

Internet de las Cosas

Cristian González García
gonzalezcristian@uniovi.es

v 1.3.1 Noviembre 2022

No cuenta para nota

Preguntas tema

○ <https://forms.office.com/r/iBRvQ79S9T>



«Internet de las Cosas tiene el potencial de cambiar el mundo,
al igual que lo hizo Internet»
Kevin Ashton

Internet de las Cosas

¿Qué es IoT?
¿Es importante?
Campos de IoT

«El que sube una escalera debe empezar por el primer peldaño»
Sir Walter Scott

¿Qué es IoT?

Introducción

- o **Internet de las Cosas, the Internet of Things (IoT)**, o Internet del futuro, Internet de los objetos
- o Es la tecnología del **futuro y** que ya está tomando parte de nuestro **presente**
- o IoT **es la interconexión de objetos heterogéneos y ubicuos a través de Internet**
- o Permite **hacer más inteligentes a nuestros objetos**
- o Su finalidad es **conectar todos los objetos del mundo para facilitar la vida diaria** de las personas
 - o Ofreciéndoles **ayuda en tareas diaria**
 - o **Automatizando** ciertos aspectos repetitivos y monótonos
 - o **Conectar** nuestros objetos, nuestras casas, industrias, pueblos, ciudades, el medioambiente, y la Tierra
- o No obstante
 - o **No es nada trivial interconectar objetos heterogéneos**
 - o Movimiento, conexión no permanente a Internet
 - o Conectar todos los objetos del mundo es algo muy ambicioso
 - o Desarrollar software, infraestructura, etc.

¿Qué significa su definición? – Significado de «Internet of Things»

- **Internet de las Cosas** es la **interconexión** de **objetos heterogéneos** y **ubicuos** a través de **Internet** [7], [9], [50]–[52]
- El término «**Internet de las Cosas**» surgió en **1999** en el título de una presentación de Kevin Ashton para Procter & Gamble (P&G)
 - Trataba sobre el **uso de RFID en las cadenas de suministro** [4]
 - Introdujo **Internet** ya que **era el tema de moda** y **quería llamar la atención**
 - Hace referencia a que Internet necesita **datos del mundo real**, datos **introducidos por los humanos**
 - El problema es que **no disponen de tiempo, precisión y atención**, luego, **no son buenos para capturar datos del mundo real**
 - Se necesita de un dispositivo que los capture
 - Utilizó «**things**» **para referirse a todas las cosas** que se podrían representar
 - Cualidades, nuestro ambiente, la economía o la sociedad
 - De esta manera, **las computadoras podrían saber todo y no necesitarían nuestra ayuda**
 - Podrían rastrear cosas, reducir el tiempo y los costes, saber cuándo algo necesita ser reparado o recolocado, saber si algo está fresco o caducado, etc.
- No obstante, **él nunca llegó a definir este término y no pensó en las consecuencias** que ocurrirían 10 años después cuando lo usase la Unión Europea

¿Qué significa su definición? – Objetos heterogéneos

- **IoT** está compuesto de objetos diferentes
- IoT pretende **conectar millones de objetos de cualquier tipo a Internet**
 - Repercutirá en **grandes cambios en nuestras vidas**
 - Mayor productividad, mejorando la salud, mejorando la eficiencia, reduciendo energía y haciendo confortables nuestras casas
- Los objetos heterogéneos pueden ser
 - Microcontroladores como los Arduino [7], [53]–[55]
 - Microordenadores como la Raspberry Pi [56]
 - Neveras [57], Smartphones [58], [59], Sensores [60] y actuadores, Smart TVs, coches, etiquetas inteligentes como son RFID [61], NFC y los códigos de barra [62], los códigos QR, entre muchos otros tipos de objetos [63]–[65]



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reliance_Smart_Client.jpg

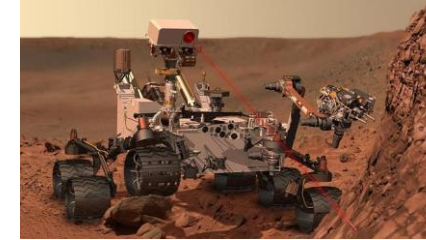


https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arduino_Uno_-_R3.jpg



<http://pixabay.com/en/refrigerator-fridge-cooling-cold-158634/>

¿Qué significa su definición? – Objetos ubicuos



- Estos dispositivos **pueden estar en cualquier sitio y en continuo movimiento** mientras están conectados a la red
 - Pueden **sufrir desconexiones**
- Se pueden encontrar en **cualquier parte del mundo**
 - Dentro de nuestra **casa**, dentro de **máquinas inaccesibles** o **moviéndose** continuamente porque sean móviles o vehículos
 - **En el fondo de los océanos para ayudar a detectar el cambio climático**
 - Dentro de **centrales nucleares** o **habitaciones selladas** llenas de productos químicos para detectar posibles cambios de temperatura o riesgos que puedan surgir al manipular estos productos
 - Detrás de la líneas enemigas
 - Podrían estar localizados en otros lugares inaccesibles tal vez debido a su toxicidad, localización o riesgo



https://en.wikipedia.org/wiki/File:SydneyUniversity_MainBuilding_Panorama.jpg



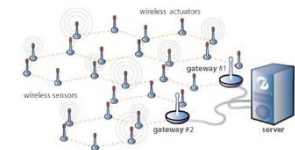
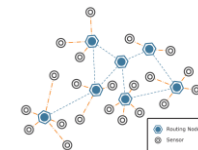
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Smart_City_Nansha.jpg



[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Earth_%26_Mir_\(STS-71\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Earth_%26_Mir_(STS-71).jpg)

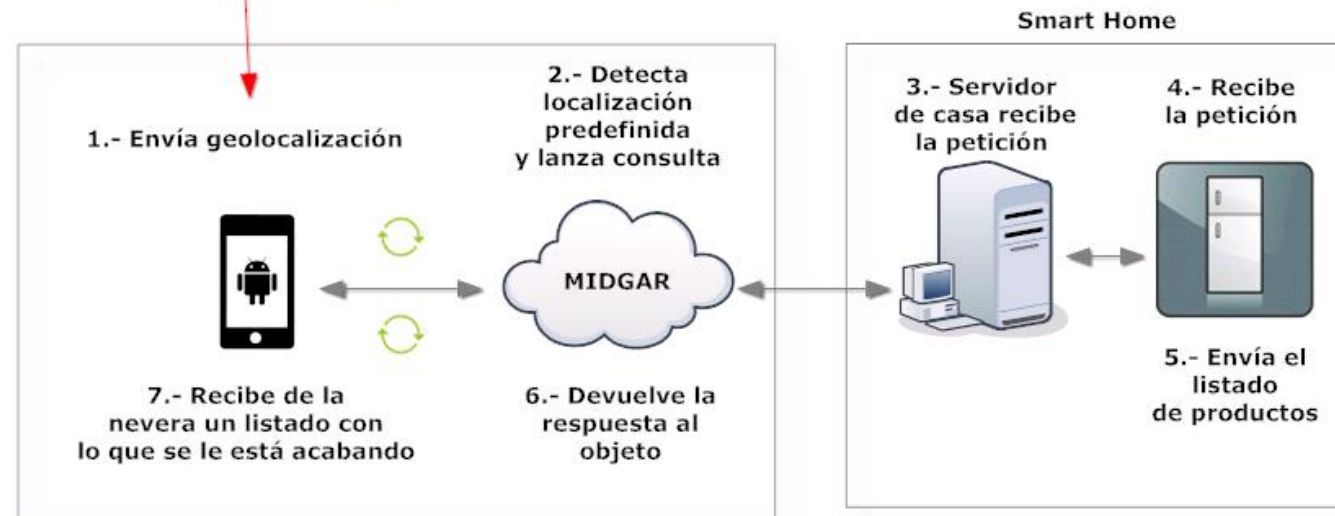
¿Qué es exactamente?

- IoT abarca un **conjunto de tecnologías que buscan permitir la interconexión e interoperabilidad de objetos heterogéneos y ubicuos** a través de diferentes redes
- Según Gartner
 - Más del **50% de las conexiones en Internet son de objetos**
 - Situar IoT como **una de las 10 tecnologías más de moda** en 2013 [71]
- Entre las **tecnologías** existentes en IoT están
 - **Diferentes protocolos:** desde el clásico **TCP/IP**, y el construido para IoT **MQTT**
 - **Hardware**
 - Desde PCs o smartphones hasta tarjetas inteligentes
 - Procesadores especialmente diseñados
 - Pequeño espacio, gran duración de la batería o poco consumo eléctrico, y conexión a Internet
 - Intel Edison, Arduino, Raspberry Pi, etc.
- En los últimos años mejoró notablemente debido al **abaratamiento de los sensores y la mejora de las redes inalámbricas**



Ejemplo de IoT – Nevera Inteligente

Usuario desde el supermercado



Campos de IoT

- Existe una clara diferenciación en donde IoT es aplicado
- Cada grupo tiene sus propias aplicaciones orientadas a una finalidad diferente frente a las otras, aunque todas se basan en IoT
 - Estos son las casas, conocidas como **Smart Homes** (TFG calefacción y luces)
 - **Automatización**
 - La industria, llamada **Industrial IoT** (IIoT)
 - Mejorar el proceso industrial
 - Los pueblos, bajo el concepto **Smart Towns**
 - No olvido de su **cultura**
 - Las ciudades, también llamadas **Smart Cities**
 - **Habitabilidad**
 - El medio ambiente, que se sitúa bajo el concepto **Smart Earth**
 - La **comunicación con** los **edificios** y la **naturaleza**
- La **finalidad** es **crear un mundo inteligente, a Smart World** [13]

Smart Objects

- Cobran también mucha importancia los **objetos inteligentes** o *Smart Objects*
 - **Objetos físicos con un sistema embebido que les permite procesar información y comunicarse con otros dispositivos y realizar acciones en base a una acción o evento determinado** [7]
 - Nevera y cerraduras inteligentes
- Pueden ser
 - Smartphones, microcontroladores como Arduino, etc.
 - **Cualquier otro objeto que tenga conectividad a la red** [9], y sea capaz, como mínimo, de **gestionar información** [26]
 - Arduino vs Sensor
- En combinación con Internet de las Cosas, **se consigue que la red pase de solo transportar datos, a dotarla de inteligencia y acciones** según los datos que recogen estos objetos y los servicios que estos permiten realizar

Finalidad de IoT

- **Interconectar todos los objetos** sea cuál sea su finalidad, tipo y emplazamiento, con todos los demás objetos
- **Crear un Internet más inteligente y con más datos**, que nos ayude con nuestra vida y problemas diarios
- **Interconectar** a través de Internet
 - Las personas con las máquinas (**H2M**) [74]
 - Mejorar la comunicación entre personas (**H2H**) [75]
 - O conectar los propios objetos entre ellos bajo lo que se conoce como *Machine-to-Machine* (**M2M**) [10], [75], [76]
- **Conectar el mundo físico con el mundo virtual** para **automatizar, mejorar y facilitar la vida diaria**
- Poder mantener estas **interconexiones a cualquier hora en cualquier lugar del mundo**, mientras los objetos o las personas se están moviendo, ya estén fuera o dentro de los edificios
- El **único requisito** necesario para estos objetos es tener acceso a **Internet** [9]

«Internet de las Cosas tiene el potencial de cambiar el mundo,
al igual que lo hizo Internet»
Kevin Ashton

¿Es importante?

¿Es importante?

- Organización de las Naciones Unidas [1] (Túnez, 2005)
 - Predice una **era de ubicuidad**
 - **Más tráfico de objetos que de personas**
- Consejo Nacional de Inteligencia de EEUU [5]
 - Entre las **6 tecnologías con mayor impacto** en los intereses de EEUU **hasta 2025**
- Reino Unido [6]
 - Entre las **8 grandes tecnologías** que lo podrán propulsar
 - **Segunda revolución** digital [7]
 - 5 millones de libras [8]
- China: 800 millones de dólares [8]
- Japón: u-Japan [9] e i-Japan



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:UN_emblem_gold.svg?uselang=de



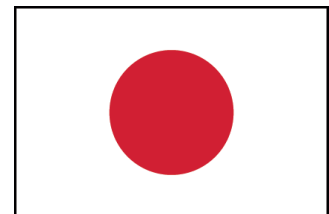
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo_of_the_National_Intelligence_Council.gif



https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Flag_of_the_United_Kingdom.svg



https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Flag_of_China.svg



https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Flag_of_Japan.svg



Deepwater Horizon (2010)

- ◉ Deepwater Horizon, 2010, Golfo de México [10]
 - ◉ **Detectar** los defectos y fallos estructurales y en válvulas
 - ◉ **Controlar el vertido** del petróleo
 - ◉ Analizar el grado de **toxicidad**
- ◉ Prever: monitoreo ambiental [10]
 - ◉ Sensores de gas, temperatura, ...
 - ◉ Incendios: bosques
 - ◉ Tsunamis: Alemania-Indochina
 - ◉ **Automatización de sistemas**
- ◉ Otros ejemplos
 - ◉ Fukushima I
 - ◉ Chernóbil



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deepwater_Horizon_offshore_drilling_unit_on_fire.jpg



<https://sites.suffolk.edu/jstraka/category/fukushima-daiichi-nuclear-disaster/>



<https://blogpastblog.wordpress.com/2014/04/26/>

Preguntas tema

○ <https://forms.office.com/r/rNuV7xzUZq>



«Lo poco que sé se lo debo a mi ignorancia»
Platón

Campos de Internet de las Cosas

Smart Homes
Industrial IoT
Smart Towns
Smart Cities
Smart Earth

Introducción

- **Internet de las Cosas** abre la puerta a **muchas posibilidades** y por ello quiere estar **presente en todos los ámbitos de nuestra vida**
- Por ello, **existen diferentes tipos de representaciones** de IoT **acotadas a un determinado dominio específico**
- Todas **buscan fines similares** como son la mejora de nuestra vida diaria, **pero se aplican de diferente forma**
- **En la literatura** actual se encuentran muchos ejemplos de los diferentes tipos, **cada uno con su propio nombre**, aunque a veces este difiere según el autor, **pero que coincide en el uso y/o finalidad**
 - **Crear un mundo más inteligente, fácil y habitable**

No cuenta para nota

Preguntas tema

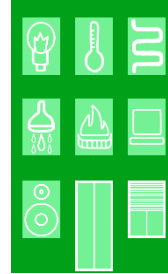
○ <https://forms.office.com/r/mi4KeFcUA>
d



Habitabilidad

- o La **habitabilidad** depende de la situación
- o Según el *Departamento de Transporte de los Estados Unidos (U.S. Department of Transportation)* existen [106]
 - o **No todos** los principios **son aplicables a cada uno de los campos de aplicación de IoT**
 1. Ofrecer **más alternativas de transporte** para **reducir los costes** y la **dependencia del petróleo** y **mejorar la salud pública**.
 2. Ampliar las opciones de **vivienda y su eficiencia energética** para todas las personas e incrementar de esta manera la movilidad y **reducir los costes de los hogares y del transporte**.
 3. Mejorar la **competitividad económica de los barrios** con el fin de hacer más accesible las necesidades de trabajo, educación y otras necesidades básicas.
 4. Revitalización de comunidades **orientando el tráfico** y el **reciclaje de la tierra, reduciendo así costes y salvaguardando los paisajes**.
 5. Planificación del **crecimiento del futuro** por medio del alineamiento de las políticas federales y los fondos públicos.
 6. Mejora de las características únicas de las comunidades invirtiendo en **vecindarios seguros y transitables**.
 - o Por ello, cada campo de **IoT necesita habitabilidad**, pero no todos los campos cumplen los seis puntos presentados

Smart Homes I

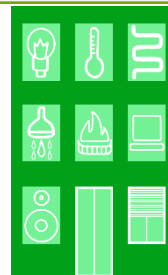


https://en.wikipedia.org/wiki/File:SydneyUniversity_MainBuilding_Panorama.jpg



- **Smart Homes**, *Intelligent Homes* [7], Casas inteligentes
- Son las redes IoT más cercanas a nosotros
- **Mejorar la habitabilidad de las casas**
 - Usando la monitorización de algunos elementos
 - Creación de ciertas automatizaciones
- **Permitiendo controlar** casi toda **la casa desde** casi **cualquier dispositivo** desde casi **cualquier lugar**
 - Smartphone, control remoto, PC, etc.
- El propósito es **equipar una casa con tecnología para proveer servicios** [107]
- Esta habitabilidad **mejora nuestra vida diaria**
 - Crear eventos automáticos para ciertas condiciones
 - Ofreciéndonos un control remoto de la casa
 - Ahorrándonos dinero en electricidad
 - Ayudándonos con diferentes cosas
- Normalmente, estos sistemas **están basados en redes WSAN** (*Wireless Sensor and Actor/Actuator Networks*) para interconectar los diferentes objetos
 - Los investigadores **suelen utilizar un Arduino o Raspberry Pi** para crear los *Smart Objects* para interconectar los sensores con la red WSAN

Smart Homes II



https://en.wikipedia.org/wiki/File:SydneyUniversity_MainBuilding_Panorama.jpg

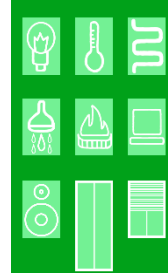


- **Automatización**
 - Abrir y cerrar puertas / persianas
 - Encender y apagar luces, calefacción, riego, ...
- **Neveras inteligentes** o Smart Fridge
 - **e-Health**: monitorización de la salud por medio de la inclusión de tecnologías IoT [108]
 - Enfermedades, ajustar los hábitos de comida [5], dietas, recetas y listas de la compra [57] ...
- **Ahorro** de energía y dinero [9]
 - IoFClime []
 - Verificación de luces encendidas y apagarlas desde el móvil la distancia (TFG)
- **Gente con discapacidades**
 - Gente mayor [110]
 - Capacidad reducida [107][110]
 - Asistencia a domicilio para gente con discapacidades[111]
- **Mantenimiento**
 - Ventilación de la casa
- **Seguridad**
 - Automatizar acciones para que parezca que la casa no está vacía
 - Vigilar la casa y reporte automático y vigilancia/control remoto

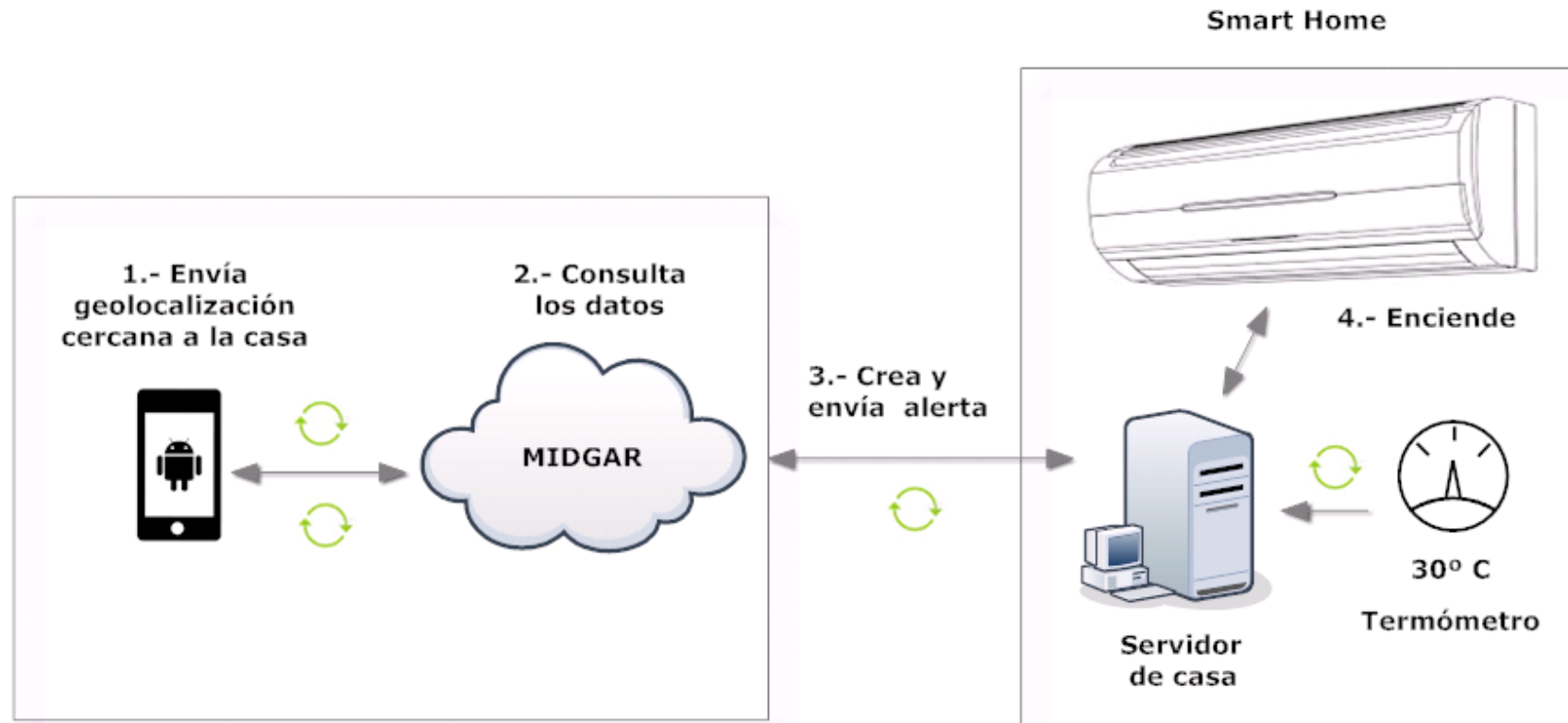


<http://pixabay.com/en/refrigerator-fridge-cooling-cold-158634/>

Smart Homes III



https://en.wikipedia.org/wiki/File:SydneyUniversity_MainBuilding_Panorama.jpg



Industrial Internet of Things I

- o **IIoT** o Industria 4.0 [112]
- o **Surgimiento de IoT** por Kevin Ashton para P&G [4]
- o Se siguen desarrollando **muchas aplicaciones** en este ámbito [19]
 - o **Necesidad y evolución**
 - o Soluciones para **transformar los sistemas de transporte y manufacturación** [19]
 - o Eficiencia, ahorro de costes y una reducción del tiempo en los procesos
- o La tecnología más utilizada es **RFID**
 - o **Mejorar la eficiencia de las cadenas de suministro** [113] **y evitar el robo** [114]
 - o **Sustituir los códigos de barra** para **mejorar la información obtenida** durante todo el proceso en tiempo real **por un coste similar** [115]

Industrial Internet of Things II

- Robots Kiva
 - Transporte de las estanterías hasta el empaquetador
 - Guardan cola en el empaquetador
 - Información de su posición
 - Se conectan a un servidor
- Empaquetador
 - Coge el objeto de la estantería
 - Escanea el código del objeto
- Servidor
 - **Monitoriza los robots** y sus posibles problemas
 - **Controla el stock** según lo que el empaquetador escanea



Robots Kiva
(Fotografía cedida por Amazon) ©Amazon.com

Industrial Internet of Things III

○ Cadenas de suministro

- Transformar los sistemas de **transporte y manufacturación**
- Eficiencia, ahorro de costes, reducción del tiempo, monitorización, antirrobo e información extra

○ Agricultura, industria alimenticia, farmacéutica, **minera** [120], logística, bomberos, ...

- Robótica, drones y robots pastores, cadena de suministro, queserías, ...

○ **Médica** [116][118][119]

- 2010: 15% de la población (6.900m) tenía una discapacidad [117]
- Aviso en caso de problemas (corazón, azúcar), etc.
- Hospitales USA: detección/pruebas en casa usando el smartphone
- Gente mayor y/o con discapacidades

○ **Automatización**

- Cosechas, tráfico, transporte, gases, ...

○ **Transporte y tráfico**

- Localizar y monitorizar el transporte para predecir su localización futura y el tráfico [19]
- BMW, Volvo, Ford, Newcastle (semáforos) [126], CO₂ [], ...

○ **Amazon:** Kiva, transporte, automatización, etc.



Robots Kiva
(Fotografía cedida por Amazon) ©Amazon.com

Industrial Internet of Things IV

- Compañías y negocios
 - Aumentar la **seguridad** notificando el mal almacenaje de productos químicos
 - Mejorar el **almacenaje** de productos mediante su identificación
 - Gestión del **ciclo de vida**
 - Automáticamente el pequeño comerciante avisaría al distribuidor y este a la fábrica
 - Detección temprana de problemas en máquinas
 - Por vibraciones u otros sensores
 - Uso correcto o incorrecto de sus productos
 - Coches, herramientas, etc.
 - Compañías aseguradoras
- Etc.

Smart Towns I



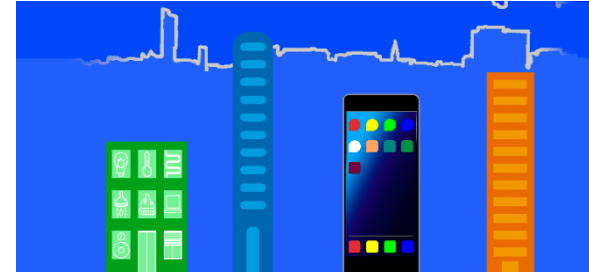
- **Similares a las Smart Cities, pero muy diferentes**
- Son **pueblos o ciudades pequeñas con una gran cultura y herencia** [131] que necesitan
 - **Ser preservadas y protegidas**
 - **Mejorar su habitabilidad y sostenibilidad** utilizando tecnologías IoT
 - **Habitabilidad** [134] para vivir en el **presente**
 - **Sostenibilidad** [134] para sobrevivir en el **futuro**
- Aquí, **la habitabilidad es secundaria, lo más importante es cuidar de su pasado para recordarlo, priorizando la preservación y la revitalización para ello** [131]
- **Representarán todavía el 34% del mundo en 2050** [135]
 - En 2014 era el 46%
 - **1950: el 70%** de la población de la Tierra estaba en **áreas rurales**

Smart Towns II



- ◉ **Proteger y preservar su cultura y herencia** [136]
 - ◉ Monumentos, paisajes, vistas, folklore, tradición, ...
 - ◉ Para cuidar y no olvidar su **pasado**
 - ◉ La cultura es lo que compone la identidad de cada pueblo y tienen que protegerla para sobrevivir a través del tiempo para las futuras generaciones
- ◉ **Para lograr estos objetivos**
 - ◉ Compartir fotos o vídeos con sus paisajes, grabar su tradición y folklore, monitorizar determinados lugares que necesiten condiciones especiales como museos o bibliotecas, o proteger monumentos y edificios [136]
 - ◉ IoT puede ayudar a los pueblos y ciudades a lograr estas metas [131], [137]
- ◉ **Las tecnologías** que permiten y utilizan las *Smart Towns* **son las mismas que las Smart Cities**, pero **las metas** de estas **y la forma de conseguirlas son diferentes**

Smart Cities I



- Son **grandes ejemplos de** las interacciones de una red **IoT**
 - **Enorme red de sensores distribuida** alrededor de la ciudad para obtener datos a través de objetos heterogéneos y ubicuos
- **Habitabilidad diaria** [139]
 - Facilitar la vida diaria de sus ciudadanos
 - Nuevos servicios conectando objetos [138]
- Crear una ciudad más inteligente
 - **Automatización** de tareas
 - Luces, vigilancia, mantenimiento, transporte, ...
 - Toma de decisiones u ofrecer información
- **Propósito final**
 - Mejor uso de recursos públicos
 - Incrementar y mejorar los servicios ofrecidos a los ciudadanos
 - Reducir el coste del gobierno



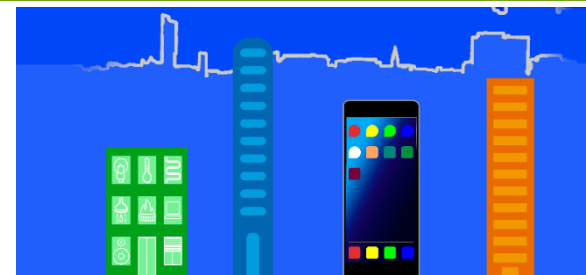
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Smart_City_Nansha.jpg

Smart Cities II



- Diferentes criterios para clasificar las **Smart Cities** [141]–[143]
 - Depende de los investigadores
 - Se encuentran Luxemburgo, Eindhoven, Aberdeen u Oviedo
 - Los rankings de estos artículos **consideran los diferentes servicios** que cada ciudad ofrece a sus ciudadanos para clasificar las ciudades
- **Ranking de Viena** [141]
 - Considera seis diferentes puntos
 - *Smart Economy, Smart People, Smart Government, Smart Mobility y Smart Living*
 - Cada uno de estos puntos se divide en 4 o 6 subpuntos para obtener la nota final de una ciudad en ese punto
 - <http://www.smart-cities.eu>
- El **segundo ranking** [144] 
 - Contiene 250 indicadores
 - Demografía, los aspectos sociales y económicos, el entrenamiento y la educación, o la cultura
- **Otros** investigadores consideran otros indicadores
 - Agua, comunicación, seguridad pública, energía, etc.
 - <https://www.smartcitygovt.com/>

Smart Cities III

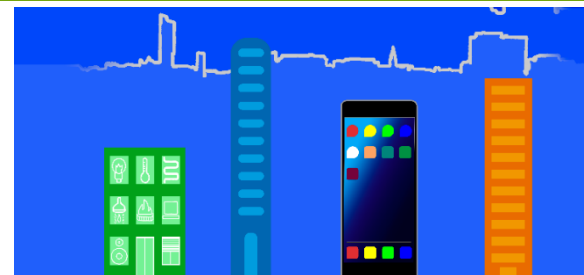


- **Informe AECA:** resurgir de las Smart Cities
 - Muchas luchan por arreglar cosas mencionadas en dicho informe
 - <http://www.aeca.es/old/DocumentoCompletoSmartCitiesAECA.pdf>
- **Ejemplos** [3], [140]
 - Optimización de las luces
 - Transporte público
 - Vigilancia (Mánchester)
 - Mantenimiento de áreas públicas: salud de las estructuras de los edificios, gestión de la basura, calidad del aire, monitorización del ruido, congestión del tráfico, consumo de energía de la ciudad y la automatización y salubridad de los edificios públicos, etc.
- **Trabajo relacionado**
 - Toma de decisiones autónoma, **reducción de costes**
 - Medio ambiente: ruido, basura, **CO2**, ...
 - Transporte, gasto energético, **industria**, e-commerce, ...
 - Arquitectura y gestión de gran cantidad de datos
- **Proyectos europeos** [142]
 - SmartSantander [145][146]: parking, arquitecturas IoT
 - Ámsterdam [147]: reducción CO2
 - Padúa [140][148]: Open Data
 - Diferentes ciudades chinas: industria, transporte, e-commerce, etc..



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Smart_City_Nansha.jpg

Smart Cities IV



Smart Earth I



- o **Digital Earth + IoT** [15]

- o *'A new era of technological innovation to capture, store, process, and display information about our planet'* – Al Gore
- o Informática + Imágenes por satélite + Internet + Metadatos

- o **Observar y comunicarnos con la Tierra**

- o Distribución de sensores
 - o Bosques, lagos, ¿animales?, etc.
 - o Túneles, puentes, edificios, presas, carreteras, ... [3]
 - o Coches (Google)

- o **Cuidarla y prever desastres**

- o Deepwater Horizon, Fukushima I, Chernóbil
- o Biodiversidad, productividad agrícola, tifones, tsunamis, terremotos, infraestructuras, accidentes de tráfico, ...

- o **Anticipar problemas**

- o Cambio climático, oceanografía operacional, crimen, diplomacia, ...

Smart Earth II – Ejemplos



- Monitorización del **cambio climático** y de oceanografía operacional [66]
 - Sensor inteligente para observar el océano -> USF en lagos
- **Arquitecturas** para poder manejar una cantidad ingente de datos [153]
- Aplicar **minería de datos** para saber que objeto hay en cada localización al analizar los metadatos [152]
 - ¿Francia: localización de piscinas ilegales?
- Al Gore [151]
 - **Diplomacia**, caso Sarajevo: simulación aérea para mostrar las montañas impracticables en las fronteras propuestas
 - Lucha contra el **crimen**: reducción la delincuencia juvenil usando (GIS) para detectar patrones de criminalidad y actividad de pandillas, y así, redistribuir a la policía
 - Preservar la **biodiversidad**: datos sobre la tierra y el agua para modelar el impacto de las diferentes áreas para proteger las especies, predecir el cambio climático o incrementar la productividad agrícola

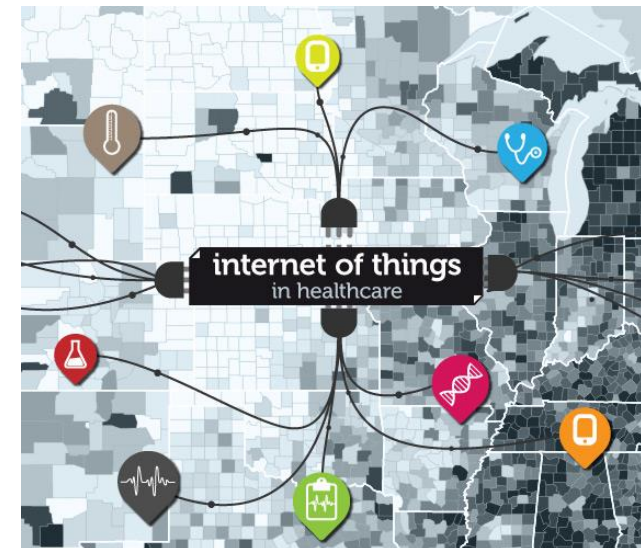
Smart Earth III



- Fauna
- Flora y agua
- Infraestructuras
 - Deepwater Horizon
 - Fukushima
 - Chernóbil

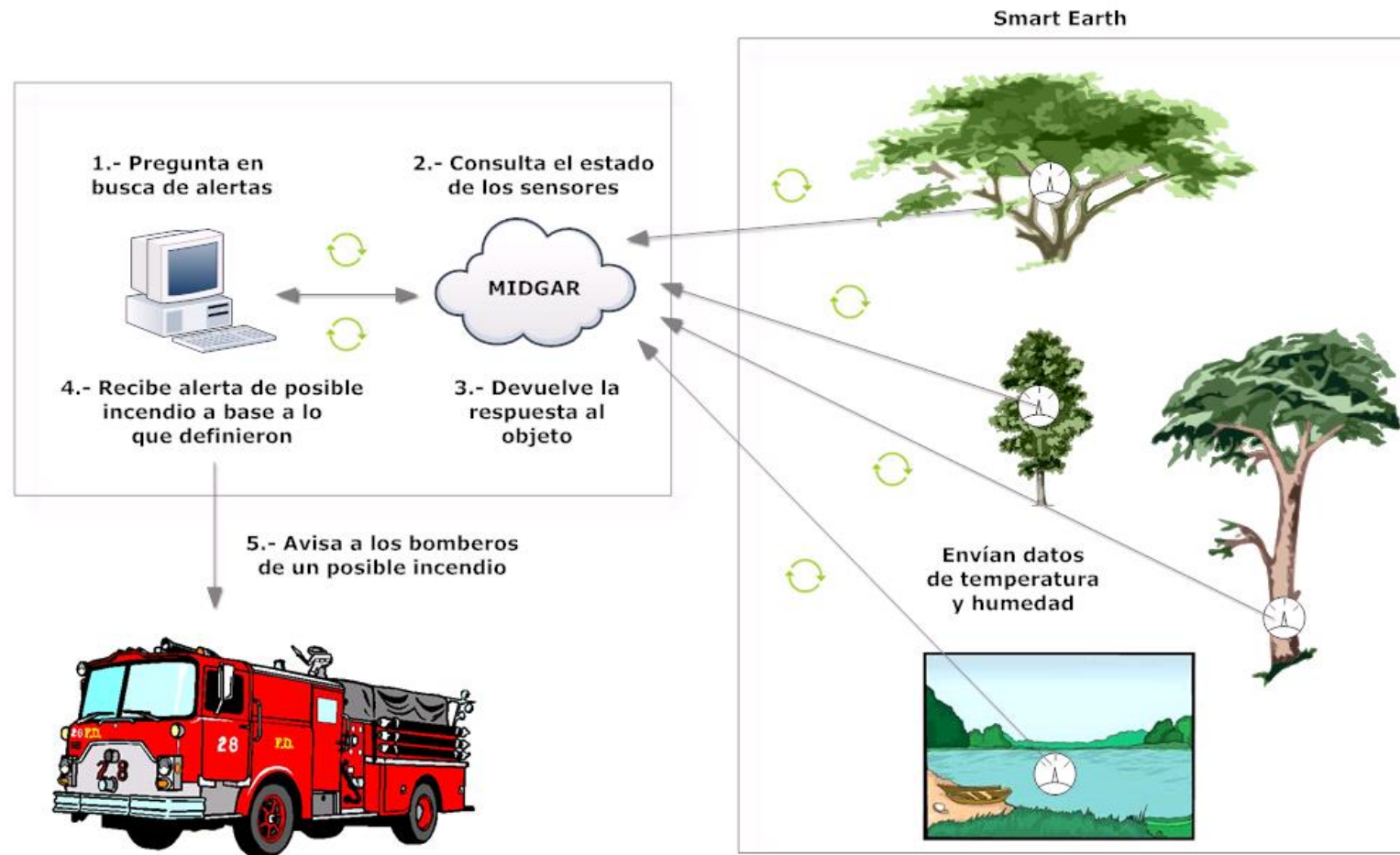


- Alertas
 - Médicas
 - Accidentes de tráfico
 - Otros



Ejemplo de Smart Earth

Bosque Inteligente



«Si al franquear una montaña en la dirección de una estrella, el viajero se deja absorber demasiado por los problemas de la escalada, se arriesga a olvidar cual es la estrella que lo guía»

Antoine de Saint-Exupéry

Aplicaciones empresariales en IoT

Control y monitorización de dispositivos


Quesería: recogida de datos

Quesería: control de stock de lotes defectuosos

Detección de deformaciones en estanterías

Ganadería

Control y monitorización de dispositivos

- Administración de dispositivos tecnológicos
 - Control remoto
 - Sistemas de autenticación
 - **Medición de consumo eléctrico**
 - **Arreglarlo/Actualizarlo telemáticamente**
 - Problema
 - Monitorización, mantenimiento y solución de problemas en el lugar de la instalación
 - Dispositivos inaccesibles parte del tiempo
 - Solución
 - Instalación de una Raspberry Pi (Microordenador)
 - **Actualización** del sistema en remoto
 - **Monitorización** del sistema
 - Información obtenida a **petición** o cada cierto tiempo
 - Información del **estado** del sistema
 - Posible **resolución a distancia de las incidencias**
- 



https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi#/media/Archivo:Raspberry_Pi_4_Model_B_-_Side.jpg

Quesería: recogida de datos

- Obligados a
 - Recogida de temperaturas y composición de la leche
 - Recogida de temperaturas y estado de la conversión de la leche a queso
 - Cada 30 minutos
 - Informe de todo el proceso
 - Etiquetado con parte de los datos
- Mejora
 - Era un proceso manual y laborioso
 - **Instalación de sensores y recogida de datos** automáticamente
 - **Más tiempo libre para el dueño:** 12-14h diarias vs 8-10



https://es.wikipedia.org/wiki/Queso#/media/Archivo:Hartkaese_HardCheeses.jpg

Quesería: control de stock de lotes defectuosos

- Quesería
- Obligados a
 - Seguimiento del stock para en caso de problemas de un lote
 - Avisar a todos los que tienen ese lote
 - Recogida del lote completo
- Mejora
 - Uso del **móvil por el repartidor**
 - Ingresa los lotes y pedidos de cada establecimiento
 - Escanea el código del queso
 - **Antes era todo papel**
 - Aplicación para buscar los lotes afectados y quienes los tienen
 - **Antes tenía que buscar entre decenas de facturas**



https://es.wikipedia.org/wiki/Queso#/media/Archivo:Hartkaese_HardCheeses.jpg

Detección de deformaciones en estanterías

- Las estanterías se pueden deformar
 - Su uso y carga de estas
 - Uso de carretillas elevadoras
 - Golpes de maquinaria
- Problema
 - Según el golpe podría colapsar
 - Prevención humana y visual
 - Posibles errores
 - Interfiere con el uso de maquinaria en el lugar
- Solución
 - Sensores que recojan información** necesaria y los chequeen contra unos parámetros
 - Llevó un golpe
 - Se dobló o no alguna parte
 - Inclinación



https://en.wikipedia.org/wiki/Bookcase#/media/File:Firstone_Library_Princeton_mobile_aisle_shelving.jpg

Ganadería

- «Monopolio» de los programas en la industria (2016)
 - Sensores y robots para el cuidado, control sanitario y local, y alimentación de los animales
 - Sensores para el estado de las cosechas
- Problema
 - Editores, conexiones y sensores dependientes de una determinada empresa
 - No era ampliable con sensores de otras marcas
 - No podían pedir mejoras en los editores
 - Duplicar algunas partes para utilizar lo de otra empresa
- Solución
 - **Creación de dos lenguajes de dominio específico** que permitan la conexión de objetos
 - **Ampliar configuraciones y opciones**
 - **Gestión del stock**

«Si al franquear una montaña en la dirección de una estrella, el viajero se deja absorber demasiado por los problemas de la escalada, se arriesga a olvidar cual es la estrella que lo guía»

Antoine de Saint-Exupéry

¿Qué problemas existen?

Internet de las Cosas

Seguridad en Internet de las Cosas

Etc.

Internet de las Cosas

○ Interconexión de objetos heterogéneos

- Heterogeneidad de objetos
- Muchas implementaciones diferentes
- Muchas librerías diferentes y que cambian
- Diferentes fabricantes
 - Google Home, Amazon Alexa, Fiware, Xiaomi, etc.
- Falta de interfaces comunes [19]

○ Desarrollo de aplicaciones para interconectar objetos por personas inexpertas

- Necesidad de conocimientos específicos
- Conectar todos los objetos del mundo



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reliance_Smart_Client.jpg



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arduino_Uno_-_R3.jpg



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raspberry_Pi_Photo.jpg



Seguridad en IoT

○ Seguridad en IoT

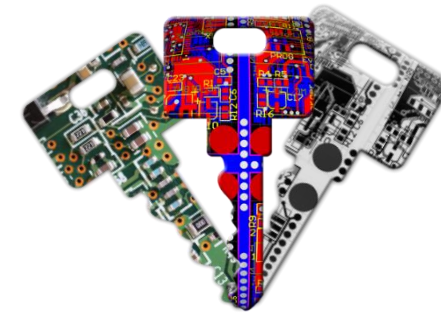
- Cualquier dispositivo puede recabar información
- Datos sensibles de la vida diaria
- Ataques más peligrosos
- Falta de consenso
- Conexión/Publicación de datos/Registro seguro
- Cámaras IP no configuradas o mal configuradas de fábrica
- Creación de sistemas zombies
- Privacidad

○ Blockchain

- Añadir no repudio de los datos y/o distribución de la información

○ Mejoras en la seguridad física

- Cámaras IP para vigilar zonas
 - Continua vigilancia
 - Revisar las imágenes
 - ¿Automatización?



Arquitectura I

- **Infraestructura**

- Escalabilidad de las plataformas en Internet de las Cosas
- Para realizar la interconexión de objetos

- **Lenguajes de Dominio Específico (DSL)**

- Human-Computer Interaction (HCI)
- Creación de la lógica de los objetos y/o interacciones

- **Quality of Service (QoS)**

- **Microservicios**

- **Edge Computing**

- **Fog Computing**

- **Servidores**

- Centralizados vs no centralizados
- Seguridad y almacenamientos de los datos
- Etc.

Arquitectura II

- **Rendimiento**

- Scheduling
- Gateway
- Balanceadores de carga

- **Frameworks**

- **Middleware**

- **Plataformas IoT**

- Negocios: Xively, Carriots
- Investigación: Midgar, Paraimpu, Social Internet of Things
- Open Source: Kaa, ThingSpeak

- **Protocolos**

- MQTT, ZigBee, y muchos más
- Hay miles...

Otros I

- **Mejoras en la seguridad física**

- Cámaras IP para vigilar zonas
 - Vigilancia continua, revisar las imágenes, automatización

- **Sanidad**

- Cuidado/Vigilancia gente mayor y/o con discapacidades
- Comida: alimentación y alergias
- Revisiones médicas desde casa
 - Sonido pulmón, ritmo cardiaco dedo, marcas de ruido

- **Educación**

- Detectar como trabajan los alumnos
- La acción que están realizando

- **Estandarización**

- Actualmente hay un grupo de trabajo en el W3C (Web of Things)
 - <https://www.w3.org/WoT/>

- **Consumo eléctrico**

- **Ética en IoT**



Otros II

- **Rendimiento** de los objetos y Smart Objects
 - Rapidez, batería, etc.
- 5G, 6G (~2030), 7G
- **Grandes cantidades de datos**
 - Tratamientos de datos, almacenamiento, movimiento, rendimiento
 - Análisis (Big Data)
 - Almacenamiento de datos (SQL vs NoSQL vs distribuido)
- **Machine Learning**
 - Sincronización de procesos, aprendizaje, rendimiento, seguridad
- **Robótica**
 - Amazon Kiva, Siri, Cortana, Alexa, Boston Dynamics, robots enjambre, sustituir a las personas, animales robóticos, ...
- **Socialización**
 - Entre objetos (M2M)
 - Entre objetos y humanos (H2M)
- Etc.

Ejemplos/Investigaciones

«La función de un buen software es hacer que lo complejo parezca simple»

Atribuida a Grady Booch en: Frank H. P. Fitzek et al. (2010) Qt for Symbian. p. x

«Visión sin acción es soñar despierto, acción sin visión es una pesadilla»
Proverbio japonés

«No te preocupes de que la gente te pueda robar una idea. Si es original, se la harás tragar a la fuerza»
Howard Aiken, creador del Mark I

Detección de personas mediante el uso de Visión por Computador para mejorar la seguridad en escenarios de IoT

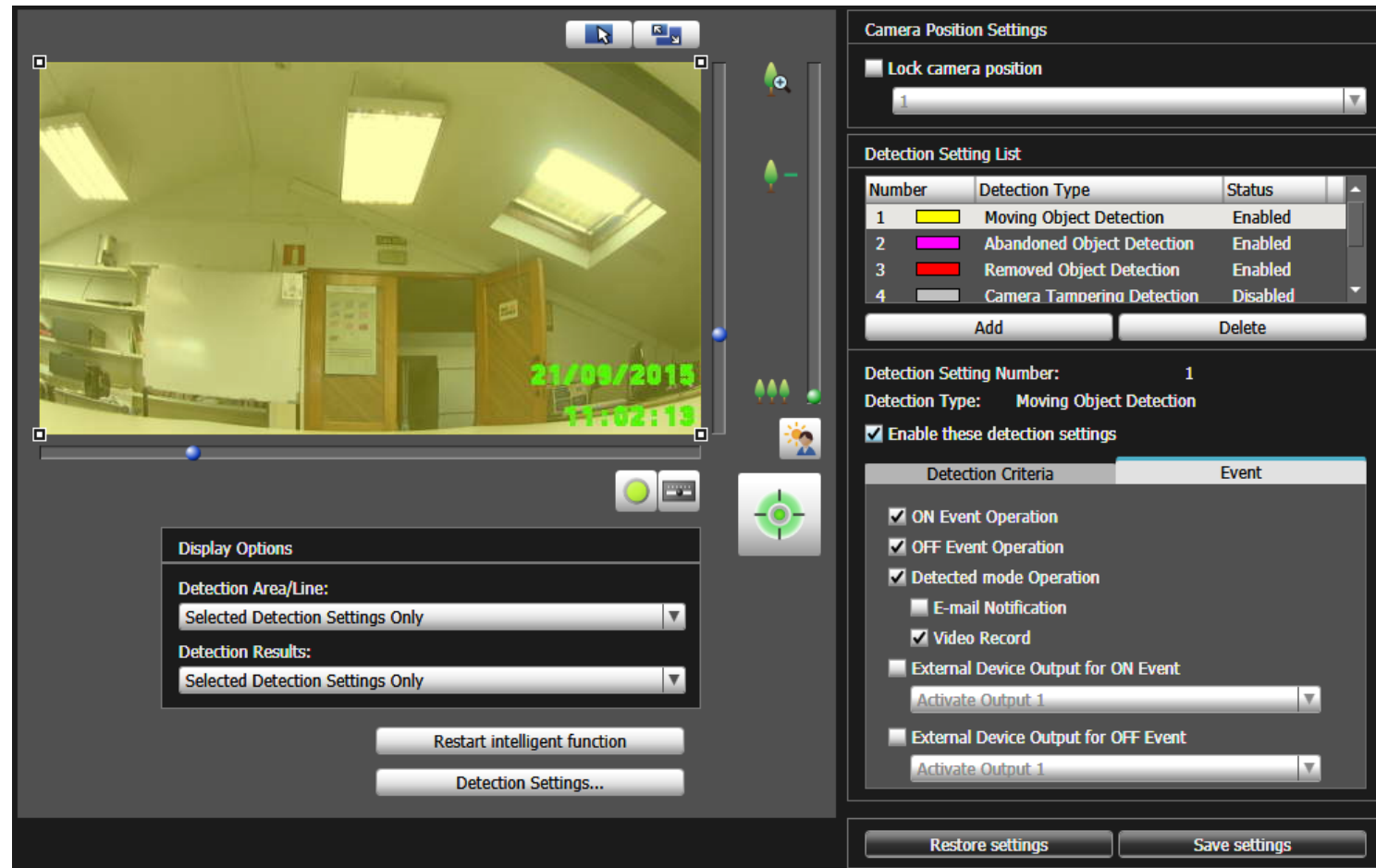
Visión por Computador + IoT I

- o **La automatización es uno de los caminos que busca IoT**
- o **Inclusión de Visión por Computador** con el fin de **detectar automáticamente lo que se busca** en un determinado sitio
- o Permitiría **mejorar la seguridad** en zonas concretas **automáticamente**
 - o Casas, pueblos, ciudades y la Tierra
- o Inclusión de un módulo de Visión por Computador en una red IoT (Midgar)
 - o **Utilizar las fotos como si fueran sensores**
 - o González García, C., Meana-Llorián, D., Pelayo G-Bustelo, B.C., Cueva Lovelle, J.M., Garcia-Fernandez, N., 2017. Midgar: Detection of people through computer vision in the Internet of Things scenarios to improve the security in Smart Cities, Smart Towns, and Smart Homes. *Futur. Gener. Comput. Syst.* 76, 301–313. doi:10.1016/j.future.2016.12.033
- o **Trabajos involucrados**
 - o 2 tesis, 1 proyecto nacional y 1 prototipo para una empresa

Visión por Computador + IoT II



Visión por Computador + IoT III



The interface displays a live video feed of a kitchen scene. The timestamp '21/09/2015 11:02:13' is overlaid on the video. Below the video, there are 'Display Options' for 'Detection Area/Line' and 'Detection Results', both set to 'Selected Detection Settings Only'. Buttons for 'Restart intelligent function' and 'Detection Settings...' are also present.

Camera Position Settings

- ☐ Lock camera position
- 1

Detection Setting List

Number	Detection Type	Status
1	Moving Object Detection	Enabled
2	Abandoned Object Detection	Enabled
3	Removed Object Detection	Enabled
4	Camera Tampering Detection	Disabled

Buttons: Add, Delete

Detection Setting Number: 1
Detection Type: Moving Object Detection

☒ Enable these detection settings

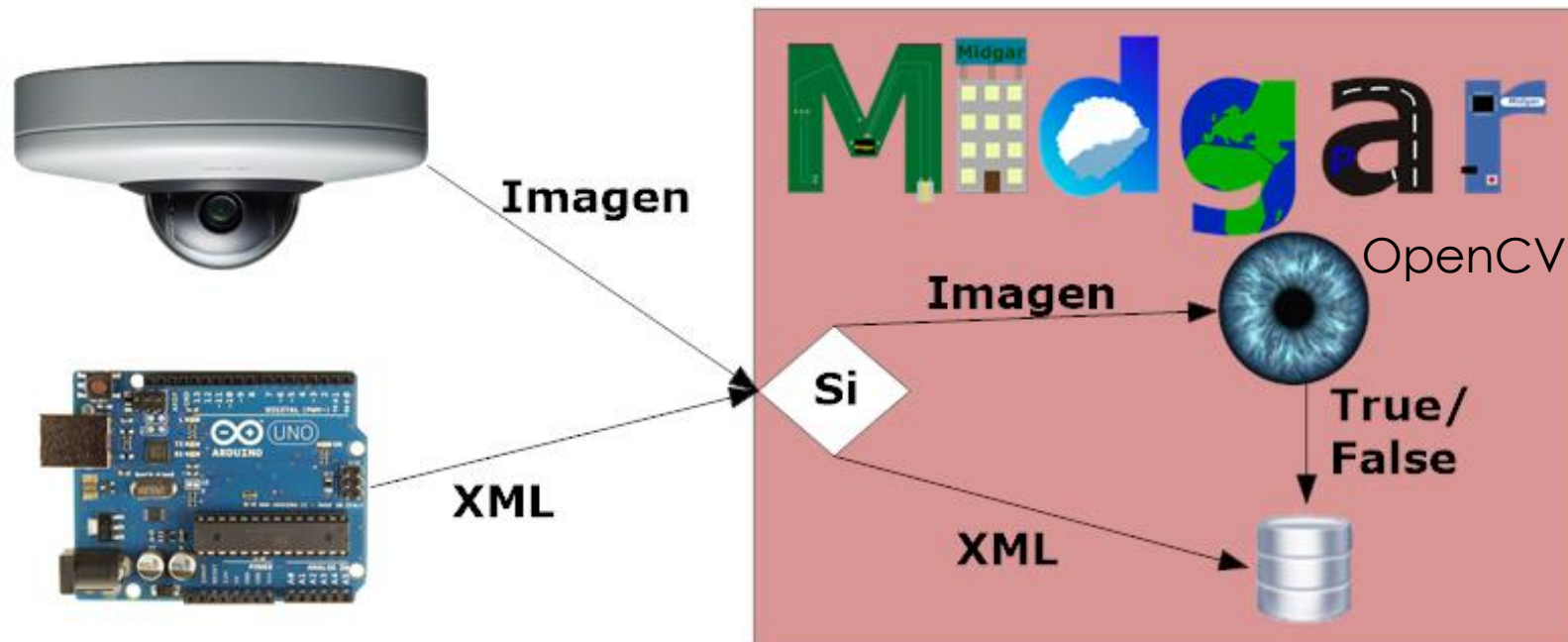
Detection Criteria

- ☒ ON Event Operation
- ☒ OFF Event Operation
- ☒ Detected mode Operation
- ☐ E-mail Notification
- ☒ Video Record
- ☐ External Device Output for ON Event
- Activate Output 1
- ☐ External Device Output for OFF Event
- Activate Output 1

Buttons: Restore settings, Save settings

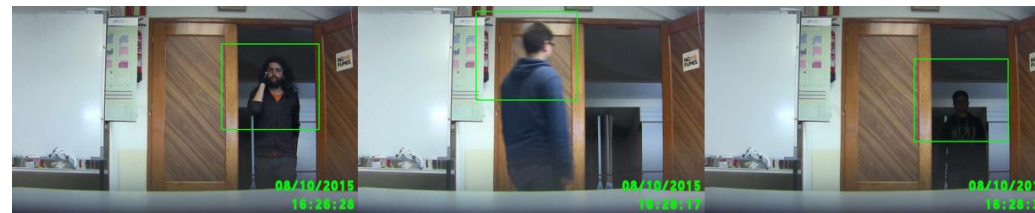
Visión por Computador + IoT IV

- Recibe **imágenes** cuando la cámara detecta un cambio
- Recibe **secuencias enteras**
 - Después de 5 seg. sin recibir imágenes, la secuencia termina

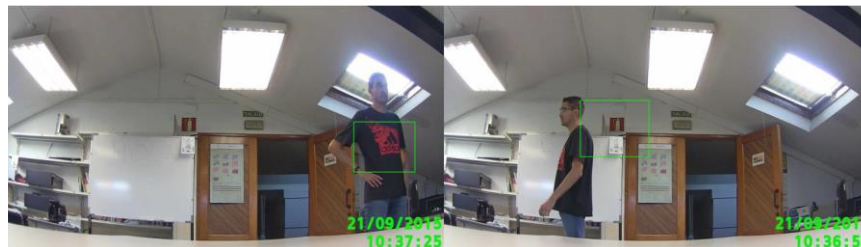


Visión por Computador + IoT V

● Aciertos



● Fallos



Visión por Computador + IoT VI

● Secuencias



«La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento,
sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la
práctica»
Aristóteles

«El aprendizaje más importante proviene de la experiencia directa»
Nonaka & Takeuchi

«Un científico debe tomarse la libertad de plantear cualquier
cuestión,
de dudar de cualquier afirmación, de corregir errores»
Julius Robert Oppenheimer

Seguridad en la comunicación de los *Smart Objects* a través de una plataforma de IoT

Seguridad en IoT I

- o **Robo de datos**

- o De bases de datos de empresas
- o Diferentes errores dejan libre parte de nuestros datos privados en las redes sociales
- o En sistemas de correo o mensajería
- o Nos *crackean* el ordenador

- o **IoT maneja muchos datos** en diferentes objetos heterogéneos

- o Peligro añadido

- o **Objetivo**

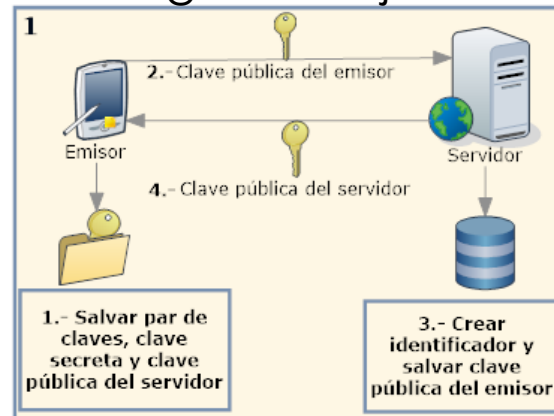
- o Crear mensajes seguros en entornos no seguros
 - o Implica que los mensajes deban tener privacidad y confidencialidad, autenticación, integridad y no repudio
- o Elegir el algoritmo adecuado según la capacidad de computación
- o Utilizar **Criptografía híbrida**
- o Sánchez-Arias, G., González García, C., Pelayo G-Bustelo, B.C., 2017. Midgar: Study of communications security among Smart Objects using a platform of heterogeneous devices for the Internet of Things. Futur. Gener. Comput. Syst. 74, 444–466. doi:10.1016/j.future.2017.01.033

- o **Trabajos involucrados**

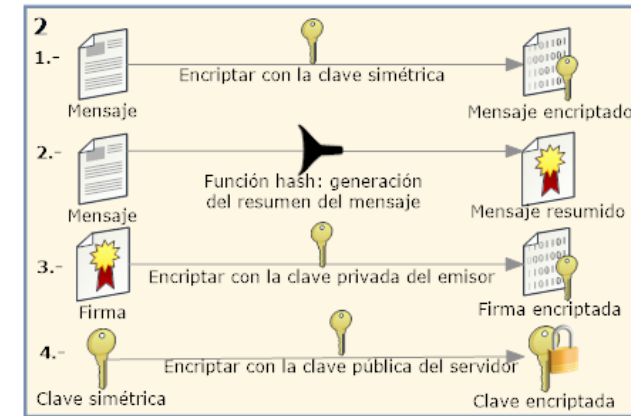
- o 1 TFM y 2 tesis

Seguridad en IoT II

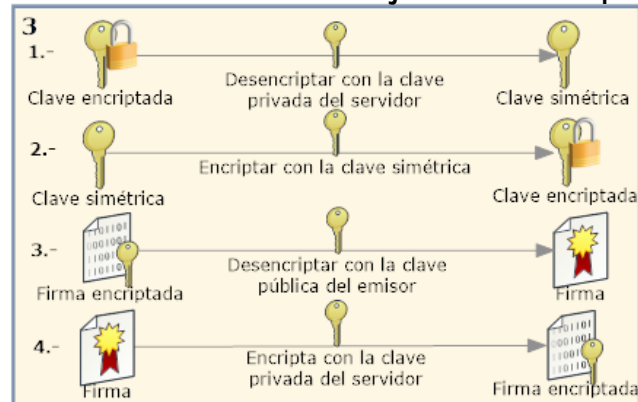
Registrar objeto



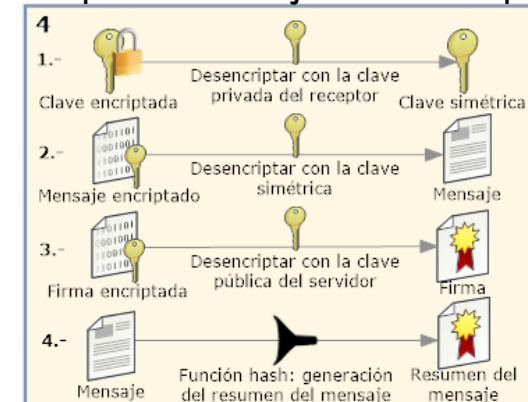
Envío objeto emisor al servidor



Envío servidor a objeto receptor



Recepción objeto receptor



Seguridad en IoT III

○ Algoritmos elegidos

- Criptografía simétrica
 - DES, 3DES, AES, IDEA, Blowfish
- Criptografía asimétrica
 - RSA, ElGamal
- Funciones Hash
 - MD4, MD5, MD6, SHA-0, SHA-1, SHA-2, SHA-3
 - SHA: 224, 256, 384, 512, 512/224, 512/226 bits

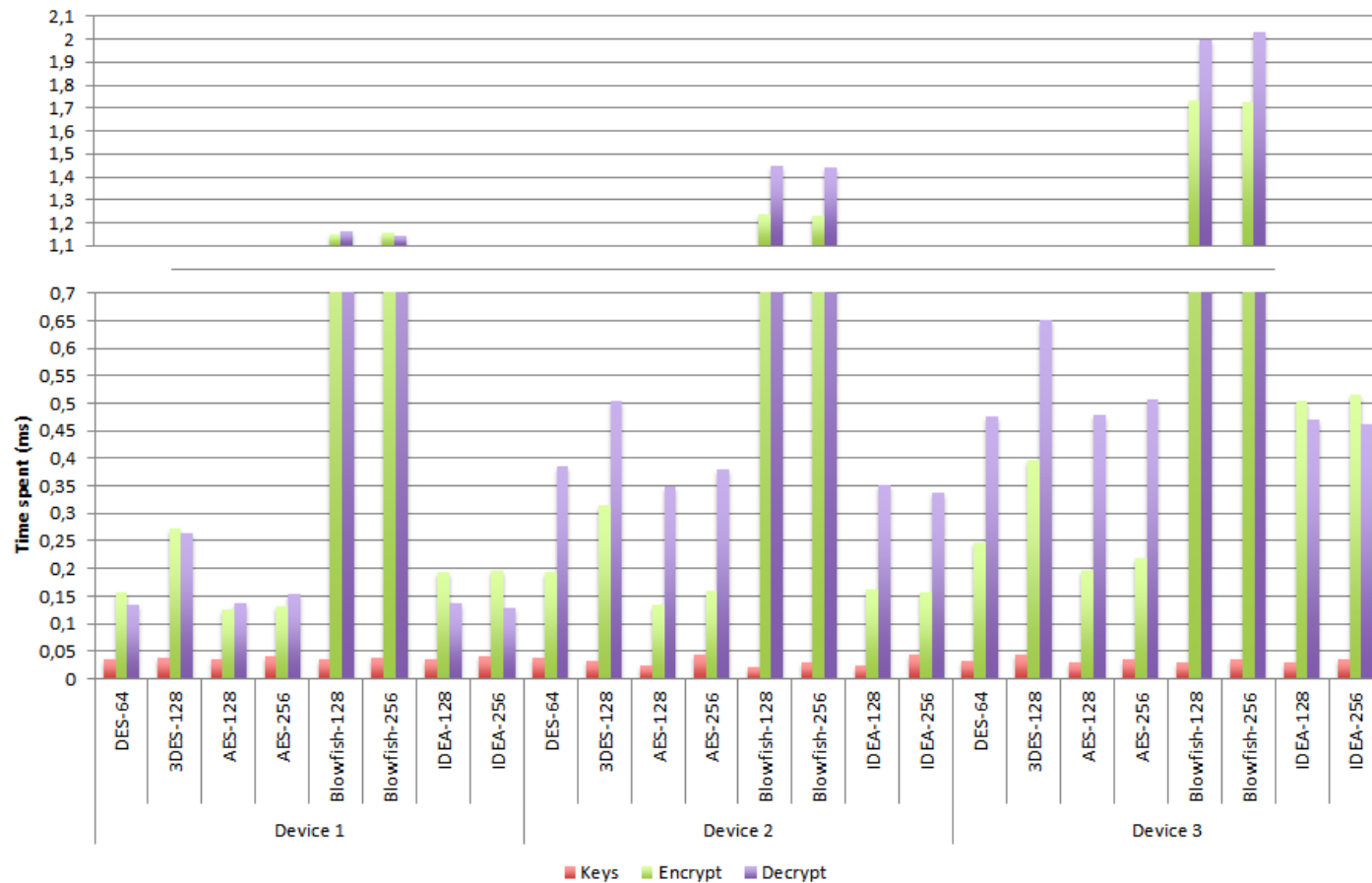
○ Estudios

○ Teóricos de vulnerabilidades

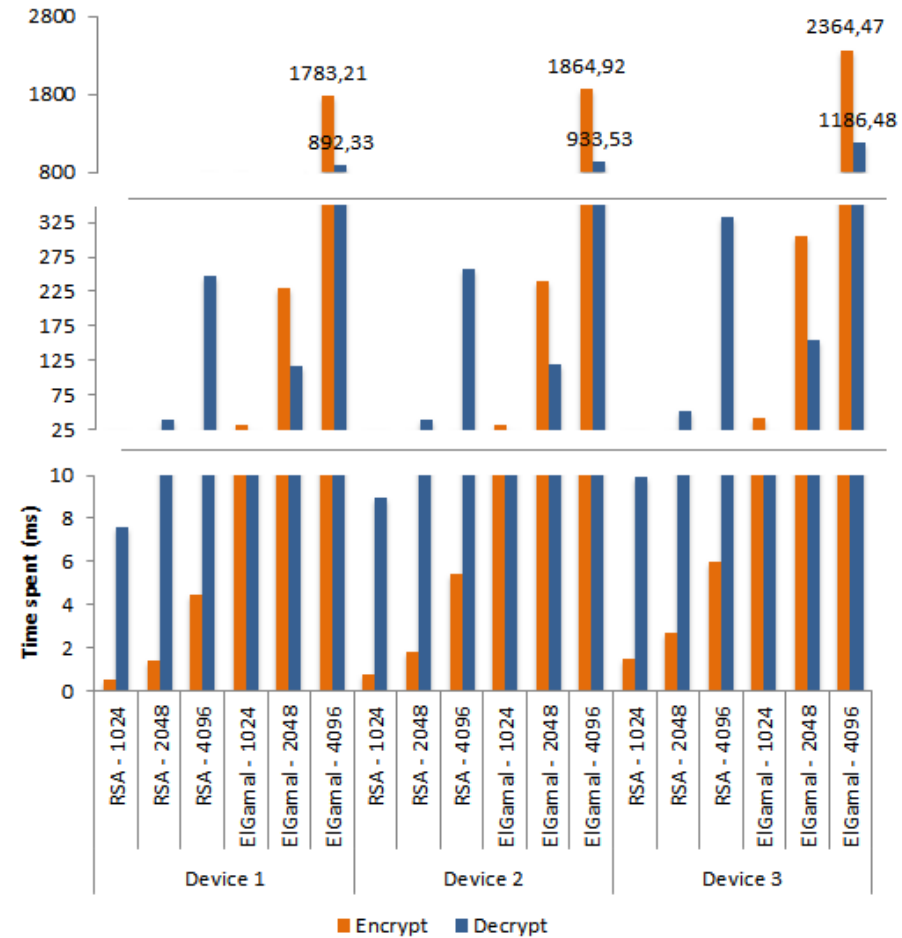
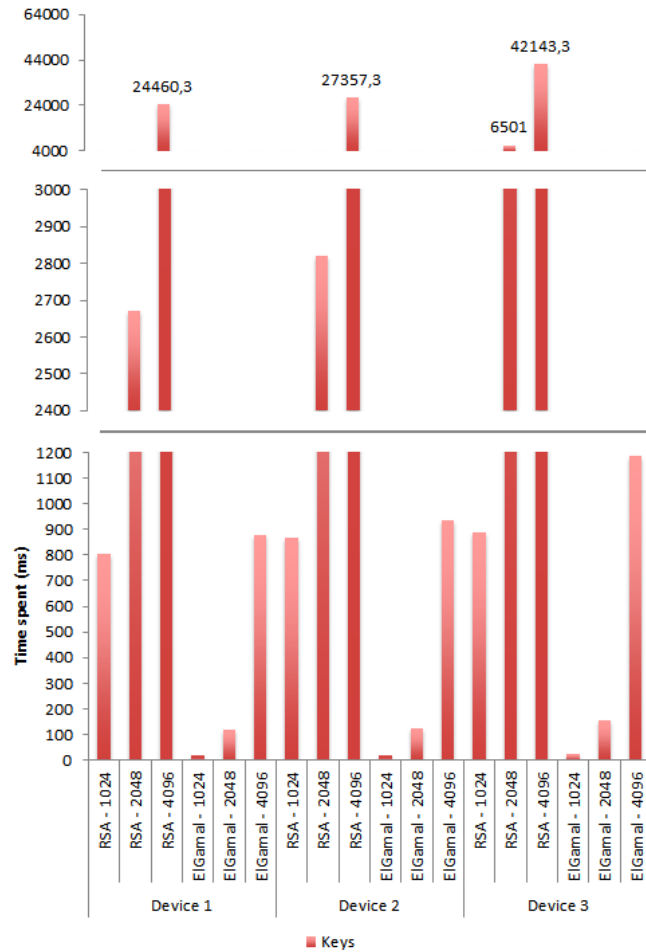
○ Prácticos

- Diferentes tamaños de clave
- Tres dispositivos: gama alta (1), media (2) y baja (3)
 - **Dispositivo 1:** HTC Desire 610 con Android 4.4.2 y un procesador de cuatro núcleos a 1.2 GHz y un 1GB de RAM.
 - **Dispositivo 2:** LG Optimus L9 con Android 4.1.2 y un procesador de dos núcleos con una velocidad de un 1GHz y 1GB de RAM.
 - **Dispositivo 3:** LG Optimus L7 con Android 4.0 y un procesador de un núcleo a 1GHz y 512MB de RAM.

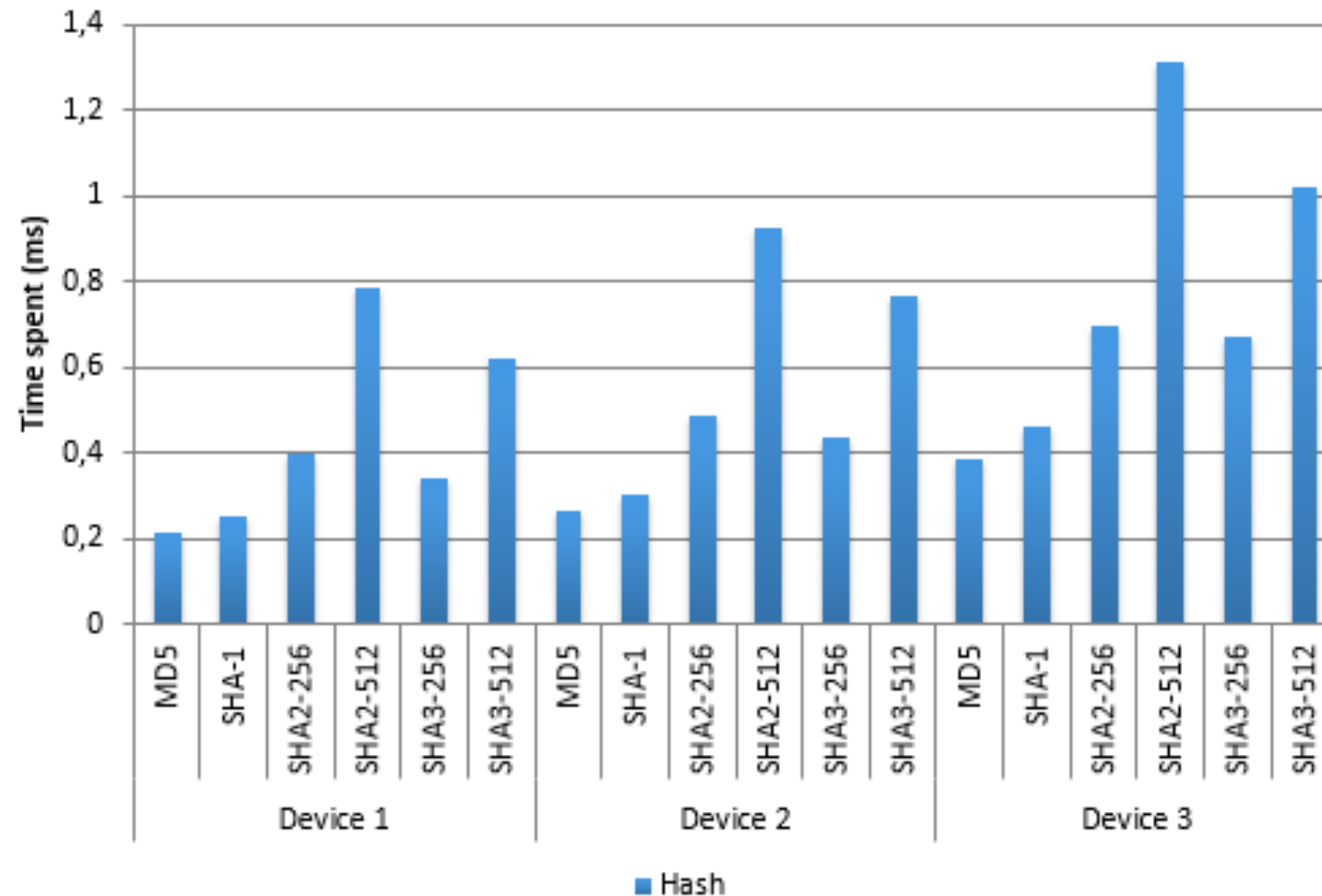
Seguridad en IoT IV – Criptografía simétrica



Seguridad en IoT V – Criptografía asimétrica



Seguridad en IoT VI – Funciones Hash



Prototipo V – Conclusiones

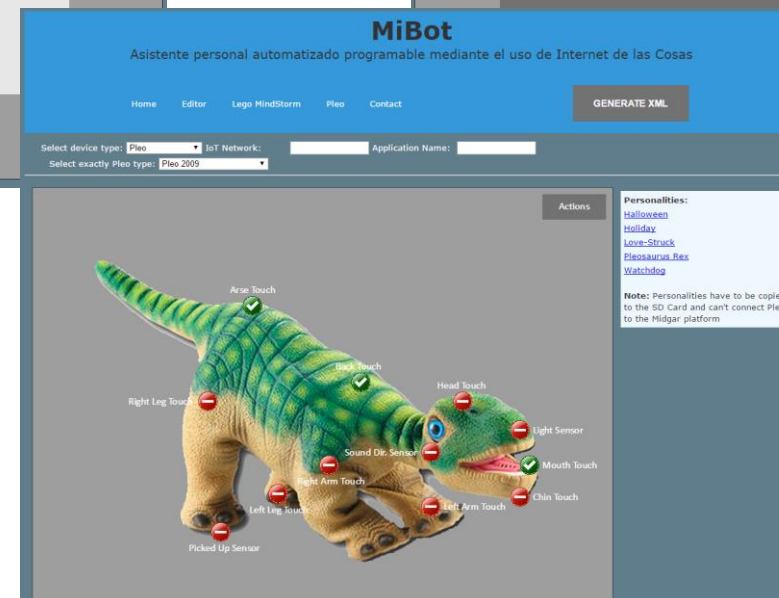
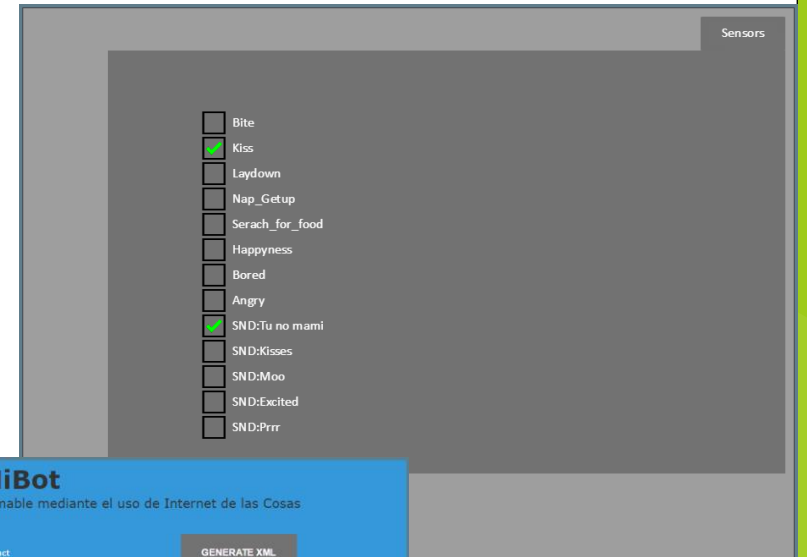
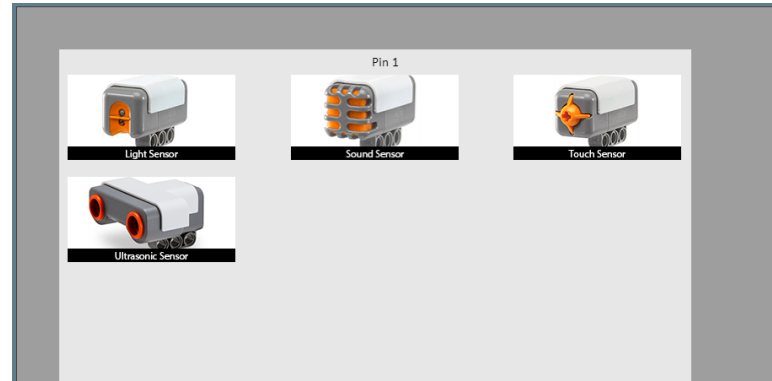
- Se ha presentado una **propuesta de seguridad** para IoT
- Ha sido implementada en la plataforma Midgar
- **Permite el envío de mensajes seguros** en entornos inseguros
 - Criptografía híbrida + firma digital
 - **AES** (256), **RSA** (1024) y **SHA3** (512)
 - Impacto de (una hora en gama baja)
 - **5,25862% en nodos críticos**
 - Muchos mensajes en poco tiempo (4 mensajes/seg) – Gravedad, giroscopio, accidentes, etc.
 - **0,84732% en nodos no críticos**
 - Pocos mensajes y no importa que se pierda alguno (1 mensaje/min) – Temperatura, humedad, etc.
 - **Impactos mayores** de (una hora en gama baja)
 - RSA (2048) requería un **16,208%** en nodos críticos
 - RSA (4096) requería un **101,208%** en nodos críticos
 - ElGamal (4096) requería un **1070,216%** en nodos críticos

Asistente personal automatizado programable
mediante el uso de Internet de las Cosas

IoT y robótica I

- ◉ Prototipo funcional como TFG
 - ◉ Integrar IoT y Robótica
- ◉ Desarrollar un DSL que permita la **creación de aplicaciones que interconecten robots** a una plataforma IoT
- ◉ Obtener una alta abstracción para la creación de aplicaciones mediante un DSL web gráfico
- ◉ **Encapsular todo el software que el robot requiere** para ofrecer diferentes funcionalidades y conectarse a la plataforma destino
- ◉ **Trabajos involucrados**
 - ◉ 1 TFG
- ◉ <https://youtu.be/hGoQYRR5FOM>

IoT y robótica I



IoT + Lógica difusa

IoFClime I

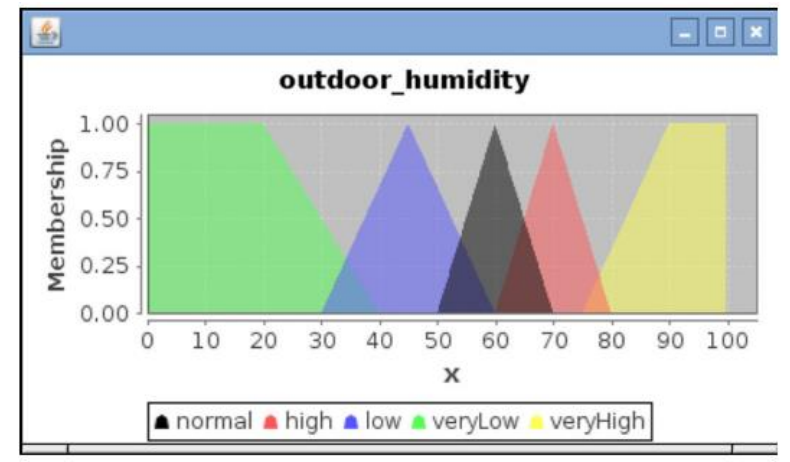
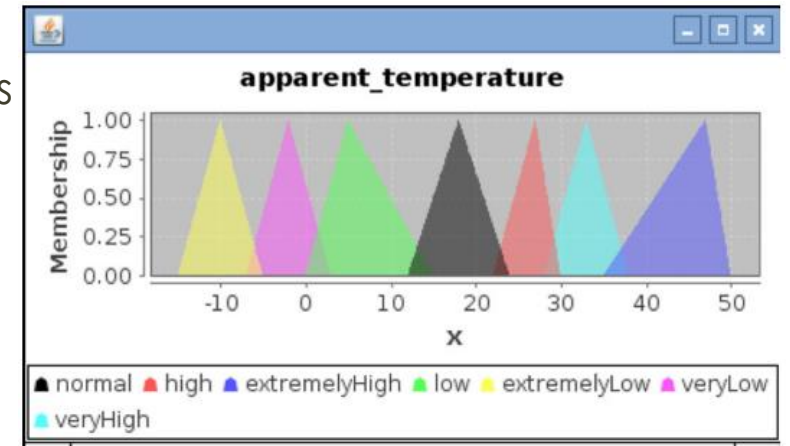
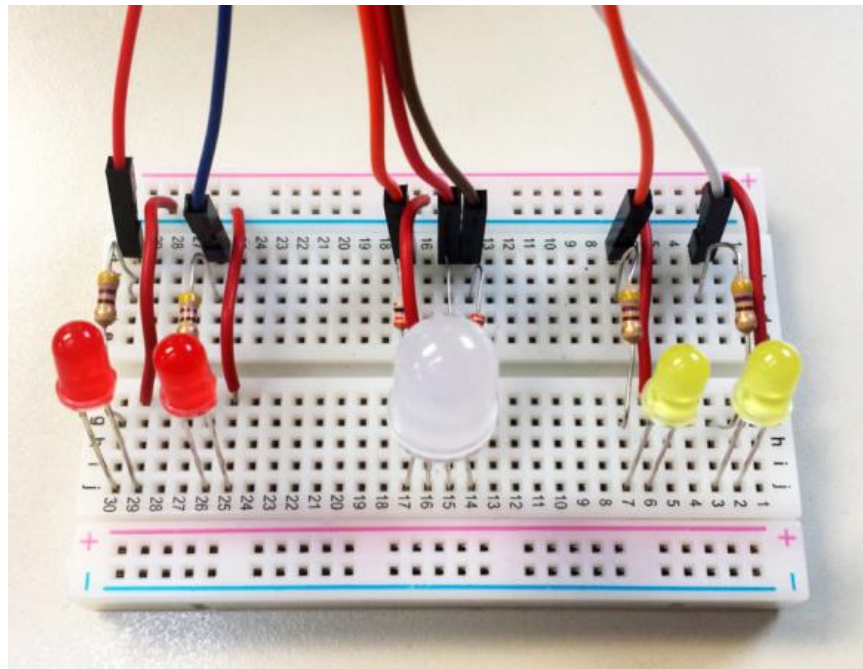
- **Ahorro de energía**
- **IoT maneja los dispositivos, pero sin inteligencia**
 - Esta puede obtenerse a través de la red
 - Introducir Inteligencia Artificial (IA)
 - Lógica difusa
- **Objetivo**
 - Crear un sistema de frío-calor que se encienda y apague según los gustos del usuario y ahorre energía
 - Meana-Llorián, D., González García, C., Pelayo G-Bustelo, B.C., Cueva Lovelle, J.M., Garcia-Fernandez, N., 2017. IoFClime: The fuzzy logic and the Internet of Things to control indoor temperature regarding the outdoor ambient conditions. *Futur. Gener. Comput. Syst.* 76, 275–284. doi:10.1016/j.future.2016.11.020
- **Trabajos involucrados**
 - 1 TFM y 1 tesis, 1 artículo, otro TFM (2ª iteración)

IoFClime II

Prototipo

- Arduino + 2 redes IoT (Midgar y ThingSpeak) + Leds + Sensores

Definición de las reglas de **lógica difusa**



IoFClime III

○ Datos

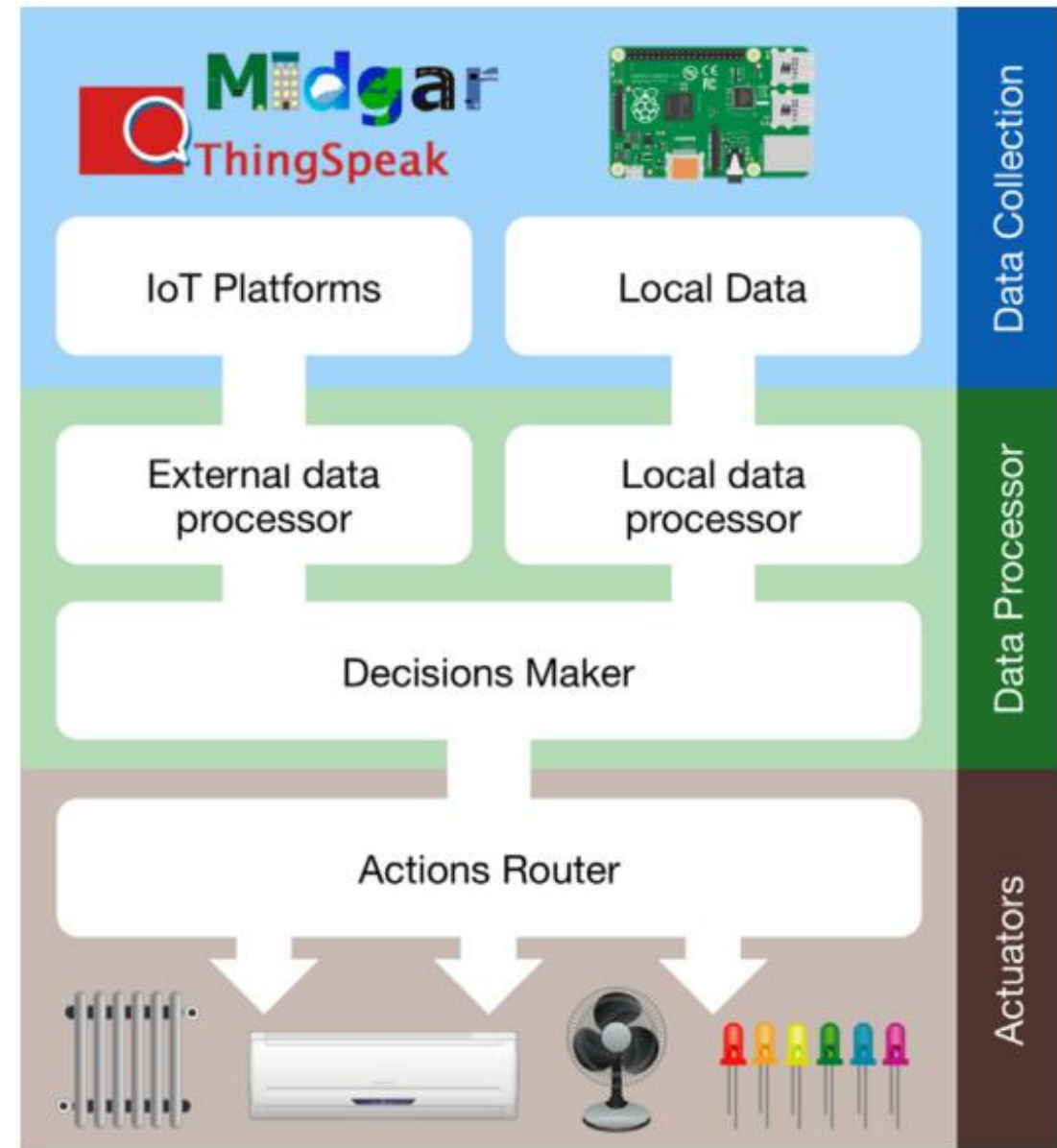
- Temperatura y humedad exteriores
- Temperatura interior del local

○ Procesamiento

- Datos exteriores
 - Temperatura y humedad = Sensación térmica
- Salida anterior + datos local

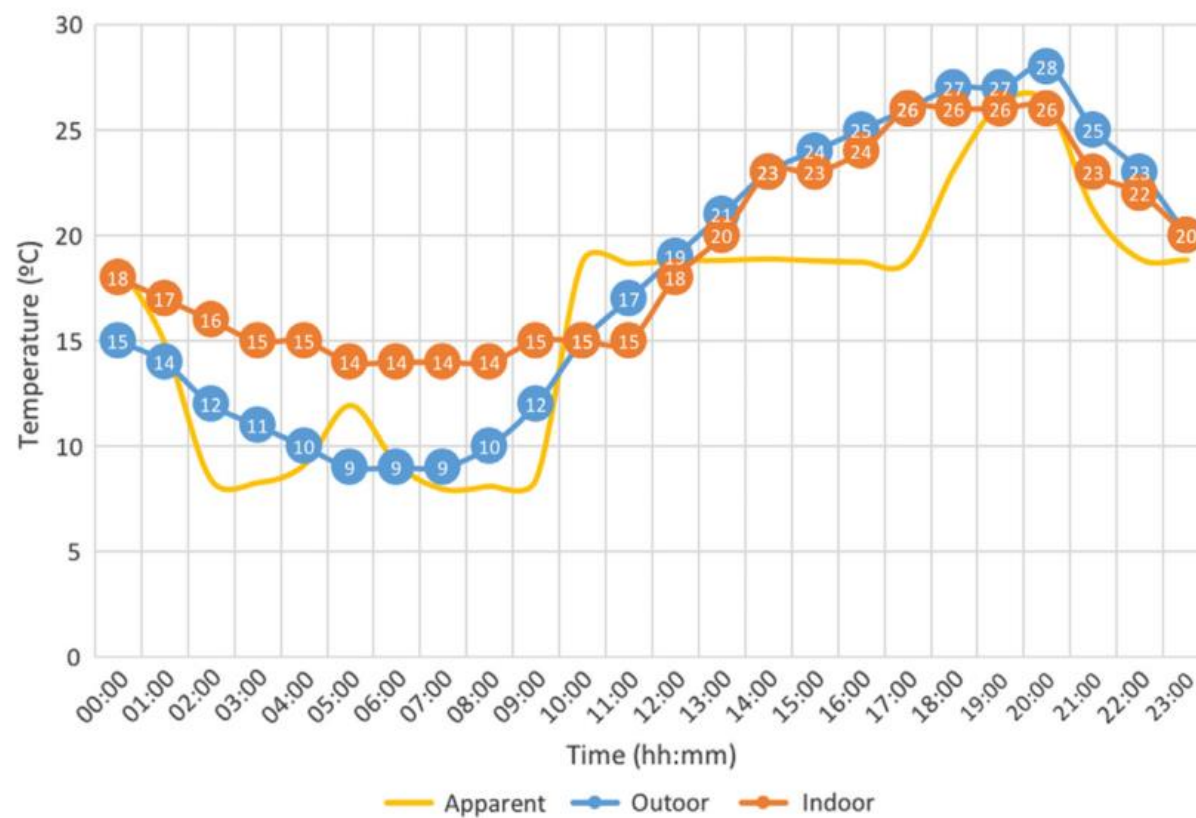
○ Toma de **decisión**

○ Acción

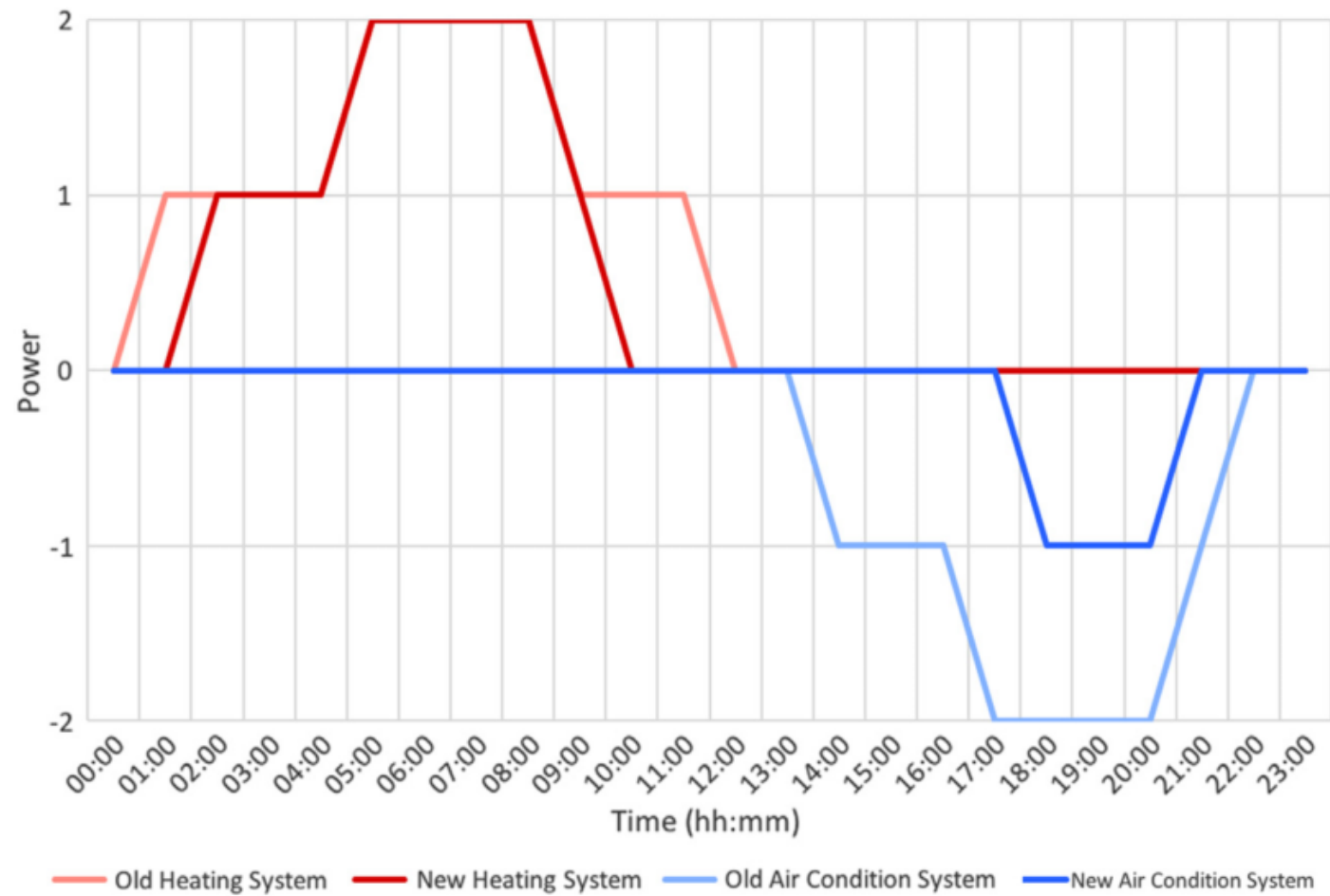


IoFClime IV

- Azul – T^a exterior; Naranja – T^a interior; Línea – Sensación térmica



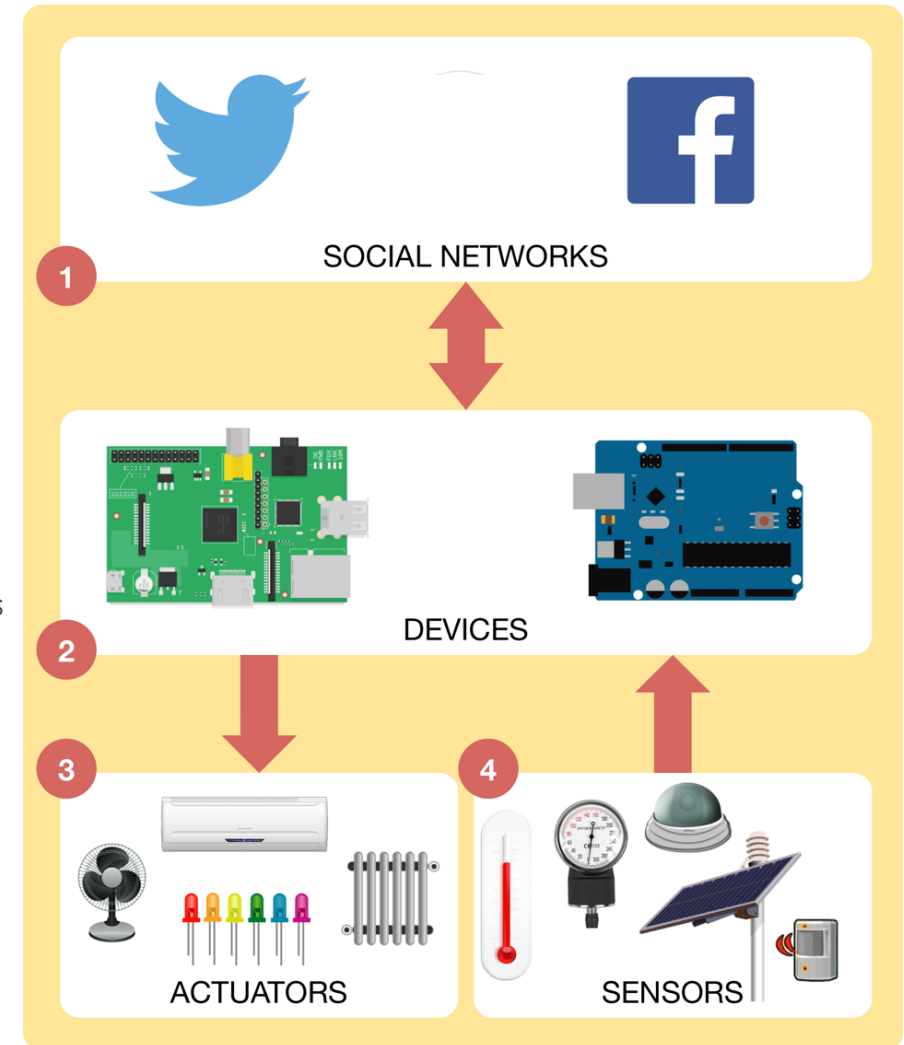
IoFClime V



IoT + Redes Sociales

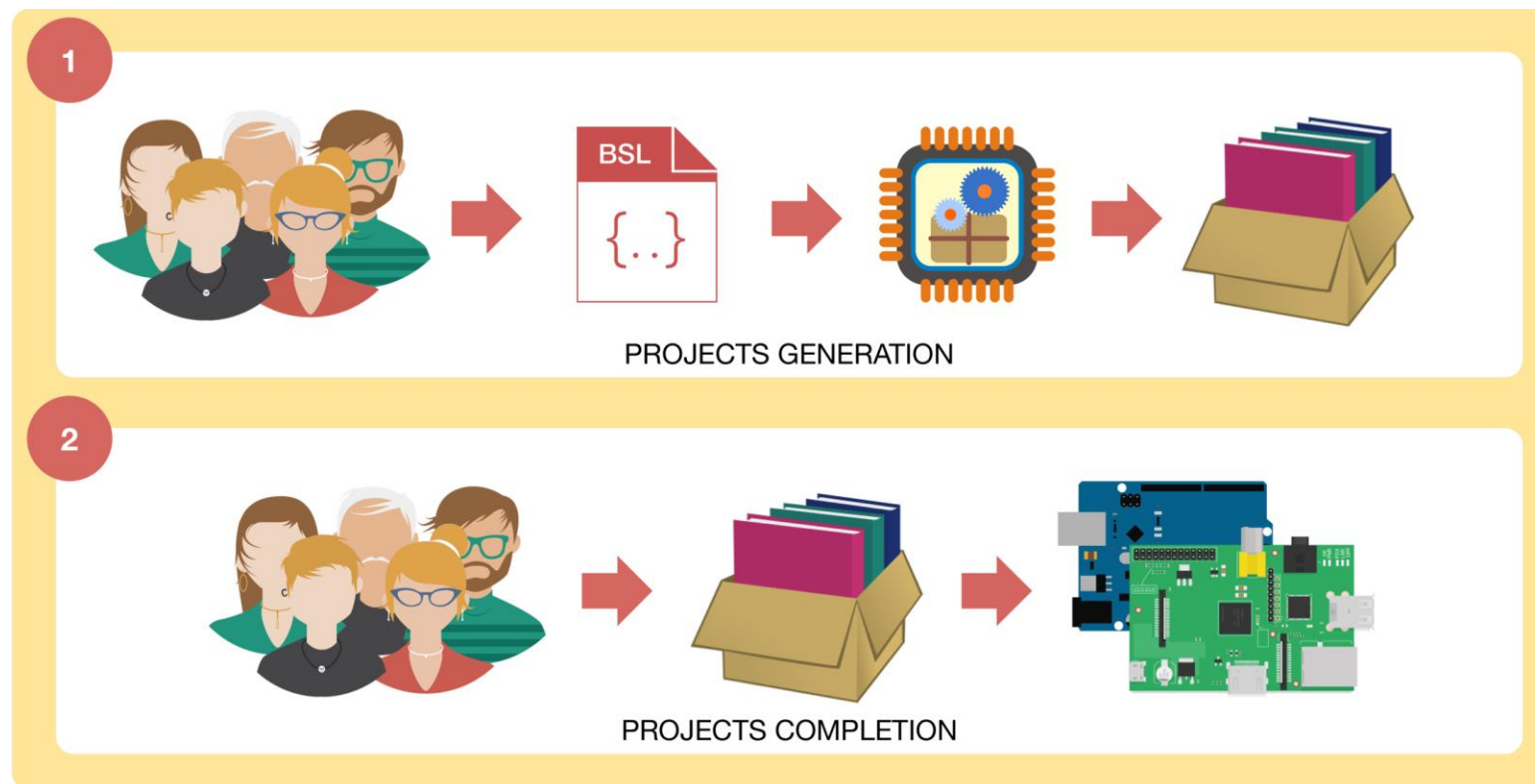
IoT + Redes Sociales I

- Las Redes Sociales Online son un «protocolo» conocido y usado por los humanos
- Objetivo**
 - Usar Redes Sociales Online como «protocolo» de comunicación entre
 - H2M
 - M2M
 - Meana-Llorián, D., González García, C., Pascual Espada, J., Semwal, V. B., & Khari, M. (2017). Bilrost: Connecting the Internet of Things through human Social Networks with a Domain-Specific Language. In IEEE (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on Research in Intelligent and Computer in Engineering* (pp. 57–61). Gopeshwar, Uttarakhand, India: PTI. <https://doi.org/10.15439/2017R110>
 - Meana-Llorián, D., García, C. G., Pelayo G-Bustelo, C., & Cueva-Lovelle, J. M. (2021). BILROST: Handling Actuators of the Internet of Things through Tweets on Twitter using a Domain-Specific Language. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 6(6), 133–144. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.01.004>
- Trabajos involucrados**
 - 1 TFM y 2 tesis, 1 congreso y 1 artículo



IoT + Redes Sociales II

- 1.- Usuario define lo que va a utilizar, y le crea las conexiones
- 2.- Usuario rellena los métodos y lo sube a los dispositivos



Preguntas tema

○ <https://forms.office.com/r/guYGFC3n48>



Referencias

Referencias

- Todo el contenido pertenece a los capítulos 1, 3, 13, 15, 16, 18, 22, 23, 25 y 28 de:
 - González García, C., 2017. MIDGAR: Interoperabilidad de objetos en el marco de Internet de las Cosas mediante el uso de Ingeniería Dirigida por Modelos. University of Oviedo. doi:10.13140/RG.2.2.26332.59529
 - https://www.researchgate.net/publication/314188769_MIDGAR_interoperabilidad_de_objetos_en_el_marco_de_Internet_de_las_Cosas_mediante_el_uso_de_Ingenieria_Dirigida_por_Modelos

Internet de las Cosas

Cristian González García
gonzalezcristian@uniovi.es

v 1.3.1 Noviembre 2022