



Sistema de balizas digitales para entornos de Smart Cities

Trabajo Fin de Máster Universitario en
Ingeniería Informática

Autor: Jorge Ros Gil
Tutor: Pietro Manzoni
Curso 2018/2019



Índice

1. Introducción
2. Internet de las Cosas
3. Smart Cities
4. Propuesta de un protocolo de comunicación
5. Evaluación de un prototipo
6. Retos y trabajo futuro
7. Conclusiones

1. Introducción

Motivación

- Interés en la revolución del IoT. Importancia de las comunicaciones
- Las ciudades son uno de los lugares con mayor aplicación de estas tecnologías



1. Introducción

Objetivo principal

Diseñar un ***protocolo de comunicación*** para entornos de Smart Cities en el que un dispositivo inteligente situado en un punto de la ciudad actúe como ***baliza*** para proporcionar información a otros dispositivos que realizan consultas sobre ella con el rol de clientes.



Independiente del ámbito de uso

Compatible con cualquier tecnología

2. Internet de las Cosas

- El término surge en una presentación de **Kevin Ashton** en 1999
- Todos los datos de Internet (unos 50PB) habían sido *introducidos por humanos*

¡PROBLEMA!

Cuentan con tiempo y atención limitados y poca
precisión



2. Internet de las Cosas

¡SOLUCIÓN!

Que sean los propios objetos situados en el mundo real los que generen datos sobre su estado

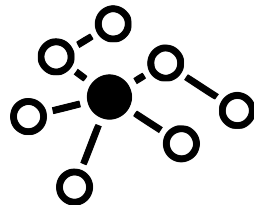


2. Internet de las Cosas

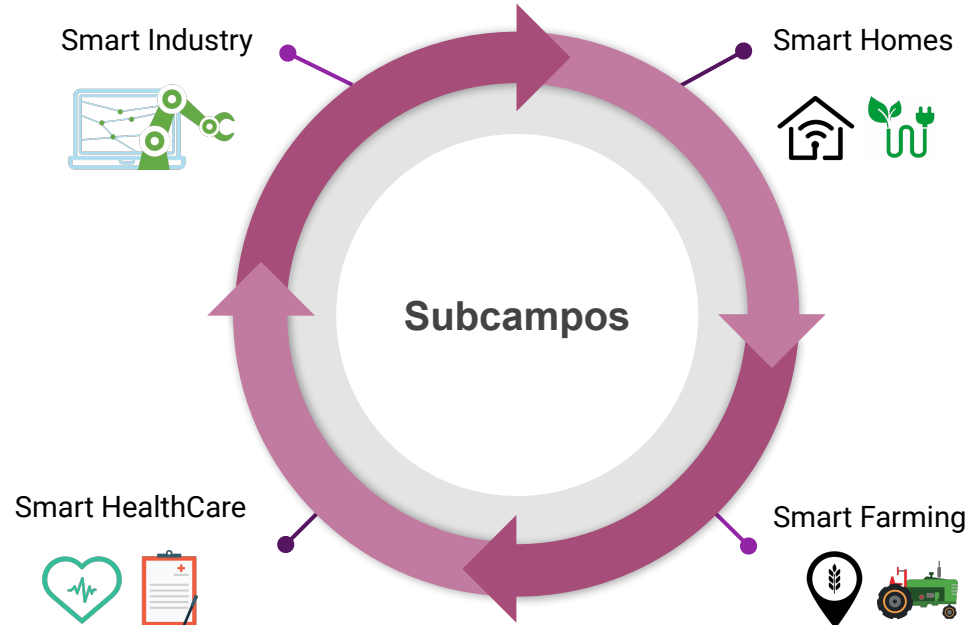
Internet de las Cosas es un *término difuso*

A partir de diferentes fuentes podemos definirlo como:

Conjunto de **objetos interconectados**, que interactúan con su *entorno* y otros objetos *inteligentes*, aportando datos sobre lo que pueden ver o inferir a partir de los datos recogidos por sus *sensores* y aquellos recibidos a través de las **comunicaciones** con otros elementos.



2. Internet de las Cosas



2. Internet de las Cosas

Smart HealthCare

- **Dispositivos inteligentes** para el tratamiento de *enfermedades* o seguimiento del *paciente*
- Tratamiento de **datos clínicos** para ayudar a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos

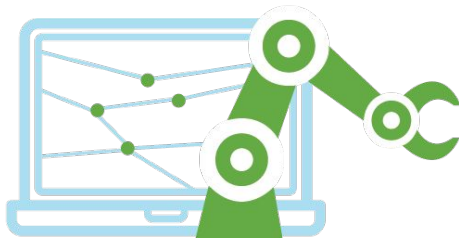
A mayor calidad de vida menores costes sanitarios



2. Internet de las Cosas

Smart Industry

- Sucede a la tercera revolución industrial. Incluye empleo de **tecnologías punteras** como la *nanotecnología*, *inteligencia artificial* o *Internet de las Cosas* en los procesos de producción
- **Objetivos:** reducir costes, acelerar la producción y permitir mayor personalización del producto



3. Smart Cities

Uso y aplicación de las **tecnologías** de la información y las comunicaciones para la mejora de la *calidad de vida* de los habitantes de una ciudad, la *reducción de costes* y el fomento de la *participación ciudadana*



3. Smart Cities

¿Por qué son necesarias?

- **Julio 2007:** La población que vive en las ciudades supera a las de las zonas rurales
- **Previsión 2050:** El 70% de la población vivirá en ciudades ↻ L.

Se necesita gestión y
respuesta ágil de las
ciudades



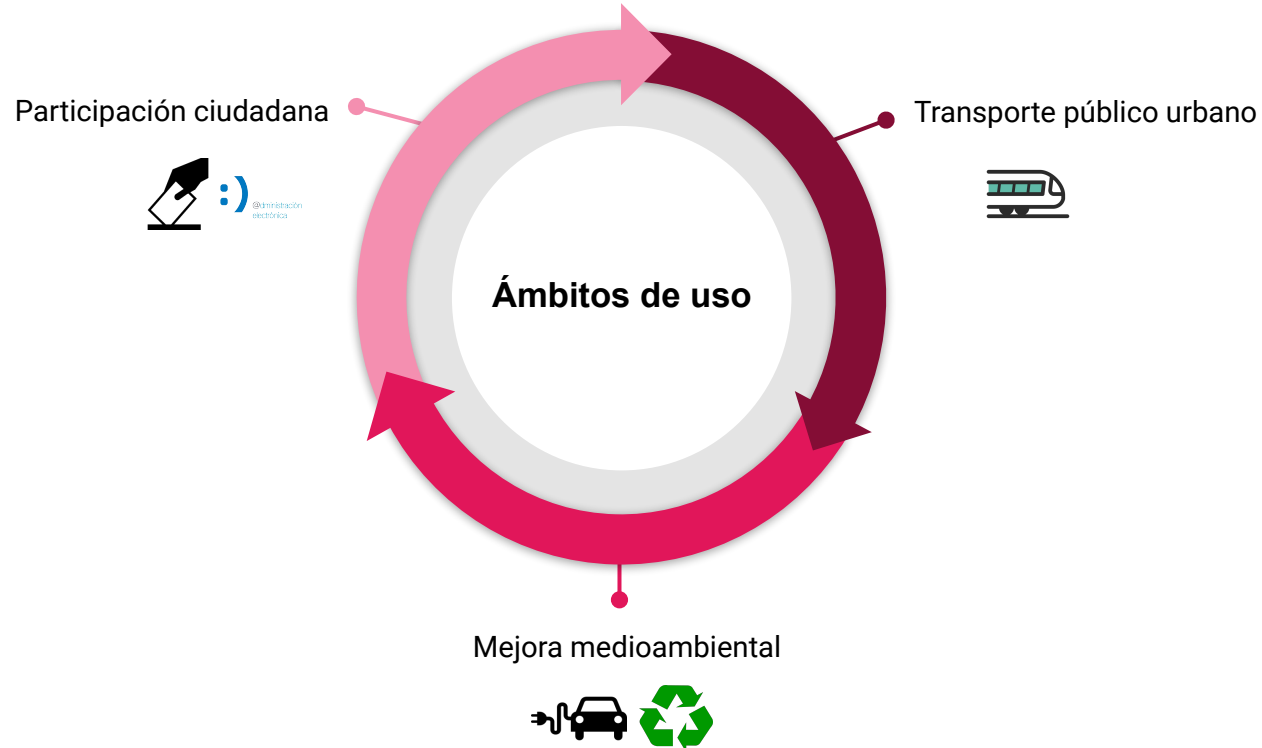
3. Smart Cities

Servicios ofrecidos por una ciudad según lo dispuesto en Artículo 26 de la Ley Reguladora de las Bases del Régimen Local (detalle de los entes locales municipales)

Número de habitantes	Servicios mínimos
> 0	Alumbrado público, cementerio, recogida de residuos, limpieza viaria, abastecimiento domiciliario de agua potable, alcantarillado, acceso a los núcleos de población, pavimentación de las vías públicas y control sobre alimentos y bebidas.
> 5000	Parques y bibliotecas públicas, mercados y tratamiento de residuos
> 20000	Protección civil, prestación de servicios sociales, medios para la prevención y extinción de incendios e instalaciones deportivas de uso público.
> 50000	Servicio de transporte público y asegurar la protección del medio ambiente

Tabla I. Servicios mínimos ofrecidos por un municipio en función del número de habitantes

3. Smart Cities



3. Smart Cities

Transporte público urbano

- **FGV** (MetroValencia y TRAM Alicante) transporta a 74.34 millones de viajeros
- Uso de la tecnología para mejorar el servicio. **Ahorro energético y económico**
- Mayor *información* al usuario. Ejemplo: metro de Barcelona mostrará la ocupación de los vagones del metro para que los usuarios puedan distribuirse por ellos más uniformemente

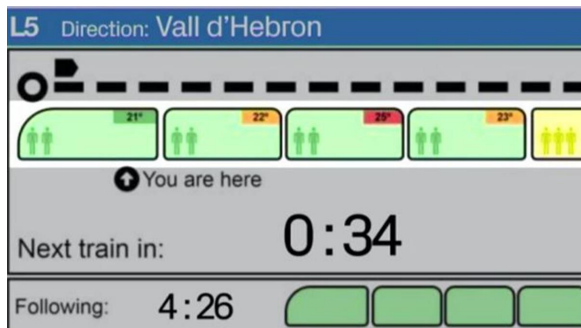
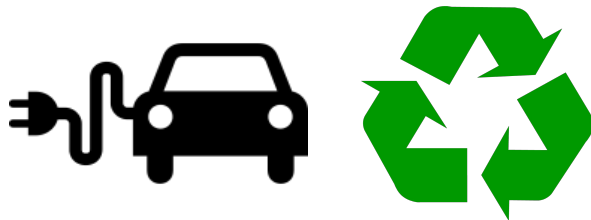


Imagen 1. Prototipo panel de información de ocupación

3. Smart Cities

Mejora medioambiental

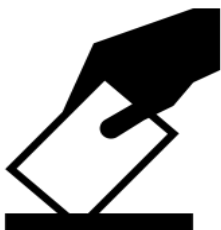
- Preocupación por la *calidad del aire*
- Sistemas de medición de la polución. **Restricciones** al tráfico
- Recogida y tratamiento de residuos. *Eficiencia y aumento de la reutilización* evitando vertidos



3. Smart Cities

Participación ciudadana y administración electrónica

- **Participación** ciudadana. Clave para el desarrollo de una Smart City
- Sistemas de publicación de *datos* y voto electrónico
- **Administración electrónica**. Utilización de las TIC administraciones públicas. Uso intraorganizativo y en relaciones con el exterior



@dministración
electrónica

4. Propuesta de un protocolo de comunicación

Análisis

- Utilizable en cualquier dispositivo y lenguaje de programación para garantizar la *interoperabilidad*
- **Independiente** del *entorno* y de la *tarea* realizada por el dispositivo aportando *flexibilidad*

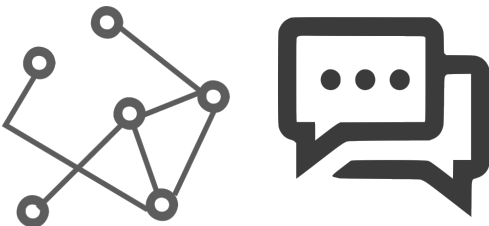
Serán necesarios como mínimo **dos agentes**:

- *Baliza o punto de acceso (AP)*
- *Cliente*

4. Propuesta de un protocolo de comunicación

Fases de la comunicación

1. **Descubrimiento:** fase en la que se procede a conocer los vecinos ubicados en la misma red y los servicios que estos ofrecen. Evitamos almacenar información sobre vecinos, ahorrando en memoria y estando más actualizados sobre el entorno
2. **Obtención de información:** habiendo elegido el vecino óptimo para la comunicación se construyen mensajes utilizados para consultarle la información requerida



4. Propuesta de un protocolo de comunicación

Fase 1: Descubrimiento (parte cliente)

- Cuando el cliente requiera iniciar una consulta de datos comenzará enviando mensajes de tipo IS_AP. BROADCAST a toda la red

IS_AP	AP_ID	CLIENT_ID	CLIENT_IP	CL_PORT	TOPIC
-------	-------	-----------	-----------	---------	-------

Figura 1. Estructura de un mensaje IS_AP

4. Propuesta de un protocolo de comunicación

Fase 1: Descubrimiento (parte AP)

- Un punto de acceso que reciba un mensaje tipo IS_AP lo evaluará, viendo si el campo AP_ID contiene su identificador o se encuentra vacío. Evalúa también el topic mencionado en él, si coincide con el que trata, envía un mensaje de confirmación CONFIRM_AP

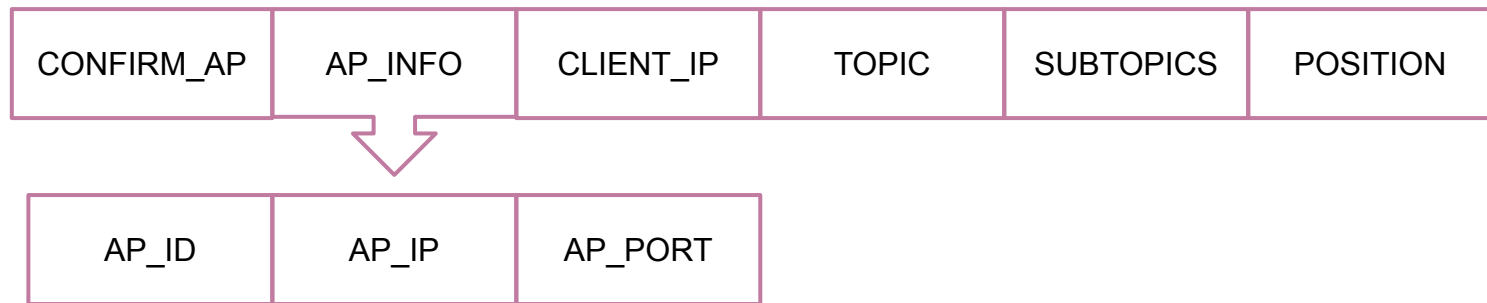


Figura 2. Estructura de un mensaje CONFIRM_AP

4. Propuesta de un protocolo de comunicación

Fase 2: Obtención de información (parte cliente)

- Tras recibir una confirmación por parte de un AP, el cliente debe construir un mensaje GET_INFO indicando sobre qué TOPIC y SUBTOPICS desea recibir información

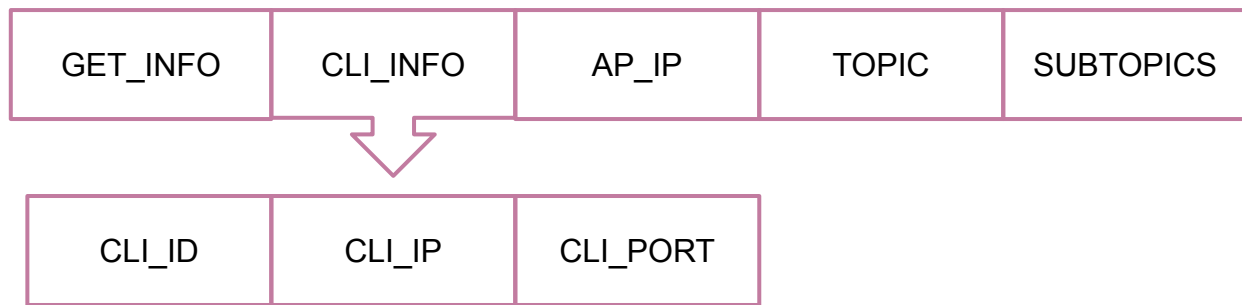


Figura 3. Estructura de un mensaje GET_INFO

4. Propuesta de un protocolo de comunicación

Fase 2: Obtención de información (parte AP)

- Un AP que recibe una petición de información construye una respuesta indicando los datos con los que cuenta, contestando con un mensaje ANS_INFO

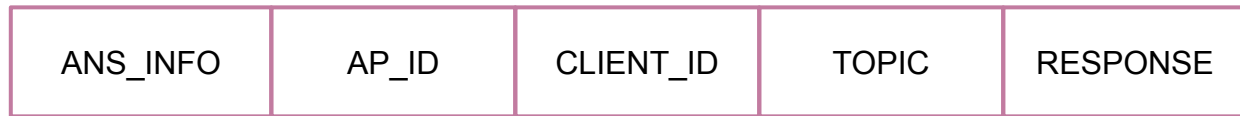


Figura 4. Estructura de un mensaje ANS_INFO

4. Propuesta de un protocolo de comunicación

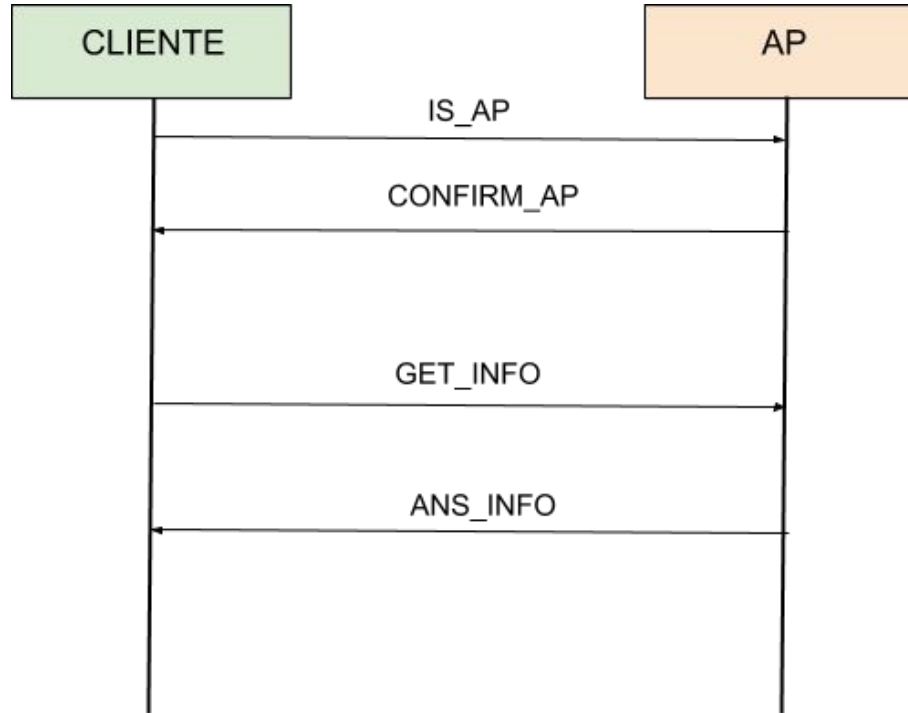


Imagen 2. Diagrama de una comunicación ideal

4. Propuesta de un protocolo de comunicación

Mensajes de configuración

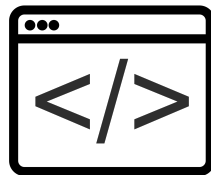
- Permiten ejecutar **modificaciones** en los dispositivos *de manera remota* desde una sala de mandos.
- Se envía el mensaje PUSH_CONFIG con los datos a modificar sobre un determinado TOPIC.
- El dispositivo *confirma* que ha realizado los cambios mediante un mensaje CONFIG_OK

5. Evaluación de un prototipo

Prototipos

Haciendo uso de las **tecnologías**:

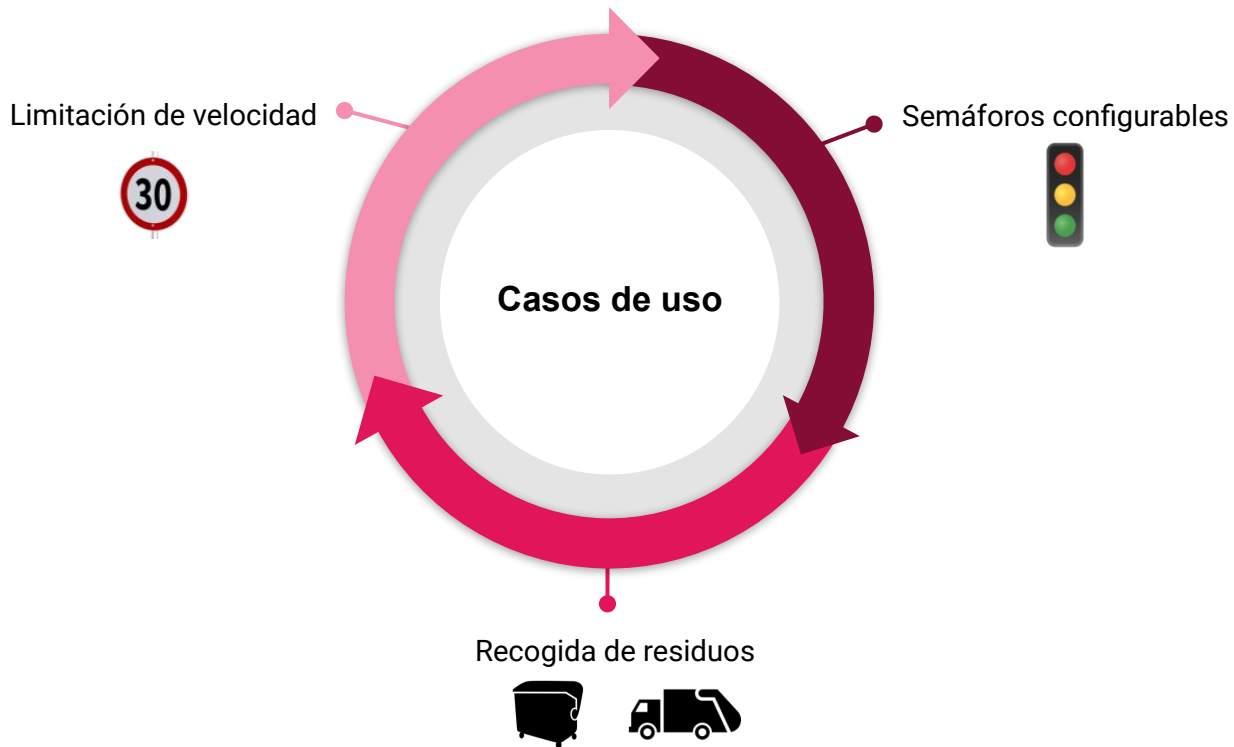
- MicroPython para desarrollo en las placas LoPy
- Node.js, Embedded JavaScript, HTML y BootStrap para la web



Prototipos desarrollados:

- Comunicación entre dos o más dispositivos LoPy
- Comunicación entre una página web que actúa como sala de control y un dispositivo LoPy

5. Evaluación de un prototipo



5. Evaluación de un prototipo

Semáforos configurables

- Una de las principales causas por las que se producen **atascos** es que los semáforos funcionan de manera *periódica* sin tener en cuenta otros factores
- Se propone sustituir el semáforo por una baliza inteligente que indique al vehículo si debe *parar o no* en función de diversas condiciones o configuraciones desde la web

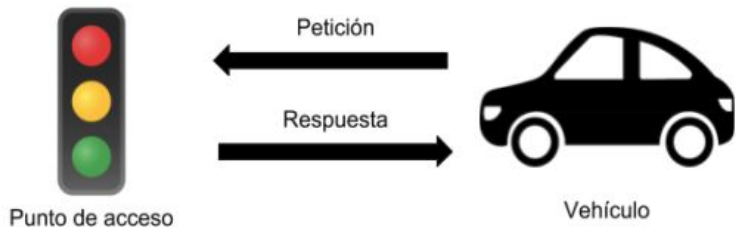


Imagen 3. Comunicación entre un vehículo y un semáforo

5. Evaluación de un prototipo

Comunicación entre dispositivos LoPy

```
jorrgme — Python -m there -i -p /dev/cu.usbmodem15 — 80x24
MacBook-Pro-de-Jorge:~ jorrgme$ python3 -m there -i -p /dev/cu.usbmodem15
--- Patched Miniterm-MPY on /dev/cu.usbmodem15 115200,8,N,1 ---
--- Quit: Ctrl+] | Menu: Ctrl+T | Help: Ctrl+T followed by Ctrl+H ---

Pycom MicroPython 1.18.0.r1 [v1.8.6-849-9569a73] on 2018-07-20; LoPy with ESP32
Type "help()" for more information.
>>> import client

=====
Sent IS_AP message

CONFIRM_AP received from: 192.168.1.42 PORT: 37020

Sent GET_INFO message to: 192.168.1.42 PORT: 37020

Got response to GET_INFO from: ap43
With content: {'state': 'orange', 'pedestrians': 6}

=====
```

Imagen 4. Output del dispositivo cliente

```
Code — Python -m there -i -p /dev/cu.usbmodemPy343434 — 80x24
MacBook-Pro-de-Jorge:Code jorrgme$ python3 -m there -i -p /dev/cu.usbmodemPy343434
34
--- Patched Miniterm-MPY on /dev/cu.usbmodemPy343434 115200,8,N,1 ---
--- Quit: Ctrl+] | Menu: Ctrl+T | Help: Ctrl+T followed by Ctrl+H ---

Pycom MicroPython 1.18.0 [v1.8.6-849-046b350] on 2018-06-01; LoPy with ESP32
Type "help()" for more information.
>>> import ap

=====
Sending confirmation to address: 192.168.1.46

Info acquisition message arrived from: 192.168.1.46 PORT: 44444
Preguntado por semaforos
orange
orange
Information sent to client: 192.168.1.46 PORT: 44444

=====
```

Imagen 5. Output del dispositivo punto de acceso

5. Evaluación de un prototipo

Comunicación entre la web y un dispositivo



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Earth Control

localhost:3000

Control Earth City | Home | Configuración

Consulta de datos

Topic de interés

Semáforos

ID del punto de acceso

Enviar

Si dejas este campo vacío, responderá el AP más cercano

Imagen 6. Pantalla inicial sala de control

5. Evaluación de un prototipo

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'localhost:3000'. The page title is 'Control Earth City'. The navigation bar includes 'Home' and 'Configuración' links. The main content area is titled 'Consulta de datos' and contains a form for querying data. The form has two input fields: 'Topic de interés' (set to 'Semáforos') and 'ID del punto de acceso' (set to 'ap43'). A blue 'Enviar' button is below the first field. Below the form, there are three sections: 'Datos recibidos:', 'Datos del punto de acceso:', and 'Localización:'. The 'Datos recibidos:' section shows 'Tiempo restante semáforo' as '32 segundos', 'Estado semáforo' as an orange bar, and 'Personas esperando para cruzar' as '22'. The 'Datos del punto de acceso:' section shows 'Identificador del AP' as 'ap43' and 'Coordenadas' as '39.491836, -0.400906'. The 'Localización:' section shows a map of Valencia with a blue pin indicating the location of the traffic light.

Control Earth City | Home | Configuración

Consulta de datos

Topic de interés: Semáforos ID del punto de acceso: ap43

Enviar

Si dejas este campo vacío, responderá el AP más cercano

Datos recibidos:

Tiempo restante semáforo: 32 segundos

Estado semáforo:

Personas esperando para cruzar: 22

Datos del punto de acceso:

Identificador del AP: ap43

Coordenadas: 39.491836, -0.400906

Localización:

Imagen 7. Consulta estado sobre AP con TOPIC semáforos

5. Evaluación de un prototipo

The screenshot shows a web browser window with the title 'Configurar AP' and the address 'localhost:3000/config'. The page has a teal header with the text 'Control Earth City' and a globe icon, followed by 'Home' and 'Configuración' links. The main content area is titled 'Modificación configuración AP'. It contains a form with the following elements:

- A label 'Topic sobre el que modificar los datos' above a dropdown menu currently showing 'Recogida de basura'.
- A label 'Identificador del AP' above a text input field containing 'ap43'.
- A blue 'Enviar' button below the identifier field.
- Three pairs of input fields on the right side:
 - 'Subtopic 1' with a dropdown showing 'type' and 'Valor 1' with a dropdown showing 'Inactivo'.
 - 'Subtopic 2' with an empty dropdown and 'Valor 2' with an empty dropdown.
 - 'Subtopic 3' with an empty dropdown and 'Valor 3' with an empty dropdown.

Imagen 8. Modificación de un contenedor a inactivo mediante pantalla Configuración

5. Evaluación de un prototipo

Configurar AP

localhost:3000/config

Control Earth City

localhost:3000 dice
Recibida confirmación de configuración desde AP43

Modificación configuración

Topic sobre el que modificar los datos

Recogida de basura

Identificador del AP

Enviar

Subtopic 1 Valor 1

Subtopic 2 Valor 2

Subtopic 3 Valor 3

Aceptar

Imagen 9. Recepción confirmación de la modificación realizada por el dispositivo

6. Retos y trabajo futuro

- Los **datos** derivados de las Smart Cities deberán ser *abiertos* asegurando la *privacidad* de las personas mediante procesos como la *anonimización de datos*
- Deberá asegurarse la **seguridad de sistemas IoT**. *Se producen ataques diariamente como los de la botnet Mirai o Sílex (utilización de dispositivos para realizar DDoS)*

Este TFM puede ser continuado con:

- Nuevos **casos de uso** para los que el protocolo pueda ser útil. Cifrado de las comunicaciones
- Ampliaciones de las **funcionalidades** de la *sala de control* (histogramas, mejoras en la interfaz)

7. Conclusiones

1. Se ha diseñado un **protocolo** para comunicaciones entre dispositivos dentro de una Smart City
2. Se han desarrollado **prototipos** que demuestran su *utilidad y flexibilidad*, pudiendo ser utilizado con cualquier tecnología y en cualquier ámbito de uso
3. Tecnología puntera con mucho recorrido por descubrir y muchos **retos** a los que enfrentarse
4. La **estandarización** de los *procesos y comunicaciones* y el aseguramiento de la **interoperabilidad** son claves para el éxito



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Sistema de balizas digitales para entornos de Smart Cities

Jorge Ros Gil