

Análisis y despliegue de una plataforma IoT para el Smart Lab del CEATIC

José Francisco Gay Medina

Julio 2018



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Dra. D^a. Macarena Espinilla Estévez, tutora,
y *D. Daniel Zafra Romero*, cotutor,
del Trabajo Fin de Grado titulado:

**Análisis y despliegue de una plataforma IoT para el Smart
Lab del CEATIC,**

que presenta *D. Jose Francisco Gay Medina*,
autorizan su presentación para defensa y evaluación en la
Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Julio de 2018

Gracias.... a todos los que te hemos sufrido contigo y tu también con nosotros.

Mucho ánimo! Lo vas a hacer estupendamente ;)

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Justificación	1
1.2. Propuesta	3
1.3. Objetivos	3
1.4. Planificación temporal	4
1.4.1. Estimación de tiempos	4
1.5. Presupuesto	5
1.6. Estructura de la memoria	6
2. Tecnologías de sensores del Smart Lab del CEATIC	7
2.1. Ambientes Inteligentes	7
2.2. Smart Lab del CEATIC	8
2.3. Sensores y Actuadores	10
2.3.1. Protocolos y Estándares de Comunicación	10
2.3.2. Sensores Ambientales	12
2.3.2.1. Contacto	12
2.3.2.2. Multipropósito	12
2.3.2.3. Inundación	13
2.3.2.4. Presencia	13
2.3.2.5. Movimiento	14
2.3.3. Actuadores	16

2.3.3.1.	Philips HUE	16
2.3.3.2.	Altavoces SONOS Play:1	16
2.3.3.3.	Harmony SmartHome	17
2.3.3.4.	Termostato NEST	17
2.3.3.5.	Detector de humo NEST	18
2.3.3.6.	Sense Mother	18
2.3.3.7.	Etiquetas NFC	19
2.3.4.	Posicionamiento Indoor	20
2.3.4.1.	Suelo Inteligente SensFloor	20
2.3.4.2.	Balizas	20
2.3.5.	Cámaras	23
2.3.5.1.	Cámara IP D-LINK 5020L	23
2.3.5.2.	Cámara Raspberry Pi	23
2.3.6.	Multimedia	24
2.3.6.1.	Samsung SmartTV 6400	24
2.3.6.2.	Consola Xbox ONE	24
2.3.7.	Dispositivos de Salud	25
2.3.7.1.	Báscula inteligente Withings Smart Body Analyzer	25
2.3.7.2.	Pulsera Withings Pulse Ox	25
2.3.7.3.	Xiaomi Mi Band 2	25
2.3.7.4.	Smartwatch LG Urbane	26
2.3.7.5.	Smartwatch Polar M600	26
2.3.8.	Interfaces Cerebrales	27
2.3.8.1.	BrainLink Macrotellect	27
2.3.8.2.	Emotiv Insight	27
2.3.8.3.	Emotiv EPOC+	28
2.3.9.	Interfaces Persona-Ordenador	29
2.3.9.1.	Amazon Echo con Alexa	29

2.3.9.2.	Leap Motion	29
2.3.9.3.	Xbox Kinect	30
2.3.9.4.	Apple iPad Air 2	30
2.3.9.5.	Samsung Galaxy Tab	30
2.3.10.	Robots	31
2.3.10.1.	BQ Zowi	31
2.3.10.2.	Bioloid Robotics	31
2.4.	Conclusiones	33
3.		35

Índice de figuras

2.1. Smart Lab del CEATIC	9
2.2. Sensor de contacto Everspring	12
2.3. Sensor de contacto Fibaro	13
2.4. Sensor Multipropósito Samsung	13
2.5. Sensor de Inundación Fibaro	14
2.6. Sensor de Presencia Samsung	14
2.7. Sensor de Movimiento Samsung	15
2.8. Sensor de Movimiento Fibaro	15
2.9. Sistema de iluminación Philips HUE (Bridge + Bombillas)	16
2.10. Sistema de sonido SONOS Play:1	16
2.11. Hub Harmony SmartHome	17
2.12. Termostato NEST	17
2.13. Detector de humo NEST Protect	18
2.14. Sense Mother + Cookies	18
2.15. Etiquetas NFC en sus diferentes formatos	19
2.16. Instalación de SensFloor	20
2.17. Aplicación de SensFloor	20
2.18. Estimote Beacons	21
2.19. Estimote Stickers	22
2.20. Estimote Mirror	22
2.21. iBKS Beacon	22

2.22. D-LINK 5020L	23
2.23. Cámara Raspberry Pi	23
2.24. Samsung SmartTV 6400	24
2.25. Xbox ONE	24
2.26. Withings Smart Body Analyzer	25
2.27. Withings Pulse 0x	25
2.28. Xiaomi Mi Band 2	26
2.29. LG Watch Urbane	26
2.30. Polar M600	27
2.31. BrainLink Macrotellect	27
2.32. Emotiv Insight	27
2.33. Emotiv EPOC+	28
2.34. Amazon Echo	29
2.35. Leap Motion	29
2.36. Kinect	30
2.37. Apple iPad Air 2	30
2.38. Samsung Galaxy Tab	31
2.39.	31
2.40. Bioloid Robotics	32

Índice de tablas

2.1. Tabla Comparativa de Sensores	33
2.2. Tabla Comparativa de Actuadores	33
2.3. Tabla Comparativa de Dispositivos de Posicionamiento	34
2.4. Tabla Comparativa de Dispositivos de Salud	34
2.5. Tabla Comparativa de Interfaces Cerebrales	34

Capítulo 1

Introducción

1.1. Justificación

Desde sus inicios, Internet ha ido incorporando nuevos actores conforme los avances tecnológicos lo han permitido. Primero fueron los computadores, después los dispositivos móviles (smartphones), más tarde las propias personas a través de las redes sociales y últimamente los objetos cotidianos, en lo que se ha denominado el Internet de las Cosas o IoT por sus siglas en inglés (Internet of Things). Dentro de este término, podemos englobar todos los objetos cotidianos más comunes, que debido a los grandes avances tecnológicos de los últimos tiempos se pueden conectar a Internet.

Aunque el término se acuñó a posteriori, el Internet de las cosas se inicia con un artículo para la revista Scientific American titulado “El computador del siglo XXI” de Mark Weiser en 1991 [1], la intención de Weiser era predecir que se utilizaría en el próximo siglo en las oficinas o puestos de trabajo del futuro con el fin de optimizar recursos y utilizar los nuevos de una forma más eficiente. Esta relación entre entorno humano y máquina fue bautizada por Weiser como computación ubicua y lo que quería contextualizar con ello era la incrustación de la computación en el día a día de las personas. Bajo el pilar fundamental de

la computación ubicua se comienza a hablar de IoT, aunque en sus inicios, no era más que una apuesta de futuro, y es en la actualidad cuando comienza a ser una absoluta realidad. El término fue utilizado por primera vez por el investigador británico del MIT (Massachusetts Institute of Technology) Kevin Ashton, en 1999, cuando intentaba describir un sistema en el que los objetos se podían conectar a Internet por medio de sensores.

Como concepto, el Internet de las cosas se basa en la interconexión de cualquier producto con cualquier otro producto de su alrededor; el objetivo es hacer que todos estos dispositivos se comuniquen entre sí y, por consiguiente sean más inteligentes e independientes. Bajo esta premisa, podemos oír hablar de un mundo de objetos interconectados, de ciudades y hogares inteligentes, así como de aplicaciones y servicios automáticos.

Además de los objetos más cotidianos que se han adaptado para poder recibir una conexión a Internet, son muchos los que han surgido en los últimos años, plataformas como Arduino se han impuesto en la sensorística de bajo coste; por supuesto son muchas las empresas que están invirtiendo ingentes cantidades de dinero y esfuerzos en el desarrollo de dispositivos y la innovación en los mismos, siendo algunas de las mas importantes: CISCO, IBM, Intel, Google, Microsoft, Oracle, Qualcomm o AWS. De la misma manera que van surgiendo dispositivos a gran velocidad, se van adoptando también nuevos estándares de comunicación para realizar la transferencia de información entre ellos; protocolos como: Wi-Fi, GSM, 6LowPan, Bluetooth BLE, Zigbee o Z-Wave son algunos de los más utilizados en la actualidad.

Ante la constante aparición tanto de nuevos dispositivos, como nuevos protocolos de comunicación relacionados con el paradigma de IoT, es imprescindible contar con una plataforma que permita tanto la gestión y configuración como la recolección y procesamiento de datos desde sensores múltiples y heterogéneos.

1.2. Propuesta

El objetivo principal de este trabajo es analizar las plataformas de IoT actuales, estudiar las necesidades de recolección y procesamiento de datos del Smart Lab del Centro de Estudios Avanzados en Tecnologías de la Información y Comunicación (CEATIC) [2] de la Universidad de Jaén y, finalmente, realizar el despliegue del middleware seleccionado en dicho Smart Lab.

1.3. Objetivos

Los objetivos que derivan de la propuesta de este trabajo fin de grado son los siguientes:

1. Estudiar las características de la tecnología de sensores del Smart Lab del CEATIC.
2. Estudiar las distintas plataformas IoT existentes y escoger la más adecuada conforme a las necesidades.
3. Desplegar la plataforma IoT seleccionada en el Smart Lab del CEATIC.
4. Implementar cierta funcionalidad en la plataforma IoT desplegada.
5. Realizar los manuales asociados.
6. Redactar una memoria que recoja todo el trabajo desarrollado.

1.4. Planificación temporal

1.4.1. Estimación de tiempos

Luego lo vemos....

1.5. Presupuesto

Luego lo vemos....

1.6. Estructura de la memoria

A continuación, se va a describir la estructura de la memoria de este trabajo fin de grado.

Capítulo 2

Tecnologías de sensores del Smart Lab del CEATIC

2.1. Ambientes Inteligentes

Una de las citas más comunes de ambientes inteligentes la encontramos en la definición proporcionada por Alan Steventon y Steve Wright [3]: *Los ambientes inteligentes son sistemas en los que la computación es usada para mejorar las actividades comunes.* Desglosando dicha definición, se aprecia que el principal objetivo es incluir a la tecnología para realizar nuestras tareas diarias de forma inmersa. Para dicho motivo es habitual que se relacione ambientes inteligentes con domótica, un concepto relacionado, aunque más primitivo y menos ambicioso. La domótica, utiliza un conjunto de técnicas para automatizar una vivienda o entorno de inteligencia ambiental, pero si utilizamos estas técnicas junto con una lógica que aprenda y mejore la estancia del habitante, entonces se deriva en un *Ambiente Inteligente*. A lo largo de esta memoria también podemos encontrarnos esta definición como **Entorno de inteligencia ambiental**.

Para aplicar las técnicas que anteriormente se ha mencionado, es necesario un sistema que sea capaz de recabar y monitorizar todo lo que sucede en un

ambiente de inteligencia ambiental. Para ello, es fundamental contar con una red de sensores que permitan recoger información del ambiente. Dicha información puede ser ambiental, como temperatura, luz o niveles de CO₂, o información relacionada con los cambios que se producen sobre los objetos del ambiente, como abrir y cerrar puertas o la presión ejercida en una silla o una cama al estar sobre ellos.

Es importante destacar que la red de sensores ubicada en el entorno de inteligencia ambiental que se pretende monitorizar debe estar desplegada de manera transparente para el habitante. [4]

2.2. Smart Lab del CEATIC

PAPER DEL SMARTLAB



Figura 2.1: Smart Lab del CEATIC

2.3. Sensores y Actuadores

2.3.1. Protocolos y Estándares de Comunicación

Tras el auge del Internet de las Cosas, muchos fabricantes que trabajan en este ámbito, como Samsung, LG, Bosch o Google, han decidido utilizar unos estándares de comunicación para que las comunicaciones entre dispositivos de distintas marcas sea posible. [4]

A continuación se indican los protocolos de comunicación más importantes:

- **ZigBee:** Es un protocolo reciente, fijándonos en la fecha en la que se aprobó, vemos que no ha pasado mucho tiempo. Esto nos da una pista del auge que esta teniendo esta tecnología. En cuanto a su comunicación, es inalámbrica, haciendo uso del estándar IEEE 802.15.4 (Radio-fusión de bajo consumo). [5]
- **Threat:** Este estándar pertenece a la compañía Google, tras realizar en 2014 la compra de la empresa Nest a la que pertenecía. El objetivo principal de este estándar es conectar un gran número de dispositivos independientemente de la comunicación que venga establecida por sus proveedores (WiFi, Bluetooth o ZigBee). Para ello Threat hace uso de 6LoWPAN [6] bajo el protocolo IEEE 802.15.4.
- **Z-Wave:** Esta comunicación utiliza los mismos principios que la conocida ZigBee, la principal ventaja que diferencia esta tecnología de ZigBee es el rango de frecuencia con el que trabaja [7]. Haciendo uso de la banda 900Mhz frente a la 2.4 GHz. Anteriormente se ha tratado esta diferencia como una ventaja, ya que a más baja frecuencia obtenemos una mayor facilidad para que las ondas atraviesen paredes u otros obstáculos comunes de los ambientes inteligentes.
- **Bluetooth LE:** (Low Energy) Es un nuevo sistema, versión 4.0, de la co-

nocida comunicación Bluetooth. Emite en la banda 2.4 GHz con un alcance teórico de 100 metros. La gran particularidad de esta tecnología es la poca energía que necesita para su funcionamiento [8].

2.3.2. Sensores Ambientales

2.3.2.1. Contacto

Empleados para detectar el final del recorrido o la posición límite de algún componente, generalmente mecánico. El sensor consta de dos partes: una pequeña pieza móvil (NA - Normalmente Abierto) y una pieza fija (NC - Normalmente cerrado). Cuando ambas partes están separadas, el estado del sensor será 1 (Abierto) y por el contrario cuando ambas piezas se juntan el sensor devolverá el estado 0 (Cerrado). Su principal uso es saber si una puerta o ventana está abierta o cerrada. El Smart Lab del CEATIC posee dos tipos de sensores de contacto:

- **Everspring Door/Window Sensor.** Muy robusto y fiable, utiliza Z-Wave como protocolo de comunicación. (Figura 2.2).



Figura 2.2: Sensor de contacto Everspring

- **Fibaro Door/Window Sensor.** Tiene un tamaño más reducido, aunque algunas desventajas importantes como la duración de las baterías. También funciona mediante el protocolo de comunicación Z-Wave. (Figura 2.3).

2.3.2.2. Multipropósito

Los sensores multipropósito contienen varios sensores y su utilización varía según la combinación de ellos que el usuario requiera.

- **Samsung Multipurpose Sensor.** El sensor multipropósito de Samsung ofrece datos de temperatura y luminosidad, además también se puede utilizar



Figura 2.3: Sensor de contacto Fibaro

como sensor de contacto. Utiliza Zigbee como protocolo de comunicación. (Figura 2.4).



Figura 2.4: Sensor Multipropósito Samsung

2.3.2.3. Inundación

Alertan al usuario con fuertes señales sonoras cuando detectan líquidos en su rango de acción.

- **Fibaro Flood Sensor.** Este sensor ofrece datos sobre fuertes variaciones de temperatura además de alertar sobre posibles inundaciones. Funciona bajo el protocolo Z-Wave. (Figura 2.5).

2.3.2.4. Presencia

Estos sensores poseen dos estados: P (Presencia) y NP (No Presencia), y se dividen en dos partes; una parte fija que detecta cuando otra parte móvil está dentro del rango de acción y, en función de esto, cambia el estado del sensor.



Figura 2.5: Sensor de Inundación Fibaro

- **Samsung Arrival Sensor.** En combinación con el HUB Samsung, posee un rango de acción bastante amplio. Se comunica mediante ZigBee. (Figura 2.6).



Figura 2.6: Sensor de Presencia Samsung

2.3.2.5. Movimiento

Están basados en el principio PIR (Passive Infrared), funcionan detectando el calor corporal, poseen un estado “Alarma” que puede contener dos valores diferentes (Activo o No Activo). Una vez que el sensor está activo, crea una rejilla de cuadrículas protectora” de manera que si un objeto en movimiento bloquea demasiadas zonas de la cuadrícula cambiando los niveles de energía infrarroja, el estado cambia de No Activo a Activo.

- **Samsung Motion Sensor** Además de movimiento, este sensor es capaz de detectar la temperatura del ambiente. El protocolo de comunicación que utiliza es ZigBee. (Figura 2.7).



Figura 2.7: Sensor de Movimiento Samsung

- **Fibaro Motion Sensor** No ofrece tan buenos resultados en la detección de movimiento aunque también posee la capacidad de detectar la luminosidad del ambiente. Se comunica mediante Z-Wave y ZigBee. (Figura 2.8).



Figura 2.8: Sensor de Movimiento Fibaro

2.3.3. Actuadores

2.3.3.1. Philips HUE

El sistema de iluminación completo consta de diferentes dispositivos; por un lado tenemos las bombillas y por otro lado tenemos un Bridge que centraliza y facilita la gestión de las diferentes bombillas. Ofrece posibilidades como controlar el color y el brillo de las bombillas mediante software, acceso remoto a las mismas, y actualizaciones remotas. El protocolo de comunicación que sigue este sistema de iluminación es ZigBee. (Figura 2.9).



Figura 2.9: Sistema de iluminación Philips HUE (Bridge + Bombillas)

2.3.3.2. Altavoces SONOS Play:1

Además de ofrecer las posibilidades de un altavoz normal, al funcionar mediante Wi-Fi, podemos combinar varios altavoces y tratarlos como uno solo. Son resistentes a la humedad. (Figura 2.10).



Figura 2.10: Sistema de sonido SONOS Play:1

2.3.3.3. Harmony SmartHome

Con el Hub Harmony, podemos centralizar la gestión de todos los dispositivos que funcionen por Wi-Fi, Bluetooth o IR y controlarlos desde la aplicación que proporciona para ello. Tiene capacidad de control sobre hasta 15 dispositivos. (Figura 2.11).



Figura 2.11: Hub Harmony SmartHome

2.3.3.4. Termostato NEST

Este termostato tiene la capacidad de memorizar la temperatura a la que se encuentra el ambiente, de manera que puede interactuar sobre ella según las configuraciones que se realicen. También es capaz de aprender sobre la forma en la que se calienta el ambiente o si se crean corrientes de aire dentro de él, actuando en consecuencia sobre la temperatura. Su protocolo de comunicación es Wi-Fi. (Figura 2.12).



Figura 2.12: Termostato NEST

2.3.3.5. Detector de humo NEST

El detector de humo NEST Protect cuenta con un sensor de espectro disperso para detectar el humo, comprueba su propio funcionamiento automáticamente. Además, ofrece amplias posibilidades de interacción mediante dispositivos móviles como silenciarlo o envío de alertas. Se comunica mediante Wi-Fi. (Figura 2.13).



Figura 2.13: Detector de humo NEST Protect

2.3.3.6. Sense Mother

Este dispositivo es un monitor de información construido para ofrecer, sobre todo, flexibilidad. Realmente funciona como un compendio de sensores, denominados “cookies”, con los cuales podemos obtener información sobre movimiento, temperatura y proximidad. Las “cookies” se comunican con el Sense Mother que monitoriza los datos y nos ofrece la posibilidad de programar reacciones. Funciona mediante el protocolo Z-Wave. (Figura 2.14).



Figura 2.14: Sense Mother + Cookies

2.3.3.7. Etiquetas NFC

Una de las tecnologías en auge en los últimos años es el NFC. Uno de sus usos son las etiquetas inteligentes o SmartTags. Podemos encontrar tanto en forma de llaveros como en formato pegatina, permiten realizar diversas acciones preconfiguradas. Generalmente se adjuntan a algún objeto y mediante ellas podemos etiquetar el uso de ese objeto. (Figura 2.15).



Figura 2.15: Etiquetas NFC en sus diferentes formatos

2.3.4. Posicionamiento Indoor

2.3.4.1. Suelo Inteligente SensFloor

Es un gran panel de sensores capacitivos instalable bajo cualquier tipo de superficie. Cuando una persona camina por encima de la superficie activan señales en los sensores capacitivos que se envían a un transceptor. El sistema puede calcular: número de personas, su dirección y velocidad, así como detectar caídas. El protocolo de comunicación que utiliza es propio. (Figura 2.16, figura 2.17).



Figura 2.16: Instalación de SensFloor

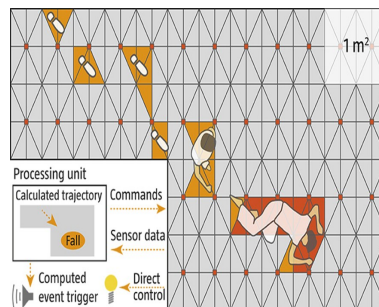


Figura 2.17: Aplicación de SensFloor

2.3.4.2. Balizas

Dispositivos de bajo consumo que emiten una señal broadcast, de tamaño reducido, generalmente para poderlos asociar a objetos o paredes. El protocolo que

siguen para su comunicación es Bluetooth de bajo consumo (BLE). Existen diferentes dispositivos baliza y aunque la premisa es la misma para todos podemos obtener funcionalidades diferentes dependiendo de la baliza. Existen dos formatos de balizas: **iBeacons**, desarrollada por Apple y **Eddystone**, propiedad de Google; la principal diferencia entre las dos reside en la gestión de paquetes y su identificación ya que iBeacon utiliza un identificador denominado UUID mientras que Eddystone utiliza URLs de manera que podemos obtener la información incluso desde un navegador Web.

- **Estimote Beacons.** Diseñadas para el posicionamiento y la proximidad. Están optimizadas para durar hasta 3 años, dependiendo de las opciones de configuración. Siguen el formato iBeacon. A nivel de aplicación, con este dispositivo podemos posicionar a un sujeto en las diferentes estancias del Ambiente Inteligente. (Figura 2.18).



Figura 2.18: Estimote Beacons

- **Estimote Stickers.** Bajo el paraguas de la tecnología “Nearable”, estos dispositivos envían paquetes que no solo contienen una señal BLE sino que también envían un identificador, su estado de movimiento, y la duración del mismo. Su duración aproximada, en cambio, es de un año. Los paquetes se identifican mediante el formato iBeacon. Su utilización se basa en adherirlas a objetos cotidianos con el fin de obtener datos referentes a la utilización de los mismos por parte de un usuario. (Figura 2.19).
- **Estimote Mirror.** La idea de este dispositivo es la de obtener una “Video Beacon”. Para ello, transmite la presencia del usuario a los dispositivos



Figura 2.19: Estimote Stickers

cercanos, como smartphones o SmartTVs de manera que las aplicaciones en ejecución en estos dispositivos sepan cuando hay un usuario dentro de su rango de acción e interactuar con él. El formato para la transmisión de información es iBeacon. A nivel de aplicación se utilizan para mostrar por la televisión, cuando se detecta que el usuario está enfrente, datos referentes al entorno. (Figura 2.20).



Figura 2.20: Estimote Mirror

- **iBKS Beacons.** Desarrolladas en España, son compatibles con la tecnología iBeacon como con Eddystone, debido a ello, son muy configurables. Su duración es de 3 años. Sus aplicaciones van desde el posicionamiento hasta la detección de proximidades de objetos. (Figura 2.21).



Figura 2.21: iBKS Beacon

2.3.5. Cámaras

2.3.5.1. Cámara IP D-LINK 5020L

Captura de vídeo, accesible mediante la red. Utilizadas a nivel de aplicación para “tracking” de personas y detección de caídas. (Figura 2.22).



Figura 2.22: D-LINK 5020L

2.3.5.2. Cámara Raspberry Pi

Captura de vídeo. Entre sus aplicaciones destacadas encontramos la detección de presencia. (Figura 2.23).

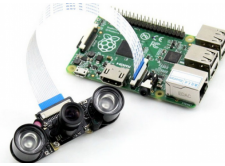


Figura 2.23: Cámara Raspberry Pi

2.3.6. Multimedia

2.3.6.1. Samsung SmartTV 6400



Figura 2.24: Samsung SmartTV 6400

2.3.6.2. Consola Xbox ONE



Figura 2.25: Xbox ONE

2.3.7. Dispositivos de Salud

2.3.7.1. Báscula inteligente Withings Smart Body Analyzer

Con ella podemos medir de manera precisa tanto el peso como la masa corporal, además de la frecuencia cardíaca. También analiza la calidad del aire ambiental. Su protocolo de comunicación es tanto Wi-Fi como Bluetooth. (Figura 2.26).



Figura 2.26: Withings Smart Body Analyzer

2.3.7.2. Pulsera Withings Pulse Ox

Con ella obtenemos datos como la frecuencia cardíaca, oxígeno en sangre, actividad física, calidad del sueño y temperatura corporal. Funciona bajo Bluetooth LE. (Figura 2.27).



Figura 2.27: Withings Pulse Ox

2.3.7.3. Xiaomi Mi Band 2

Ofrece datos como la frecuencia cardíaca, calidad del sueño y actividad física. El protocolo de comunicación que utiliza es Bluetooth LE. (Figura 2.28).



Figura 2.28: Xiaomi Mi Band 2

2.3.7.4. Smartwatch LG Urbane

Además de las funciones propias de un smartwatch, se aprovecha los sensores que posee, tales como acelerómetro, giroscopio o frecuencia cardíaca para su uso en aplicaciones el monitoreo de actividad humana en las tareas cotidianas. Se comunica mediante Wi-Fi y Bluetooth LE. (Figura 2.29).



Figura 2.29: LG Watch Urbane

2.3.7.5. Smartwatch Polar M600

De la misma manera, se utilizan la gran cantidad de sensores que lleva el dispositivo para hacer mediciones precisas y recoger datos usados en aplicaciones como la detección de posiciones en la cama de pacientes sensibles a distintas enfermedades, por ejemplo, úlceras por presión. Su protocolo de comunicación es Bluetooth LE(Figura 2.30).



Figura 2.30: Polar M600

2.3.8. Interfaces Cerebrales

2.3.8.1. BrainLink Macrotellect

Se trata de un sensor de ondas cerebrales que utiliza Bluetooth como protocolo de comunicación. (Figura 2.31).



Figura 2.31: BrainLink Macrotellect

2.3.8.2. Emotiv Insight

Proporciona datos referentes a las ondas cerebrales para su posterior análisis. También utiliza Bluetooth como protocolo de comunicación. (Figura 2.32).



Figura 2.32: Emotiv Insight

2.3.8.3. Emotiv EPOC+

Es un sensor encefalográfico de alta resolución. Además de Bluetooth, proporciona un protocolo de comunicación propio. (Figura 2.33).



Figura 2.33: Emotiv EPOC+

2.3.9. Interfaces Persona-Ordenador

2.3.9.1. Amazon Echo con Alexa

Es un altavoz inteligente que, combinado con el asistente virtual Alexa ofrece variedad de posibilidades a nivel de aplicación como: interacción con los actuadores del Smart Lab, posibilidad de obtener información climatológica o programar alarmas. Utiliza Wi-Fi como protocolo de comunicación. (Figura 2.34).



Figura 2.34: Amazon Echo

2.3.9.2. Leap Motion

Se trata de un sistema de control gestual capaz de reconocer con gran precisión gestos realizados con las mano, dedos u objetos. Se comunica mediante una conexión USB a un ordenador. (Figura 2.35).

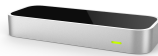


Figura 2.35: Leap Motion

2.3.9.3. Xbox Kinect

Kinect es otro sistema de control gestual, desarrollado por Microsoft y asociado a una Consola Xbox como dispositivo Host. (Figura 2.36).



Figura 2.36: Kinect

2.3.9.4. Apple iPad Air 2

Nos permite el acceso a aplicaciones desarrolladas para la interacción con usuarios en el Ambiente Inteligente. (Figura 2.37).



Figura 2.37: Apple iPad Air 2

2.3.9.5. Samsung Galaxy Tab

Debido al gran potencial del desarrollo Android, con ellas podemos realizar el etiquetado NFC para la detección de actividades, entre otras cosas. (Figura 2.38).



Figura 2.38: Samsung Galaxy Tab

2.3.10. Robots

2.3.10.1. BQ Zowi

Se trata de un robot inteligente y educativo, enfocado con la idea de hacer fácil la docencia de técnicas básicas de programación a personas de corta edad. (Figura 2.39).

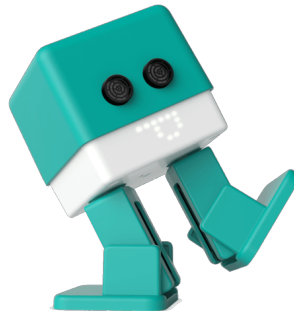


Figura 2.39:
BQ Zowi

2.3.10.2. Bioloid Robotics

Se trata de un robot humanoide tecnológicamente muy avanzado, posee, entre otras cosas: 18 servos para articular sus movimientos, 2 sensores IR, un sensor de distancia de alta precisión y giroscopio. Se pueden comunicar a través del protocolo ZigBee, ya que también poseen un módulo para ello. (Figura 2.40).

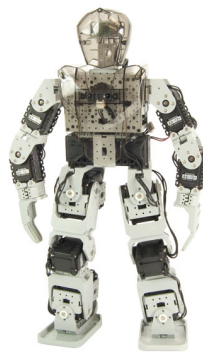


Figura 2.40: Bioid Robotics

2.4. Conclusiones

Sensor	Protocolo	Privativo	Middleware
Contacto/Everspring	Z-Wave	No	Sí
Contacto/Fibaro	Z-Wave	No	Sí
Multipropósito/Samsung	ZigBee	Sí	Sí
Inundación/Fibaro	Z-Wave	No	Sí
Presencia/Samsung	ZigBee	Sí	Sí
Movimiento/Samsung	ZigBee	Sí	Sí
Movimiento/Fibaro	Z-Wave	No	Sí

Tabla 2.1: Tabla Comparativa de Sensores

Actuador	Protocolo	Privativo	Middleware
PhilipsHUE	ZigBee	Sí	Sí
SONOS Play:1	Wi-Fi	Sí	Sí
Harmony SmartHome	Wi-Fi, Bluetooth, IR	Sí	No
Termostato NEST	Wi-Fi	Sí	Sí
Detector NEST	Wi-Fi	Sí	Sí
Sense Mother	Z-Wave	Sí	No
Etiquetas NFC	-	-	-

Tabla 2.2: Tabla Comparativa de Actuadores

Dispositivo	Protocolo	Privativo	Middleware
SensFloor	Propio	Sí	Sí
Estimote Beacons	BLE	Sí	No
Estimote Stickers	BLE	Sí	No
Estimote Mirror	BLE	Sí	No
iBKS Beacons	BLE	Sí	No

Tabla 2.3: Tabla Comparativa de Dispositivos de Posicionamiento

Dispositivo	Protocolo	Privativo	Middleware
Withings Smart Body Analyzer	Wi-Fi, Bluetooth	Sí	No
Withings Pulse Ox	BLE	Sí	No
Xiaomi Mi Band 2	BLE	Sí	No

Tabla 2.4: Tabla Comparativa de Dispositivos de Salud

Dispositivo	Protocolo	Privativo	Middleware
BrainLink Macrotelect	Bluetooth	Sí	No
Emotiv Insight	Bluetooth	Sí	No
Emotiv EPOC+	Bluetooth, BLE	Sí	No

Tabla 2.5: Tabla Comparativa de Interfaces Cerebrales

Bibliografía

- [1] M. Weiser, “The computer for the 21st century,” *Scientific American*, vol. 265, p. 94, 09 1991.
- [2] “Smartlab ceatic[online].” url<http://ceatic.ujaen.es/es/smartlabweb>.
- [3] A. Steventon and S. Wright, *Intelligent Spaces: The Application of Pervasive ICT*. Springer-Verlag, 2006.
- [4] “Sistema para la monitorización de ambientes inteligentes a través de la gestión y acceso a servicios[online].” url<http://sinbad2.ujaen.es/?q=es/work/2652-sistema-para-la-monitorización-de-ambientes-inteligentes-través-de-la-gestión-y-acceso-servicios>.
- [5] P. Kinney *et al.*, “Zigbee technology: Wireless control that simply works,” in *Communications design conference*, vol. 2, pp. 1–7, 2003.
- [6] G. Mulligan, “The 6lowpan architecture,” in *Proceedings of the 4th workshop on Embedded networked sensors*, pp. 78–82, ACM, 2007.
- [7] C. Withanage, R. Ashok, C. Yuen, and K. Otto, “A comparison of the popular home automation technologies,” in *Innovative Smart Grid Technologies-Asia (ISGT Asia), 2014 IEEE*, pp. 600–605, IEEE, 2014.
- [8] E. Georgakakis, S. A. Nikolidakis, D. D. Vergados, and C. Douligeris, “An analysis of bluetooth, zigbee and bluetooth low energy and their use in wbans,”

in *Wireless Mobile Communication and Healthcare*, pp. 168–175, Springer, 2011.