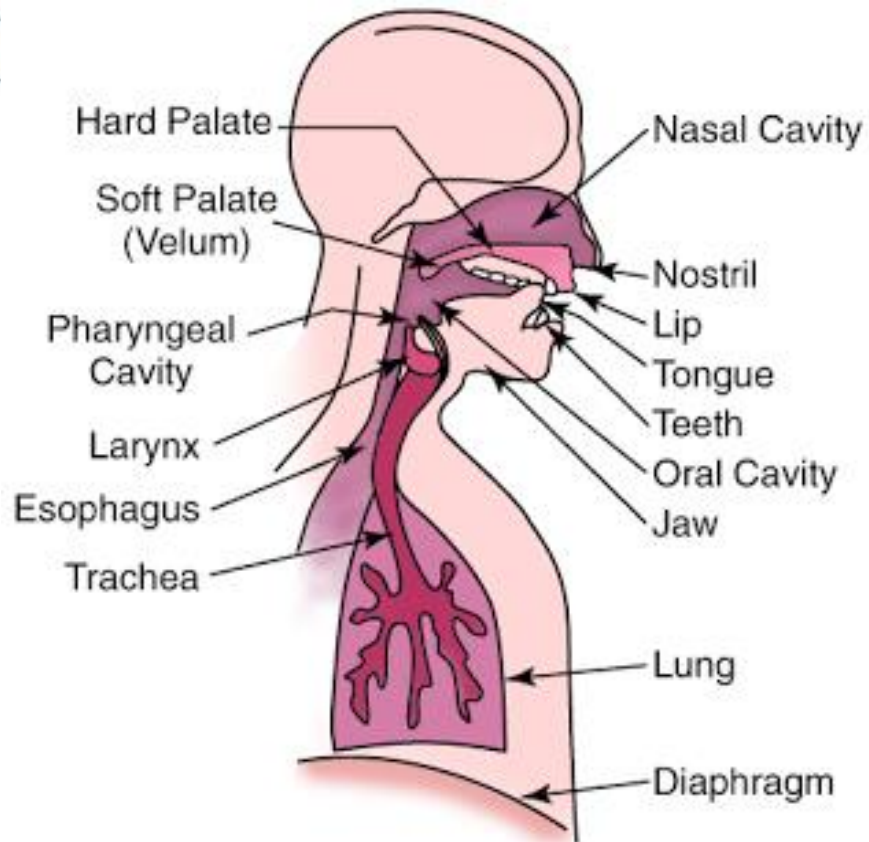


[El problema no es la "inteligencia artificial", el problema es hacer ideología de la misma. – Profesionales por el Bien Común – PBC \(profesionalesporelbiencomun.com\)](http://profesionalesporelbiencomun.com)

Sensores

- Uso de múltiples sensores:
 - Micrófonos, Cámaras, Cámaras termográficas, Tª, Humedad, sensor inercial...
- IoT (Internet of Things) → Información de los sensores
- BIG DATA → Millones de Datos recogidos por los sensores
- AI → Inteligencia Artificial

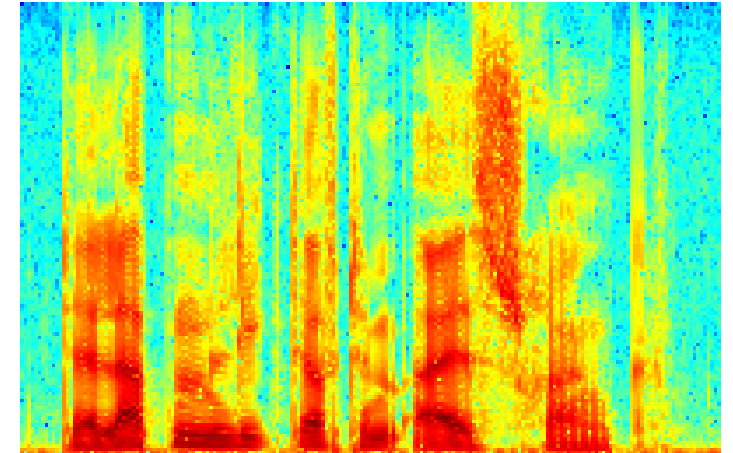
Señales fisiológicas: La señal de Voz



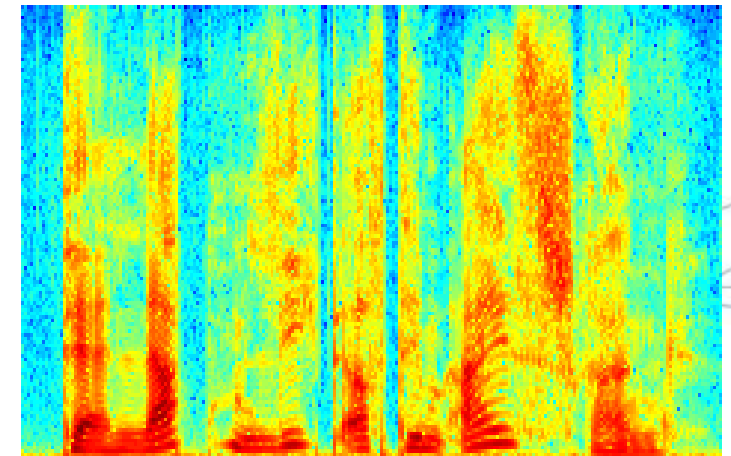
PROSODIA

- Pitch
- Duración
- Calidad de la voz
- Las pausas

Neutro



Feliz



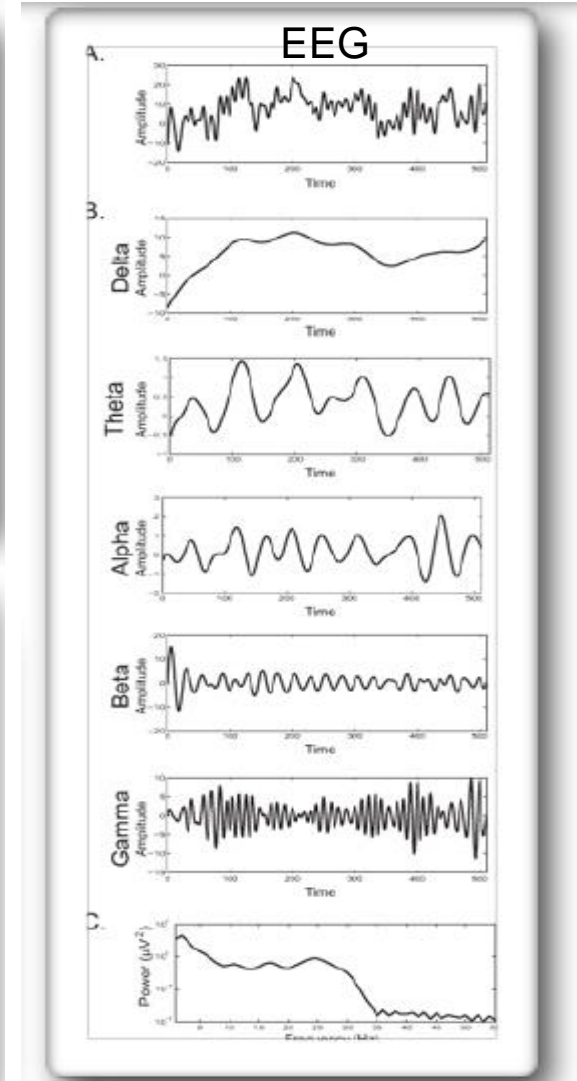
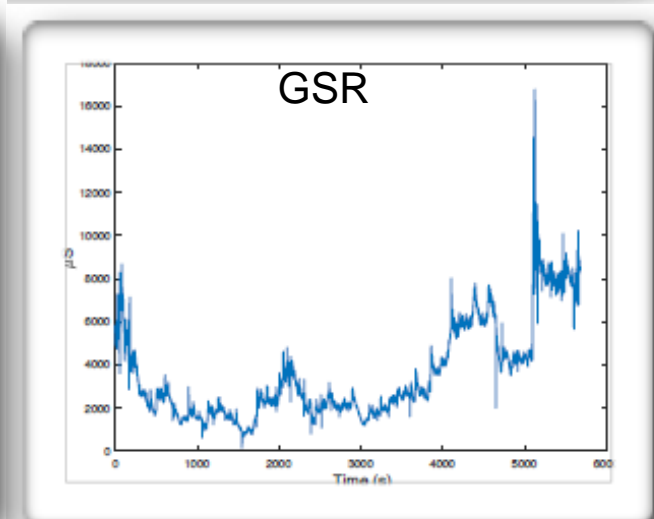
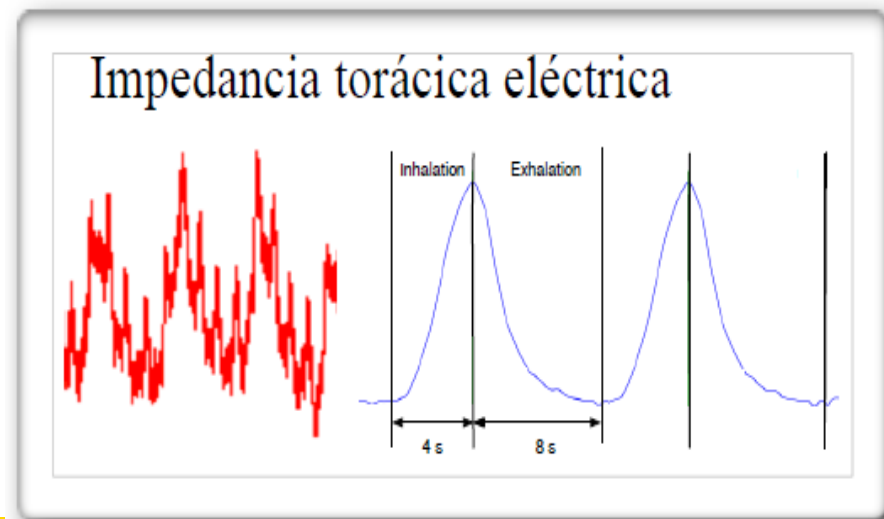
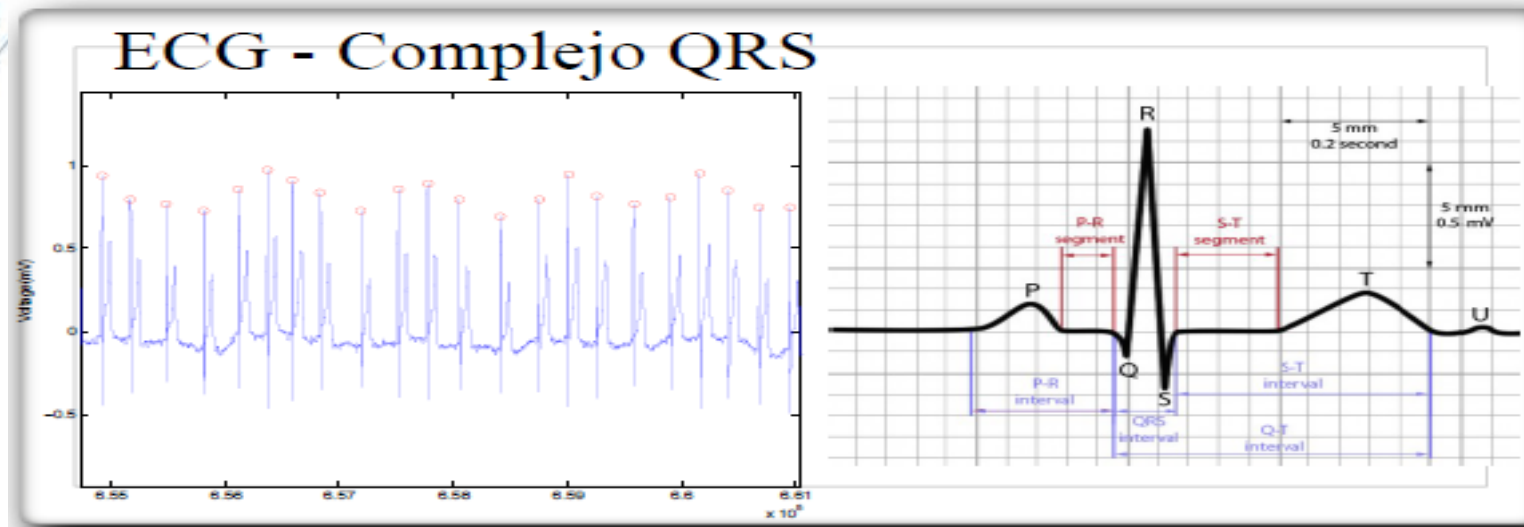
Señales fisiológicas

- **Uso de Señales fisiológicas para estudiar el estado del sujeto**
 - Las señales fisiológicas informan de nuestro estado real
 - No se pueden ocultar
 - Aquellas que se registren con medios NO invasivos
- **Las más utilizadas:**

- Voz
- Electrocardiograma (ECG)
- Electroencefalograma (EEG)
- ElectroOculograma (EOG)
- ElectroMiograma (EMG)

- Impedancia Torácica (Thoracic Electrical Bioimpedance, TEB)
- Actividad Eléctrica de la Piel (ElectroDermal Activity, EDA)
- Potenciales Evocados
- Temperatura

Ejemplos de señales fisiológicas

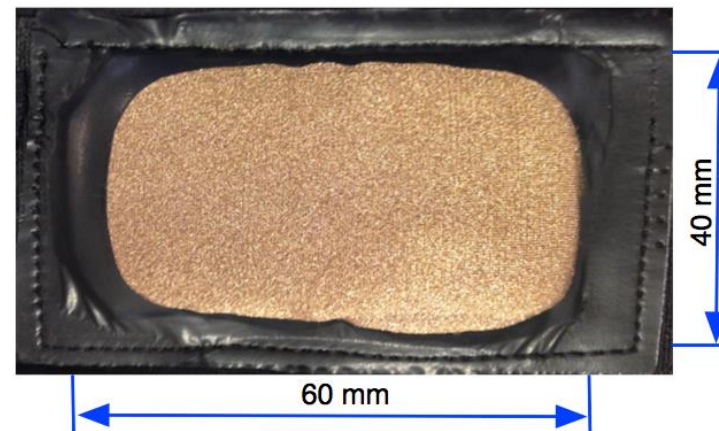


Sensores: Textrodos

- **Textrodos para señales fisiológicas**

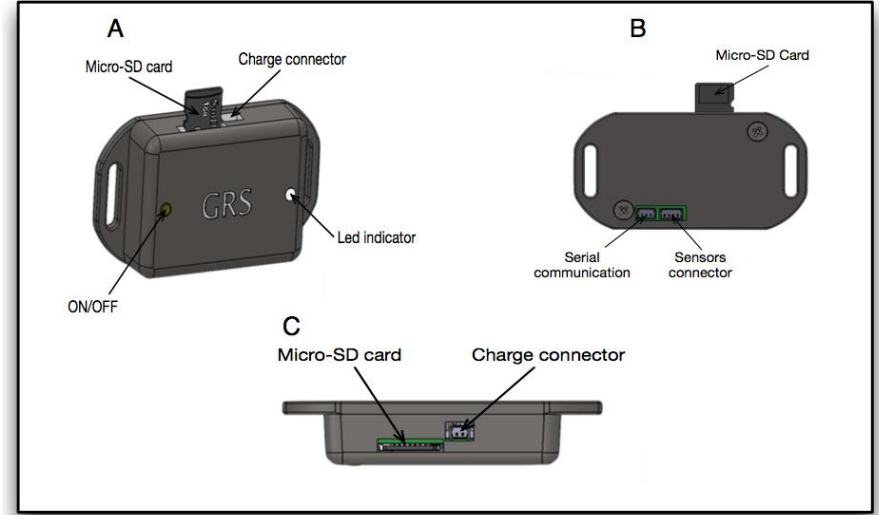
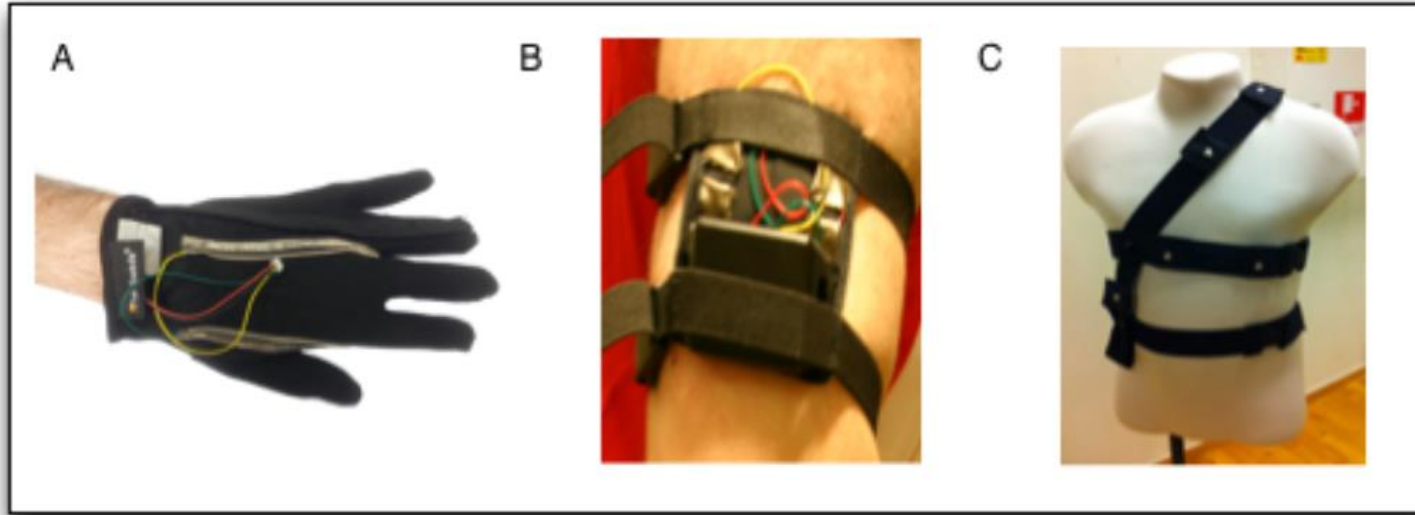
- Electrodo textil: Material conductor. Hilos metálicos o caucho conductor, polipropileno conductor, plata o cloruro de plata.
- Ventajas con respecto a los habituales: Evitan la irritación cutánea o alergia, no hay que poner gel conductor. Pueden ser inalámbricos
- Desventaja: Más ruido

- **Ejemplo:**

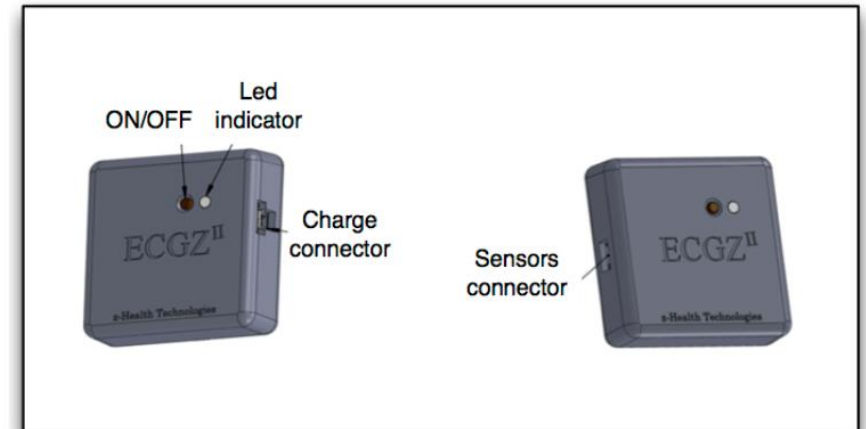
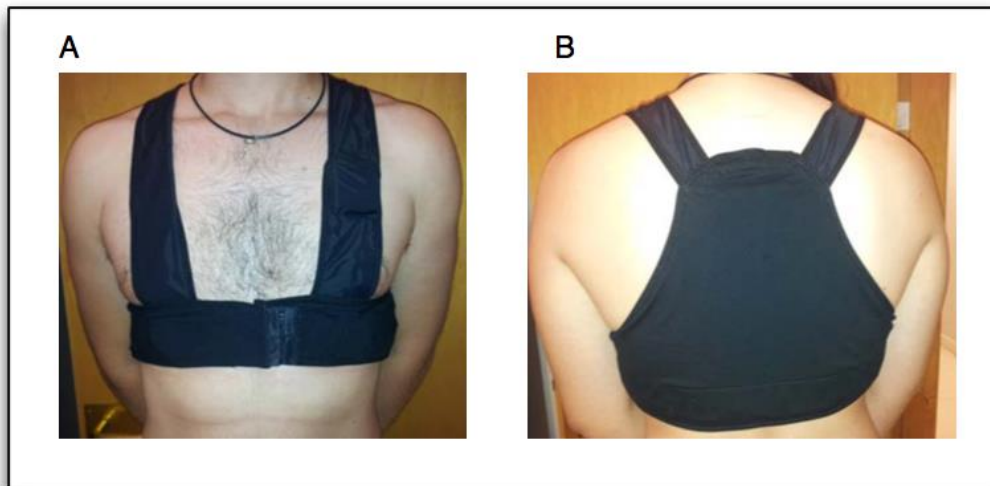


Mohino-Herranz, I., Gil-Pita, R., Ferreira, J., Rosa-Zurera, M., & Seoane, F. (2015). Assessment of mental, emotional and physical stress through analysis of physiological signals using smartphones. *Sensors*, 15(10), 25607-25627.

Ejemplo real: Sensores



Mohino-Herranz, I., Gil-Pita, R., Rosa-Zurera, M., & Seoane, F. (2019). Activity recognition using wearable physiological measurements: Selection of features from a comprehensive literature study. *Sensors*, 19(24), 5524.



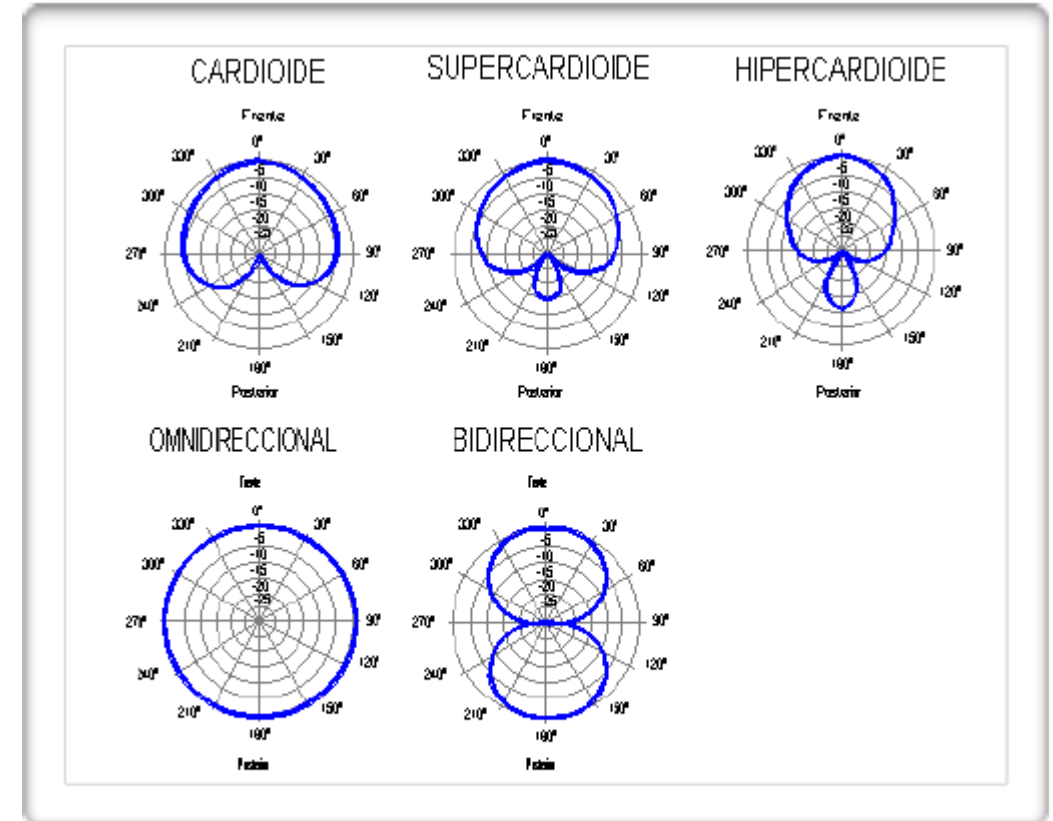
Mohino-Herranz, I., Gil-Pita, R., Ferreira, J., Rosa-Zurera, M., & Seoane, F. (2015). Assessment of mental, emotional and physical stress through analysis of physiological signals using smartphones. *Sensors*, 15(10), 25607-25627.

Sensores para la anomalía en las máquinas

- **¿Qué información se puede utilizar?**
 - Datos de funcionamientos almacenados en las máquinas
 - Variables del entorno: temperatura, humedad...
 - Variaciones
 - ¿Qué características son más significativas? ¿tiempo que la máquina está en funcionamiento? ¿Funcionamiento habitual? ¿Qué trabajador utiliza la máquina?
- **Predicción de comportamiento habitual → Detección de comportamiento anómalo**

Sensores para registrar la señal acústica

- **Micrófono**
- **Arrays de micrófonos**
- **Aplicaciones:**
 - Identificación
 - Verificación
 - Comandar
 - Localización/separación de fuentes
 - Detección de eventos sonoros
 - Escena acústica
 - Detección de enfermedades
 - Reconocimiento de emociones



https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_02_03/micros_altavoces/microfonos_3.htm

Detección de eventos sonoros y clasificación de la escena

- **Técnicas para percibir el entorno o situación**
 - Detección y reconocimiento de eventos sonoros → Tarea de alta dificultad.
 - Diversidad de sonidos que pueden asociarse a un mismo tipo de evento. Diversos sonidos, tipos de sonidos, materiales. Además de que varios sonidos pueden ocurrir al mismo tiempo (Solapamiento).
 - Análisis de escenas auditivas
 - Mezclar sonidos para separar y diferenciar los distintos tipos de sonidos.
 - Clasificación de escenas acústicas para determinar lugares, situaciones y entornos.

Experiencia

Detección de Estrés
(SEÑALES FISIOLÓGICAS)

Reconocimiento de
Actividad (SEÑALES FISIOLÓGICAS)

Detección de
Situaciones Violentas
(AUDIO Y SEÑALES FISIOLÓGICAS)

Escena acústica
(AUDIO)

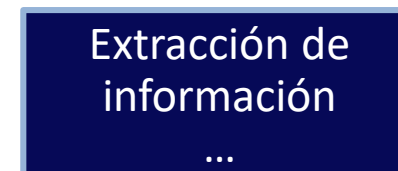
Localización de Fuentes
(AUDIO)

Separación de Fuentes
(AUDIO)

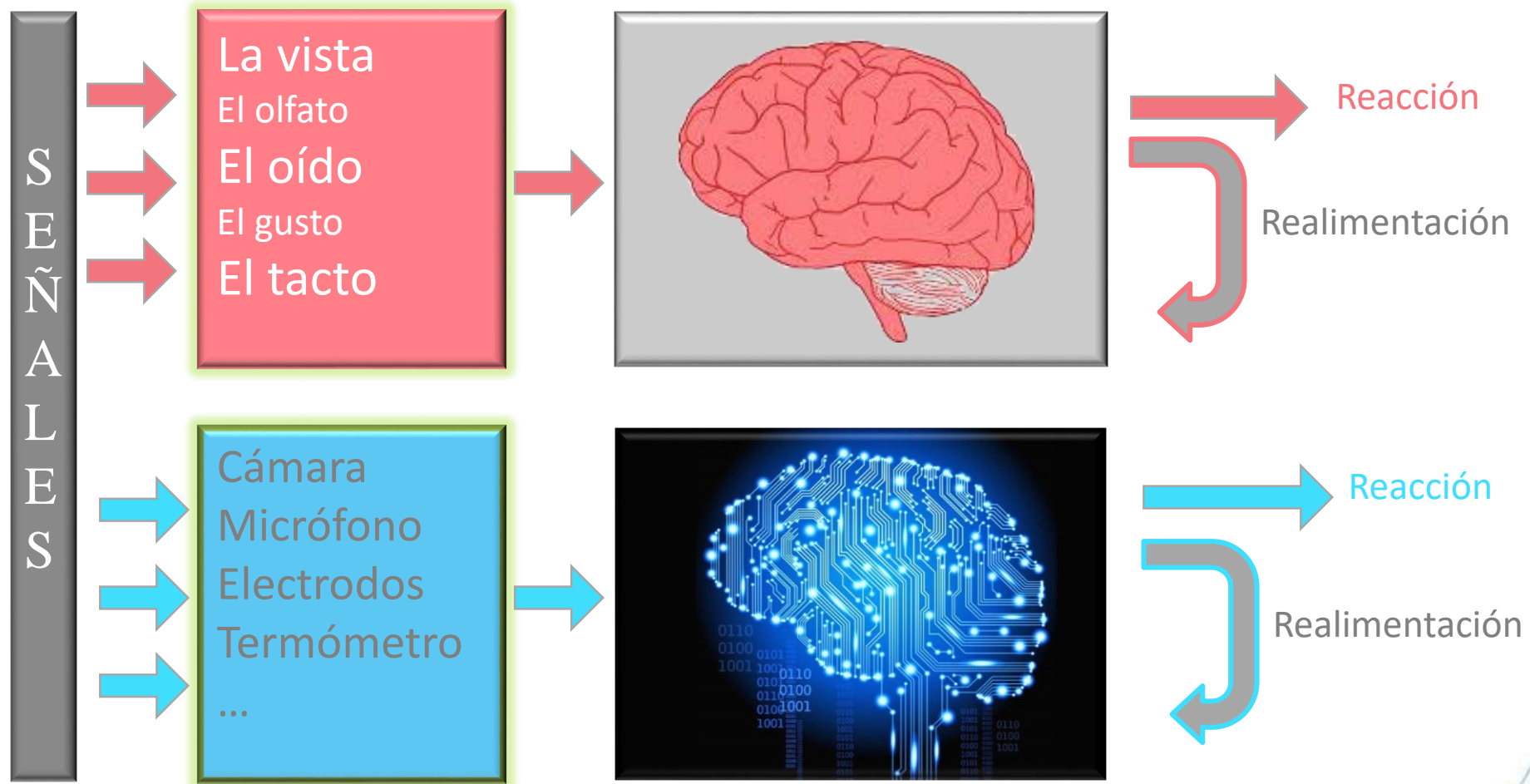
Detección de Presencia
de Drones (AUDIO)

Mantenimiento
Predictivo (MÚLTIPLES
SEÑALES)

Inteligencia Artificial

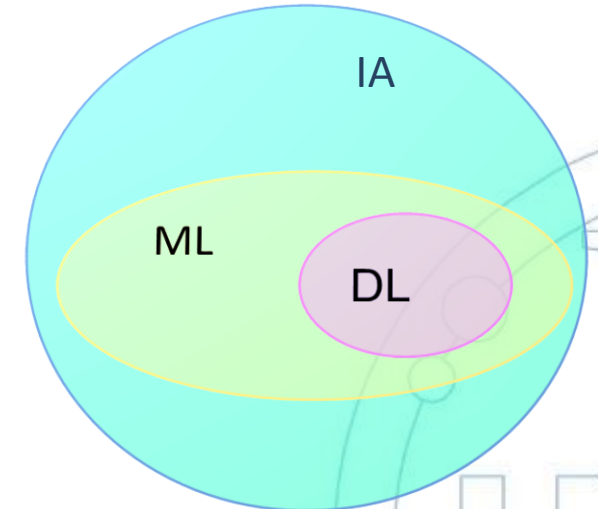
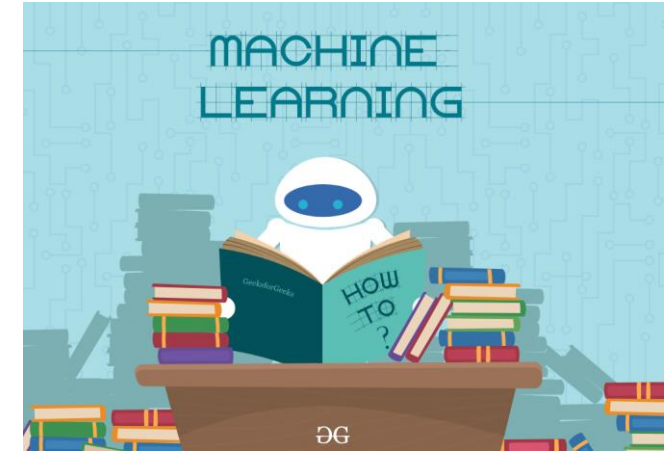


Inteligencia Artificial



¿Cómo aprenden las máquinas?

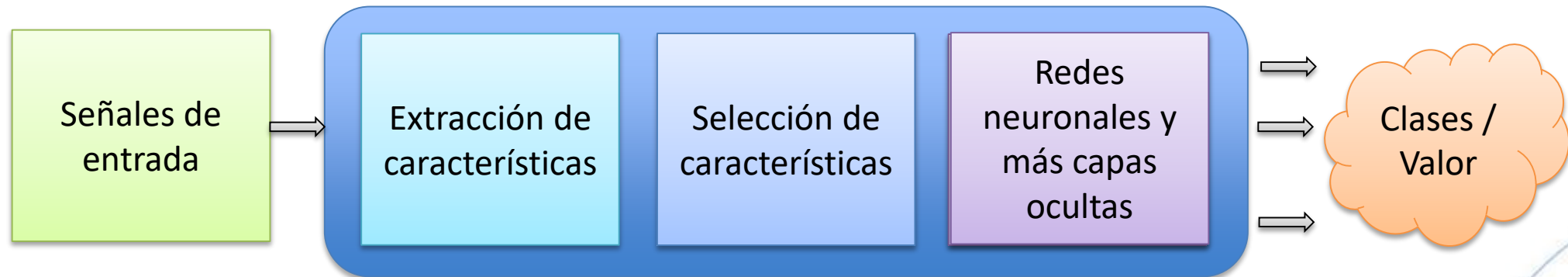
- **Machine Learning (ML) y Deep Learning (DL)**
 - Aprendizaje automático → Técnicas existentes para que las máquinas adquieran la capacidad de aprender
 - Máquinas aprenden: clasifican, predicen, reconocen patrones
 - Con ciertos valores de Precisión, Exactitud, Sensibilidad y Sensitividad



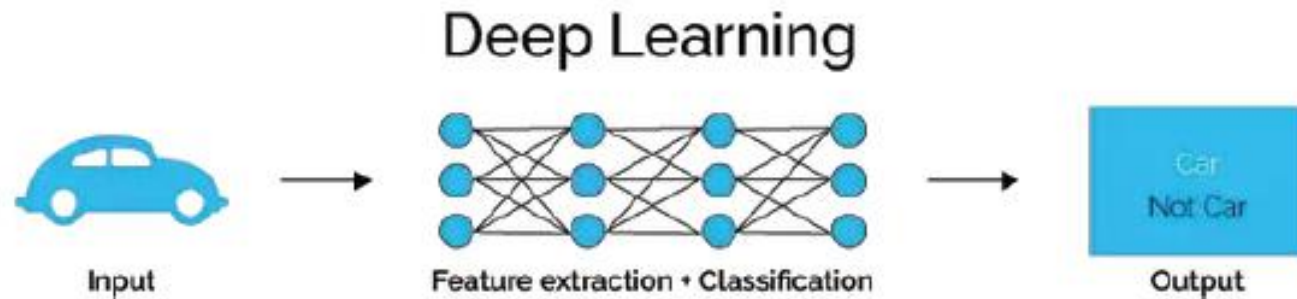
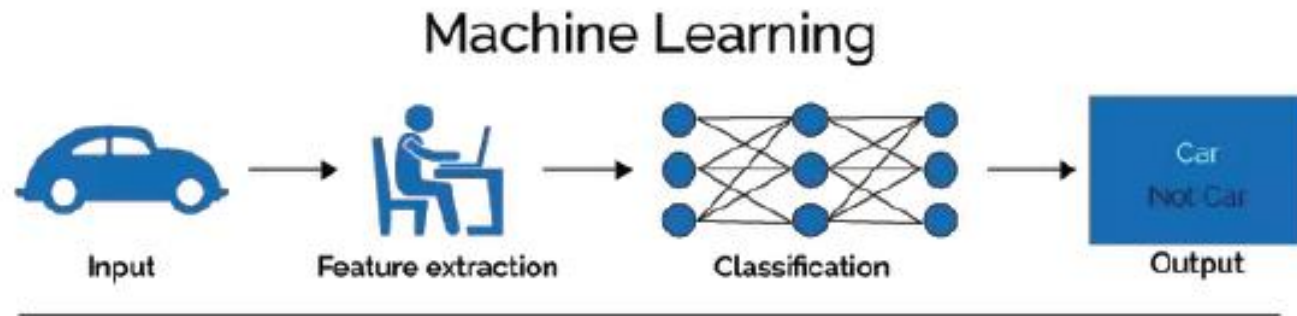
Machine Learning y Deep Learning

- **Aprendizaje Automático.**

- Término que engloba las distintas técnicas existentes para que las máquinas adquieran la capacidad de aprender
- Las máquinas aprenden y son capaces de clasificar, predecir y reconocer patrones
- Con ciertos valores de precisión, exactitud, sensibilidad y especificidad.



Comparativa Machine Learning – Deep Learning



<https://www.privatewallmag.com/inteligencia-artificial-machine-deep-learning/>

Cuestiones y factores limitantes

- **Cantidad de datos para entrenamiento**
 - Opción si no hay muchos, el dato diferente pertenece a otra clase
- **Balance en los datos**
 - No generaliza
 - No reconoce falsos negativos
 - Sobreajuste → Los que no son como los que ha aprendida son anómalos
- **Tomar buena decisión en el objetivo**
 - Costes en los falsos positivos, falsos negativos
 - Evaluar la precisión, recall...

Métodos

- **Modelos Generativos:** Generación de muestras a partir de una distribución aprendida (datos normales), se calcula una función de puntuación
 - **Autocodificadores.** Codificador y decodificador. Codificador se entrena y si al reconstruir no es correcta puede indicar una anomalía.
 - **Redes adversariales generativas (GAN).** Dos adversarios, un generador y un discriminador.
- **Modelos Discriminativos**
 - Uso de Redes neuronales profundas entrenadas de forma supervisada

Conclusiones

- La combinación del análisis acústico de escenas – con el objeto de crear conciencia situacional - y el uso del Deep Learning aporta como principal novedad la combinación de métodos.
- El uso de algoritmos DL mejorarán los métodos actuales
- El sistema tendrá en cuenta:
 - Dependencia de la cantidad de datos para el entrenamiento
 - Comportamiento del sistema cuando se utilicen redes pre-entrenadas
 - Comportamiento del sistema cuando se utilicen redes entrenadas con una cantidad de datos reducida.
- Para crear la comprensión de la escena → Uso de sensores y redes de sensores.
- Uso de señales biológicas en tiempo real para inferir el estado de estrés físico y mental en el contexto de detección de anomalías en aplicaciones de seguridad.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

