

# A BOTTOM UP SENSOR TESTBED



Universitat  
Pompeu Fabra  
*Barcelona*

NeTS research group  
Network Technologies and Strategies

**Student:** Sergio Almendros Díaz  
**Supervisors:** Jaume Barceló and Davide Scaini  
Bachelor's degree in Computer Sciences  
**Year:** 2014

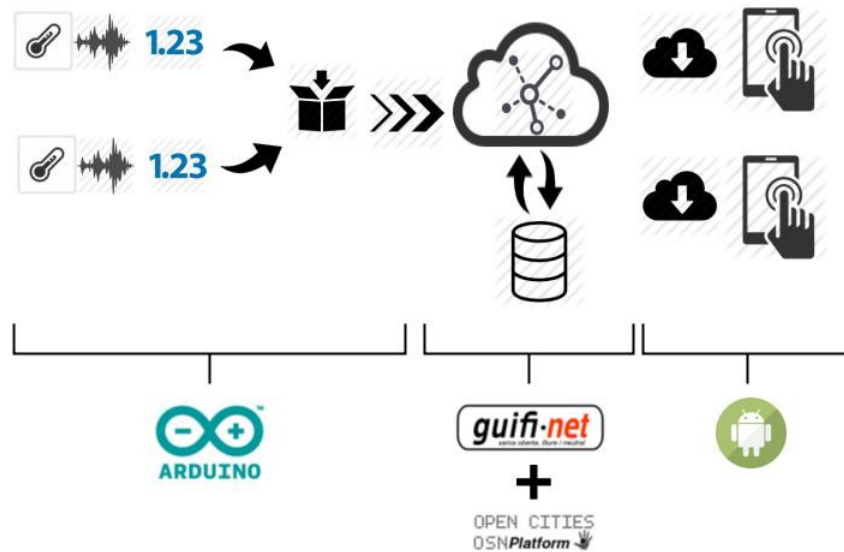
Buenos días, mi nombre es Sergio y os voy a presentar mi trabajo final del grado de ingeniería informática, A bottom up sensor testbed.

# Outline

- Introduction
- State of the art
- Technologies
- Testbed
- Conclusions
- Future Work

- En primer lugar haré una introducción al proyecto y los aspectos más importantes de este.
- Explicaré el estado del arte y que tecnologías he usado en este proyecto
- Hablaré sobre el testbed real que se hizo al final del proyecto.
- Para finalizar, comentaré lo que se ha concluido de este proyecto y los diferentes aspectos que se pueden mejorar.

# INTRODUCTION



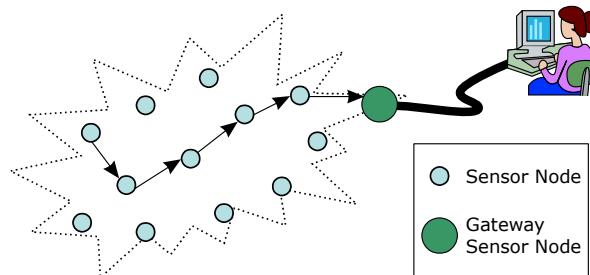
3 / 23

- Este proyecto tiene como objetivo desplegar un banco de proves o testbed de nodos sensores que pueda ser continuado con el soporte de una comunidad.
- Este proyecto permite dar consciencia medioambiental a los ciudadanos para que puedan actuar en consecuencia de los datos que dan estos sensores..
- El proyecto se puede dividir en tres partes: arduino, guifi + opencities, y android.
- En primer lugar los sensores obtienen valores, se empaquetan mediante un arduino y se envían a través de una red a una base de datos..
- Una vez ésto está hecho, un aplicacion Android mostrará los valores de los datos.

# INTRODUCTION

## Wireless Sensor Networks

- A network composed of nodes.
- A node:
  - Is composed of a computer and sensors.
  - A node has equipped wireless technology to create ad-hoc networks.



4 /23

- En este proyecto se han desplegado nodos sensores sobre una red wireless ya existente.
- Como muestra la imagen, estas redes constan de nodos interconectados entre ellos, de forma que cuando un nodo quiere llegar al nodo final, pasará a través de los demás nodos de la red.
- En nuestro caso, un nodo esta compuesto por sensores y por un ordenador, aunque no se utiliza, este ordenador tiene capacidad par crear ad-hoc networks.

## INTRODUCTION

### Bottom Up Broadband (BuB)

- BuB defines network design, deployment and operation initiatives driven by end user needs.
- These end users can be individuals, companies or institutions.
- In BuB, those that need the network are the ones that take the initiative and participate in the organization and funding of the project



<http://bubforeurope.net/>

5 /23

- Bottom up broadband es el patrón que se ha utilizado para desarrollar este proyecto.
- Este patrón define que el diseño de la red, el despliegue y las iniciativas son impulsadas por las necesidades de los usuarios finales.

## State of the Art Smartcities

- A city capable of having real-time information.
- Amsterdam:
  - Flexible street lighting
  - Smart parking
- Santander:
  - Environmental monitoring
  - Traffic Intensity Monitoring



6 /23

- Actualmente las redes de sensores las podemos encontrar en las llamadas Smartcities.
- Una smartcity puede contar con una red de sensores desplegada por toda la ciudad.
- De forma que tenga información en tiempo real.
- Un ejemplo está en la ciudad de Amsterdam, donde controlan la iluminación de las calles, de forma que si no hay personas en ella no se ilumine.

## State of the Art Companies

- Smartcitizen is a platform that offers a sensor board based on Arduino to monitor the environment.
- Libelium is an Internet of things platform provider, which supplies an open source sensor platform for the Internet of things.



7 /23

- Hay varias empresas que se dedican al sector de las redes de sensores.
- Por ejemplo smartcitizen, la cual ofrece un nodo sensor que se comunica con una plataforma propia para compartir los datos.
- O Libelium, una empresa que provee de diferentes productos del Internet of things, como por ejemplo este producto que vemos en la imagen, se trata de un sensor que mide varias características del agua y envía estos datos al exterior.

## State of the Art Open Data

- The term Open data pursues the fact that certain types of data should be available for anyone to use, without any control mechanism, e.g. copyright.
- Opencities, Xively and Sentilo are platform that allow the user to upload and download data.

8 /23

- Las datos de los sensores que se han utilizado en este proyecto se trata como open data.
- Open data es un concepto que defiende que ciertos tipos de datos deberían ser accesibles por todo el mundo sin ningún mecanismo de control.
- Existen varias plataformas que trabajan con open data, como por ejemplo opencities, xively o sentilo, las cuales te permiten almacenar estos datos y visualizarlos.

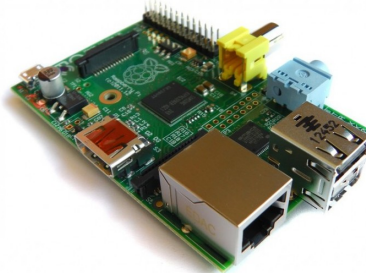


# State of the Art Sensor Boards

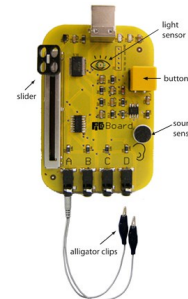
- Some options for the sensor node:



*Arduino YUN*



*Raspberry Pi model B*



*Picoboard*

9 /23

- La parte principal del nodo es un ordenador que trate los datos de los sensores y se comuniquen con la plataforma open data.

- Para ellos tenemos varias opciones:

1- Arduino YUN es un microcontrolador con modulo ethernet y Wifi incorporado, tiene entradas digitales y analogicas para conectar los sensores, y tiene la posibilidad de conectar un modulo Power over Ethernet.

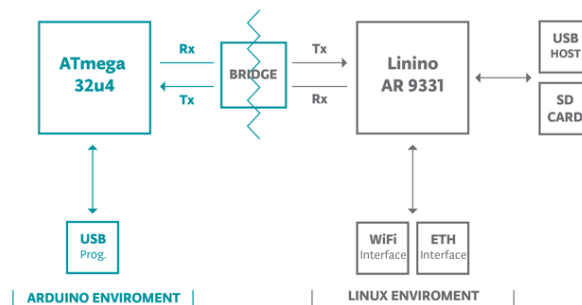
2- Raspberry Pi model B es un ordenador de placa unica, con modulo ethernet, también tiene entradas para los sensores.

3- Picoboard es una placa con menos funcionalidades, se le pueden conectar sensores, pero no tiene modulo de red.

# Technology

## Arduino Yun

- Micro controller board with two processors.
- Has an Ethernet and WiFi module.
- Arduino sketches can communicate with the Linux processor through the Bridge library



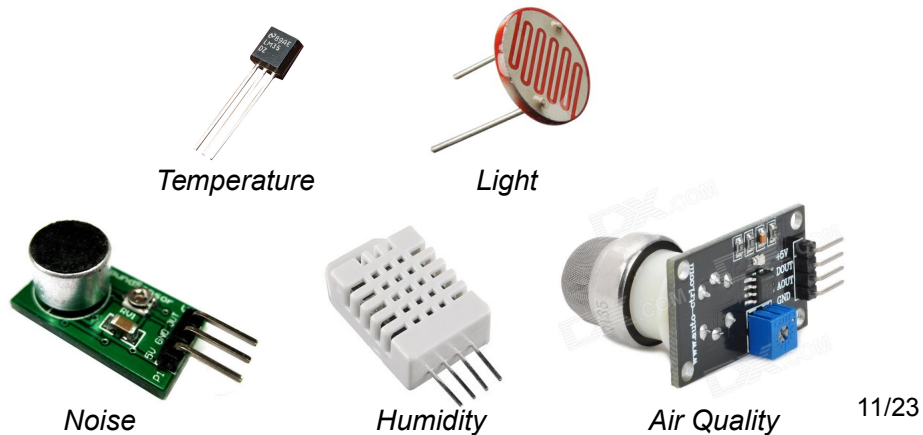
Arduino YUN Bridge

10/23

- En este proyecto se ha utilizado finalmente el arduino Yun, basicamente por el tamaño y por los modulos ethernet y wifi.
- Arduino Yun tiene una librería llamada Bridge que permite una comunicación desde un arduino sketch a un script almacenado en la tarjeta micro SD del arduino y ejecutado en el Linux.
- Más adelante veremos porque esto es importante para este proyecto.

# Technology Sensors

- The goal is to analyze the environment.
- These sensors measure the aspects that may be more useful for citizens:



- Para analizar el medioambiente se han utilizado los siguientes sensores para medir la temperatura, luz, ruido, humedad, y calidad del aire.
- Un sketch de arduino es el encargado de recoger todos estos datos.

## Technology

### Upload Sensor Data

- Upload the data from the sensors to a platform so that everyone can access them.
- A GeoJSON message includes data from the 5 sensors.
- A Python script has been used to upload this message.

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "name": "dummy",
  "timeStamp": "2014-06-12T08:54:59.424Z",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "tags": [
        "red",
        "tall",
        "cheap",
        "upf"
      ],
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [
          2.18946,
          41.403809
        ]
      }
    }
  ]
}
```

GeoJSON message

12/23

- Una vez tenemos los datos de los 5 sensores, tenemos que subirlos a una plataforma en la nube para que sean accesibles por cualquiera.
- Lo que se hace es crear un mensaje GeoJSON con los valores de los 5 sensores.
- Como se puede ver en la imagen, tenemos un "FeatureCollection" que nos permite guardar varias "Features" que será donde guardaremos los datos de 1 sensor, por lo que, al final, el mensaje tendrá un FeatureCollection, y 5 Features.
- Este mensaje es demasiado pesado, por lo que la memoria del arduino sketch no puede manejarlo, así que este proceso lo hace un script en python que se ejecuta en el Linux del arduino.

## Technology Community Network

- Is a network created and used by a community.
- Guifi is a network created by people interested in building an open, free and neutral network infrastructure.
- Guifi is the network where the Arduino nodes will be deployed.



*Guifi Nodes*

13/23

- Este proyecto necesita una gran implicación de los usuarios finales para poder ser desplegado.
- Por eso era importante que el despliegue se hiciese en una red creada y utilizado por una comunidad.
- Ya que el nodo sensor no viene montado, hay que preparar cada una de las partes y unir las para que funcione.
- Se decidió desplegar la red de sensores en guifi, una red abierta, libre y neutral.
- Como podemos ver en la imagen, esta red dispone de suficientes nodos solo en Catalunya para que la red de sensores tenga un impacto considerable en la sociedad.

## Technology Storage Resource Broker

- The entity that store the sensor data and is between the sensor network and the android App.
- Opencities is the opendata service that has been chosen:
  - The developers are at UPF, so the process of improving both projects (feedback, bug fixing, etc) can be fast and effective.
  - Easy API to upload and download the data.

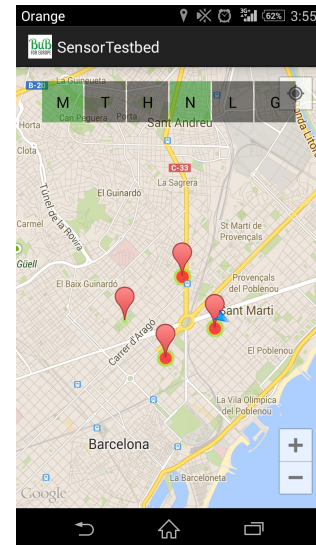


14/23

- Es necesaria una entidad que funcione de intermediario entre los nodos sensores y la aplicacion movil.
- Para ello se ha elegido Opencities, una plataforma desarrollada en la UPF, que permite navegar, visualizar y descargar open data de diferentes participantes.
- Tiene una API muy sencilla de utilizar, y además, los desarrolladores están en la upf, por lo que los dos proyectos pueden beneficiarse mutuamente.

# Technology Visualization Platform

- A map is used to display the data.
- The goal is that a user checks it for a small period of time.
- The Android operating system has been chosen.



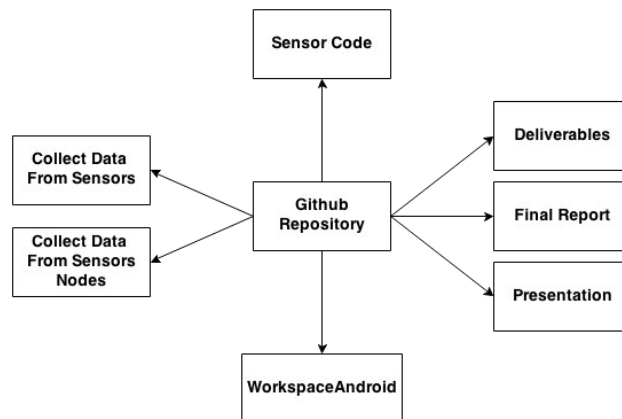
Android App

15/23

- Para finalizar las tecnologías tenemos la plataforma de visualización.
- Se trata de una aplicación Android que consta de un mapa y 5 botones.
- Se ha elegido hacer una aplicación móvil porque el objetivo es que los usuarios se informen de manera rápida.
- En la actualidad, prácticamente todo el mundo tiene un smartphone con 3G, lo cual hace que sea muy sencillo chequear la aplicación varias veces al día.

# Repository

- All the code, report, figures, etc has been stored in a public repository.
- [Github.com/SergioAlmendros](https://github.com/SergioAlmendros)



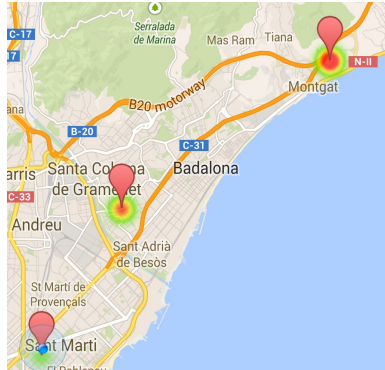
16/23

- Durante todo el proyecto se ha utilizado un repositorio público en github para almacenar todo el código, la memoria, incluso esta presentación.
- El motivo de utilizar un repositorio público es que este proyecto sirva como ejemplo a los usuarios de la comunidad para desarrollar sus propios proyectos o bien mejorar este.
- La parte más importante de este repositorio son las carpetas Sensor code, donde está todo el código que va en el arduino, WorkspaceAndroid, donde está el código de la aplicación móvil, y Final report, donde está la memoria de este proyecto.



# Testbed

- A Testbed is a platform for experimentation of new technologies, scientific theories...
- For this project, three nodes had been deployed:



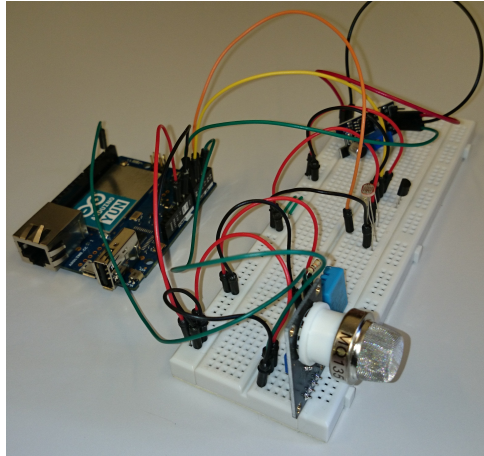
*Testbed Nodes*

17/23

- Se hizo un testbed para comprobar el rendimiento de esta red de sensores, y de sus tecnologías.
- Se instalaron tres nodos, uno en barcelona, otro en badalona y otro en montgat.

## Testbed Sensor node Prototype

- It is composed of an Arduino YUN, and a breadboard with all the sensors.



*Node prototype*

18/23

- En esta imagen podemos ver un prototipo del nodo sensor.
- Esta formado por un arduino Yun conectado a los 5 sensores utilizando una placa protoboard.

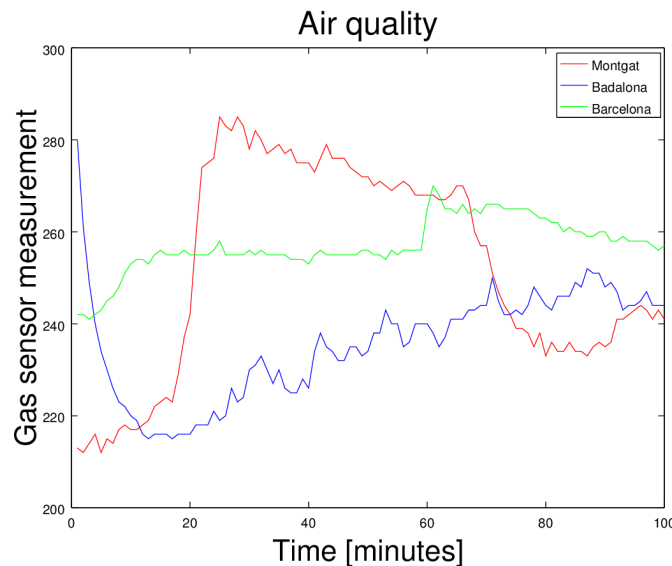
## Testbed Results

- A Sensor Network has been deployed.
- The data has been stored on as opendata.
- A mobile application shows the data.
- Some graphs show the collected data.

19/23

- Este testbed se hizo aproximadamente durante 1 día.
- Este testbed mostró que el despliegue de la red de sensores fue correcto, y que los datos de estos sensores fueron almacenados en una plataforma en la nube como opendata.
- La aplicación móvil mostró los datos de forma correcta.
- Con los datos obtenidos de los sensores se han creado diferentes gráficos temporales.

# Testbed Results



20/23

- Aquí podemos ver uno de los gráficos como ejemplo.
- Se trata de una gráfica de calidad del aire.
- Para ser más claro, solo se muestran 100 minutos.
- Cuanto mayor es el valor medido por el sensor de gas, peor es la calidad del aire.
- Depende un poco de en que momento se mire este gráfico, pero vemos como Montgat, durante esta franja de tiempo, tiene peor calidad de aire.

## Conclusions

- The deployment of the sensor network has been successful
- It has been shown that anyone can deploy its own network in an inexpensive way
- A mobile application has been developed to serve as an example
- The project had satisfied the goals presented at the start

21/23

- Como conclusiones.
- Se ha desplegado una red de sensores con éxito.
- Con este proyecto se demuestra que cualquiera puede desplegar una red de sensores.
- La aplicación Android se ha hecho como ejemplo, para que aquellos que tengan pensado crear una aplicación que trabaje con open data tengan una barrera menos.
- Lo más importante, el proyecto cumple con los objetivos iniciales, que eran recoger datos de sensores, compartirlos como opendata, y mostrarlos.

## Future Work

- Build a prototype.
- Make the Arduino Power over Ethernet.
- The mobile application showed some issues.
- Show how the data changes during a period of time.
- Disseminate the project.

22/23

- Para finalizar, estos son algunos puntos que se pueden mejorar.
- Crear un prototipo sin una protoboard.
- Hacer que el arduino sea Power over Ethernet.
- Mejorar la aplicación para que sea capaz de tratar grandes cantidades de datos.
- La aplicación podría mostrar los datos de los sensores en el tiempo.
- Hacer publicidad sobre el proyecto.

**Muchas Gracias  
por vuestra atención**