

# Meta-modelos y lenguajes de dominio específico en Internet de las Cosas



**Juan Manuel Cueva Lovelle**

Grupo de investigación Ingeniería Dirigida por Modelos  
MDE-RG

Universidad de Oviedo  
cueva@uniovi.es



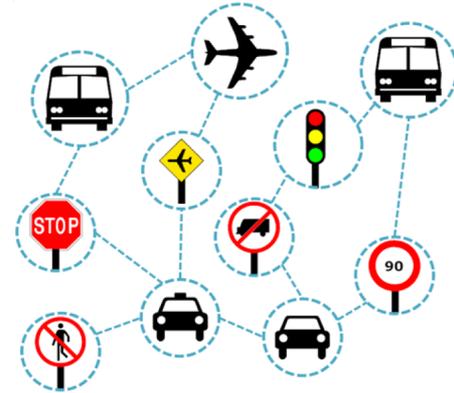
Universidad de Oviedo



**Research Group**

# Internet de las Cosas (IoT)

- ¿Qué es Internet de las cosas?
- ¿Qué es Internet de los objetos?
- ¿Qué es Internet of Things (IoT)?
- ¿Qué es Internet del futuro?
- ¿Qué son las ciudades inteligentes? ¿Smart Cities?
- ¿Qué es Industria 4.0?
  - Cualquier “cosa”, es decir **cualquier objeto convenientemente etiquetado puede comunicarse con otros objetos igualmente etiquetados a través de Internet u otros protocolos**
  - En 1999 se utilizó por primera vez el término Internet of Things (IoT)
- 3750 millones de objetos conectados en 2014
- Previsión: 25.000 millones de objetos conectados en 2020
- Los campos de aplicación son prácticamente infinitos y con gran impacto en la sociedad
- Es una de las líneas de investigación con más fondos en China, USA y la Unión Europea



# Internet de las Cosas

## Industria 4.0

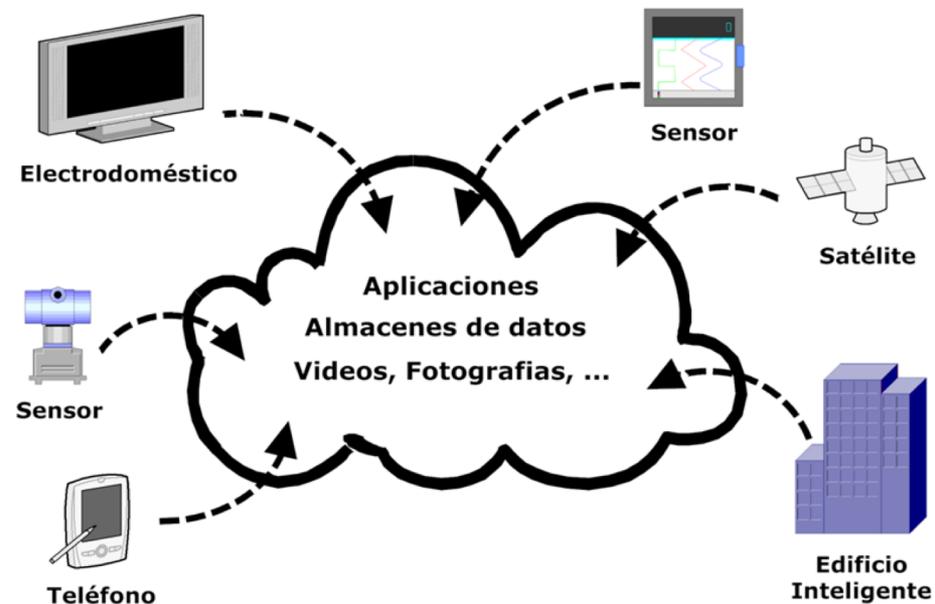
- Industria inteligente
- Es una nueva forma de organizar los medios de producción
- Constituye una nueva revolución industrial
- Relacionada directamente con Internet de las Cosas
- Es un nuevo modelo de organización basado en sistemas inteligentes conectados con análisis en tiempo real de gran cantidad de datos



# Internet de las Cosas

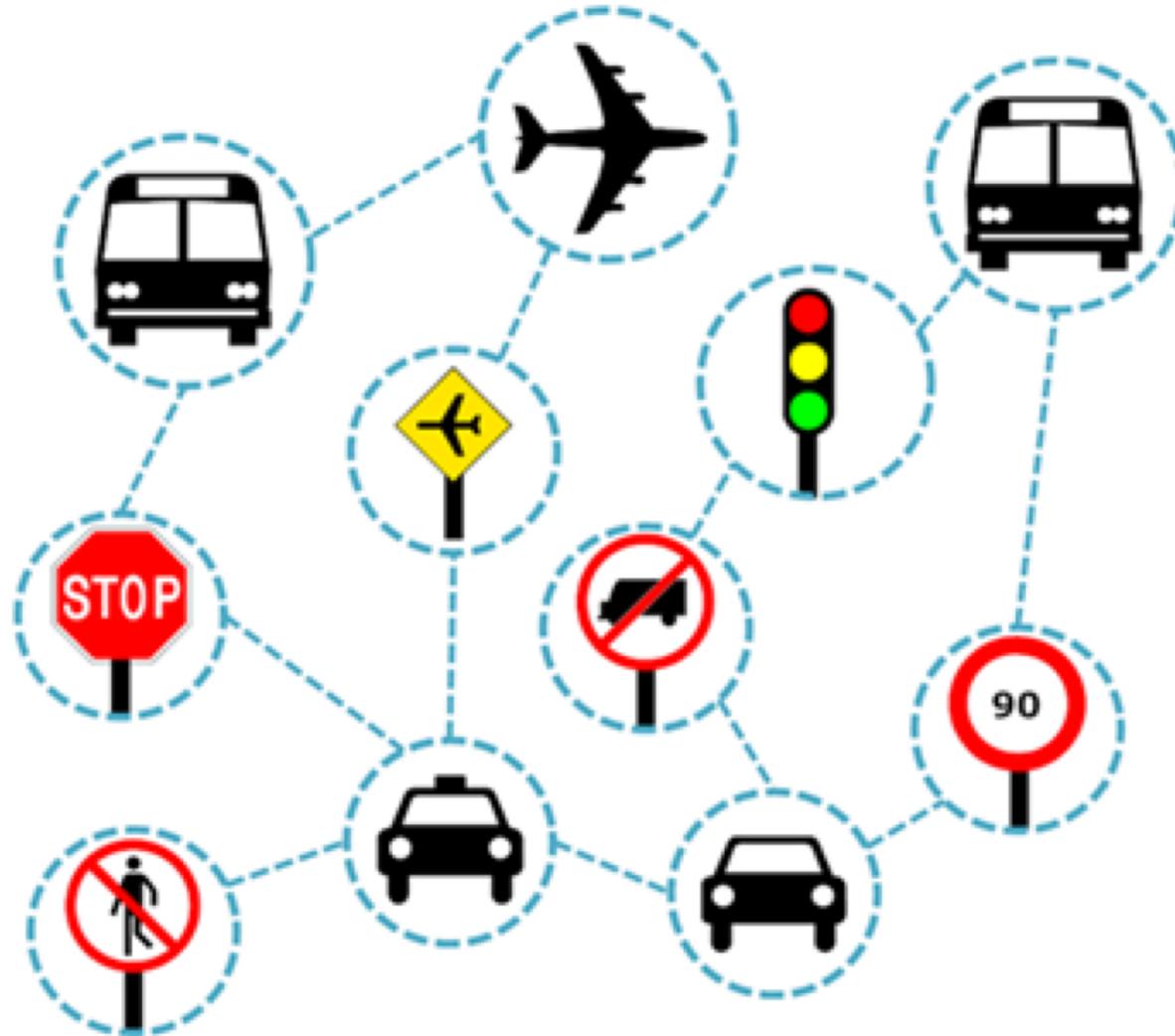
## Tecnologías relacionadas

- Dispositivos inteligentes (Smartphone)
- La nube (Cloud Computing)
- Las redes sociales, micro blogs,...
- Open Data
- Big Data
- Inteligencia Artificial
- Sensores (biométricos, Arduino, raspberrypi,...)
- IPv6 (Internet Protocol version 6)
- RFID (Radio Frecuency IDentification)
- BlueTooth
- QR Code (Quick Response Code)
- NFC (Near Field Communication)
- Blockchain



# Internet de las Cosas

## Todo conectado



# Internet de las Cosas

## Todo conectado

- La conexión puede ser **directamente** a la red o **indirectamente** a través de otros objetos
- Los objetos conectados a la red se convierten en colaboradores y se relacionan con otros objetos y personas
- Los objetos tienen un **comportamiento** definido por los **servicios** que ofrecen
- Un mismo objeto puede **cambiar** su comportamiento en función del **escenario** donde se encuentra
- **Control en tiempo real**

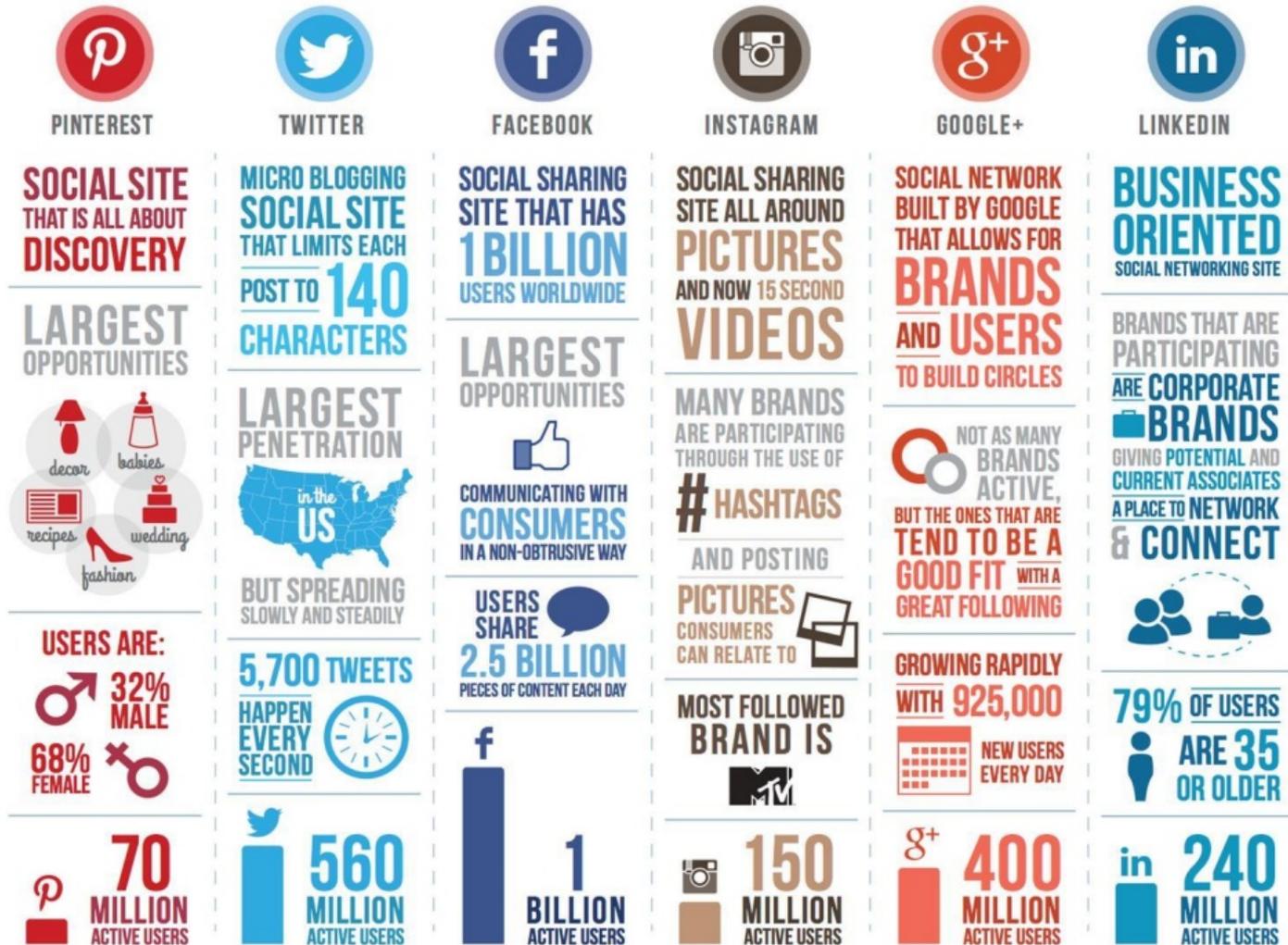
# Internet de las Cosas

## Redes sociales (I)



# Internet de las Cosas

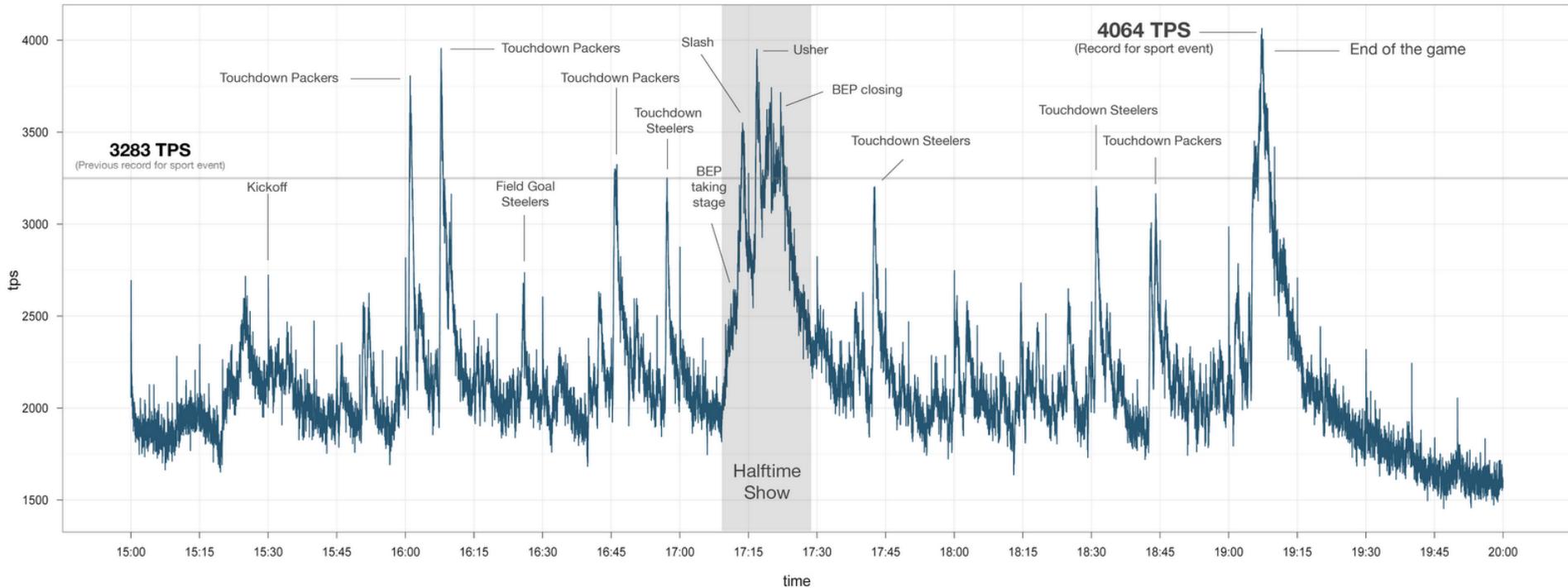
## Redes sociales (II)



# Internet de las Cosas

## Redes sociales (III)

### #superbowl tweets per second



**Twitter** @twitter Following

In the final three minutes of the Super Bowl tonight, there were an average of 10,000 Tweets per second.

50+ RETWEETS 50+ FAVORITES

10:43 PM - 5 Feb 12 via Twitter for iPhone · Embed this Tweet

Reply Retweet Favorite

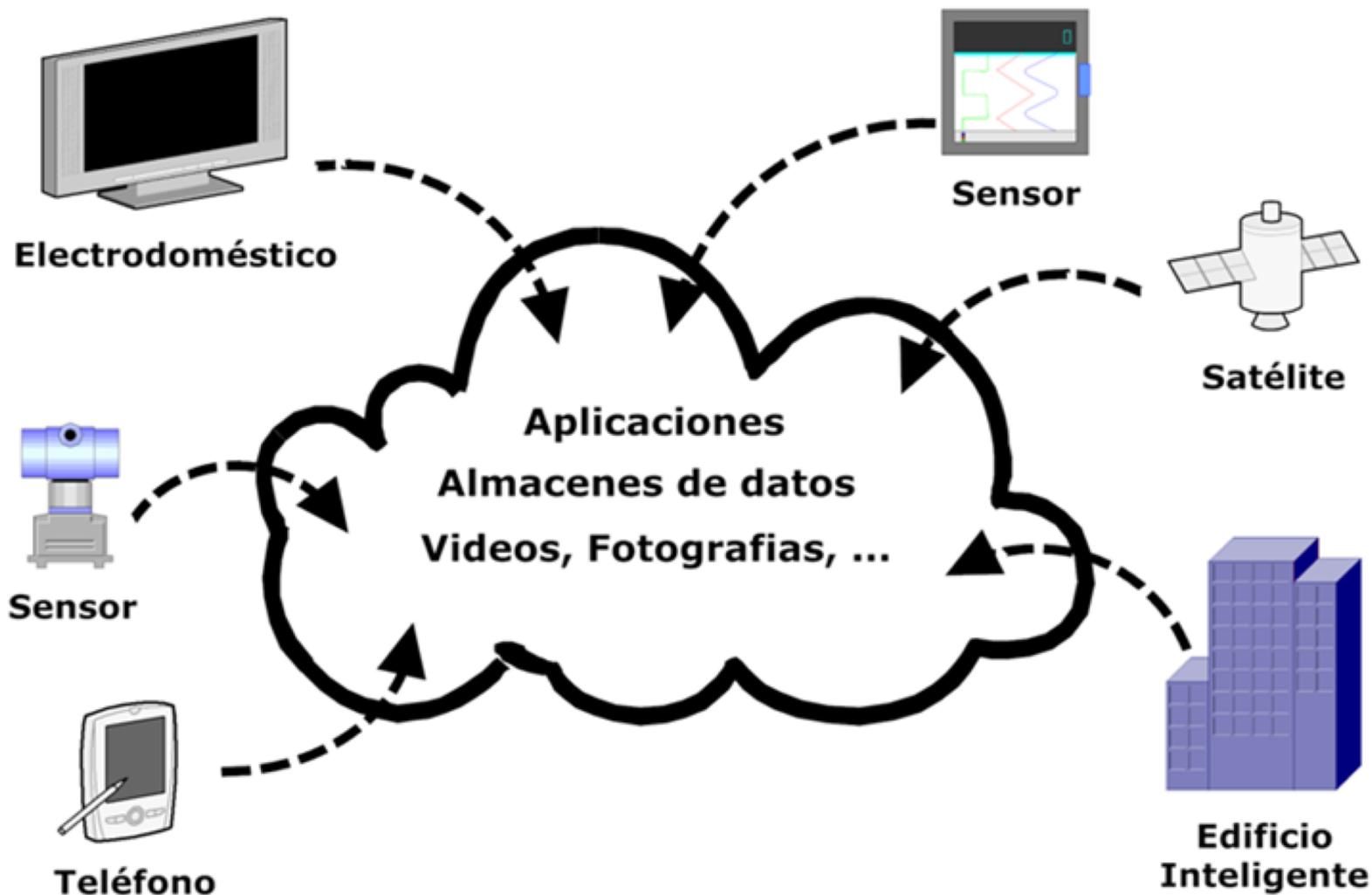
# Internet de las Cosas

## Redes sociales (IV)

- Constituyen un gran **almacén de información** generada por los humanos
- La información es **heterogénea**: texto, fotos, videos,...
- Son un buen **complemento** de la información recogida por sensores y dispositivos inteligentes
- Muchas aplicaciones son una **combinación de redes sociales, dispositivos inteligentes y la nube**
  - Sistemas de recomendación de libros, juegos,...
  - Sistemas de asistencia en tráfico, viajes,...

# Internet de las Cosas

## La nube : Cloud Computing



# Internet de las Cosas

## La nube : Cloud Computing

- Es el **almacén** permanente de la información
- Tiene una capacidad de **procesamiento** colosal
- Su **escalabilidad** permite adaptarse a la gran cantidad de información generada por los objetos y por los humanos
- Su alta **disponibilidad** da confianza y fiabilidad
- Por su **seguridad**
- Bajos **costes**

# Internet de las Cosas

La nube : Gran cantidad de proveedores



# Internet de las Cosas

## La nube : Ventajas



**Almacenamiento  
Masivo**



**Capacidad de  
Procesamiento  
Colosal**



**Interacciones  
en Tiempo  
Real**



**Accesible con  
cualquier  
plataforma**



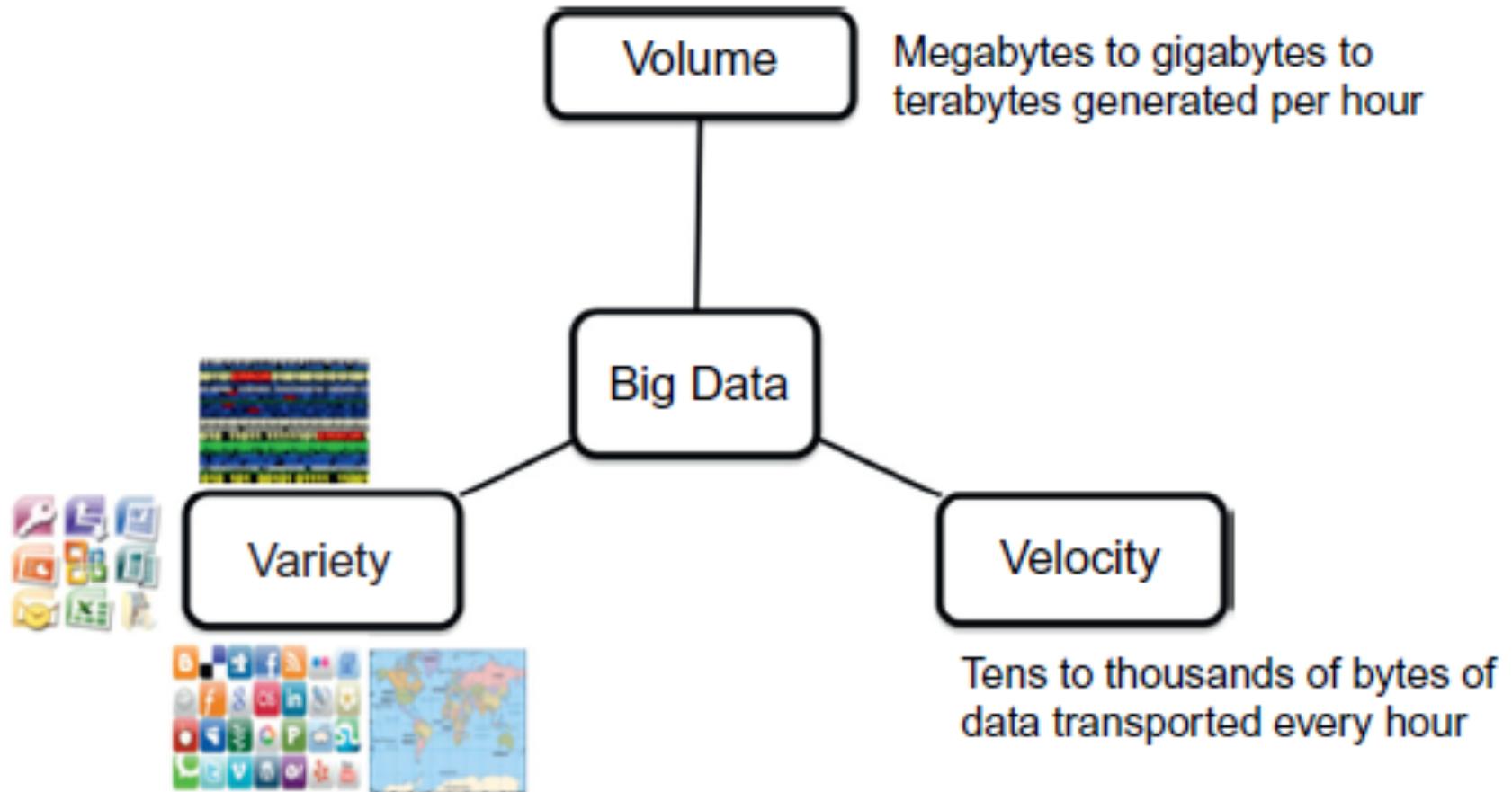
# Internet de las Cosas

## Big Data

- ¿Cómo analizamos esta avalancha de datos?
  - Con herramientas de Big Data
  - Nos pueden construir “Cuadros de mando” en tiempo real
- **Big Data** son los grandes conjuntos de datos que se caracterizan por:
  - Su **volumen** y cantidad
  - Su **velocidad** de creación y utilización
  - Su **variedad** de tipos de fuentes
  - Su dudosa **veracidad**

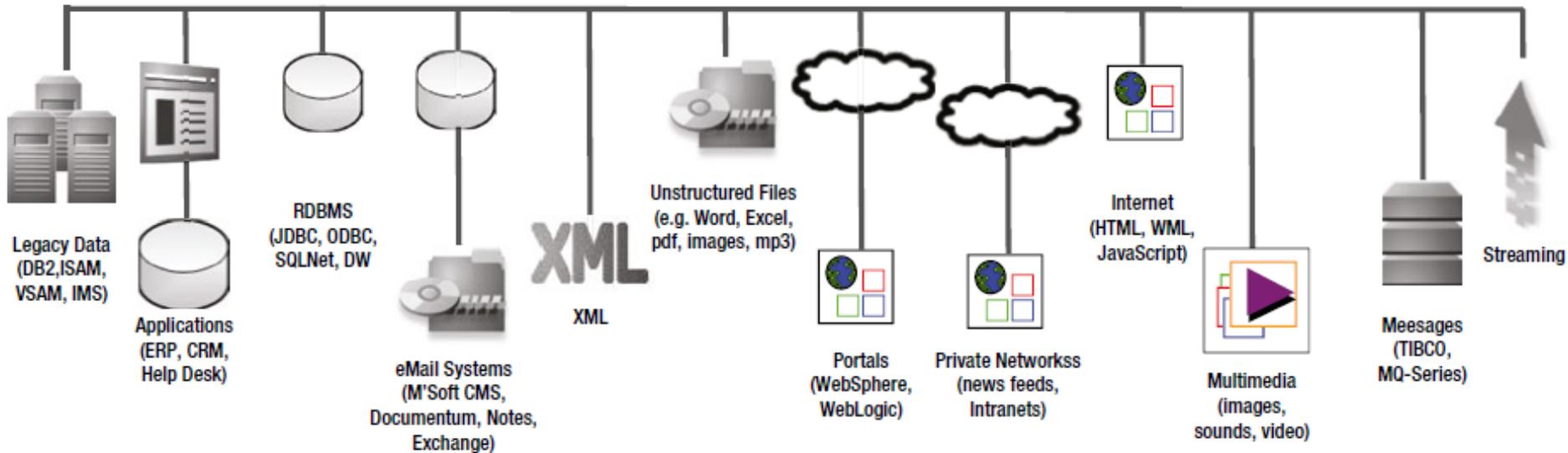
# Internet de las Cosas

## Big Data : Volumen, Velocidad y Variedad



# Internet de las Cosas

## Big Data : Variedad de fuentes de datos



# Internet de las Cosas

## Big Data : Herramientas y plataformas (I)

Hadoop <http://hadoop.apache.org/>



mongoDB <http://www.mongodb.org/>



Amazon Big Data <http://aws.amazon.com/es/big-data/>



Cloudera <http://www.cloudera.com/content/cloudera/en/home.html>



# Internet de las Cosas

## Big Data : Herramientas y plataformas (II)

Azure <https://azure.microsoft.com/es-es/>

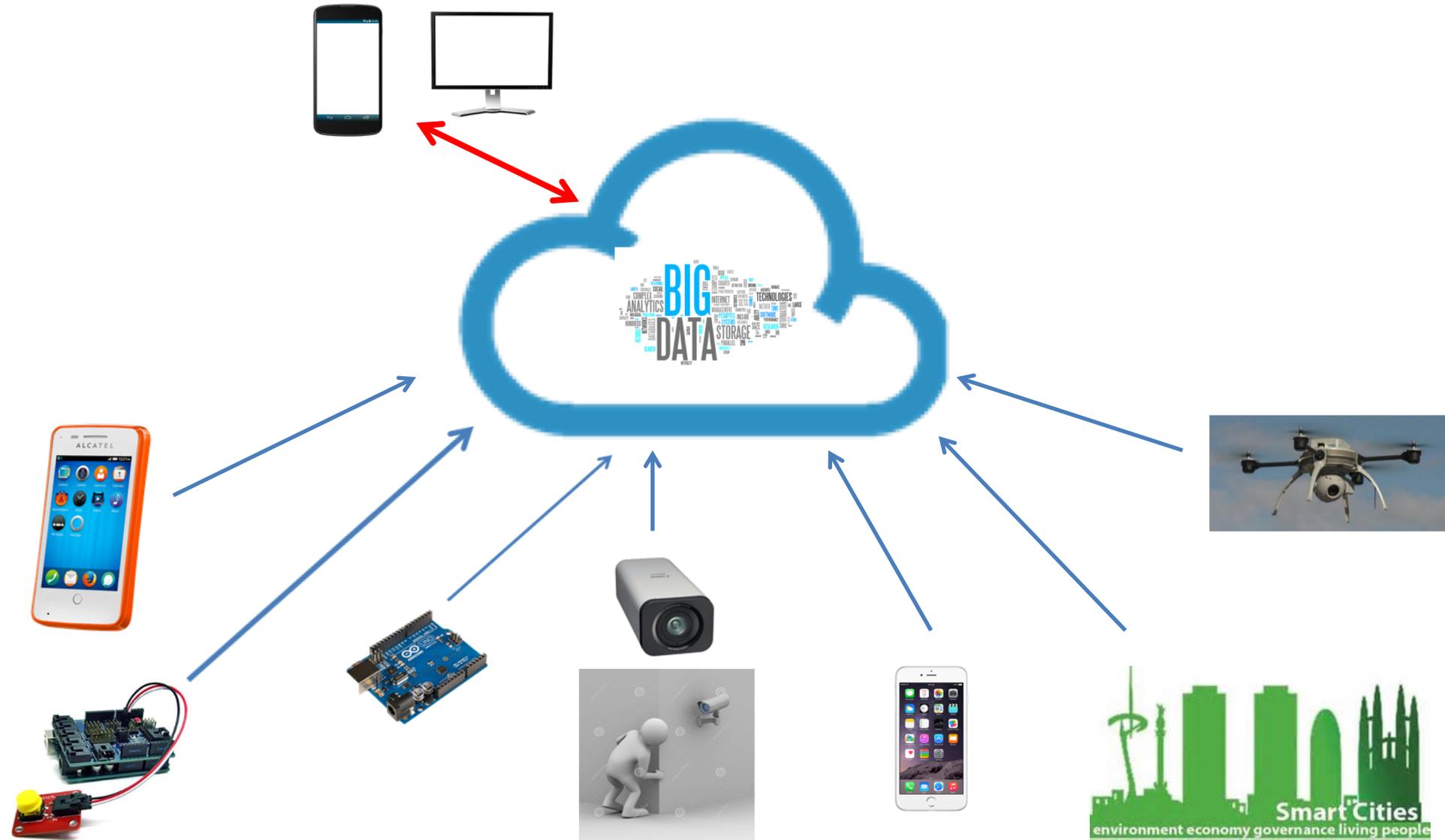


SoftLayer <http://www.softlayer.com/>

**SOFTLAYER**<sup>®</sup>  
an IBM Company

# Internet de las Cosas

## Arquitectura general



# Internet de las Cosas intelliSenses



**intelliSenses = inteligencia + 5 sentidos**



Ingeniería Dirigida por Modelos MDE-RG  
Grupo de Investigación de la Universidad de Oviedo

# Internet de las Cosas

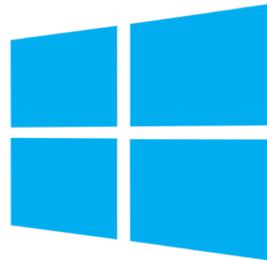
## Módulos desarrollados

- **intelliEye** (Inteligencia Artificial + detectores de presencia + visión)
- **intelliNose** (Inteligencia Artificial + detectores de gases)
- **intelliEar** (Inteligencia Artificial + detectores de sonidos)
- **intelliSocial** (Inteligencia Artificial + redes sociales)
- **intelliSkin** (Inteligencia artificial + detectores de presencia + temperatura + humedad + presión)
- **intelliTongue** (Inteligencia Artificial + calidad de líquidos)

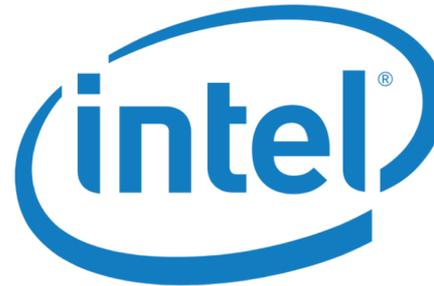
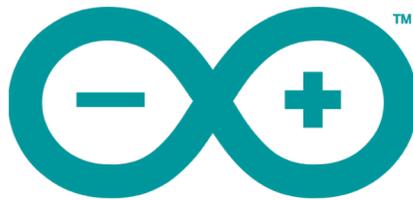
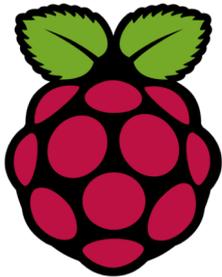


# Problemas encontrados

Heterogeneidad de los objetos



SMART TV



LG webOS

ARM®

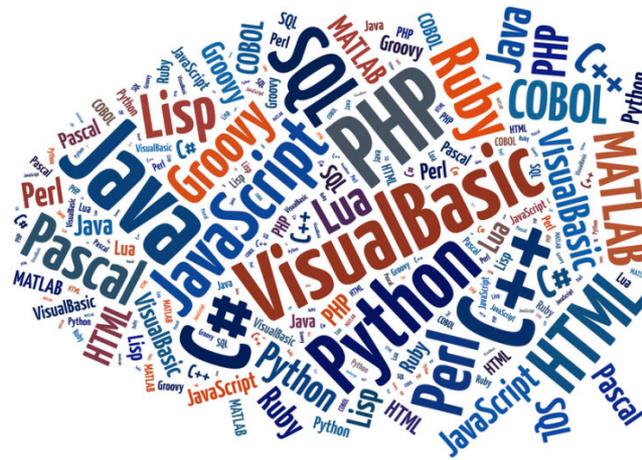


ZigBee®



# Problemas encontrados

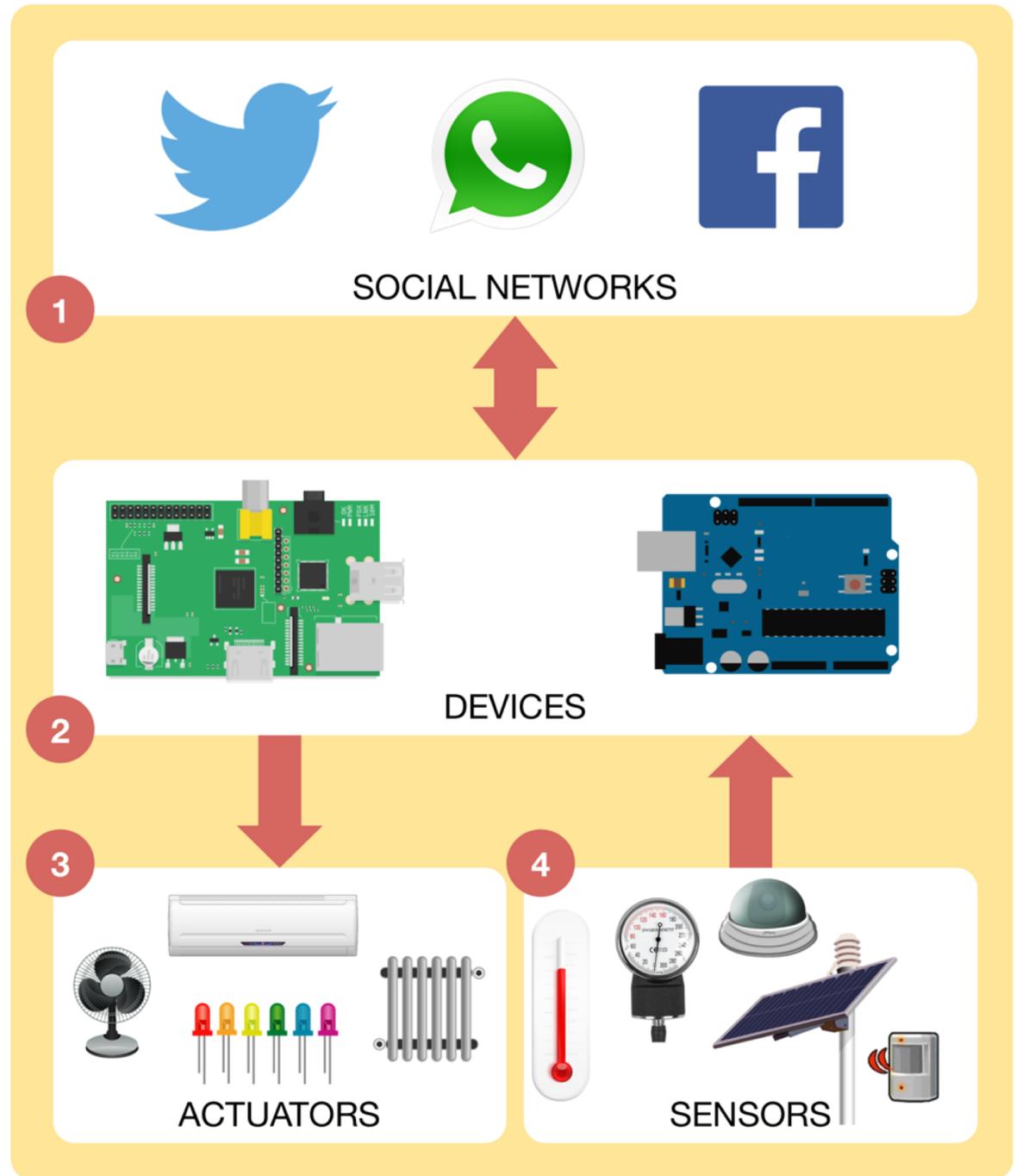
Dificultades en el desarrollo de aplicaciones



# Solución propuesta

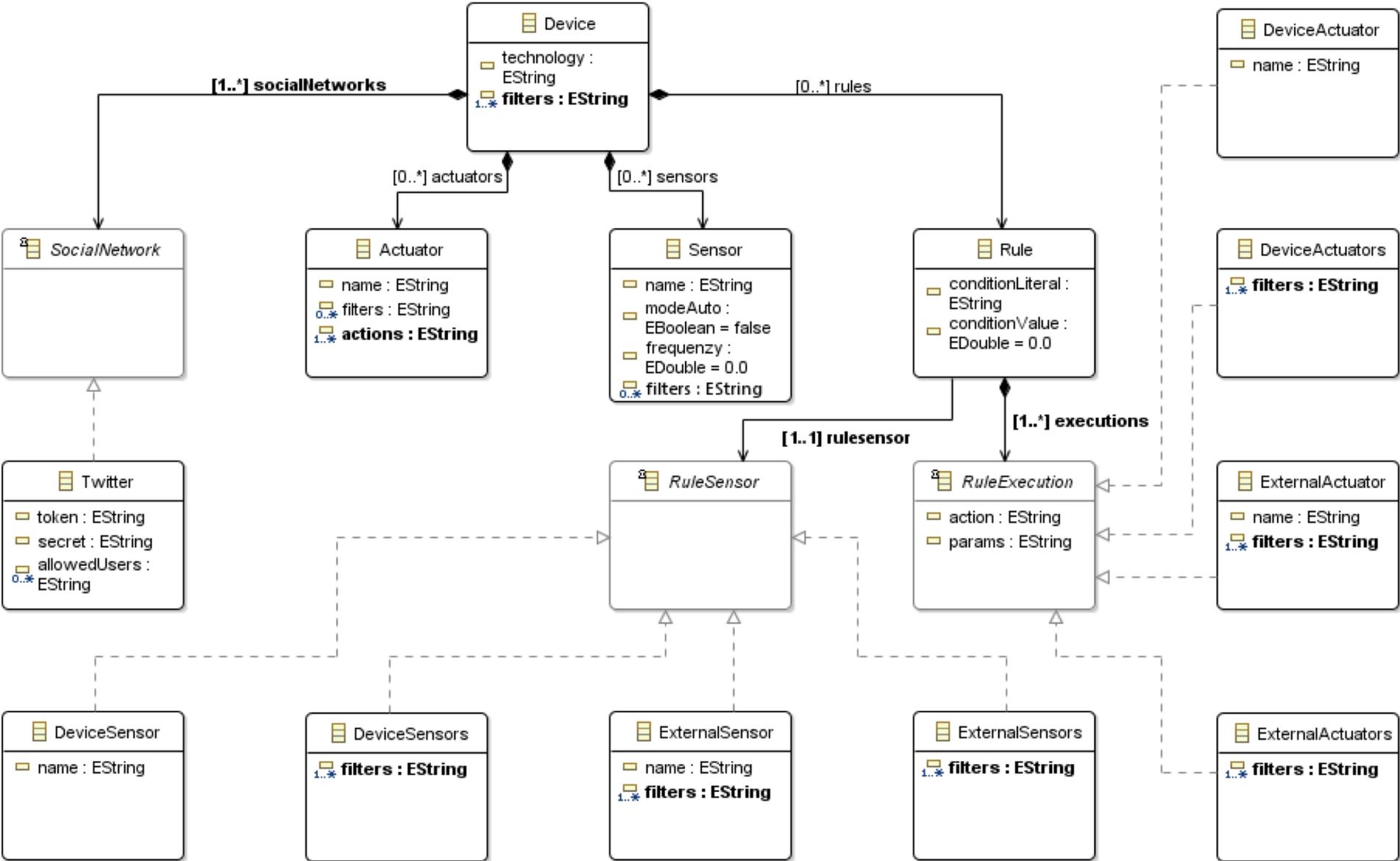
- **Integrar** objetos inteligentes en las **redes sociales** de personas
- **Interconectar** objetos inteligentes entre sí y con las personas
- Usar las **redes sociales** como canal de comunicación
- Usar un **Lenguaje de Dominio Específico** para facilitar la creación de aplicaciones para diferentes plataformas

# Interconexión de Raspberry y Arduino con sensores and actuadores



# Domain Specific Language (DSL)

## Metamodelo



# Bilrost-Specific Language

## Sintaxis

- Gramática libre de contexto
- Permite la definición de dispositivos para varias plataformas
- Preparado para varias redes sociales
- Disponibilidad de filtros para evitar conflictos
- Definición de actuadores y sus acciones
- Definición de sensores y modos de funcionamiento
- Automatización de las comunicaciones
  - Reglas que realizan invocaciones a acciones en función de datos de sensores



# Bilrost-Specific Language

## Sintaxis

- Dispositivo que controla un ventilador y dispone de un sensor de temperatura
- Se comunica con otro dispositivo que controla la calefacción
- El dispositivo definido invoca las acciones correspondientes de su ventilador y de la calefacción para apagar o encender ambos dispositivos según la temperatura

```
DEVICE IN PYTHON
  FILTER BY 'bilrost', 'rpi'
SOCIAL NETWORKS
  CONNECT TO TWITTER
  TOKEN 'token'
  SECRET 'secret'
ACTUATORS
  DEFINE ACTUATOR 'fan'
  ACTIONS 'on', 'off'
SENSORS
  DEFINE SENSOR 'temperature'
  MODE AUTO 30 SECONDS
RULES
  DEFINE RULE TO SENSOR 'temperature'
  FILTER BY 'bilrost', 'climate'
  IF VALUE IS GREATER THAN 25
  EXECUTE ACTION 'off'
    IN EXTERNAL ACTUATOR 'heating'
  FILTER BY 'bilrost', 'climate'
  EXECUTE ACTION 'on'
    IN ACTUATOR 'fan'
```

# Comunicación a través de Twitter

2 tipos de mensajes

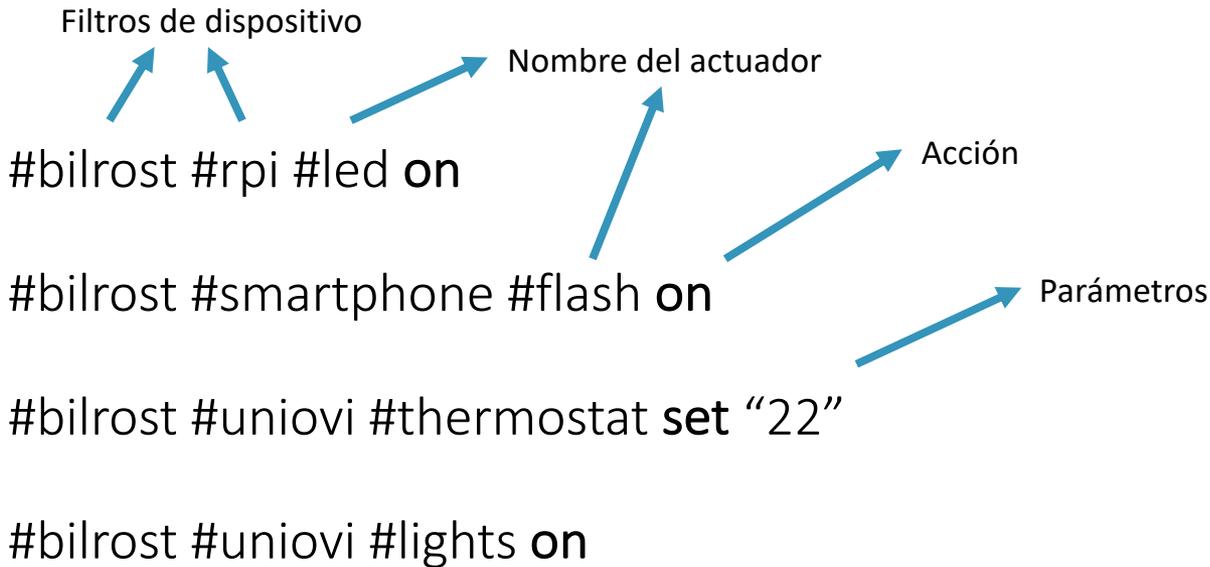
Mensajes para controlar un actuador

Mensajes que publican los datos de un sensor



# Comunicación a través de Twitter

## Mensajes para controlar un actuador



# Comunicación a través de Twitter

Mensajes para controlar un actuador

#bilrost #rpi #led on 2016-06-13T12:28:36.571613

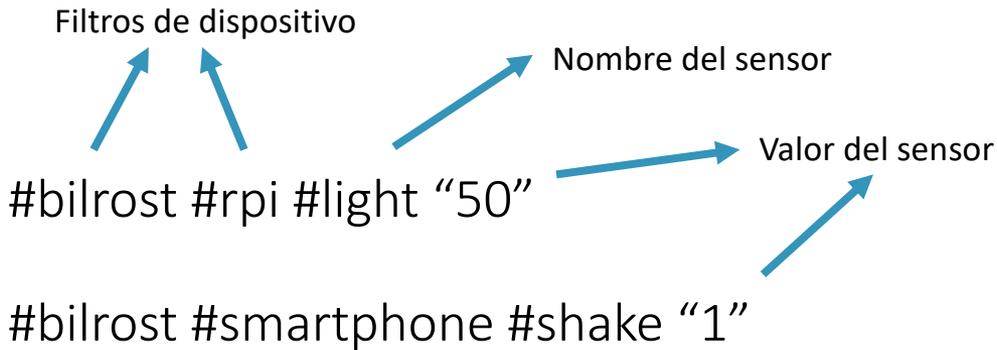
#bilrost #smartphone #flash on 2016-06-13T12:28:36.571613

#bilrost #uniovi #thermostat set "22" 2016-06-13T12:28:36.571613

#bilrost #uniovi #lights on 2016-06-13T12:28:36.571613

# Comunicación a través de Twitter

Mensajes que publican los datos de un sensor



# Comunicación a través de Twitter

Mensajes que publican los datos de un sensor

#bilrost #rpi #light "50" 2016-06-13T12:28:36.571613

#bilrost #smartphone #shake "1" 2016-06-13T12:28:36.571613

# Conclusiones (I)

- La Ingeniería Dirigida por Modelos permite **desarrollar aplicaciones automáticamente**, a partir de lenguajes de dominio específico (DSL), que permiten el desarrollo de software a usuarios sin conocimientos avanzados de lenguajes de programación.
- Internet de las Cosas (IoT) es un área de desarrollo emergente con un número de dispositivos en crecimiento que necesita **gran cantidad de software** para su desarrollo e integración en nuestras vidas.
- Se ha desarrollado un **meta-modelo genérico** para generar software específico en Internet de la Cosas.
- El meta-modelo y la gramática asociada es la **especificación formal** y la garantía del correcto funcionamiento del lenguaje específico de dominio (DSL) desarrollado.
- La especificación desarrollada no está ligada a ninguna tecnología concreta por lo que su uso **puede extenderse a la mayoría de los dispositivos IoT** y redes sociales.

## Conclusiones (II)

- Un lenguaje desarrollado es capaz de **describir de manera concreta y detallada diversos requisitos** de comunicación e información de contexto en IoT y redes sociales.
- El **conjunto de instrucciones reducido** permite expresar la mayoría de los requisitos de información de contexto y acciones de comunicaciones necesarios en las aplicaciones de IoT y redes sociales.
- La **independencia del conjunto de instrucciones respecto al resto de la especificación**, permite añadir nuevos elementos o modificar la estructura de los que ya existen.

# Meta-modelos y lenguajes de dominio específico en Internet de las Cosas



**Juan Manuel Cueva Lovelle**

Grupo de investigación Ingeniería Dirigida por Modelos  
MDE-RG

Universidad de Oviedo  
cueva@uniovi.es



Universidad de Oviedo



**Research Group**