

## 工教创客師資工作坊

### 嵌入式系統應用研討會

報告人：邱日清

國立中山大學電機工程學系  
嵌入式系統與晶片創意設計中心

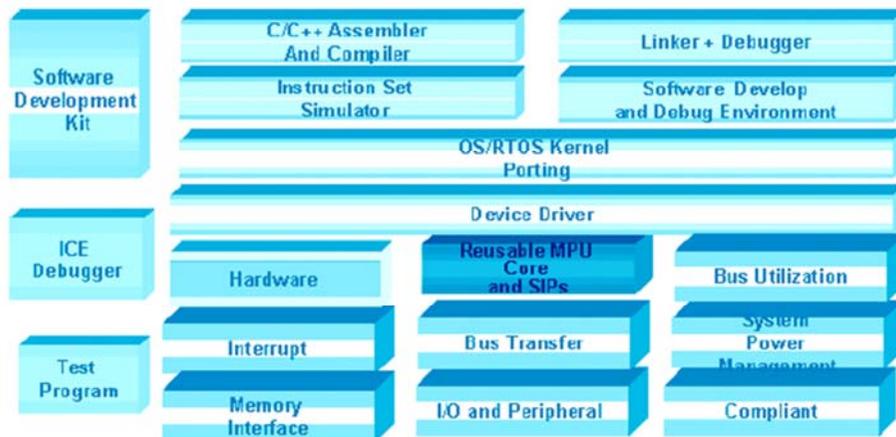
1

## 嵌入式系統的組成

- 包含了中央處理器、記憶體、輸出裝置、輸入裝置
  - 電腦的標準輸入裝置為鍵盤，但是微波爐的標準輸入裝置可能就是觸控面板
- 以平台化設計（platform-based design，PBD）適應多種不同硬體與軟體的組合
  - 硬體與軟體參考設計（reference design）平台
  - 「板級支援包」（Board Support Package，BSP）

2

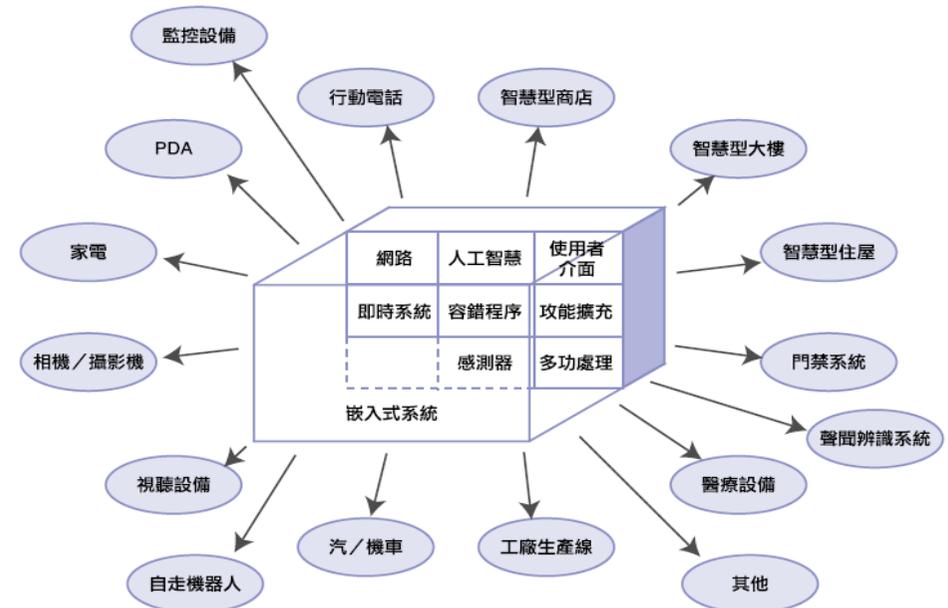
## 典型的參考平台



3

資料來源：資策會MIC

## 嵌入式系統的應用與組成



## 各種嵌入式系統裝置



Hy-wire未來汽車



NASA火星漫遊者



Roomba機器人真空吸塵器

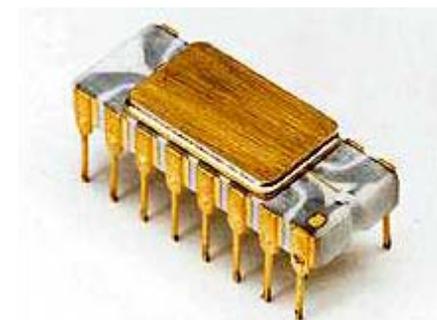


狗語翻譯機

5

## 嵌入式系統的發展歷史

- 嵌入式系統的興起是在1971年，由Intel公司推出有史以來第一顆四位元微處理器4004
- 8086微處理器是第一個被大家所重視及熟悉的16位元微處理器
- 國家半導體公司所推出的32000系列是第一個32位元的商用微處理器



第一顆四位元微處理器Intel 4004

6

## 微處理器分類

- 微處理器內部僅包含單純的中央處理器單元，稱為一般用途型微處理器
- 將中央處理器、ROM、RAM及I/O等等裝置做到同一顆晶片上，這種微處理器稱為單晶片控制器（Single Chip Microcontroller）
- 目前最廣受市場歡迎的嵌入式處理器就是由ARM公司出品的ARM系列處理器
- 數位訊號處理器（Digital Signal Processor，DSP），最著名的是美國德州儀器公司CX家族系列

7

## Definition

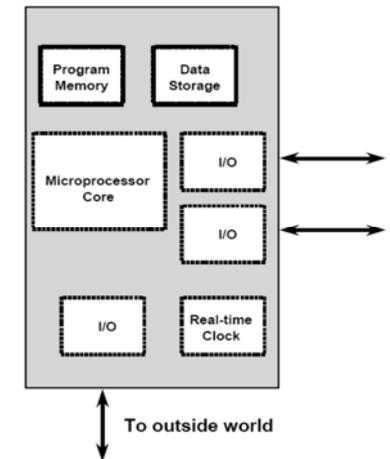
- Definition for: **embedded system**
- *A combination of hardware and software which together form a component of a larger machine.*
- *An example of an embedded system is a microprocessor that controls an automobile engine.*
- *An embedded system is designed to run on its own without human intervention, and may be required to respond to events in real time.*

## Embedded?

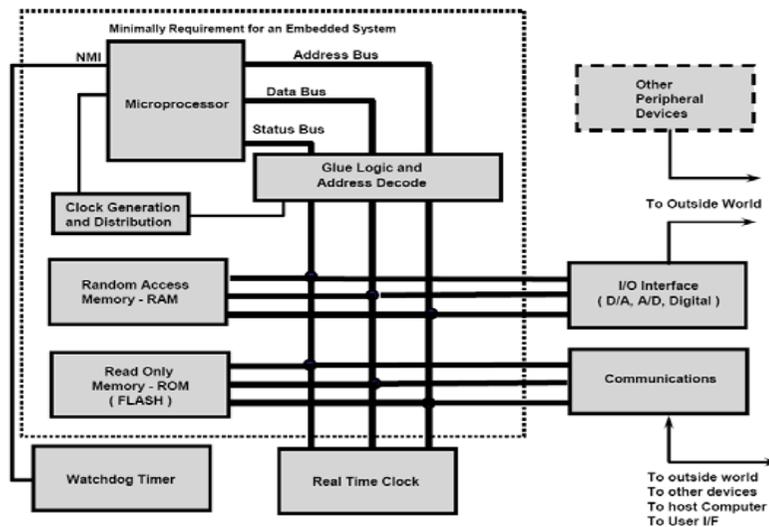
- Computing system embedded within electronic devices.
- Combination of computer hardware and software designed to performance a specific function.
- Any computing system that is not a desktop computer nor a server.

## Microcontroller

- Usually a simple uP plus peripheral support devices integrated in a single package

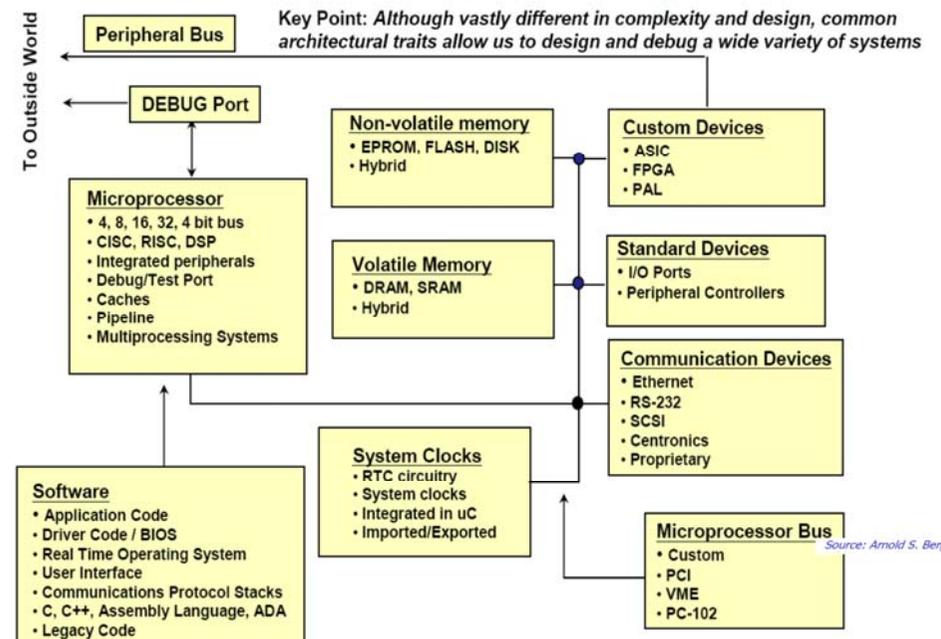


## Example



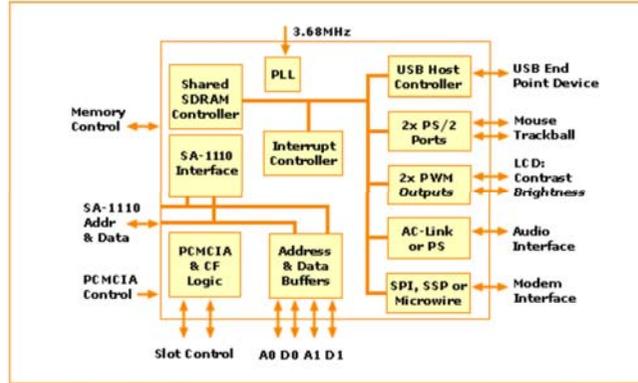
Source: Arnold S. Berger

## Elements



## SoC

- A uP plus peripheral support devices integrated in a single chip
- E.g. Intel StrongARM
- SoC vs uController?



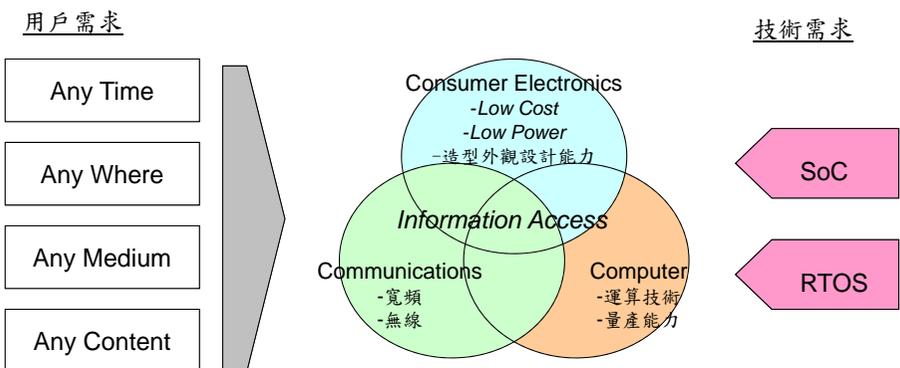
## SoC Design

- Intellectual Property (IP)
  - Circuits or cores pre-designed/pre-verified for certain functions
  - Implications:
    - Lower design cost
    - Fast time-to-market

## Designing An Embedded System

- Understand the big picture
- Understand the details
- Design SW with
  - Real time constraints
  - Low power
  - Small code size
- Domain-specific knowledge

## 未來嵌入式產業之技術需求



## 無所不在運算

- 無所不在運算 (ubiquitous computing)
  - 將是由環境中許許多多的電腦裝置及服務提供給每個人
  - 各式各樣的裝置將會越來越小，甚至隱藏起來
  - 裝置可能會跟著使用者移動或是會嵌入在環境的各種物件中，像是汽車、工具、家電、衣服、以及消費性物品中
  - 這些裝置透過無線的技術跟整個世界連接起來

17

## 環繞智慧 (ambient intelligence)

- 嵌入的 (embedded)
  - 周遭環境裡分佈許多隱藏起來的裝置。
- 情境感知的 (context aware)
  - 可以知道周遭狀況。
- 個人化的 (personalized)
  - 可以依據您的需求量身定做，而且可以辨識您是誰。
- 可調適的 (adaptive)
  - 可以依據您或是您的環境作不同的反應。
- 可預知的 (anticipatory)
  - 可以預知您的喜好，不需要一直詢問。

18

## 嵌入式系統的系統設計

19

## 設計方法論

- 設計方法論 (design methodology) 有以下三個重要理由
  - 確認我們所做的每一件事情都是必須要作的，不會做無謂的白工，也不會漏掉關鍵性的重要工作，其中包含效率最佳化或是功能測試。
  - 根據設計方法論可以發展出電腦輔助工具或是設計經驗累積，汲取每一次產品發展的經驗。再經過量化之後，可以發展出一套工具或是方法，讓往後的產品設計步入自動化。
  - 開發團隊遵循同一套方法論，可以讓團隊成員更容易彼此溝通。每個人都能在短時間內瞭解整體過程中將經歷哪些過程，需要何種支援與接收到何種結果；此外，也容易透過一套已經定義好的方法論，彼此相互合作協調。

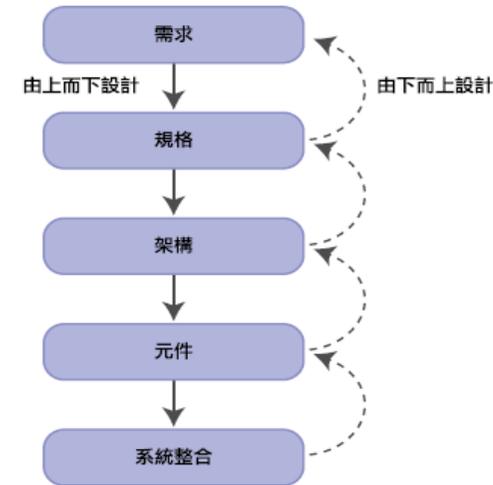
20

## 設計過程的目標

- 上市時間：也就是time-to-market的觀念。
- 設計成本：許多消費性產品對於價格非常敏感，所以產品廠商對於成本會斤斤計較是很合理的。
- 品質：顧客也許不需要最快最便宜的產品，但是一定會要求功能品質保證，不能只用一小段時間就壞掉了。

21

## 設計過程的主要步驟



22

## What is IoT

- Network of Physical Objects
- embedded systems with electronics, software, sensors
- enable objects to exchange data with manufacturer, operator, other devices through network infrastructure

- allow remote control
- direct integration computer + physical world
- Result: automation in all fields



## IoT的類似觀念

- 感應網路
  - 遠端裝置，大多無網際網路連線
- 無所不在的定位
  - 室外、室內、地下
- 生物辨識
  - 辨識人員或其他生物
- 機械視覺
  - 讓IoT監測物品但不須遠端感應器、控制器、無線通訊

26

Jimmy Li

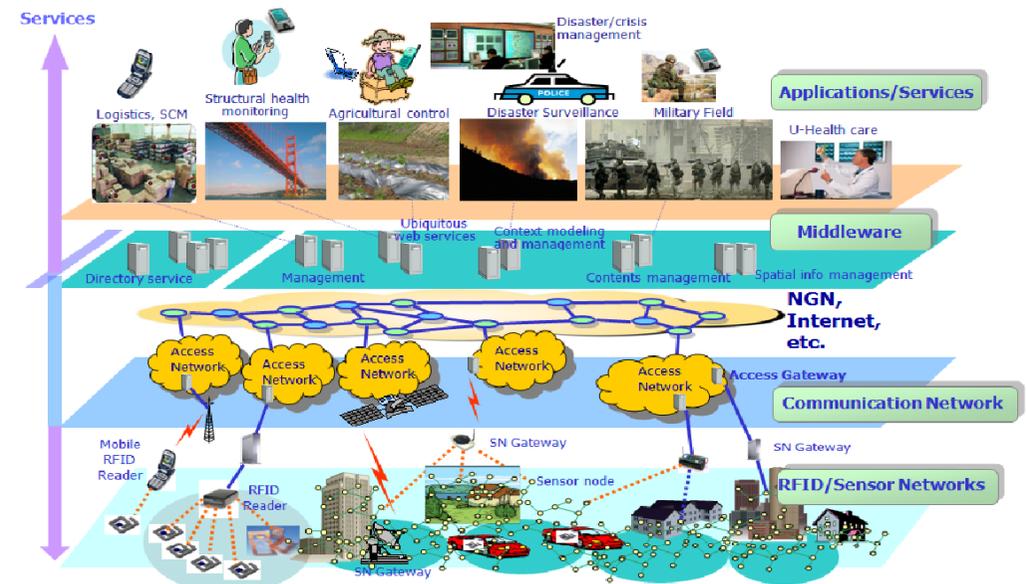
## IoT遠端裝置功能

- 具有機器可讀取的辨識
- 感測和記錄環境資訊
- 無線通訊能力
- 可定位
- 具有自主性

27

Jimmy Li

## IoT架構



Source: ETRI

28

Jimmy Li

## IoT產生的新功能

- 手機成為觀看所有物品的窗口
  - 產品資訊，遠距視訊傳播
- 手機成為環境的遙控器
  - 付費，家電遙控器
- 連續監視和測量
  - 監視日常物品，客戶調查，環境品質比較
- 尋找物品
  - 各類物品都回報位置給物主，室內或室外
- 鬆散排列物品
  - 物品定位和尋找的能力可能改變庫存管理方式

Jimmy Li

29

## IoT產生的新功能

- 預先或即時維護
  - 可隨時偵測器具使用或磨損狀況作即時維護，改變目前的定期維護作法
- 健康照護
  - 廣泛使用感應器即時測量心跳、呼吸、移動、跌倒、用藥，提升照護品質
- 聯通物品的鬆散結合關係
  - 各物品聯通後，可利用web-services介面，隨機產生新的互動功能

Jimmy Li

30

## Sensor devices are becoming widely available

- Programmable devices
- Off-the-shelf gadgets/tools



31

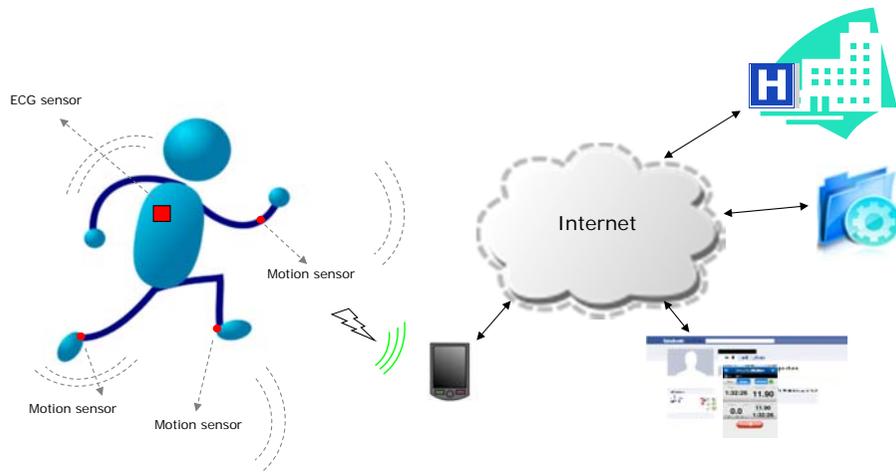
## More "Things" are being connected

- Home/daily-life devices
- Business and Public infrastructure
- Health-care
- ...

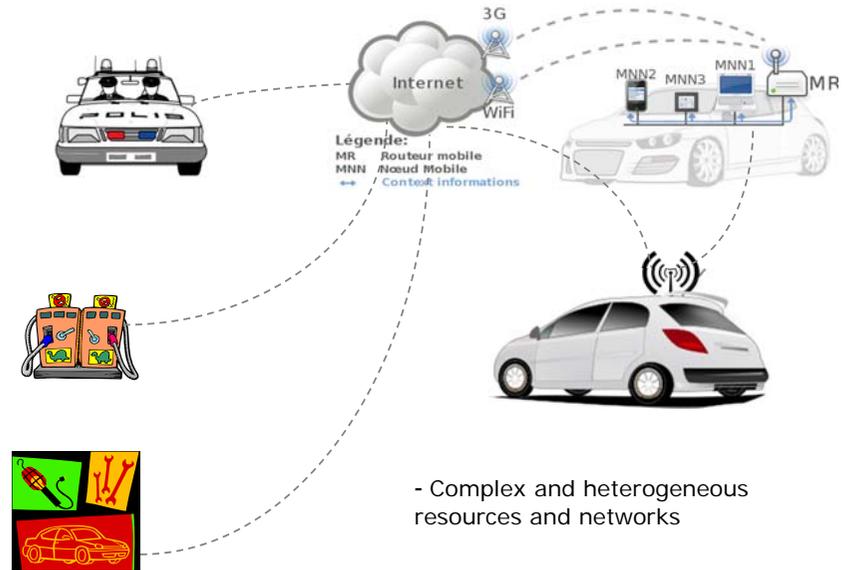


32

# People Connecting to Things

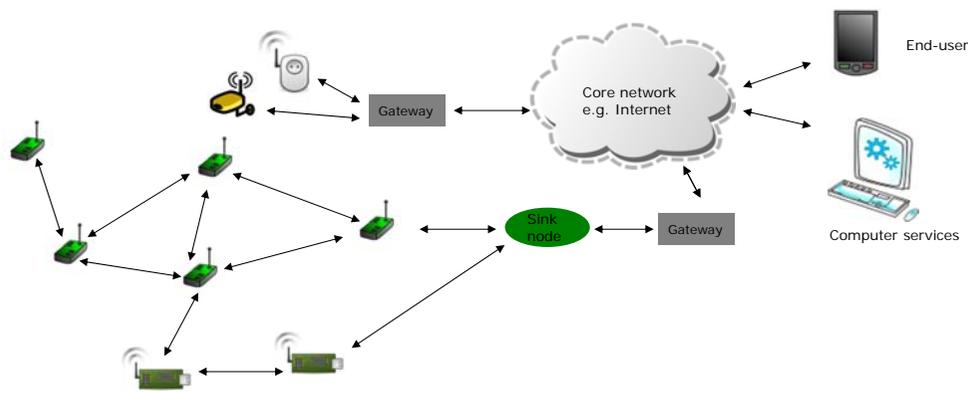


# Things Connecting to Things



- Complex and heterogeneous resources and networks

# Wireless Sensor Networks (WSN)

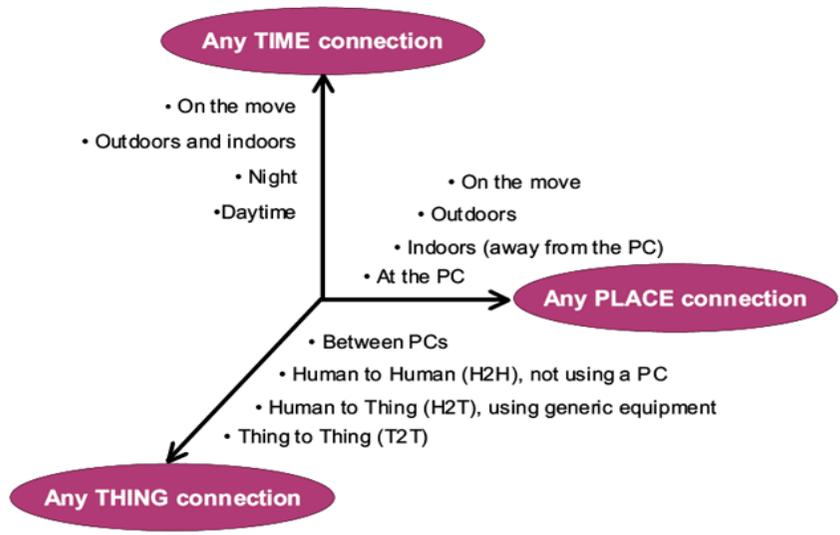


- The networks typically run Low Power Devices  
 - Consist of one or more sensors, could be different type of sensors (or actuators)

# How are the networks changing?

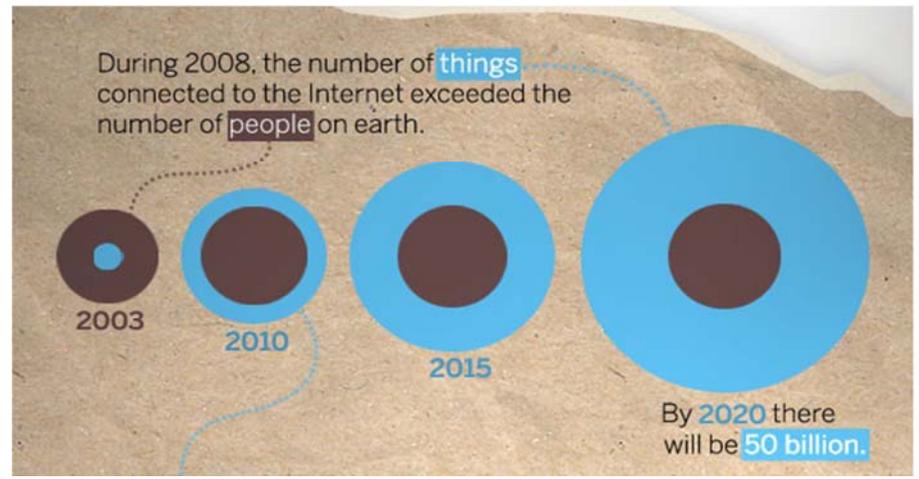
- Extensions
  - More nodes, more connections, IPv6, 6LowPan,...
  - Any **TIME**, Any **PLACE** + Any **THING**
  - M2M, IoT
    - Billions of interconnected devices,
    - Everybody connected.
- Expansions
  - Broadband
- Enhancements
  - Smart networks
  - Data-centric and content-oriented networking
  - Context-aware (autonomous) systems

# Future Networks



Source: ITU adapted from Nomura Research Institute

# "Thing" connected to the internet



Sources: Cisco IBSG, Jim Cicconi, AT&T, Steve Leibson, Computer History Museum, CNN, University of Michigan, Fraunhofer

Image Courtesy: : CISCO

# Opportunities

## Intelligent Systems for a More Connected World

**WHAT ARE INTELLIGENT SYSTEMS?**  
Intelligent Systems are devices that transform how we travel, shop, make things and more.

**7 Connected Devices per Person**  
By 2020 each person will own an average of 7 connected devices!

**COMMUNICATIONS**

**Managed**  
Can be remotely monitored, updated and power controlled

**Connected**  
Shares data through Internet and the cloud

**Secured**  
Protects data against malware, theft and tampering

**#2 Data Breach**  
Medical data disclosure is the second most breached source of data!

**MEDICAL**

**71% of Shoppers are Multi-Channel...**  
based on respondents planning their 2011 holiday shopping!

**RETAIL**

**23.6M Connected Cars**  
23.6 million cars will have Internet access by 2016, rising from 0.7 million in 2010!

**VEHICLES**

**30% Annual Growth Rate**  
Projected increase in connected machine-to-machine devices over the next 5 years!

**INDUSTRIAL**

**Intel Intelligent Systems**

Source: <http://blog.trentonsystems.com/internet-of-things-crosses-business-personal-boundaries/>

# Internet of Things Module

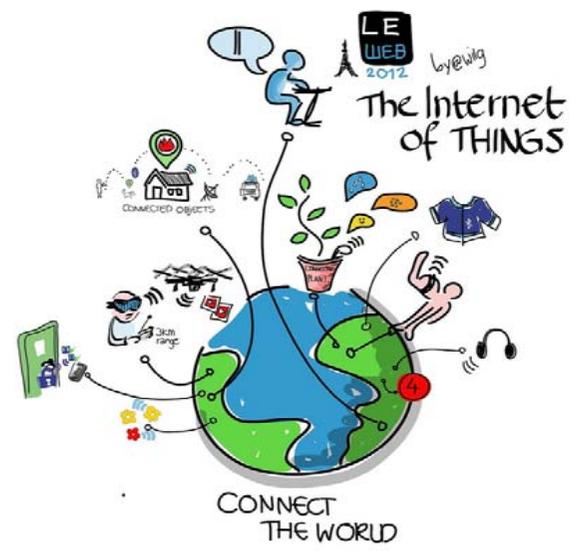


Image courtesy: Wiigengebroad

## “物”的條件



## 物聯網架構

### 應用層

- 個人、家庭及各類產業

### 網路層

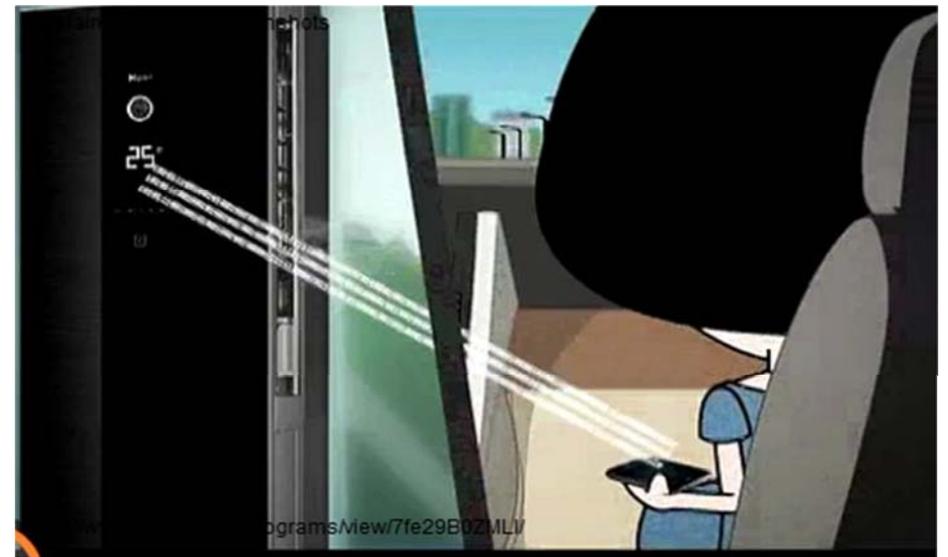
- 2G、3G、4G、5G無線網路、xDSL、CABLE網路等服務，各類網路平台、管理軟體、系統設備、整合系統、各式終端設備

### 感知層

- 各種產品感應技術(RFID、生物辨識器、條碼等等)



## Communication is complicated!





## 結語

- 物聯網本質：
  - 將各種信息通信技術整合集成，而非各獨立的技術和產業發展。
- 撼動人類生活架構的潛力
- 潛力轉換成實力之關鍵：
  - **統一標準**
  - **基礎建設**
- 安全性待規劃改進
- Still a long way to go