

S. empotrados y ubicuos

Internet of Things (IoT)

Fernando Pérez Costoya

fperez@fi.upm.es

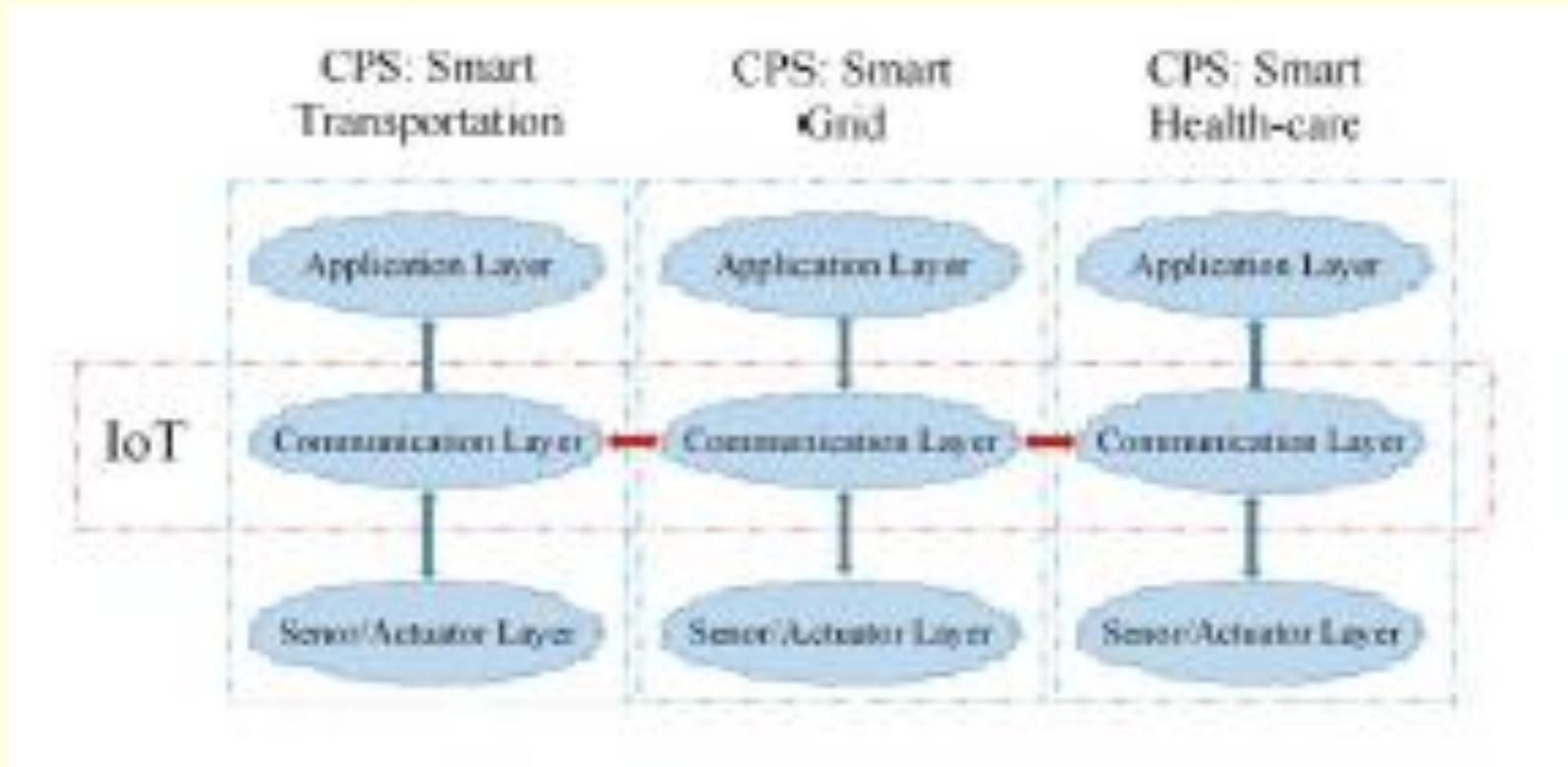
Contenido

- ☐ Introducción
- ☐ Arquitectura software
- ☐ Pila de red IoT
- ☐ IoT: *Cloud* y *Fog (Edge)*
- ☐ Modelos de comunicación
- ☐ Seguridad
- ☐ Privacidad
- ☐ Aplicaciones

Introducción

- Múltiples definiciones. Una sencilla del diccionario de Oxford:
*“The interconnection via the **I**nternet of computing devices embedded in everyday objects, enabling them to send and receive data.”*
- Término acuñado por Kevin Ashton en 1999 (Auto-ID)
- Precedentes:
 - M2M: habitualmente soluciones no interoperables
 - Cachivaches diversos conectados a IP casi por diversión
- Evolución de Internet
 - Internet de usuarios, servicios, social y cosas
 - 6ª de las 6 webs de Bill Joy → D2D
- Actualmente, diversas interacciones Human and Things
 - H2H, T2T, H2T
- Variaciones: *Industrial IoT, Social IoT,...*

Cyber-Physical Systems vs IoT



IOT → CPS (aka sistemas empotrados) interconectados

A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications

Jie Lin et al. IEEE Internet of Things Journal (Volume: 4, Issue: 5, Oct. 2017)

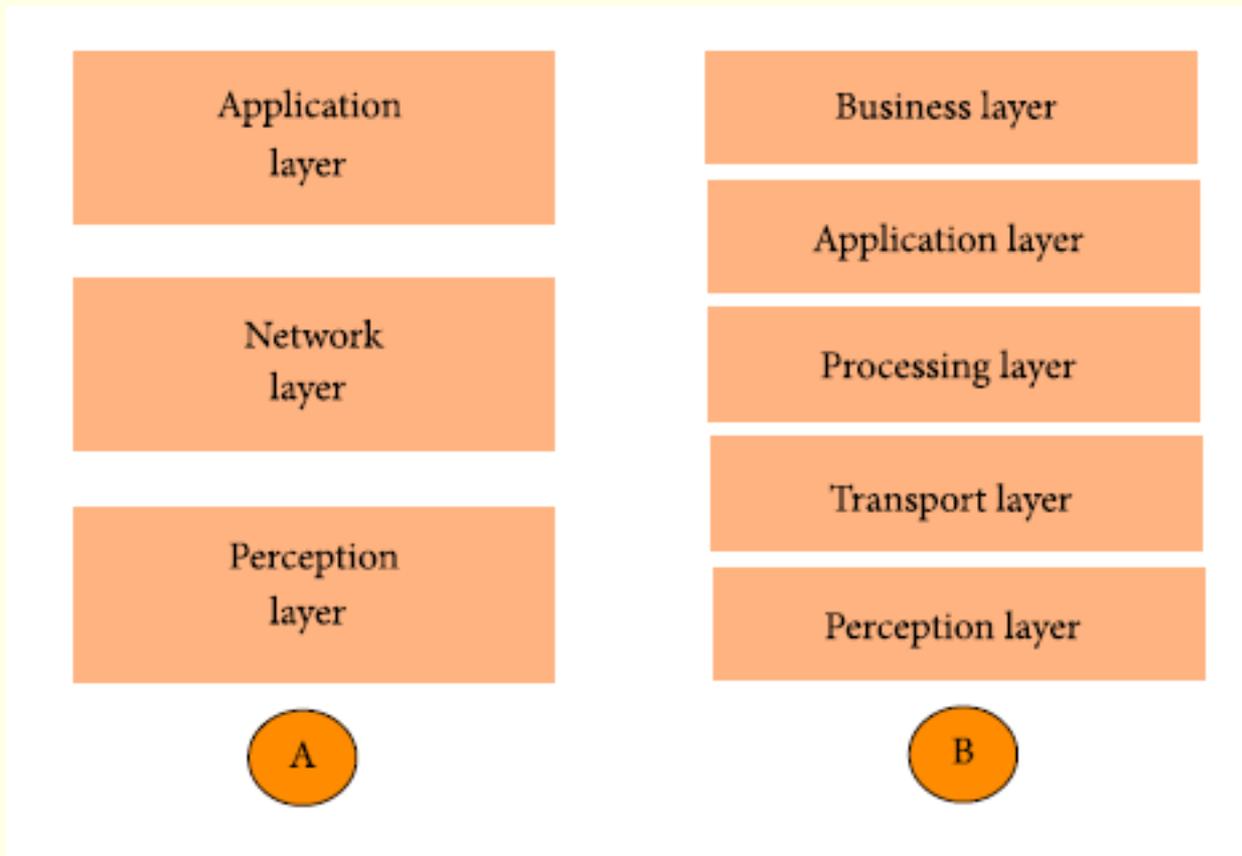
IoT vs UbiComp

- Distintos orígenes pero confluencia
 - *UbiComp*: (+académico) visión de alto nivel
 - Cómo vivir rodeado de computadores invisibles
 - IoT: visión de más bajo nivel
 - Cómo conectar objetos a Internet
- Mismas fuerzas motrices (miniaturización, redes inalámbricas,...)
- Retos similares (*UbiComp*: ya vistos); IoT:
 - Escalabilidad, seguridad y privacidad, interoperabilidad,
 - Componentes con limitaciones de recursos,...
- *UbiComp* enfatiza en invisibilidad y espacios inteligentes
- IoT enfatiza en “semántica”: info generada por objetos enorme
 - Cómo indexarla, procesarla, almacenarla, consultarla,...

Arquitectura software

- Diversas propuestas (de 3 a 5 capas)
- Arquitectura con 4 capas:
 - ***Capa de percepción***: sensores y actuadores
 - Código de barras, RFID (pasivas, semi-activas, activas)
 - Redes de sensores (WSN) y Redes de sensores RFID (RSN)
 - ***Capa de red***
 - Redes heterogéneas en alcance, consumo, fiabilidad,...
 - Escalabilidad: necesidad de IPv6
 - Objetos con limitados recursos: pila de red más “ligera”
 - ***Capa de procesamiento (middleware)***
 - Soluciones SOA, basada en eventos, colas de mensajes,...
 - ***Capa de aplicación***

Arquitectura software

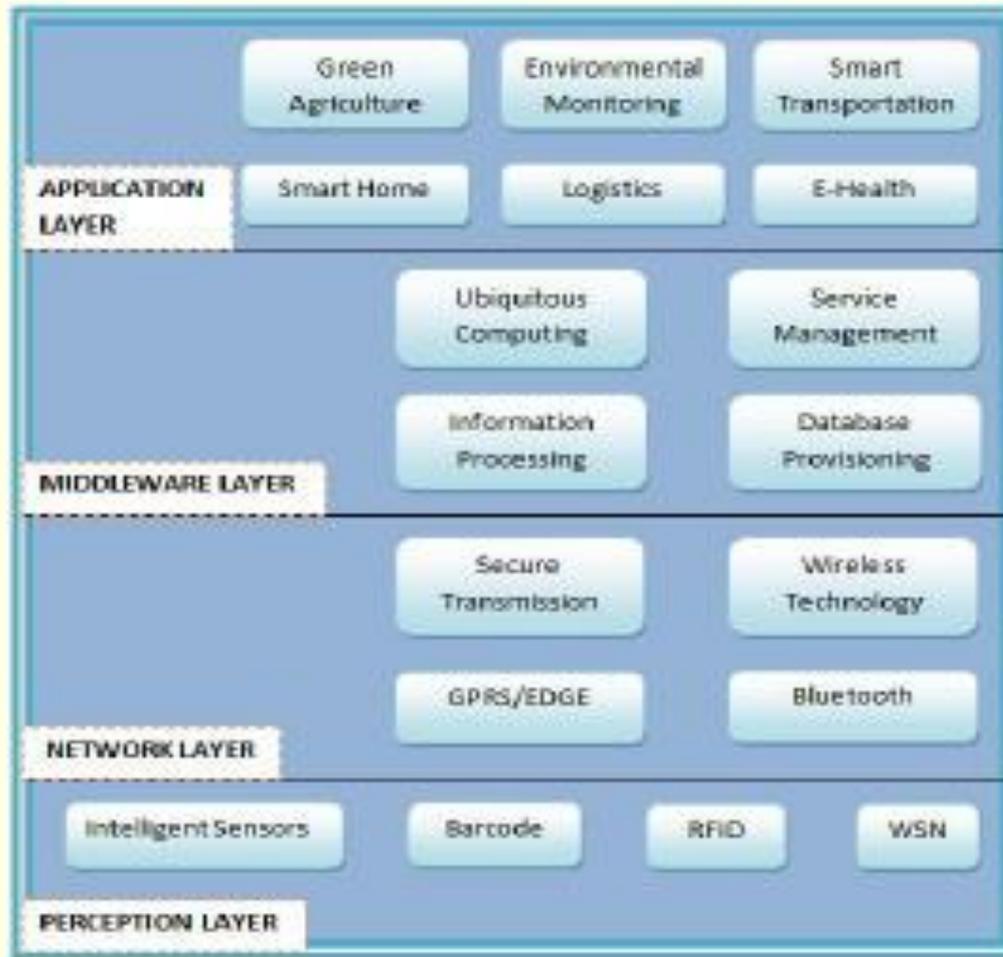


Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications

Pallavi Sethi and Smruti R. Sarangi. Journal of Electrical and Computer Engineering Volume 2017

<https://www.hindawi.com/journals/jece/2017/9324035/>

Arquitectura software



A review on the state of art of Internet of Things

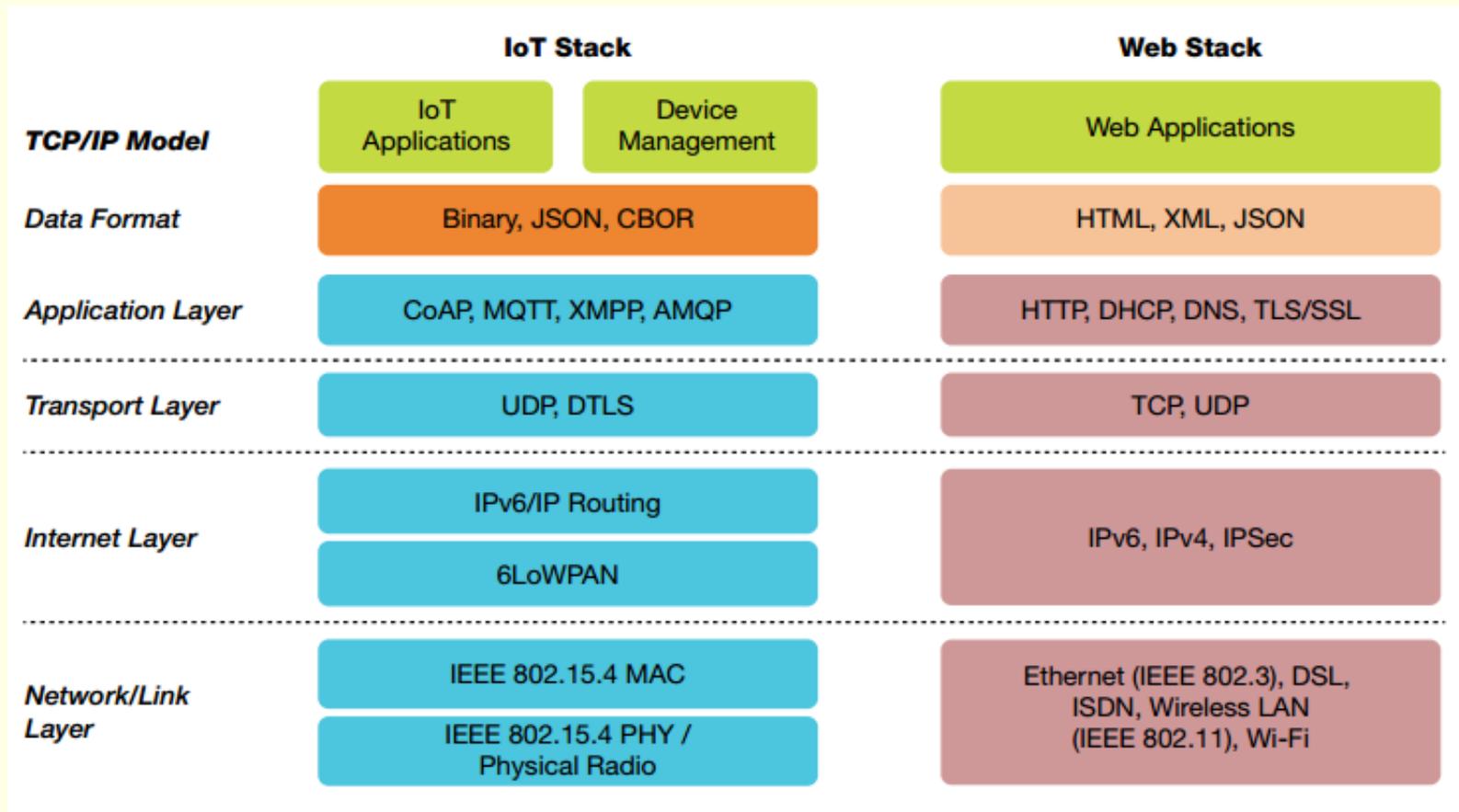
T. Santhi Sri¹, J. Rajendra Prasad², Y. Vijayalakshmi³

Pila de red IoT

- IoT redes pueden ser LLN: *low power, lossy networks*
 - Para componentes con recursos muy restringidos
- Pila de red IP alternativa
 - Nivel físico y MAC: IEEE 802.15.4
 - Diversos protocolos basados en este estándar (p.e. Zigbee)
 - Nivel de adaptación: 6LoWPAN
 - Permite transmitir IPv6 sobre 802.15.4
 - También adaptaciones a BLE, NFC, IEEE 802.11ah (WiFi HaLow)
 - Nivel de transporte: Uso preferente de UDP (y DTLS)
 - Nivel de aplicación: *Constrained Application Protocol* (CoAP)
- Otros protocolos específicos:
 - Encaminamiento: RPL
 - DNS: *multicast* DNS, *DNS Service Discovery*,...

<http://ipv6forum.com/iot/images/IEEEsurveytutorial.pdf>

Pila de red IoT



<https://www.linkedin.com/pulse/emerging-open-standard-protocol-stack-iot-aniruddha-chakrabarti>

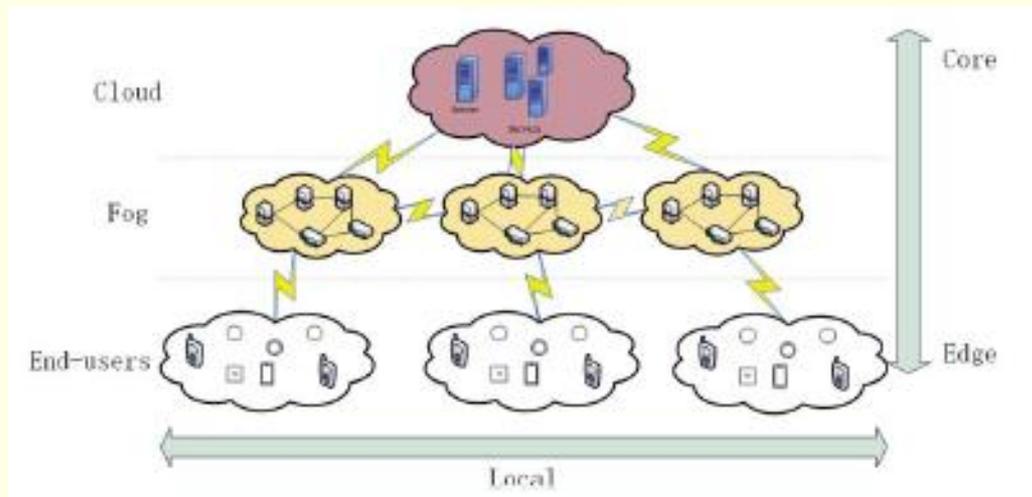
CoAP vs HTTP

Feature	CoAP	HTTP
Protocol	It uses UDP.	It uses TCP.
Network layer	It uses IPv6 along with 6LoWPAN.	It uses IP layer.
Multicast support	It supports.	It does not support.
Architecture model	CoAP uses both client-Server & Publish-Subscribe models.	HTTP uses client and server architecture.
Synchronous communication	CoAP does not need this.	HTTP needs this.
Overhead	Less overhead and it is simple.	More overhead compare to CoAP and it is complex.
Application	Designed for resource constrained networking devices such as WSN/IoT/M2M.	Designed for internet devices where there is no issue of any resources.

<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/Difference-between-CoAP-and-HTTP.html>

IOT *Cloud vs Fog (Edge)*

- Cantidad de Información generada por los objetos es descomunal
 - Requiere aplicación de técnicas de Big Data
- Solución habitual basada en Cloud Computing pero
 - puede requerir transferencia masiva de datos de objetos a *cloud*
- Alternativa (o, mejor dicho, complemento): *Fog/Edge Computing*
 - Acerca la computación a los objetos
 - Preprocesamiento cercano a los propios objetos



A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications

Modelos de comunicación

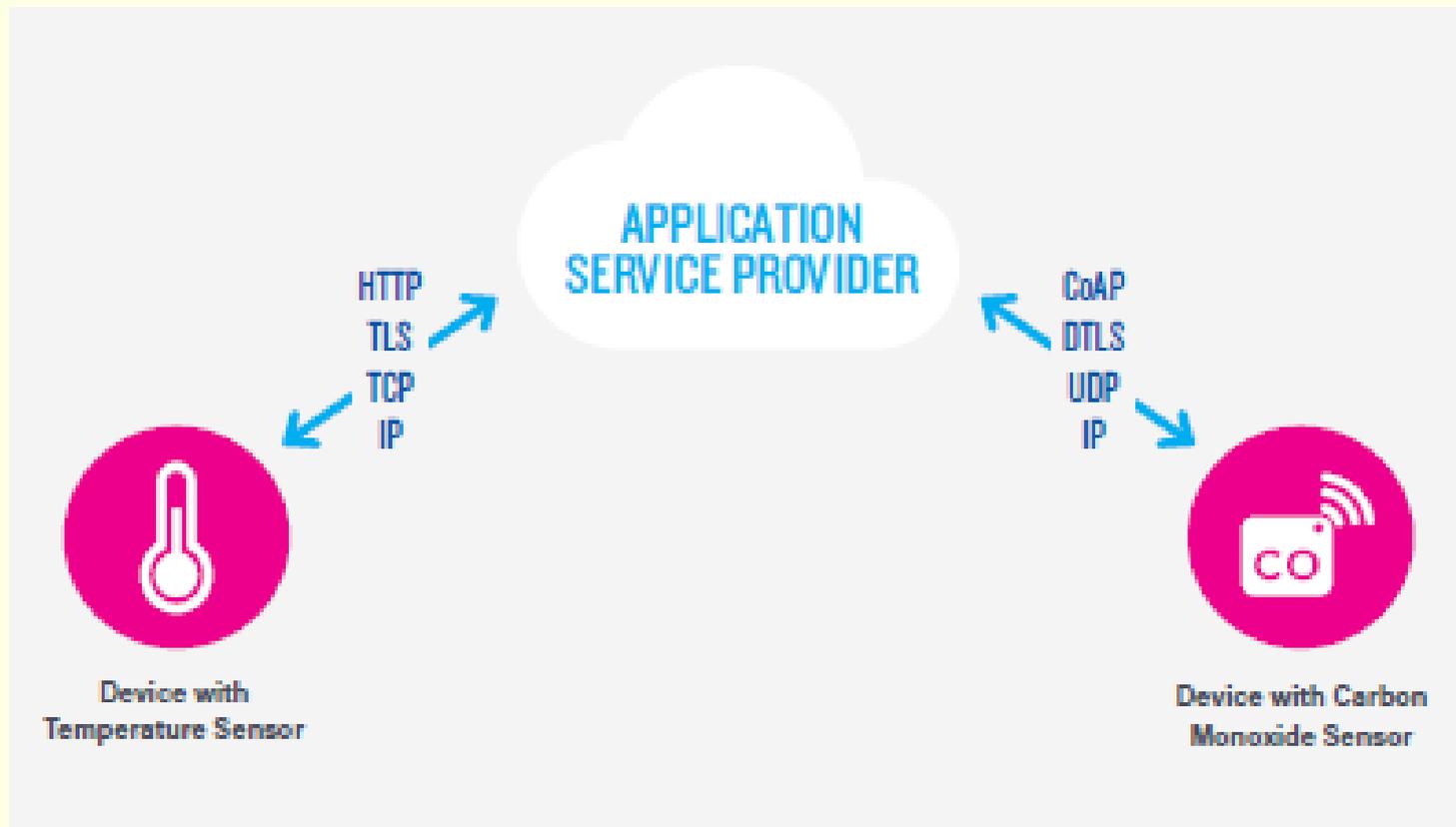
- ❑ *Device-To-Device Communication Model*
- ❑ *Device-To-Cloud Communication Model*
- ❑ *Device-To-Gateway Communication Model*
- ❑ *Back-End Data-Sharing Model*

<https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>

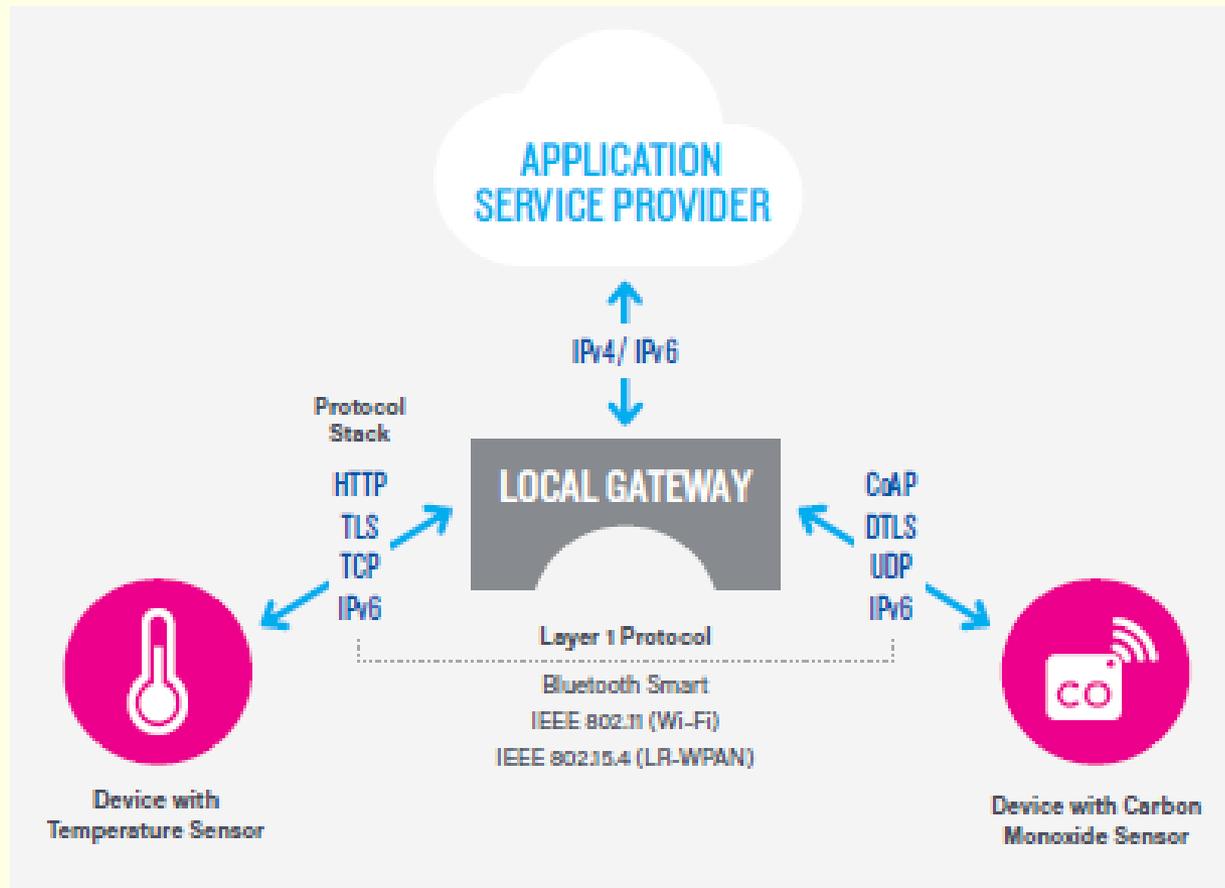
Device-To-Device Communication Model



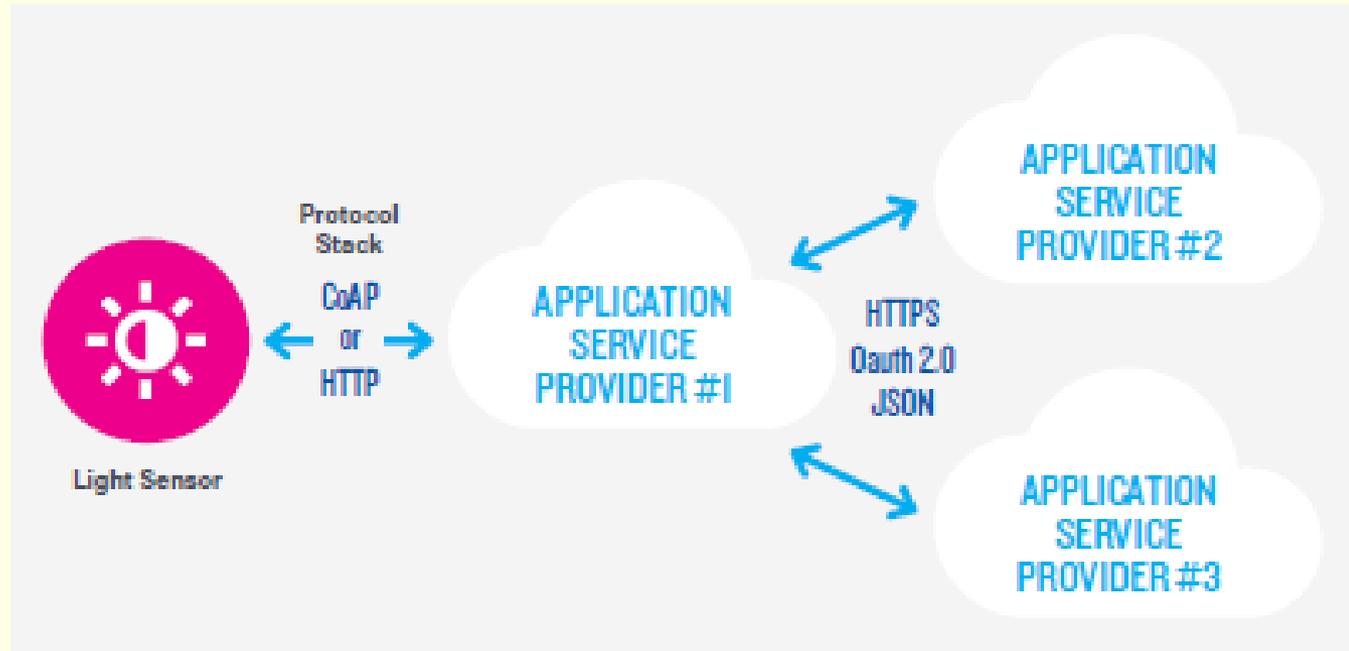
Device-To-Cloud Communication Model



Device-To-Gateway Communication Model



Back-End Data-Sharing Model



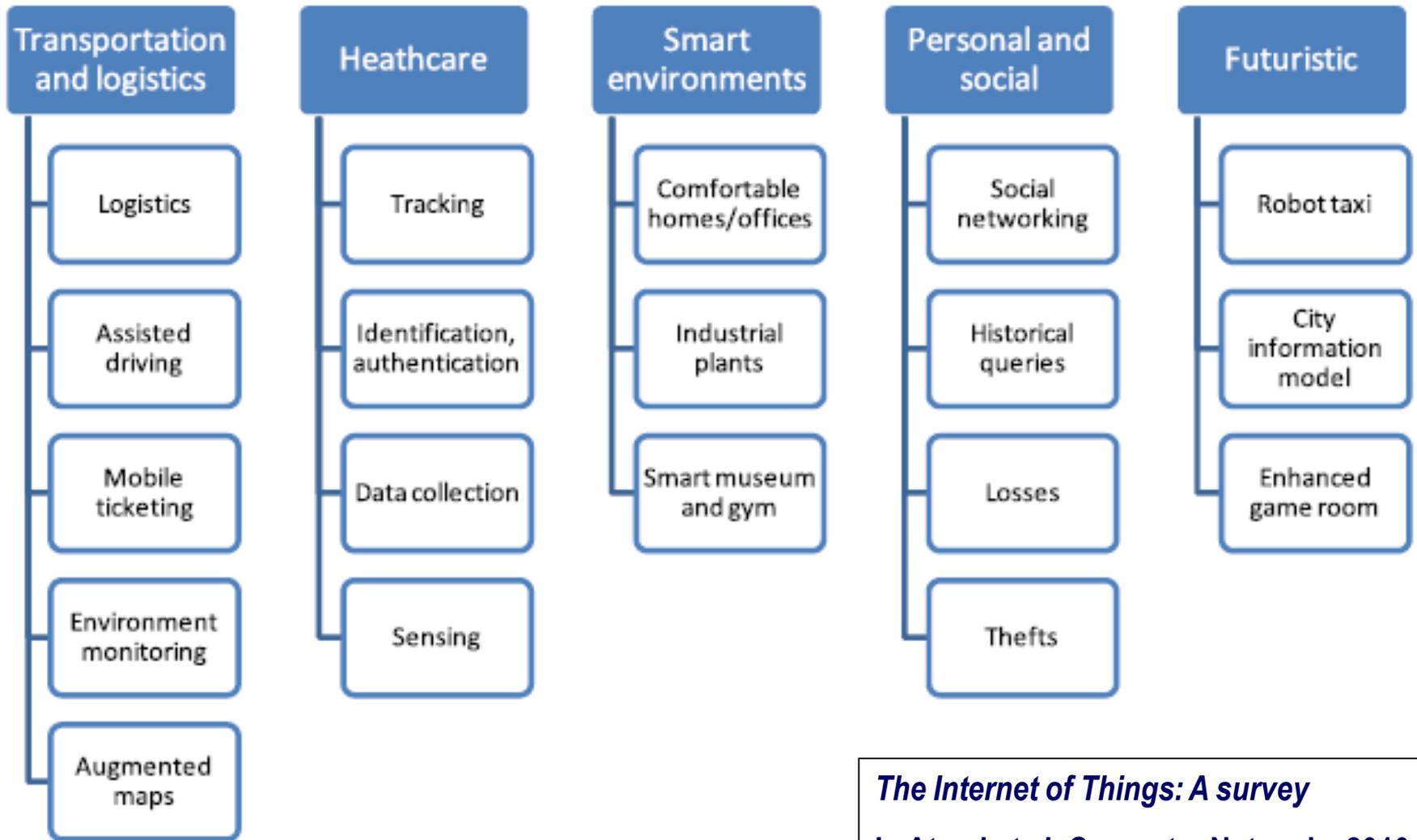
Seguridad

- ❑ Más dispositivos → menos seguridad
 - N° de dispositivos e interconexiones gigantescos
 - Puede afectar a vidas humanas
- ❑ Potencialmente, dispositivo inseguro afecta a toda la Internet
- ❑ Competencia de mercado
 - Aumenta probabilidad de dispositivos mal diseñados
 - Quizás los costes de un ataque debería pagarlos el diseñador
- ❑ Sin elección: Puedo optar por no usar Internet en mi equipo
 - Pero no impedir que me instalen contadores de luz IoT
- ❑ Uso masivo: error de diseño en objeto con millones de copias
- ❑ Larga vida y dificultad/imposibilidad de actualización
- ❑ Invisibles
- ❑ Sin IU: ¿Cómo pueden alertar de un problema?

Privacidad

- ❑ Fuente inmensa de datos de los usuarios
- ❑ No siendo consciente a veces el usuario de su presencia
- ❑ Uso individual de un tipo de información puede no ser relevante
 - Pero sí puede serlo su uso agregado
 - Sensores de taza de café, cepillo de dientes, nevera y fitbit
 - Datos que incluyen además información de ubicación y temporal
- ❑ ¿Cómo implementar “Acepto las condiciones” en dispo. sin IU
 - Aunque lo tuviera, ¿voy a hacerlo por cada dispositivo?
- ❑ IoT nos iba a traer un mundo más seguro pero no parece que sea así
- ❑ Carácter transnacional:
 - Datos generados en un país y consumidos en otro
- ❑ Reto establecer nueva legislación sobre privacidad en este ámbito

Aplicaciones de IoT



The Internet of Things: A survey

L. Atzori et al. *Computer Networks* 2010