

物聯網發展與智慧生活

◎廖建興 博士

1.前言

近些年來尤其在資通訊相關產業喊的震天響的幾個名詞，不外是「工業4.0 (Industry 4.0)」、「巨量數據(Big Data)」、「雲端運算(Cloud Computing)」，及「物聯網(IoT: Internet of Things)」等，然而，這些如此鉅大的名詞又意味著何意涵呢？首先，吾人可以如此界定說明何謂工業革命？其可謂係由第一次蒸汽機械生產、第二次電機大量生產、第三次電子資訊自動化生產，至本次由德國所揭櫫開啟的所謂第四次資訊智慧化生產工業革命。是的，工業4.0（或稱工業4.0革命）已經正式開始了！工業革命的動機及目標當然是要追求所謂更好的經濟發展及生活，這即是需求來源或問題所在，有需求自然會吸引技術之不斷發展及資源之源源挹注。然而，問題及需求何在？何謂資訊智慧化生產？何謂巨量數據？何謂雲端運算？何謂物聯網？其間關係又是如何？簡言之，或可謂因世界各國人力老化及經濟發展瓶頸等問題，促成第四次工業革命資訊智慧化生產需求，資訊智慧化需求自然要求要減低對人力之需求及要求相對應之智慧化物力需求，這即是前所謂機器對機器(M2M:Machine to Machine)或無線感測網路(WSN:Wireless Sensor Network)技術所揭櫫之意涵。如更深入推論，這即是所謂萬事萬物皆相聯之物聯網概念及實務，其自然衍生出巨量數據資料處理分析需求，而巨量數據需求自然又衍生出雲端快速運算需求，最終藉由雲端快速運算回饋來滿足及解決資訊智慧化需求。舉例而言，新竹尖石鄉生產的甜柿子成熟期間經常會受到

保育類之台灣獼猴覬覦，因此簡單架設如WSN感測網路及大(噪音)音響警示及驅趕物聯網系統；另外大者，則像我國之高速公路ETC自動感測車輛收費系統，車行經過一定距離，ETC自動一定收費並計價。物聯網被視為個人電腦及網際網路後足以改變世界的資訊大浪潮，亦可被視為未來智慧生活之網際網路進階版網路(中國大陸稱互聯網+)，世界各國如美國、歐盟、中國、日本、韓國等爭相投入研究及制定相關發展標準，甚至將其提升到國家戰略級產業。站在這個攸關台灣未來之經濟競爭關鍵之資訊大浪潮起點，我國產業實應從中找到下個競爭優勢。

2.物聯網與智慧生活

所謂IoT物聯網乃是透過各種資訊感測設備(sensors)即時感知物理世界的狀態，並傳輸至網際網路以實現智慧化識別、定位、跟蹤、監控和管理。如果以人體形容，物聯網的每一個端點就像是神經末梢，持續將感應的資訊透過神經網路匯流到神經中樞，最後在大腦進行分析、判斷，決定最佳的回應方式。物聯網資訊傳導過程中也會有類似反射神經般作用，能夠在資訊傳輸中途就即時回應，以快速反應環境變動、減輕網路傳輸與運算負擔。物聯網其相對應者即是網際網路，以往網際網路所著重者乃是人與人以及人與物的聯絡；但物聯網引領劃時代網路應用服務新境界，隨著無所不在(ubiquitous)通訊網路、以及訊息交換與傳遞技術方法之推陳出新，在任何地方與任何時間之物與物間之通訊，帶給了資通訊技術一個嶄新的維



度(dimension)，這亦即是「物聯網」的概念起源。而又在人人、人物、物物的連結倍速增加與大幅延展之後，建構出了一個全新的動態網路；佐以各種儲存、運算、自動化控制等智慧化技術，為人類社會帶來劃時代的網路應用服務新境界，美國研究機構Forrester預測：IoT物聯網產值到了2020年，將是目前網際網路相關產業產值的30倍。

現今物聯網之建置發展已成為各國資通訊產業重要議題，國際間有關物聯網之競爭亦日趨激烈。例如，美國已將物聯網提升為國家創新戰略的重點之一；而歐盟制定了促進物聯網發展的14點行動計劃；日本U-Japan計劃將物聯網作為四項重點戰略領域之一；中國則公告三網融合新政策，強調整合廣播電視網、電信網與網際網路之策略後，工信部正式發布「物聯網十二五發展規劃」，將超高頻和微波RFID標籤、智慧感測器等領域列為支持重點，

並將在九大領域如智慧工業、智慧農業、智慧物流、智慧交通、智慧電網、智慧環保、智慧安防、智慧醫療、智慧家居等展開示範工程，力爭實現物聯網規模化應用。

物聯網可分為三個階層，即感知層(Device)，網路層(Connect)，及應用層(Manage)。感知層針對不同的場景進行感知與監控，具有感測、辨識及通訊能力的設備（例如RFID標籤及讀寫器、GPS、影像處理器、溫度、濕度、紅外線、光度、壓力、音量等各式感測器）；網路層將感知層收集到的資料傳輸至網際網路，並建構在無線通訊網路上；應用層則將物聯網與行業間的專業進行技術融合，並根據不同的需求開發出相應的應用軟體。應用層物聯網實例如智慧遠端醫療健康照護、智慧交通、智慧家庭、物流管理應用系統、智慧污染監控，及智慧電網/智慧電表等（如圖1）。

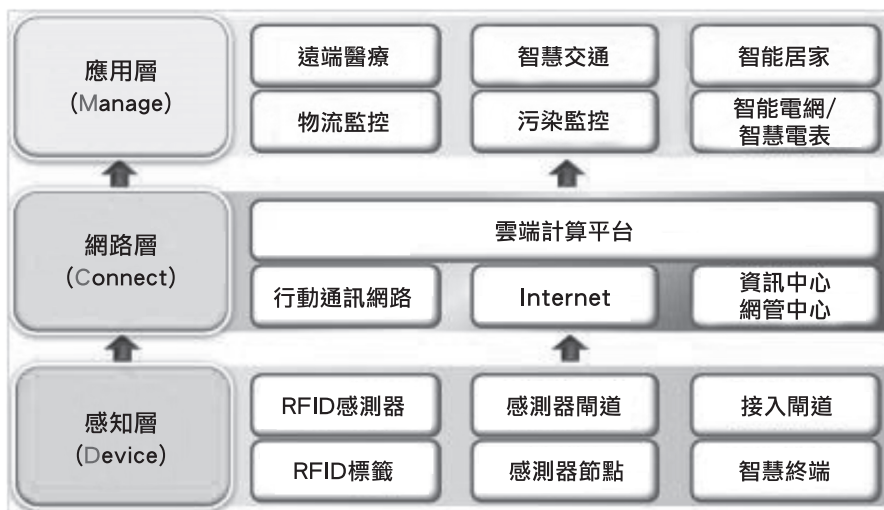


圖1 物聯網三個階層架構示意圖

然而智慧生活科技的進化亦不單是單一科技的議題，亦是跨領域科技整合及社會文化等各個層面的共同議題，因此跨領域專業科技的融合，將是推動真正智慧生活最後成功之關鍵。奈米(Nano)、微機電(MEMS)、嵌入式電腦系統技術、資通訊整合(ICT integration)、數位匯流(Digital convergence)、無所不在網路(Ubiquitous network)，以及在其間扮演關鍵技術角色之感測器元件模組等科技演進，除持續提昇個人生活設施功能外，更將協助人類面對生活空間與生活型態的劇烈變遷與挑戰。圖2即簡略歸結及勾勒出智慧生活(S-Life)之基本科技元素—無線(wireless)、行動(mobile)，及感知(cognitive)能力關係。然

而其間係藉由嵌入式之系統技術整合各種技術形成方便之感測設備及裝置，並可做為特定之應用領域，例如半導體技術、電腦技術、通訊技術、嵌入式(電腦)系統技術，以及網路技術等，而其中半導體可說居於上游關鍵影響，居間者為電腦、通訊及嵌入式系統技術等；而網路部份則可說集其大成。科技的發展也形塑出科技的智慧定律，亦即半導體摩爾定律與梅特卡夫網路定律，分如下述：半導體產業歷經個人電腦的興起、網際網路的震撼、行動通訊的發展，半導體積體IC技術與產品均扮演著最為關鍵的角色，亦即其為電子、通信，以及資訊等產業之基礎。

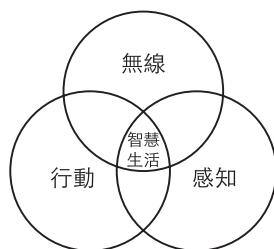


圖2 智慧生活三個基本科技元素

英特爾公司的創辦人之一高登摩爾(Gordon Moore)於1965便觀察預測矽晶片上的電晶體的數目與運算能力約每18個月成長2倍，直到矽晶片在縮小化的過程中到達本身物理的上限為止，這就是著名的摩爾定律(Moore's Law)，由此推估之，較諸次微米(Sub-micron)更小之奈米(10^{-9})製程技術，以及微機械與電機之整合技術之成熟(如MEMS微機電感應器)應是指日可待的目標。梅特卡夫網路定律(Metcalfe's Law)是由全球知名網路設備領商3Com創辦人梅特卡夫(Robert Metcalfe)所提出的網路效應：

「網路的價值，為使用者的平方」，也就是： $v=n^2$ ，其中 v 代表網路的價值， n 代表連結網路的使用者或節點總數。它是一條關於網上資源的定律，網路使用者越多，價值就越大；新技術只在多數人使用它時才會變得有價值，因而越能吸引更多人使用，也就越能提高整個網路總價值。若物聯網技術能建立用戶規模，則其價值將更會呈現爆炸性增長(例如 $v=n^3$)，這即是物聯網資訊網路產業。藉由物聯網發展提供之便利性與必要性，可提昇人們生活品質，展開全新且高智慧的生活方式，所有的系

統及不同的網路架構完整地串聯在一起，所有物品資訊對物品擁有者而言都是透明且可即時掌握，節省人們對實體世界中智慧物件管理的程序，簡化處理事務的程序與思維，以及人們的智慧也需隨著物件智慧的增長而大大提昇。

3. 物聯網之挑戰及機會

物聯網之三個階層感知層、網路層及應用層，於未來需嚴加制定相關的感知標準及發展各階層技術，避免物聯網資訊效率低落情形。以感知層未來技術挑戰而論，物聯網感知層技術中，主要可分為感測技術與辨識技術，感測技術主要使智慧物件具有感測環境變化或物體移動的能力，例如紅外線、溫度、濕度、亮度、壓力、三軸加速度等感測器；而辨識技術最常見的便是RFID的元件，將RFID的標籤嵌入於物體，便使物體可以記錄及回報自己的身份或狀態。智慧物件必須能夠存取網際網路的能力，並使得各種智慧物件之間能夠彼此分享包含人與物、人與人及物與物之間的資訊。物聯網結點含有大量且相異的設備，而不同設備亦有不同的感測資訊處理方式；並產生大量且檔案大小不同之封包資料及資料交換封包格式與運行架構。因此，以網路層技術的挑戰而言，需在有限的頻帶中做出最好的利用，以避免設備干擾；讓設備選擇較佳的頻道傳輸，使資料傳輸更具適應性及動態性頻道；避免資料精準且不遺失之服務品質支持；以及保證在這大量的傳輸之間不被各種潛在危機所攻擊之資訊安全技術。最後，就應用層技術挑戰而論，需解決物聯網訊息之價值特質，亦即其價值特質會隨著訊息的正確性而增加，隨著被使用次數與頻率而增加，隨著訊息組合來源數越多而增加，及隨著產生時間越久而降低價值；此外，

如何進行物聯網資料之智慧管理，如妥善分配所有有限之設備與資源，如何使智慧物件做到自我組織、自我配置、自我管理和自我修復之自動化功能，如何在自動化應用與人類隱私之間有效劃分彼此的領域，如何將這麼多雜亂的資訊做有效的整合及管理。

最具商機的物聯網發展機會及應用服務究竟為何？其關鍵重點應在於如何解決全球邁入高齡化社會所衍生的問題，以及如何利用物聯網技術進行第四次之工業革命發展，讓製造業智慧化，以提高生產效率，補足人口老化造成的勞動缺口，並讓珍貴的人力資源往創新、研發與增值領域移動。因此，製造業及健康照護產業應有望成為物聯網最終及最大宗的發展機會及應用服務。以智慧健康照護為例，因全球人口結構改變，高齡者比例增加，健康費用支出亦大幅增加，勞動力也隨之下降，已成為許多國家經濟與社會的重大挑戰。台灣與多數已開發國家類似，已逐步進入高齡化社會的型態。以臺灣為例，根據統計，2009年我國65歲以上的人口已超過總人口的10%（超過WTO高齡化社會的標準）；2018年則預估我國高齡人口將達15%；2025年則將超過20%；2050年則預估將超過40%！臺灣目前人口老化速率在全球可謂名列前茅，而進入超高齡社會則意謂健康支出將急速攀升，以65歲以上的老人而言，其平均每人門診醫療費用為0至64歲者的3倍以上。另根據統計，民國104年全國失能失智人口已超過76萬人，以每位失能者影響2名家屬估計將會影響70餘萬家庭、超過200萬人。因此為因應前述重大挑戰，全球健康照護服務模式正在進行轉移；從以前之醫院／醫師為中心的被動急性照護治療轉移至以人為中心之無縫隙主動整合健康照護服務（預防/保健/治療），



以個人化之預防保健為終極目標。以先進國家日本為例，其以建構健康長壽社會，增加國民平均健康餘命一歲為目標；讓人民更健康，可降低健康支出，一舉兩得。臺灣健保亦應推動「論人計酬」理念及制度，從疾病保險走向健康保險。

4. 智慧型健康照護科技

據統計，現階段台灣應有超過80%的老年人罹患慢性疾病，且慢性病在老年人族群中有增無減，對大多數人而言(尤其是潛在有心血管疾病之患者而言)，由於平常生活疏於照顧或注意自身之身體健康狀況，而導致心血管疾病發病者，往往因急救不及而致死亡案例頻傳。根據西方國家研究結果及經驗顯示，心血管疾病發生時，如果能在一個鐘頭內進行妥善之急救救護，挽回生命之機會大大提高；但遺憾的是大部分的急救過程往往超過4個鐘頭以上，心血管疾病發病病患超過六成大都早已回天乏術了。此外，尤其老人於室內居住行動時之「異常通報」需求，如異常行為測偵(如跌倒及突然病倒等)；以及失智者或老人於戶外行動時之「失智協尋」需求，如行動安全監控、遠端照護及異常協尋等，更甚者，如失智老人、精神病患，及流浪漢等喪失行為及方向識別能力者亦皆為亟需加

強之社會福利工作。因之，為安定社會及賡續維持及提升台灣經濟之競爭力，長期照顧服務法(簡稱長照法)已於今年(104年)之5月15日由立法院完成三讀，成為台灣長照發展重要之母法，其保障對象為身心失能持續已達或預期達到6個月以上者，依受照顧者之需要，提供之生活支持、協助、社會參與、照顧及相關之醫護服務等；不僅失能者，同時也將家庭照顧者一併納入保障，以健全長期照護之體制。然而，長照法僅是啟動長期照護服務之開端，後續長期照顧保險法與其他更多的配套措施與子法更需要陸續完備之。

總之，人口結構的老化、少子化，及社會福利相對提升照顧之需求，增加了社會對整體醫療資源的總需求，國民醫療保健支出佔國內總生產毛額之比率將會升高，平時之「健康生活」及「失智協尋」，以及病時之「健康照護」及「異常通報」費用也將持續增加。圖3顯示健康照護關係示意圖，正橫軸向顯示平時，負橫軸向顯示病時；而正縱軸向顯示較非緊急情形，負縱軸向顯示較緊急情形時。這些是智慧健康及照護生活當中相當重要之課題及技術發展目標；而資訊產業與健康醫療照護將是目前及未來發展的主軸目標及應用領域。

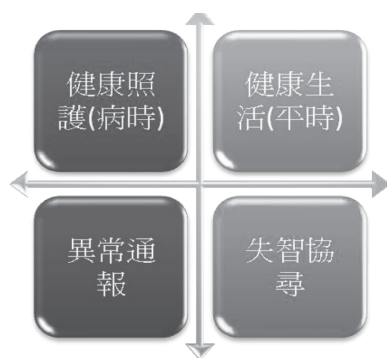


圖 3 健康照護關係示意圖

因此，隨著高齡化社會的來臨，如果能採用遠端之生醫感測及居家照護技術，並逐步取代緩慢費時且高成本之面談問診方式，將是未來醫療照護技術之必然發展方向。世界各國亦均積極推動居家式、社區式的照護服務模式，利用遠距居家監控的方式，建構E化、新型態遠距健康照護服

務。雖然國內市場正在起步，然而產官學各界於整合式的技術應用發展在台灣已相當蓬勃，政府亦將「遠距居家照護服務」列為我國2008年之後的新興服務產業的發展計畫；同時一些新的資通技術的導入，更帶動整體服務和市場更佳的发展。

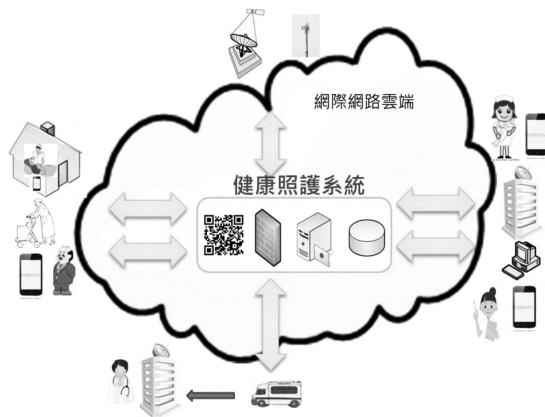


圖 4 健康照護系統運作架構場域示意圖

圖4係表示健康照護系統運作架構場域示意圖。居家環境是每個人最熟悉的空間，同時也是停留時間最長的場所，如健康照護系統運作架構場域圖所示意者，藉由感測技術與無線通訊技術的結合，開發應用於遠距居家照護之系統，搭配非侵入式醫療裝置，長期且有效地監控與收集慢性病患的脈搏、血壓、體脂和體溫等身體健康指標生理參數，冀提供病患較佳的照護服務模式。而在商用無線通訊及行動計算技術不斷進步及快速普及的今天，無線室外及室內定位感知技術，結合諸如GPS或地面無線通訊技術及系統之應用是非常值得研究與發展之課題。當攜帶生理訊號感測器之對象出現緊急之事情發生時，配合快速尋找定位技術及功能，可以立即的清

楚知道攜帶感測器對象的位置，一則減少尋找時間，二則增加急救的時效性。其係一套實際可判斷之系統，可移植於行動通訊裝置中供潛在好發病患者使用，其同時並可與遠距居家照護系統結合，提升健康照護之效益及目標。有關嵌入式系統健康照護相關涵括之技術類別，如生醫感測、無線傳輸定位、無線網路閘道(gateway)、智慧型行動裝置，以及系統整合等技術。簡言之，其係一含括資訊、通訊、電子(機)領域之課程，其技術領域縱跨軟、韌及硬體I/O介面及裝置範疇，而應用領域則除橫跨資通電領域外，亦擴及運用其他相關或跨領域範疇。

目前所謂主流的雲端服務主要有三種類型：第一類軟體即服務(Software

as a Service, SaaS), 提供使用者各類軟體應用, 例如Yahoo及Gmail電子郵件信箱、Google地圖、Youtube影音服務、Facebook臉書等。第二類平台即服務(Platform as a Service, PaaS), 建立平台提供運算或解決方案, 讓客戶將應用程式放在該平台代管, 讓程式的開發和佈屬更加簡單而且節省成本和管理等費用, 例如Google的App Engine及Yahoo的Application Platform等。第三類基礎設施即服務(Infrastructure as a Service, 簡稱IaaS), 則直

接提供硬體環境及網路頻寬給企業用戶使用, 如國內中華電信的HiCloud等。圖5係模組式遠距雲端醫療照護研究發展架構示意圖, 利用雲端基本架構, 將各分散式遠距居家照護系統, 針對各種監控及照護對象, 設計合適及經濟之各種遠距監控及生醫感測裝置組合模組, 並將伺服器的遠距居家照護服務功能模組建構於「雲端」, 透過雲端提供各項功能模組, 可滿足各種監控及照護對象之個別經濟。

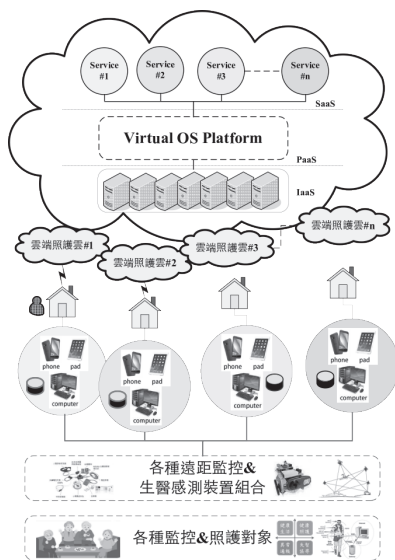


圖5 模組式遠距雲端醫療照護研究發展架構示意圖

5. 結論

行動網路、雲端運算及大數據等資通訊技術帶動的創新應用, 觸發物聯網相關應用服務加速發展, 如製造業及健康照護產業等。未來數年由上百億裝置聯網需求帶來的軟硬體、系統整合、後續加值服務等商機備受期待。物聯網並已被視為個人電腦及網際網路後足以改變世界的資訊大浪潮, 世界各國競相投入研究及制定相關

發展標準, 甚至將其提升到國家戰略級產業。2015年已被視為物聯網正式發展之起始元年, 實在攸關台灣未來之經濟競爭關鍵, 我國政府、業界及學界站在這個資訊大浪潮的起點, 除拭目以待外, 更應積極利用此一新興網路勾勒出未來具體發展遠景, 從中找到下個競爭優勢, 共同再創台灣另一波經濟發展黃金歲月。