

家庭網路的發展現況與未來趨勢

羅濟群、陳宇佐

交通大學資訊管理研究所

摘要

人類社會是一個動態變化的大環境，近幾年來由於資訊科技與網路技術的高度發展與應用，使得產業活動與人類生活因而產生相當大的變化；以資訊設備使用環境的角度來看，網際網路依舊是當前資訊科技應用的主要平台，唯一不同的是，面對網路家庭化的快速變革，家庭網路已經自網際網路延伸而出，成為未來最重要的資訊流通平台之一；除此之外，以資訊設備的發展角度來看，強調高度運算的 PC 時代已近尾聲，而以網網相連、強調以服務及軟體價值為主要訴求的後 PC 時代正式來臨，新型態的電子資訊設備將取代 PC 成為主流，而這些新型態的資訊設備必須整合運算、儲存、溝通…等系統功能於一身，並進一步與家庭功能結合在一起，使得人類未來的生活進入一個更為全面資訊化的境界；無可諱言地，具備家庭功能的資訊設備（或稱資訊家電）與家庭網路的發展已經成為電子資訊產業界中一股無法阻擋的發展趨勢。

本文針對近幾年來家庭網路相關議題在學術界與產業界的發展作一番介紹，包括家庭網路的相關協定，以及設備通訊技術（有線技術與無線技術）的發展；文中將家庭網路的組成分成三部分，包括：應用架構、傳輸機制與資訊家電，並試圖針對這四部分提出家庭網路面對未來趨勢的建議研究方向。

關鍵字：家庭網路、資訊家電、系統單晶片

Current Status and Future Prospect of the Home Automation Network

Chi-Chun Lo, Yu-Tso Chen
Institute of Information Management
National Chiao-Tung University

ABSTRACT

Information and Networking technologies are the prime movers that make the human society better. For the viewpoint of operation platform, the Internet, based on TCP/IP protocol, is still the popular and widely applied environment. And it is invading to the home life, called home automation network (HAN), step by step. For the viewpoint of research and design of information devices, the growth of the general computing devices such as PC and communication devices becomes slow. The next generation products what the IT vendors pay attention to are information appliances (IAs). All of these clearly show out the importance of HAN and IAs. By the reason, this paper tries to list out some related topics of three research directions, include the application architecture, the transformation mechanisms, and the IA, of HAN.

Keywords : Home Automation Network, Information Appliance, System on a Chip

壹、前言

科技是帶領人類社會進步的主要動力之一，以近幾年來的科技發展來說，網路是觸發科技快速成長的最大功臣。一般來說，網路的好處在於能方便且迅速地傳遞資料或訊號，使得建構在網路上的各種應用能顯著地提昇效率，尤其是網際網路（Internet）的盛行，憑藉其軟硬體支援度高，使用成本低廉，成為當前應用層面最廣的網路架構；從早期在國防、學術上的研究，到商務活動的引入，網際網路這個無遠弗屆的科技產物，很快地改變人類社會的運作模式，而這些模式都被套上「e化」的字眼，舉凡：e-Business、e-Learning 乃至於 e-Life；換言之，網際網路的應用已經從商業交易、教育文化傳承，漸漸滲入日常生活。尤其是近幾年來，電子資訊相關產業紛紛聲稱「後 PC 時代」已然來臨，導致 3C（Computer、Consumer、Communications）整合趨勢的演進，更使得硬體設備的發展方向也有所修正，一般的運算設備（如：個人電腦（Personal Computer，PC））或傳統通訊網路設備的成長已漸趨緩慢，取而代之的是資訊家電（information appliance，IA）與行動通訊設備的研發，這在在證明了 e-Life 的未來趨勢。

從使用場合的角度來看，e-Life 的意義在於日常生活中資訊設備能否普及應用！而基於 IA 的使用絕大部分還是涵蓋在家庭裡，所以，家庭網路（home automation network，HAN）自然成為探討 e-Life 時最基本且最重要的主題；或者可以說，HAN 是實現 e-Life 的主要基礎建設（infrastructure）之一。有鑑於家庭網路涵蓋的範圍相當廣泛，而從整體性角度分析家庭網路的文獻並不多，為能清楚描述及分析家庭網路，本文擬將

HAN 的概念性組成架構粗略地分為應用架構、傳輸機制及資訊家電三個部分，如圖 1 所示。

圖 1 最上方的應用架構是使用者最直接接觸的部分，使用範圍涵蓋遠端呼叫設備…等操作功能以及使用者查詢設備狀態…等管理功能。事實上，某些家庭網路架構早在 1990 年前後就已經陸續被提出，比較著名的整體性應用架構包括：由 Electronic Industries Association（EIA）提出的家庭網路標準 Consumer Electronics Bus（CEBus）、由 European Home Systems Association（EHSA）提出的 European Home Systems（EHS）…等。以 CEBus 為例，它制訂了相當完善的家庭網路相關機制，包括：可供傳輸用之實體介質規範、各協定層間的網路封包格式、標準的訊息描述語言 Common Application Language（CAL）…等。

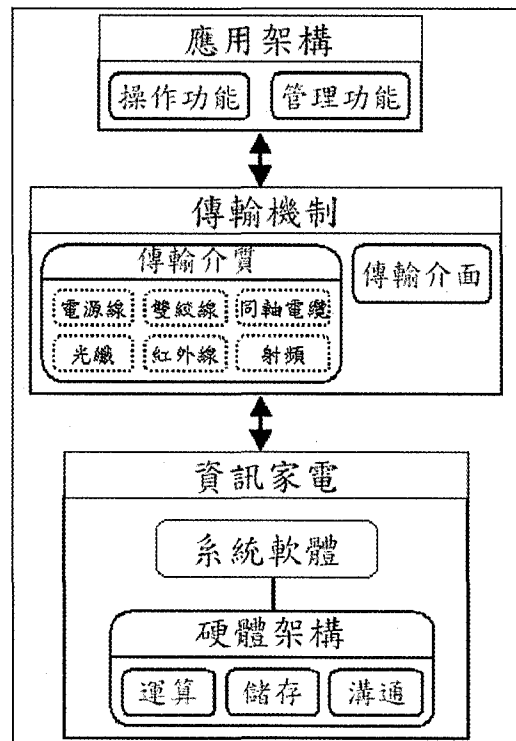


圖1：家庭網路之組成架構圖

傳輸機制乃是以資訊傳送的角度為考量，無論是大量的多媒體資訊或是簡短的控制訊號，都是必須在資訊家電之間相互傳遞，因此，將家用設備連成類似區域網路的型態是 HAN 的基本想法；然而，可在家庭網路中使用的傳輸介質種類相當多，舉凡：電源線（Electric Power Lines）、雙絞線（Twisted Pairs）、同軸電纜（Coaxial Cable）、光纖（Optical Fiber）以及無線（Wireless）技術之紅外線傳輸、射頻傳輸…等；此外，彼此串接的資訊家電應有一致的傳輸介面標準，譬如：universal serial bus（USB）、IEEE 1394…等。

資訊家電包括硬體架構與系統軟體兩部分。硬體架構是以設備功能的角度為依據來探討資訊家電的硬體需求，因為資訊家電在應用面（操作與管理）的功能需求上，並不一定需要靠能提供複雜運算能力的個人電腦來處理，所以，資訊家電對硬體的需求可以較寬鬆。事實上，電腦的設計原為提供強大的運算功能，因此，在辦公室裡使用 PC 來輔助工作進行是合理的，但若為了處理家庭內的信號，或為了擷取家庭之外的多媒體資訊而使用像 PC 一般的複雜硬體架構，似乎並不經濟；換言之，當大部分的家電設備在使用上僅需要適當的運算能力、少量的儲存空間以及相互間的溝通協調功能即可時，將運算、儲存與溝通功能整合在同一個硬體裡就成為資訊家電在硬體設計上的基本考量；也就是說，資訊家電的硬體核心理想上是整合性的晶片，或被稱之為系統單晶片（system on a chip，SOC），而將家庭生活功能交由低成本且功能單一的家用設備註¹來處理是探討家庭網路 HAN 的基本前提。至於系統軟體，其主要功能在

於輔助軟硬體間的溝通協調，這個中介的元件必須提供控制或驅動硬體架構中各功能元件或整合性功能元件的方法，包括：處理器管理、記憶體管理、儲存設備管理…等。

綜合以上的描述，各組成架構間的關係是密切的，一個理想的家庭網路架構能提供一個人性化的居家環境，使得所有與人相關的服務及設備都能彼此適時適地地溝通，且在 HAN 中使用的 IA 都必須能提供充分的方便性、舒適性與安全感。換言之，網路應用將完全進入人類的生活，在無法感覺到網路存在的同時，卻又能隨時享受到網路所帶來的好處。

本文在內容架構上共分為五個章節，在下一個章節中將探討家庭網路的相關研究、重要議題以及現況之發展；第三章探討家庭網路的特性；第四章提出本文認為在家庭網路的相關議題上值得注意的研究方向；第五章則為本文之結論。

貳、家庭網路的研究與發展現況

家庭網路的建置較一般辦公室的網路建置有相當程度的不同，主要必須考慮的是資訊家電間彼此串連方式的相互配合，以及在不抵觸家用功能的前提下，可加諸的附加價值，例如：遠端設定、遠端操作…等。事實上，家庭網路的探討並非是近幾年來才有的話題，和 Internet 一樣，許多與家庭網路有關的開放標準是在被大多數人注意之前就已經存在的，相關的標準或規格包括定義在 EIA 600 之中的 CEBus[1]、EHSA 提出的 EHS[2]，以及定義在 EIA 709 之中的 LonWorks[3][4]…

註¹ 家用設備的內含中央處理器，以低成本、低耗能、高整合度為設計考量，可能是較精簡的 x86 架構或其他系統單晶片架構。

等。而在這些標準中，CEBus 算是較著名的一個參考標準。

1990 年前後，EIA 提出一套家庭網路通訊標準 CEBus，CEBus 是一種開放式的網路架構，其目的在於提供廣泛的家用設備互連機制，使能允許多種傳輸介質的使用（包括：power line 之 PLBus、twisted pair 之 TPBus、coaxial cable 之 CXBus、fiber optic 之 FObus、Radio Frequency 之 RFBus 以及 Infrared light 之 IRBus），以達到設備間能進行溝通與控制。CEBus 是在學術研究中最常被探討的家庭網路架構，早期的研究大多侷限在 CEBus 的細部規格探討 [5-9] 以及標準訊息描述語言 CAL 的研究 [10-12]，而建構在 CEBus 之上的應用也多侷限在單一的家庭網路封閉環境中 [13][14]。直到 1995 年，Olshansky、Ruth 以及 Deng[15] 提出 residential LAN 的想法，認為家庭內資訊服務的存取非僅來自 HAN 本身，也可能來自 HAN 之外的公眾網路，而溝通的媒介可以是有線或無線的技術。1997 年，Holiday[16] 正式探討一個相當重要的元件：residential gateway(RG)，RG 是介於 HAN 與其他戶外通訊網路之中介橋樑，合理的 RG 使用能大幅降低 HAN 在應用架構設計上的複雜度，而 RG 這個名詞與觀念，仍舊是目前在探討 HAN 時最重要的一個要素。自 1997 年起，Desbonnet 與 Corcoran 探討以 RG 為基礎，建構在 CEBus 之上的軟體架構 [17][18]，該架構支援透過 world wide web (WWW) 進行分散式運算之主從式環境；1998 年，Corcoran 更進一步提出三層式的軟體架構 [19]。這些以 CEBus 為探討基礎的架構在理論上已經相當完整，然而以 CEBus 為設計基礎的實作模組或實際產品卻不多，軟硬體之支援度不足與通訊協定的應用普及度不高也許都是瓶頸。

儘管如此，近幾年來與家庭網路相關的研究仍然持續進行，同時也有許多實際的產品被設計出來，包括：以電源線為傳輸介質的 X10[20]；以雙絞線為傳輸介質的 Home Phone-Line Network Alliance (HomePNA) [21]；以同軸電纜為傳輸介質的 CableHome[22]；以及目前最熱門的無線傳輸技術，如：IEEE 802.11 針對家庭網路部分 (IEEE 802.11 frequency-hopping (FH)、IEEE 802.11 direct-sequence (DS))、broadband radio access networks (BRAN) [23]、digital enhanced cordless telecommunications (DECT) [24]、shared wireless access protocol(SWAP) [25] 以及 Bluetooth[26]；然而依 open systems interconnection (OSI) 網路參考模組的架構來看，這些規格多屬於較底層的模組，尤其多歸類於 physical、data link 及 network 三層，至於較高層級的模組探討與使用，相對地就比較缺乏。

在 2000 年，探討整體性家庭網路架構的文章陸續在學術期刊及研討會中被提出 [27-29]；而資訊家電的硬體研發廠商也開始在硬體規格制訂之外，重視軟體架構的研究，例如：Hewlett-Packard 所提出的應用平台 Chai[30]…等。換言之，對於家庭網路的研究，已漸漸不再以硬體或資料傳送技術為研究主題，開始注意建構在資訊家電之上的應用與管理，朝向更為合理的軟硬體整合方向作研究。此外，產業界對 HAN 的投入持續熱絡，各領域大廠舉凡 Cisco、Intel、Nortel、Motorola、Lucent、3Com、IBM、Panasonic、Sony…等，莫不將 IA 與 HAN 的規格制訂與產品開發視為未來產業發展的一大重點。

參、家庭網路的特性

家庭網路就像是某一種區域網路架構，倘若將家庭網路視為網際網路的延伸實不為過，這樣的觀念就好像是企業利用 Intranet 來建置其企業網路（enterprise network）一般，這種以 TCP/IP 為基礎的家庭網路架構可以立即擁有以下好處：

1. 協定與伺服軟體的移轉或更改較容易。
2. 現行可用的應用軟體及開發工具相當多。

儘管如此，家庭網路與一般通訊網路在許多特性上仍有明顯的差異，包括：使用目的與設備本質。一般而言，家用設備為滿足使用者的使用目的必須提供的功能包括：

一、視聽娛樂功能：

提供來自於家庭內部與家庭之外的視聽資訊，包括：家用音響播放音樂 CD、觀賞有線電視提供之電影長片、玩電視遊樂器…等。

二、溝通功能：

信件往來與電話聯繫…等。

三、設備之操作與控制功能：

照明設備的操作、空調系統的設定…等。

四、安全防護功能：

防盜保全系統、消防警示設備、監視系統…等。

而在設備本質方面，家用設備具有以下特性：

1. 種類多且繁雜。
2. 功能訴求單一而明確。
3. 可移動性高。

4. 絕大部分屬於小型設備，僅需要簡單的運算、儲存與溝通能力。
5. 除了視聽娛樂…等多媒體應用外，大部分設備僅需要單純的上網需求及少量頻寬（遠端控制管理用）。

以使用特性的角度來看，家庭網路裡家用設備的使用多屬於資訊的傳送分享與遠端操作管理，其中又以遠端操作管理的使用頻率較高；目前，在網際網路上已經有許多資訊分享與遠端操作管理的解決方案被提出，但基於家庭設備在使用目的及設備本質上不同於一般強調運算能力的電腦設備與通訊器材，使得適用在網際網路上的軟體架構或解決方案，並不能完全適用在家庭網路上。

有鑑於此，在探討由資訊家電所構成的家庭網路時，有些重要的功能特性是應該被考慮的，這些特性包括：

1. 適當的頻寬分配：因為家用設備的功能明確，所以，可依設備的使用特性予以適當的頻寬分配，例如：娛樂資訊的傳送需要較大的頻寬，而控制資料的傳遞就僅需要些許頻寬即可。換言之，家庭網路在資料的傳輸上需要某種程度的服務品質保證（quality of service，QoS）。
2. 隨時連線、隨處連線：以即時（real time）遠端操作管理為需求，所有資訊家電必須保持 on-line 的狀態；加上資訊家電必須移動的機會很高，所以，必須具有動態組態（auto-configuration）的特性。
3. 人性化操作介面：因為資訊家電的使用者是一般的家庭成員，所以，在操作介面的設計上必須非常人性化，最好是以自然語言（輔以語音辨識技術）作為操作上的主要方法。
4. 功能協調機制：資訊家電的設計在於建構更方便的家居生活，所以，對於資訊家電的使用應考慮如何擺脫傳統家電的

桎梏。正如前文所述，家用設備的功能訴求單一而明確，以致於使用者為滿足某一項使用目的（如：欣賞影音光碟），必須同時操作及調整不同家用設備的功能與狀態（如：開燈、開電視、開光碟設備、開音響設備，並於坐定位置後再視需要分別作微調），事實上，在家庭網路中應善用軟體提供功能協調機制，使資訊家電的應用更具智慧。

5. 穩固安全：家庭網路是一種區域網路，但是這樣的區域網路是建立在公眾網路之上，所以，在安全性的考量下，家庭網路必須提供類似企業內網路防火牆…等相關資訊安全防護。

肆、家庭網路的研究方向

根據前文所述，家庭網路與資訊家電的發展確實是國內外產學界爭相探討的主要方向之一，即使家庭網路在設備的邏輯分佈上看似一般的通訊網路，但因家庭網路在設備特性及功能需求上明顯異於一般通訊網路，使得原本在一般通訊網路上可正常運作的理論或機制，在導入家庭網路時必須進行適度的修正；有鑑於此，家庭網路的相關機制的確亟待研究。針對家庭網路的未來研究方向，以圖1之家庭網路組成架構圖為基礎，建議各組成部分之研究方向如圖2所示：

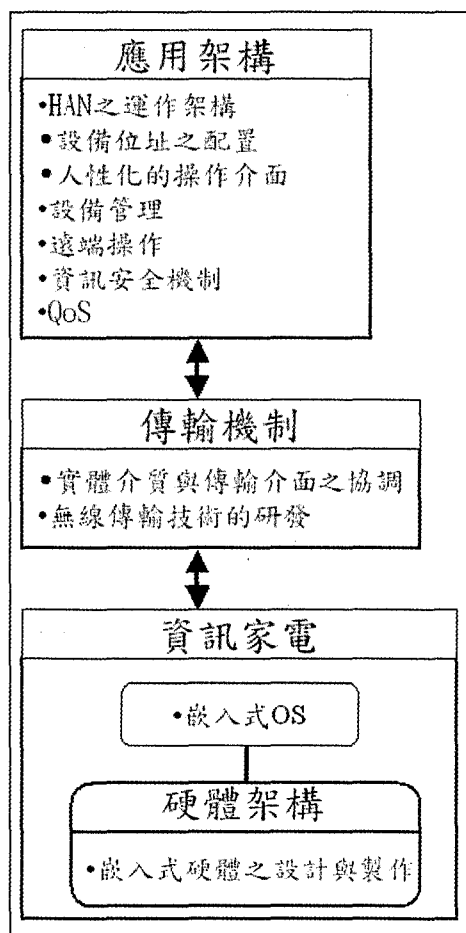


圖2：家庭網路之研究方向

1. 資訊家電：在硬體架構方面，整合式的嵌入硬體是目前國內外產學界一致公認的發展方向，而國內的電子資訊產業（尤其是半導體產業）在這方面具有相當的先天優勢，無論是設計或製作都具有相當水準。加上著名大廠如：威盛、矽統…等，相當重視整合晶片之研發，若能配合學術界在嵌入式系統領域裡的研究成果，期能為台灣電子資訊產業在資訊家電與家庭網路的競爭裡，先立下穩固的基礎。至於在系統軟體方面，因為作業系統是操作硬體的介面，其重要性自然不言而喻，而執行在嵌入式硬體之上的作業系統，自然以體積小、功能精簡但齊全為設計原則，目前多以 embedded Linux 作為較理想的作業系統參考；國內在嵌入式作業系統的研究上一直不遺餘力，財團法人資訊工業策進會之技術研究處暨系統軟體實驗室針對嵌入式軟體系統之研究投入相當心血，且成果斐然 [31]。

2. 傳輸機制：主要分為兩個方向：

(1) 實體介質與傳輸介面之協調：資訊家電因本身設備本質與使用時機之不同，各自有其適用之通訊媒介，以致於家庭網路必須面臨有線技術與無線技術的參雜使用。因為這些傳輸介質與所使用的傳輸機制幾乎都是同時存在於 HAN 之中，所以，全盤兼顧的對內通訊網路架構就顯得相當重要。此外，資訊家電的操作使用與管理，絕對不會僅只侷限於 HAN 的範圍內，許多資訊的傳遞勢必來自於 HAN 之外，更可能自 HAN 傳出，所以，對外的通訊網路架構同樣不容忽視。由此可知，資訊家電間與傳輸功能有關的通訊協定之協調就顯得格外重要。應具備的協調功能包括：避免封包碰撞、進行不同實體介質之封包轉

換…等。為能兼顧各式各樣的傳輸標準與規格，家庭網路在通訊機制方面必須具備相當的廣度，以整合或轉換不同的通訊協定。

(2) 無線傳輸技術的研發：以設備操作的方便性來說，無線遙控技術漸漸成為使用各種家電設備的標準工具；以設備安裝的便利性來說，除了使用現存的有線線路（如：電源線、電話線）外，盡可能不使用新的有線線路是相當重要的配置考量，換言之，資訊家電的安裝配置應以毋須重新佈線為原則；此外，使用無線傳輸技術的設備應考慮避免受到其他電器或通訊設備的干擾，而傳輸的涵蓋範圍必須能到達家庭中的任一角落。有鑑於此，家庭網路對於無線技術的需求與日遽增 [32]，相對地，無線傳輸技術研究的重要性自然水漲船高。

3. 應用架構：整合性的家庭網路應用是目前在實務研究上最為缺乏的一環，正因為應用架構在學術研究及產業研發上的缺乏，本文認為應用架構的標準制訂將是攸關未來電子資訊產業發展的核心關鍵，而值得專研的研究方向包括：

(1) HAN 之運作架構：依前文所述，家庭網路可被視為一種區域網路，在這個區域裡，家用設備間可以進行資料共享與操作管理；然而，家庭網路的價值並不僅止於此，聯外通訊反而更形重要，無論是視聽娛樂方面的隨選視訊（Video on Demand）、隨選音訊（Audio on Demand）、線上遊戲，或是 Voice over IP 的對外溝通，乃至於資訊家電的遠端操作，甚至於消防保全系統的監督警示，全都必須仰賴與外界的聯繫，因此，家庭網路的聯外通訊是非常重要的議題。而

家庭網路中的內外通訊機制或應用服務，都必須藉助 RG 以求達成，所以，RG 實可視為家庭網路之中樞設備。一般來說，目前在 HAN 的設計上確實較傾向集中式的架構，以 RG 為運作中心，然而，集中式架構是否適用於資訊家電種類繁多的 HAN，絕對是值得研究的議題，若設計得當，分散式之 HAN 架構或許更為適用。

- (2)設備位址之配置：無庸置疑地，HAN 是 Internet 的延伸，換言之，當 HAN 中的 IA 存取 Internet 時，必須要有唯一的 IP address；然而，資訊家電何其多，即使使用 Ipv6 恐怕也不足以分配，所以，如何適當地分配 IP address 即成為一項重要課題；或者可考慮使用家用設備名稱與網路位址間之轉換與配對機制，使得在有限的 IP address 分配情況下，仍能為大量的 IA 設備進行命名與定址。
- (3)人性化的操作介面：以 Web 為基礎的多媒體操作介面自然是基本條件，但真正符合自然操作的方式將是催化家庭網路發展的絕對因素，因此，與使用者介面相關的技術，尤其是以人工智慧為基礎的辨識技術值得研究。
- (4)設備管理：因為 HAN 可視為 Internet 的延伸，所以，HAN 同樣有網路管理的需求，在 HAN 中的網路管理機制之設計可參考 SNMP 等標準協定，但須考量資訊家電的軟硬體功能與一般計算通訊設備之差異，作適度之修改，以符合適用性。
- (5)遠端操作：遠端操作是 HAN 最具體的功能之一，理想的應用架構可允許使用者以任何設備（包括：

PC、個人行動助理、行動電話…等），透過網路以圖形介面、語音輸入…等方式，針對家庭網路中的指定設備進行遠端操作。善用軟體代理人將是不錯的可行方案，尤其是行動計算（mobile computing）在軟體架構上有其優越性，使得行動代理人（mobile agent）將是讓家庭網路應用更具智慧的關鍵技術。

- (6)資訊安全在家庭網路中的相關研究：家庭網路應具備穩固安全的功能特性，包括遠端登入時之識別機制；設備之使用權限控制；資訊傳送時之安全性議題…等。
- (7) QoS：家庭網路應具備適當頻寬分配的功能特性，依設備的使用特性予以適當的頻寬分配；資訊傳送時之流量控制或服務品質之保證，主要的考量點應是設備的應用特性及使用時機。

伍、結論

無庸置疑地，IA 絕對是這一年來最熱門的資訊話題之一，在每天新聞媒體（無論是傳統式或電子式）的報導中總會出現這一個資訊名詞，所以，想進一步取得 IA 的資訊並非難事，只要透過搜尋引擎以“資訊家電”或“IA”為關鍵字進行搜尋，即能取得許多相關資料，本文對這些相關內容即不作贅述。然而，值得關注的是，這些探討 IA 的報導或文章的內文大綱都談些什麼？據初步地歸納結果發現絕大部分談的都是 IA 的願景、IA 對國內外電子資訊產業的衝擊、某某企業將重心投入 IA 市場、某某技術有助於未來 IA 的發展…等。事實上，以客觀的角度來看，IA 的產品發展似乎是雷聲大雨點小，因為，IA 到底是什麼樣的裝置設

備，似乎並沒有公認的標準，IA 應該具備哪些功能或是應該如何分類，也似乎不曾看到較正式的相關研究，此外，IA 產業也絕對不會是單純的個別產業，與之相關的上下游產業相當複雜，包括：光電、半導體、電信服務、網路服務…等。而 IA 也不僅只是硬體方面的研發，建置在硬體之上的軟體應用尤為重要，因為倘若只是製造出一台能上網的家電，卻不能明確指出這樣的資訊設備能達到什麼樣的合理應用，似乎是本末倒置之舉。也就是說，目前的發展多以硬體研究為導向，理想上應以應用面的研究來帶領整個發展方向。因此，在 IA 產業的研發競爭中，相關的學者或研發人員應在硬體設計或產業發展趨勢之外，審慎思考應用層面的議題。而與 IA 相關的整合性應用方向則與家庭網路的研究議題息息相關。

網際網路的快速發展，讓早期人們認為不可能的事變成事實，例如：網路購物。同樣的道理，透過辦公室電話命令電子鍋煮十人份白飯或命令機器傭人收取陽台上的衣服，以及透過行動電話或車內導航電腦操作車庫及室內照明設備之開關，相信將不再是遙不可及的夢想；再加上人工智慧相關技術的進步，透過語音辨識系統操作資訊家電的情景將是指日可待！總而言之，家庭網路所造就的將是更方便的隨意通訊，對於資訊的存取以及各種設備（無論是資訊家電或辦公室內的 PC、印表機）的遠端操控將更為全面。而家庭網路的軟硬體發展正是方興未艾，公認的標準仍尚未統一，因此，隨時掌握家庭網路的發展動向是國內產官學界的共同目標與責任，因為，家庭網路已經成為下一波電子資訊產業競相角逐的主力戰場。

參考文獻

1. <http://www.cebus.org>
2. <http://www.ehsa.com>
3. <http://www.echelon.com>
4. R. Raji, "Smart Networks for Control", IEEE Spectrum, June 1994
5. J. Hofmann, "An Overview of the Consumer Electronic Bus", ICCE 90. IEEE International Conference on Consumer Electronics, 1990
6. B.E. Markwalter, S.K. Fitzpatrick, "CEBus network layer description", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 35, No. 3, Aug. 1989
7. G. Evans, "The EIA Consumer Electronic Bus Twisted Pair Network", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 37, No. 2, May 1991
8. J. Hofmann, "The Consumer Electronic Bus Infrared System", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 37, No. 2, May 1991
9. Jr. O'Brien, E. Thomas, "Physical and media specifications of the CXBus", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 37, No. 3, Aug. 1991
10. E. Lubchenko, "Common Application Language for Home Electronic Systems", Digest of Technical Papers ICCE, IEEE International Conference on Consumer Electronics, 1989
11. A.D. Michel, "Using parser generator tools to implement CEBus CAL", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 37, No. 2, May 1991
12. C. Khawand, C. Douligeris, and J. Khawand, "Common Application Language (CAL) and its integration into a home automation system", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 37, No. 2, May 1991
13. G. Hanover, "Networking the intelli-

- gent home", IEEE Spectrum, Vol. 26 10, October 1989
14. C. Douligeris, "Intelligent Home Systems", IEEE Communications Magazine, Vol. 31 10, October 1993
 15. R. Olshansky, G. Ruth, and S. Deng, "Residential LAN architecture", Community Networking, 1995, Proceedings of the Second International Workshop on Integrated Multimedia Services to the Home, 1995
 16. C.R. Holiday, "The Residential Gateway", IEEE Spectrum, May 1997
 17. J. Desbonnet, P.M. Corcoran, "System Architecture and Implementation of a CEBus/Internet Gateway", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 43, No. 4, Nov. 1997
 18. P.M. Corcoran, J. Desbonnet, "Browser-style Interfaces to a Home Automation Network", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 43, No. 4, Nov. 1997
 19. P.M. Corcoran, "Mapping Home-Network Appliances to TCP/IP Sockets Using a Three-Tiered Home Gateway Architecture", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 3, Aug. 1998
 20. <http://www.x10.com>
 21. <http://www.hpna.com>
 22. <http://www.cablelabs.com>
 23. <http://www.etsi.org/bran/>
 24. <http://www.etsi.org/dect/>
 25. <http://www.homerf.org/tech/>
 26. <http://www.bluetooth.com>
 27. E. Topalis, and etc., "A generic network management architecture targeted to support home automation networks and home Internet connectivity", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 46, No.1, Feb. 2000
 28. T. Saito, and etc., "Home gateway architecture and its implementation", ICCE. 2000 Digest of Technical Papers, International Conference on Consumer Electronics, 2000
 29. Jun-Ho Park, Soon-Ju Kang, and Kyeong-Deok Moon, "Middleware architecture for supporting both dynamic reconfiguration and real-time services", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 46, No. 3, Aug. 2000
 30. <http://www.chai.hp.com/>
 31. <http://www.iii.org.tw/trd/>
 32. D.R. Amitava, "Networks for Homes", IEEE Spectrum, Vol. 36, No. 12, Dec. 1999