

嵌入式系統

資工系
魏凱城

什麼是嵌入系統

- 提到 CPU 我們很直覺的會聯想到 PC ，但事實上 CPU 的應用領域、範圍及採用的數量都遠遠超過 PC 的範疇。
- 以數量來看 x86 的 CPU ，包含 Intel 及 AMD 公司所生產的，加總起來也抵不過其他種類 CPU 總消耗量的 0.1 % ，其中應用數量最大的是在嵌入式系統。
- 數量大說明了嵌入式系統應用的範圍廣，嵌入式 CPU 還包括 Micro Controller 及 信號處理器等等。

”

什麼是嵌入系統

- 嵌入式系統由僅限於工業用電腦普及到家電的領域。這類系統的特性是沒有外接的零配件、具有特定的功能、容積小、穩定性強的特點。系統軟體的設計與規劃須兼顧上述的特性而研發。
- 嵌入式系統的另外一種延伸應用是**PDA**，嚴格講應該是多工的嵌入式系統，因為**PDA**上還有複雜的**GUI**系統，有些系統是與**GUI**系統一起整合在一起，有些則是分開的狀態。
- 另外還有上網機（**Set Top Box**）、**WebPDA**、手機也都算是嵌入式系統的應用之一

什麼是嵌入系統



2G/2.5G
Cellular Phone



PDA



3G Cellular
Phone



I-Video
Phone



IP
Phone



Cable
Modem



DSL
Modem



Bluetooth Enabled
Products



Home Networking



Digital Still
Camera



Digital
Camcorder



PDA
Camera



Network Still
Camera



DAB
Radio



Digital
TV



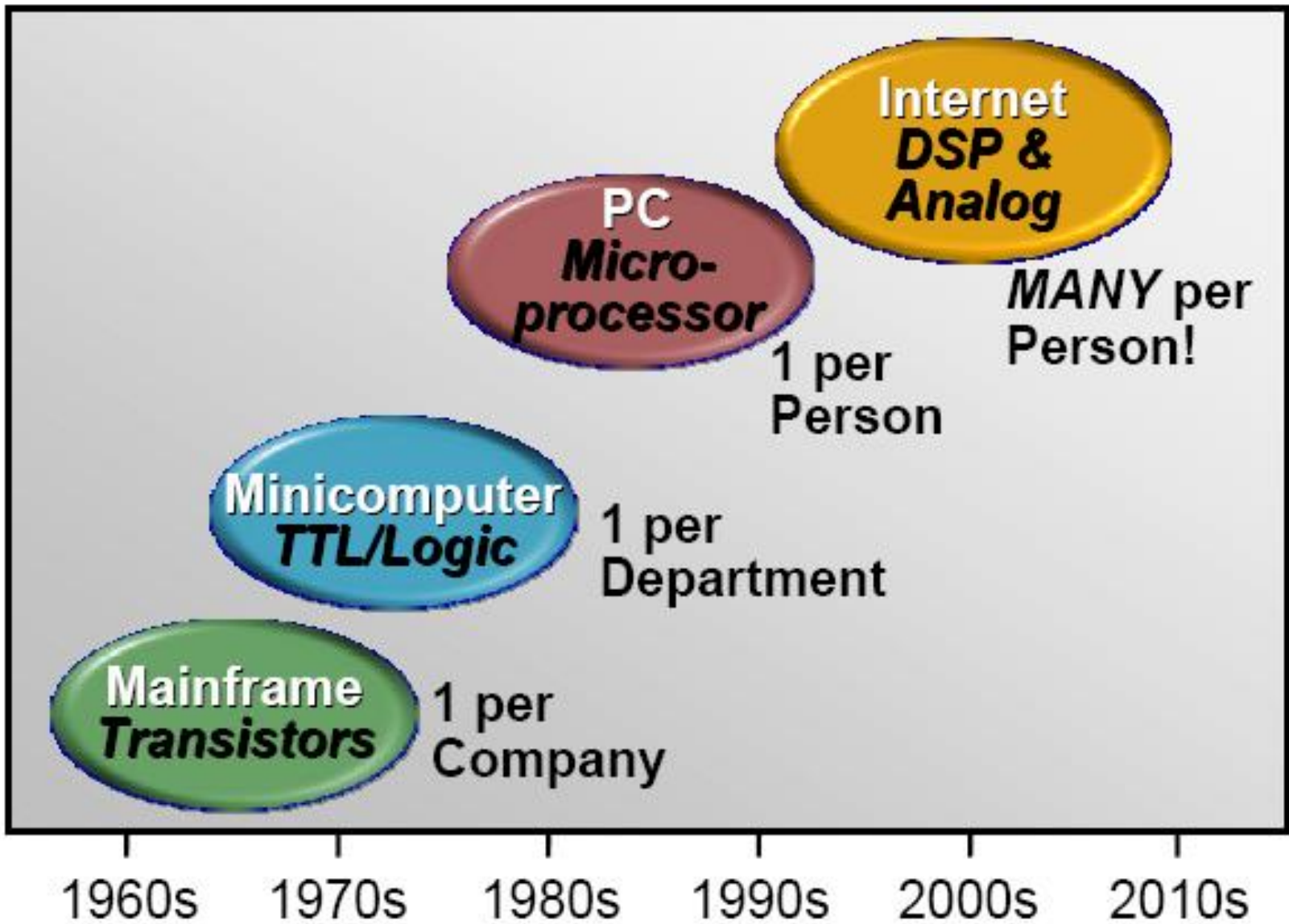
Internet
Audio Player



Digital Video
Recorder/Server



iSTB



Technology Roadmap for Semiconductors

Year	1997	1999	2002	2005	2008	2011	2014
Technology node (μm)	250	180	130	100	70	50	35
On-chip local clock (GHz)	0.75	1.25	2.1	3.5	6.0	10	16.9
Microprocessor chip size (mm^2)	300	340	430	520	620	750	901
Microprocessor transistors/chip	11M	21M	76M	200M	520M	1.40B	3.62B
Microprocessor cost/transistor ($\times 10^{-8}$ USD)	3000	1735	580	255	110	49	22
DRAM bits per chip	256M	1G	4G	16G	64G	256G	1T
Wiring level	6	6-7	7	7-8	8-9	9	10
Supply voltage (V)	1.8-2.5	1.5-1.8	1.2-1.5	0.9-1.2	0.6-0.9	0.5-0.6	0.37-0.42
Power (W)	70	90	130	160	170	175	183

* Source: International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS), Nov. 2002. <http://www.itrs.net/ntrs/publntrs.nsf>.

* Deep submicron technology: node (feature size) < 0.25 μm .

* Nanometer Technology: node < 0.1 μm .

Milestones for IC Industry

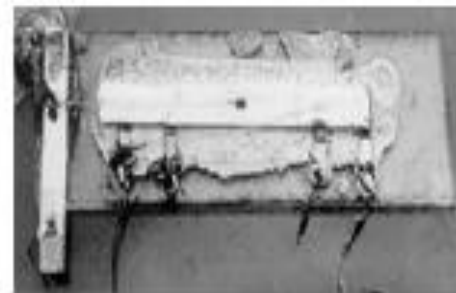
- **1947:** Bardeen, Brattain & Shockly invented the transistor, foundation of the IC industry.
- **1952:** SONY introduced the first transistor-based radio.
- **1958:** Kilby invented integrated circuits (ICs).
- **1965:** Moore's law.
- **1968:** Noyce and Moore founded Intel.
- **1970:** Intel introduced 1 K DRAM.



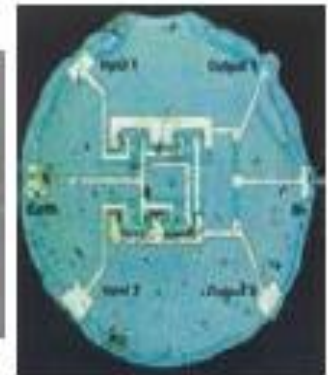
In 1956 John Bardeen, William Shockley and Walter Brattain shared the Nobel Prize in Physics for their discovery of the transistor.



First transistor



First IC by Kilby



First IC by Noyce

Milestones for IC Industry (Cont'd)

- **1971:** Intel announced 4-bit 4004 microprocessors (2250transistors).
- **1976/81:** Apple II/IBM PC.
- **1984:** Xilinx invented FPGA's.
- **1985:** Intel began focusing on microprocessor products.
- **1987:** TSMC was founded (fabless IC design).
- **1991:** ARM introduced its first embeddable RISC IP core(chipless IC design).



Intel founders



4004

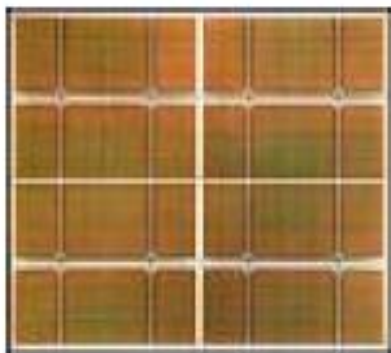


IBM PC

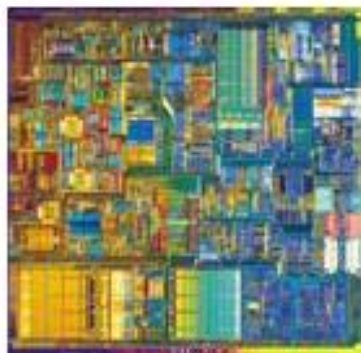


Milestones for IC Industry (Cont'd)

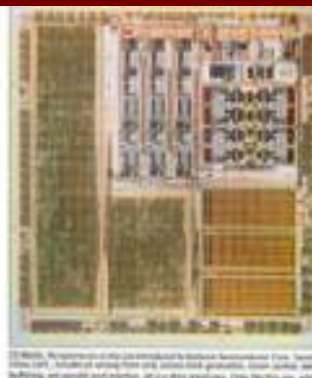
- **1996:** Samsung introduced IG DRAM.
- **1998:** IBM announces 1GHz experimental microprocessor.
- **1999/earlier:** System-on-Chip (SOC) applications.
- **2002/earlier:** System-in-Package (SIP) technology.
- An Intel P4 processor contains 42 million transistors (1 billion by 2005)
- Today, we produce > 30 million transistors per person (1billion/person by 2008).



4GB DRAM (2001)



Pentium 4



Scanner-on-chip



Blue tooth
technology

PC Age

Computer
Focus



- Non-Real Time
- Stationary
- Digital I/O
- μ P and Memory

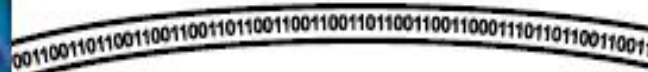


Internet Age

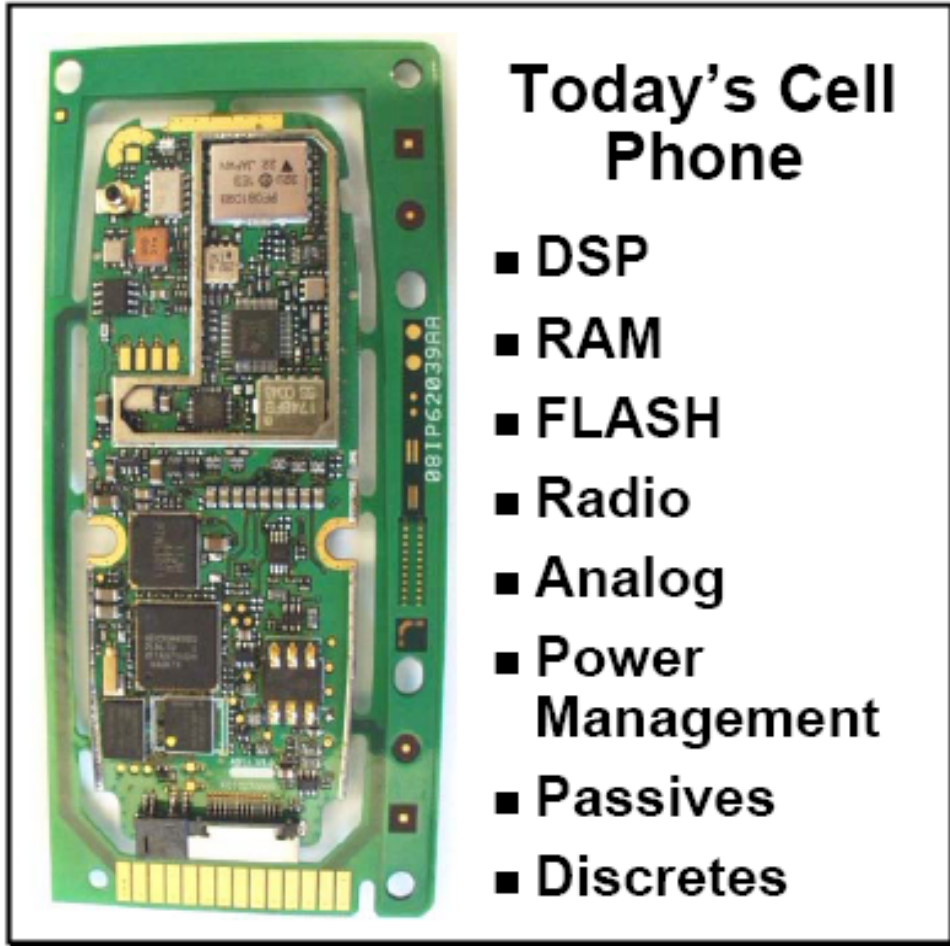
Communication
Focus



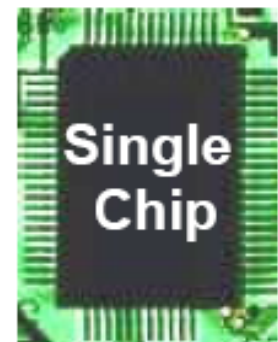
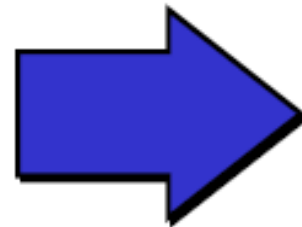
- Real Time
- Mobile
- Analog I/O
- DSP and Analog



A Representative 2G/2.5G Cell Phone



**SOC
Integration**



什麼是嵌入系統

μ P + Memory



DSP + Analog



1980 1990 2000 2010 2020

← PC → ← Communication →

Moore's Law Scaling
70% every 2-3 years

Moore's Law

SOC Integration

Transistor scaling will continue to be an important technology driver. But it will no longer be the sole driver – SOC integration will accelerate in the Internet age.

常見嵌入作業系統

■ DOS

- 微軟一開始選用了派特森的Q-DOS " QUICK AND DISK OPERATING SYSTEM " 為基礎然後再擴充功能而成 MS-DOS , 主要是採用由IBM提供的使用8088 微處理器的電腦作開發平臺, 它是以16 位元組單人單工作業系統。
- 由於系統陽春所以特別適合一些功能簡單裝置使用，例如：**LED 看版**



■ Window CE

- **Windows** 作業系統對於嵌入式系統來說太過於肥大的產物，微軟推出精簡版的 **Windows CE** 作為進攻嵌入式系統的主力。目前主要應用於 PDA 上頭
- **Windows CE**也承襲了**Windows** 系統原有的缺點：耗系統資源、不穩定、效率不佳..等毛病，後來將整個架構重新改寫後推出 **Windows CE 3.0** 版，或稱為 **Pocket PC**
- **Windows CE** 可應用於 PDA、WebPAD、Thin Client等等。下圖是採用 **Windows CE** 為作業系統的 **SIMPAD**



■ Palm

- Palm Computing 公司的嵌入式作業系統，目前最大應用在 PDA，是市場佔有率最高的 PDA 作業系統，Palm 作業系統架構簡潔，因少去了很多功能，如記憶體管理、多工..等，使得 Palm 可以不耗系統資源，硬體需求低，連帶的整體耗電量非常低，因此採用 Palm 作業系統的 PDA 都有待機時間長的優點。附圖為最新 Palm m505 機種。



■ EPOC

- 由英國 Psion 所開發，用於 PDA 與手機結合的場合。最有名的例子 Nokia 9110 系列手機，它就是採用 EPOC 系統。



嵌入即時作業系統

- 即時系統是嵌入式系統重要的一環
- 即時系統並非是執行速度非常快的系統，所謂即時是『即時反應』
 - 一般多人多工作業系統如：**Windows**、**UNIX**，執行的軟體都一起分享 **CPU**，因 **CPU** 速度快，感覺好像可以同時執行多支軟體，其實在系統內部的同一時間內都只有一個程式在執行，每個軟體都必須排隊，而且只用一小段時間後就要換下一位，但因 **CPU** 速度夠快，很快又可以被執行到，感覺不出軟體是一段一段在執行。這是一般所謂的非即時性的作業系統運作模式
- 而即時作業系統具有立即反應且不讓出資源的特性
 - 例如汽車的 **ABS** 煞車系統，如果不採用能夠立即反應的即時系統，後果可就不堪設想。而這類的應用多半多屬體積小、功能簡單的地方
- **QNX** 的 **QNX OS**、**WindRiver** 的 **VxWorks**、**Microware** 的 **OS9**、**pSOS** 等，都是的嵌入式即時系統。

Linux 來發展嵌入式系統有什麼優點

■ 開放原始碼、模組化設計

- 採用 **GPL** 授權，除了把原始碼公開以外，任何人都可以自由使用、修改、散佈
- 核心本身採模組化設計，讓人很容易增減功能，具有高的彈性，可以調校出最適合硬體平台的核心
- **Windows** 是走封閉原始碼路線，完全無法得知或修改它的核心部份

Linux 來發展嵌入式系統有什麼優點

■ 穩定性夠

- Linux 不屬於任何一家公司，但是它的開發人員卻是全世界最多的，每天都有無數的人參與 Linux Kernel 的改進、除錯、測試，這樣嚴苛的條件造就了穩定度高

■ 網路功能強大

- Linux 的架構是參造 UNIX 系統而來，因此 Linux 也承襲了 UNIX 強大的網路功能。

Linux 來發展嵌入式系統有什麼優點

■ 跨平台

- Linux 一開始是基於 Intel 386 機器而設計，但是隨著網路的散佈，各式的需求湧現，因此就有許多工程師於各式平台的移植，造成了 Linux 可以在 x86、MIPS、ARM、PowerPC、Motorola 68k、Hitachi SH3/SH4、Transmeta.. 等等平台上運作。這些平台幾乎涵蓋了所有嵌入式系統所需的 CPU。

Linux 來發展嵌入式系統有什麼優點

■ 應用軟體眾多

- 自由軟體有個很大的特色就是軟體超多，而且幾乎都是符合 **GPL** 標準，換句話說，大家都可以自由取用，因為這些軟體多半是由工程師業餘空暇時間所發展，而且不以營利為性質，所以並不能擔保這些軟體完全沒有 **BUG**，但是仍舊有許多的軟體出現，大家熟知的，嵌入式系統較為相關如：**gcc** 編譯器、**Kdevelop** 整合式開發環境..等等。
- 通常我們都會先在 **PC** 端造出模擬出嵌入式的環境，並直接在上頭開發，因此用的工具也都與開發一般 **Desktop** 軟體類似，良好的工具能夠增加開發的速度。

藍色家電

- 以傳統家電為基礎，融合電腦技術的新型家用電器，性能更為強大的新一代電器。
- 藍色家電以家電廠商的角度更細分出許多不同的領域，可分為四大類：
 - □ 資訊藍色家電。
 - □ 娛樂藍色家電。
 - □ 通訊藍色家電。
 - □ 家庭自動化產品。
- 一是以網路為功能核心。
- 二是以嵌入式系統為技術核心。

資訊藍色家電

- 在過去幾年，家庭裡主要的上網工具是個人電腦，不過現在已經越來越多的裝置具備上網能力，例如當今熱門的嵌入式作業系統我們可以從**PDA**產品上發現。
- 系統設計者必須設法把**PDA**做的人性化並且強調便利性以滿足消費者需求，而其中除了硬體必須做的精簡省電、外殼美觀外、軟體更需要穩定有效率且程式碼小。這裡強調的軟體就是所謂嵌入式作業系統（**Embedded OS**）與架在其上的應用軟體。
- **PDA**是目前資訊家電的代表作之一。

娛樂藍色家電

- 娛樂用途一直是家庭裡家電的重心，傳統上這是屬於黑色家電的領域，隨著更新更快速的嵌入式微處理機以及網路普及後，也逐漸成為藍色家電的重點。
- 包括互動式數位電視、視頻點播、遊戲機等，滿足資訊時代家庭用戶對視、聽、互動遊戲需求為主的產品。
- 資訊工業技術將把這一巨大的傳統市場帶入一個新的境界，其中最具娛樂用途的莫過於遊戲機。

娛樂藍色家電

- 隨著**IT**技術的發展，家用電子遊戲業也進入了一個新的時期，微軟、任天堂與**Sony**三大遊戲主機廠商陸續發表新遊戲主機之後，正式宣告電玩業進入戰國時代。
- 微軟的**Xbox**和任天堂的**GameCube**對搶先一步登場的**Sony PS2**帶來嚴重威脅，三大廠商都絞盡腦汁，希望贏得全球專業媒體和玩家的好評，從所公佈的規格看來，不難發現電玩主機的趨勢傾向整合各種家庭娛樂功能，包括網路連線、**MP3**下載、**DVD**播放等，更成為家庭娛樂的資訊處理中心。
- 三大遊戲主機廠商陸續於**2006**年推出新主機：
 - 微軟**XBOX 360**
 - **Sony PS3**
 - 任天堂**Wii**

通訊藍色家電

- 以往的通訊功能都是由中華電信之類的公司，利用專用的電信設備與線路，建立起密密麻麻的通訊網路，人們要彼此通信的時候，再拿起電話撥電話號碼，進行交談。
- 隨著**Internet**的廣佈，使得生活在這個世代的人們又多了一項通訊的管道，例如：透過電子郵件、即時通訊、視訊會議、或是網路電話等，除了多一項通訊的管道之外，事實上也改變了許多人的溝通方式。
- **Voice over IP**服務(**VoIP**):透過網路電話與其他人進行語音交談的一種新興技術。
- **VoIP**即網路電話，主要操作方式是發送端將聲音的類比信號經**A/D**轉換成數位化資料後，再將資料經編碼器編碼、壓縮與根據相關協議進行資料封包化成**IP**封包的形式，以傳輸於**Internet**上之點對點(**End-to-End**)的即時通訊功能。

家庭自動化產品

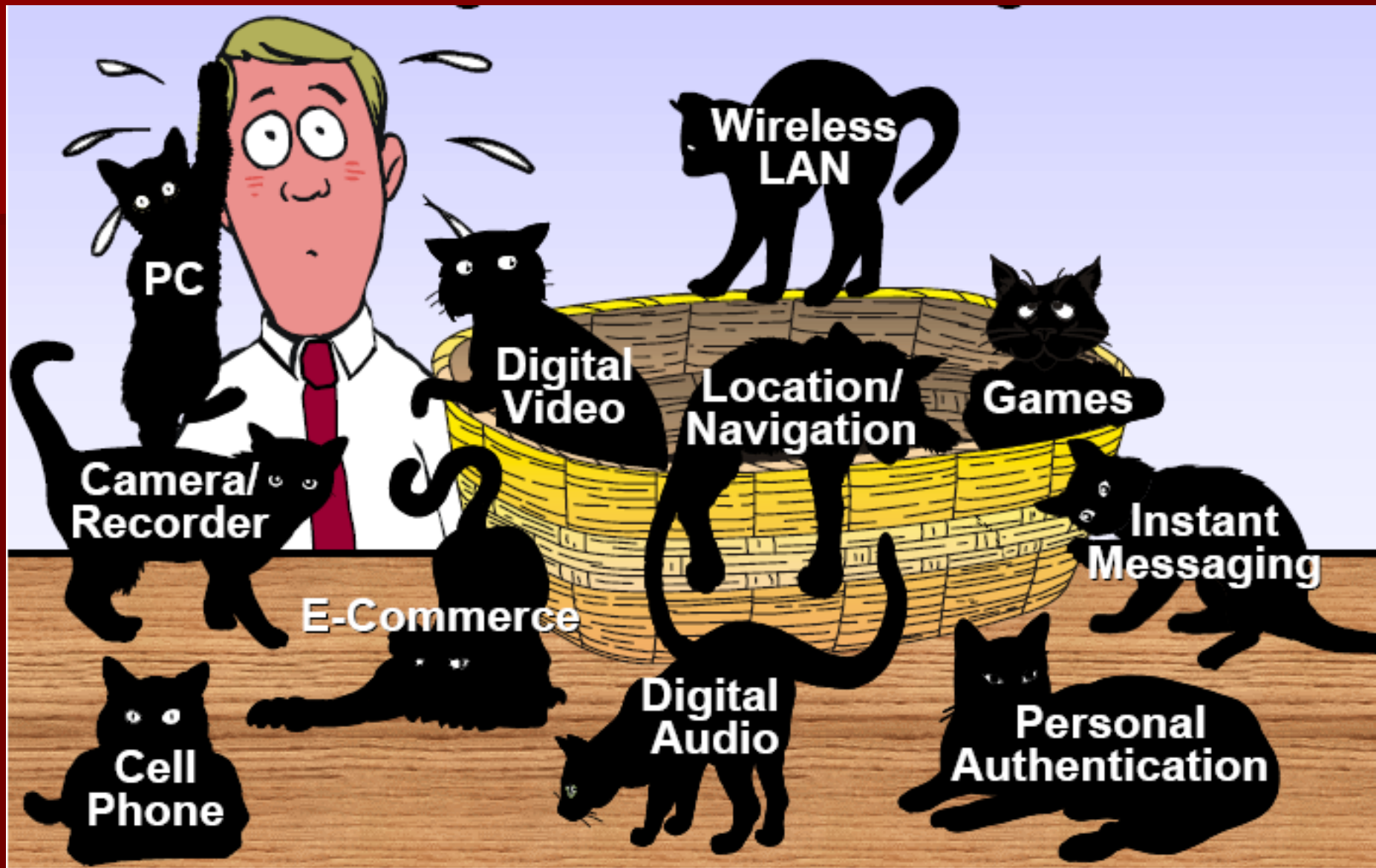
- 家電產品具有連接網路的功能之後，可以做的事情就超越了傳統的想像，但是如果還加上自動化的功能，將會打破原本人們對家電的認識。
- 利用資訊工業技術實現黑白藍家電之間互聯和相互控制，從而大幅提升現有家電的功能範圍。例如：包括家庭安全防護系統、電器自動化日常起居控制等。

數位家庭

- 所謂”數位家庭”，就是家電產品數位化以及透過網路傳輸將家庭中所有數位化電子產品整合的概念(**Digital Convergence for the Digital Home**)，強調的概念在於無論在任何地方(**Any Place**)均可隨時(**Any Time**)透過任何一種數位化產品(**Any Device**)享受數位化的內容(**Any Content**)。
- 最近幾年之內，許多的消費性電子產品的出現，包括了各式各樣可移動或是不可移動的裝置，提供消費者很容易地擷取、觀看與管理大量的數位內容資料，並且進一步的讓這些內容從桌上型電腦移至家中的任一個地方。

數位家庭

- 未來數位家庭中主要產品應囊括下列六大項產品並加以整合，其中包括顯示器產品、網路傳輸、多媒體應用、**PC/NB**、手持式產品及儲存類產品。
- 多媒體技術的進步與**IP**網路的發達的幾個重要的成熟環境：**數位裝置熱賣**：包括了音樂播放機、數位相機、數位攝影機、**DVD**播放機、多媒體行動電話以及**PVR**等等。
- 寬頻到府：例如**DSL**與**Cable**。
- 家用網路建設：包括有線或是無線的上網裝置、點對點連線等網路建設。



PC

Wireless
LAN

Digital
Video

Location/
Navigation

Games

Camera/
Recorder

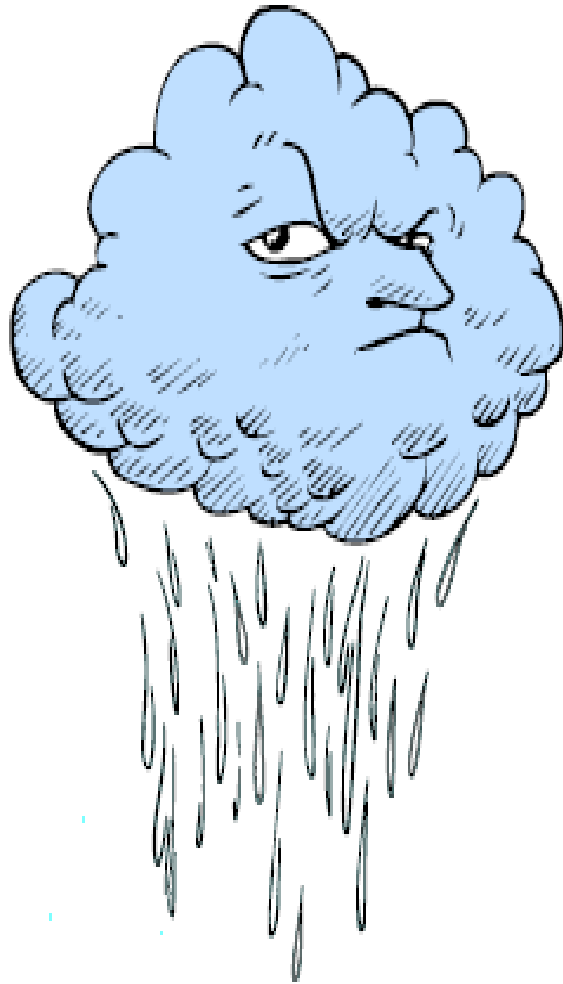
Instant
Messaging

E-Commerce

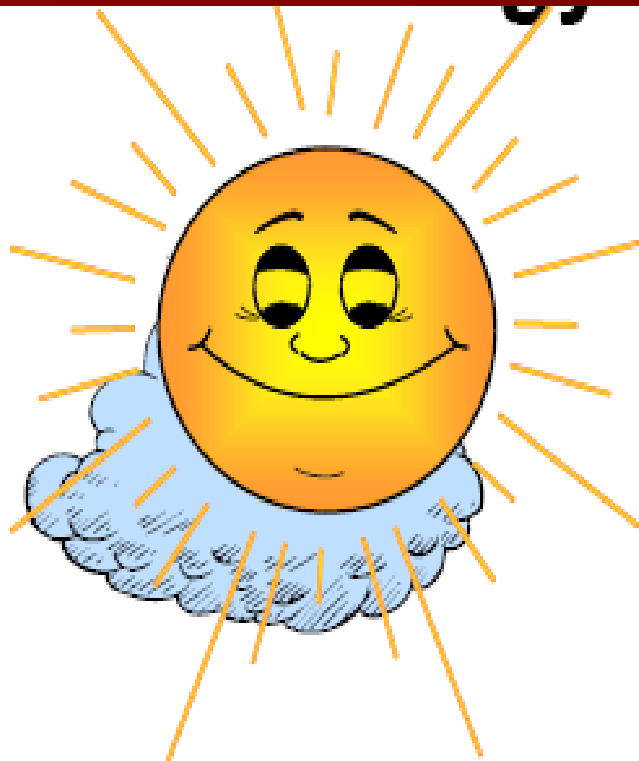
Digital
Audio

Personal
Authentication

Cell
Phone



**Moore's Law is predicted
to stagnate toward the end
of the decade ...**



Moore's Law is predicted to stagnate toward the end of the decade ...

... but SOC Integration has the potential to continue IC cost reduction and to perpetuate growth of Personal Internet Products.

