

物聯網趨勢分析

林偉 / 2017-05-10

一、前言

麥肯錫預估 2025 年時各產業共 1 兆種類的物件相互聯網，非用 IOT 不可的產業相關成本約 36 兆美金 (Borgia, 2014)，相當於台灣 2014 年國內生產毛額 (gross domestic product, GDP) 的 68 倍 (GDP 數值取自中華民國統計資訊網)，上述數據足以顯示物聯網相關技術是國家不可迴避的研發項目。

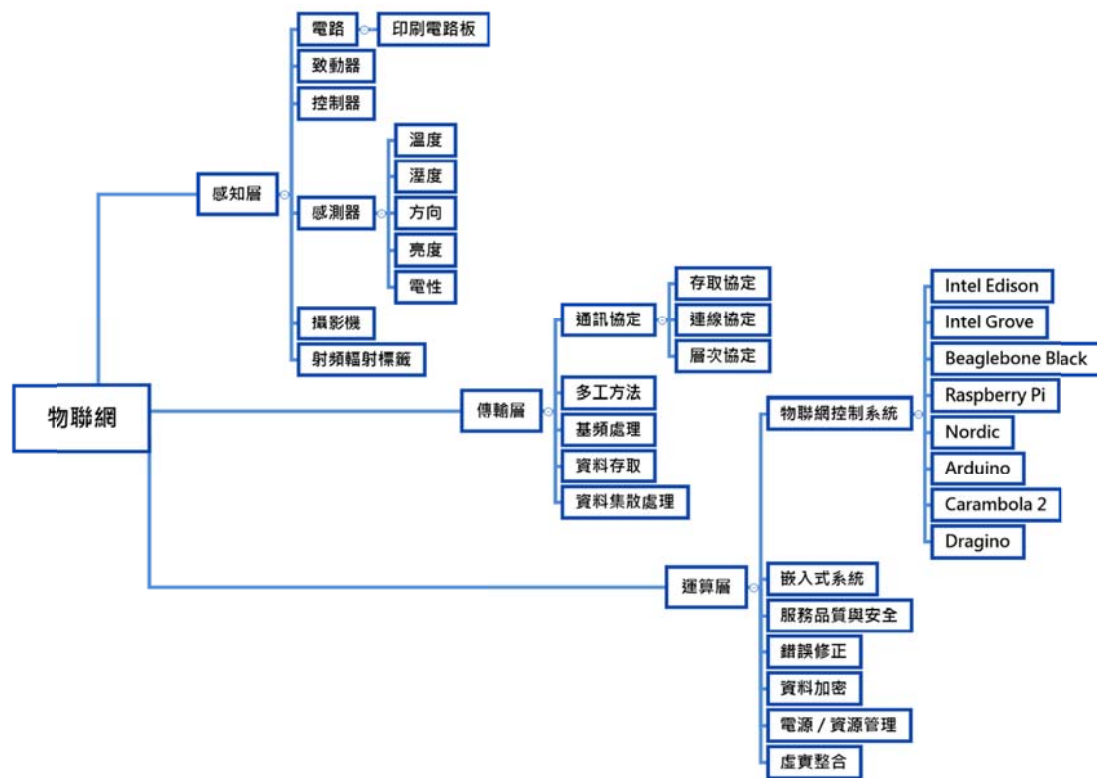
“Internet of Things”，物聯網，這個專有名詞首先是在 1999 年由麻州理工學院 Auto-ID Center 的共同創立者 Ashton 所提出 (Ashton, 2009)，隨後 Auto-ID Center 就用物聯網這個字來代表一種「有關實體物件之間相互溝通」的概念。當更詳細地描述時，物聯網代表了智慧物件與智慧溝通網路之間的交互作用 (Miragliotta, Perego & Tumino, 2012)。一方面，智慧物件可以(1)辨識自身在網路中的位階、地理位置、自我診斷；(2)與控制中樞或其他智慧物件互動；(3)感知、測量或改變外在環境；(4)最重要的，要能夠萃取接收到的訊息以規劃並達成最佳化的資料管理與傳輸。所以從最簡單的被動無線射頻識別 (radio-frequency identification, RFID) 標籤，到複雜的感測器-致動器聯網複合體，都能作為智慧物件。另一方面，智慧溝通網路為一共用的溝通設施，從實體世界的標籤、感測器，到開放式系統互聯通訊參考模型 (open system interconnection reference model) 中不同階層間的節點 (nodes) 等，具有統一、標準化的溝通語言，使得智慧溝通網路中的每個物件擁有可被定位的地址，同時智慧溝通網路容許不同的應用 (如交通監控、空汙監測等) 共用其網路。

若要達到物聯網的世界，還有許多技術上的挑戰要克服 (Mukhopadhyay & Suryadevara, 2014)，這些挑戰包括：(1)智慧物件電力來源；(2)智慧物件節能續航性；(3)低成本或免費而無所不在的無線網路；(4)資訊安全性；(5)低成本的智慧型感測系統；(6)微型元件運算能力；(7)可擴充性；(8)錯誤訊號容忍度，這些技術上的挑戰會是目前遇到瓶頸的台灣產業很重要的一個契機。

二、技術架構

物聯網所涵蓋的相關技術領域如圖一所示 (Trappey, Trappey, Govindarajan, Chuang & Sun, 2016)。一個聯網物件至少具有三個主要零件：感知層、傳輸層及運算層，感知層接受真實世界資訊，聯網物件間的溝通透過傳輸層溝通，運算層則負責裝置的內部運算。趨使一個裝置達到感知功能的技術包括基本電路、

溫溼度等感測器、射頻輻射標籤等，其中感測器獲取真實世界資訊，射頻輻射標籤獲取電磁波形式資訊，再經由基本電路與裝置內的其他零件溝通；傳輸層讓裝置具有既存的網際網路連線功能；運算層一方面在程式內形成真實世界的數位分身(digital twin)以建構完整的情境感知，另一方面，物聯網專屬的控制系統已有 Beaglebone Black、Raspberry Pi 等新興軟體作為解決方案。

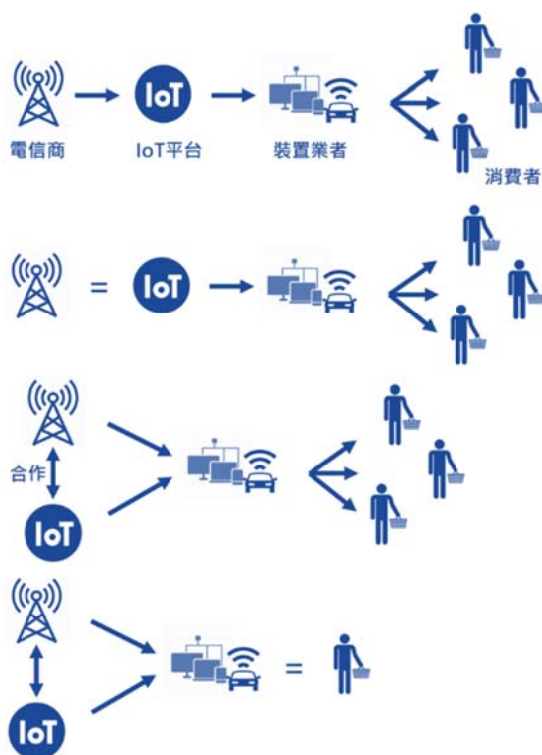


資料來源：Trappey, Trappey, Govindarajan, Chuang and Sun, 2016，STPI 整理

圖一：物聯網技術涵蓋領域

三、價值鏈

物聯網市場成員可分為(1)連線服務供應商；(2)物聯網服務供應商；(3)物聯網用戶；(4)終端用戶(Body of European Regulators for Electronic Communications, 2016)。連線服務供應商為一般熟知的電信業者；物聯網服務供應商提供物聯網平台或其他相關解決方案；物聯網用戶則為手機或聯網車輛等聯網裝置的供應商；終端用戶則是一般消費大眾。預設的情境裡，物聯網服務供應商向連線服務供應商購買網路服務，物聯網用戶向物聯網服務供應商購買物聯網平台使用權；所以將來使用某些聯網裝置時，消費大眾可能不需主動向電信業者取得網路服務，而是由物聯網服務供應商，或是聯網裝置供應商，來直接解決這部分的手續。同一物聯網市場成員亦能同時扮演不同角色，物聯網市場成員之間，會隨著合約的不同，連續性或跨越層次地形成錯綜複雜的消費關係(圖二)。



資料來源：Body of European Regulators for Electronic Communications, 2016，STPI 整理

圖二：物聯網價值鏈範例

四、發展趨勢

發展物聯網首先要解決的是網路安全和隱私權的問題。網路世代的人們可以輕易理解網路停擺所造成的不便，甚至使得工作無法進行；同理，受攻擊而停擺的物聯網就只剩孤立的物件個體，而稱不上物聯網。隱私權與網路安全則是一體的兩面，一旦物聯網中物件的個資外洩而受敵意性的操控，就無法正常發揮其預設的功能。若從市場的角度來看待問題則會發現，物聯網開發商若不能取得消費者對物聯網安全和個資保護上的信任，聯網物件的市占率是不可能提升的；消費者過少、聯網物件過少的物聯網也會失去市場價值。物聯網的安全機制有以下幾種(Roman, Zhou and Lopez, 2013)：(1)提供終端間安全通訊機制的通訊協定；(2)透過身份認證、授權來確認特定物件在其權限內存取資訊或執行控制；(3)每次產生的資訊皆由隱私權碼保護；(4)個人與法人間的信賴關係，以及支持物聯網穩定運作的政府政策；(5)足以偵測並預防攻擊的錯誤容忍度。

物聯網的發展有以下要素(表一)：(1)網通協定第六版(Internet Protocol version 6, IPv6)；(2)霧運算(Fog Computing)；(3) λ 架構(Lambda Architecture)；(4)相容性；(5)情境感知運算(Context-Aware Computing)(Díaz, Martín and Rubio, 2016)。

IPv6：網通協定第六版的制定主要為了解決以下議題：(a)物聯網的出現使得

網通協定第四版下的網路位址不敷使用；(b)相較於個人電腦、手機等硬體齊全裝置而言，物聯網中大部分裝置為小型的硬體受限裝置(constrained device)，IPv6 內容將包括硬體受限裝置專用的受限應用協定(Constrained Application Protocol, CoAP)；(c)過去 IP 封包透過網路位址轉換(Network Address Translation, NAT)在裝置間傳送，但 NAT 使得裝置間通訊變得複雜、通訊效率降低，IPv6 中則規定每個裝置具有獨一無二的位址。IPv6 使用 128 位元的位址，將使裝置更易與網路整合、連線更流暢、合乎適用於小型裝置的開放式代表性狀態傳輸(Representational State Transfer, REST)規範。使用 6LoWPAN、ZigBee IP 等規格的裝置將與 IPv6 具有較高的相容性，但目前這類規格並不普及，這是 IPv6 實施的挑戰。

霧運算：物聯網物件大部分為硬體受限裝置，不論從耗電或頻寬資源的角度來看都不太可能直接使用需要隨時聯網的雲端運算技術；在物聯網物件施行雲端運算限制包括：(1)行動性；(2)分佈性；(3)定位準確度；(4)定位遲滯。新的霧運算技術則用來解決雲端與終端裝置間斷斷續續的儲存、運算、連線問題(Aazam and Huh, 2014)。「霧」代表的是較靠近終端裝置的分散式合作運算平台，主攻有即時同步需求的小量暫存與運算，複雜分析、大量存取、歷史資料等則是背後的雲端系統才有足夠的資源處理。

λ 架構：同時處理全部聯網物件的計算資源消耗過大，延遲也會很高。具有 λ 架構的軟體在處理上述龐大資訊時，會分由三層處理：即時層(Real-time Layer)、批次層(Batch Layer)、伺服層(Serving Layer)。批次層長週期性地以重新計算模型(Recomputation Updates)對全體離線數據集的已知資料進行預索引，形成批次觀點(Batch Views)，將批次觀點傳回伺服層；而即時層只以增量計算模型(Incremental Updates)處理新進串流數據，形成即時觀點(Real-time Views)。 λ 架構透過即時層和批次層同時執行即時和批次工作，並透過伺服層在邏輯上統合兩種數據來源，讓程式能夠以一個統一的數據觀點運作，而提升運算效率。

相容性：想像各式廠牌成千上萬的物件要相互聯網，相容性會是很大問題，若各家企業各自為政，萬物聯網的情境就無法實現。所以讓所有裝置溝通無礙的通用標準，是智慧世界情境實現的基石。

情境感知運算：萬物聯網下的裝置若能記憶使用者的使用習慣，由舊有裝置協助新加入的裝置了解使用者使用習慣，甚至是解釋使用者行為而調整參數去迎合使用者的需要，更能吸引消費者去購買聯網物件，促進物聯網市場發展。

表一：物聯網技術趨勢

五大要素	特色	實現技術
網通協定第六版	<ul style="list-style-type: none"> 解決網路位址不敷使用問題。 使裝置具獨一無二的位址 	<ul style="list-style-type: none"> 使用128位元位址 與CoAP相容 符合REST規範 6LoWPAN、ZigBee IP等規格
霧運算	<ul style="list-style-type: none"> 解決雲端運算資源消耗過快問題 主攻有即時同步需求的小量暫存與運算 具行動性、分散性、定位準確、即時定位 	<ul style="list-style-type: none"> 靠近終端裝置的分散式合作運算平台
λ架構	<ul style="list-style-type: none"> 提升運算效率 	<ul style="list-style-type: none"> 即時層、批次層、伺服層共構之軟體架構
相容性	<ul style="list-style-type: none"> 容許萬物聯網 	<ul style="list-style-type: none"> 通用規格與標準
情境感知運算	<ul style="list-style-type: none"> 提升消費者意願 	<ul style="list-style-type: none"> 機器學習

資料來源：Díaz, Martín and Rubio, 2016，STPI 整理。

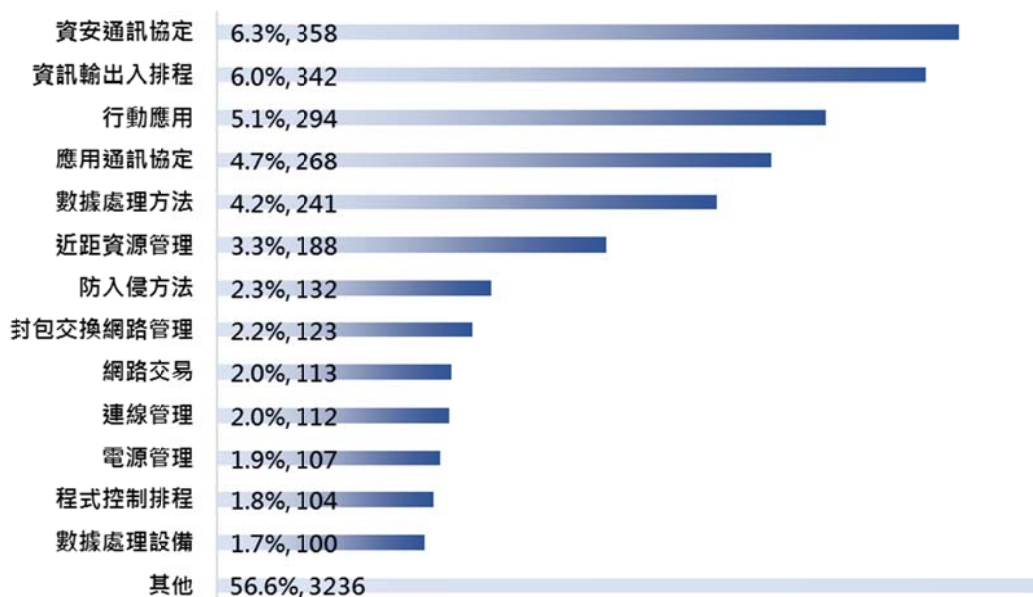
若從長期預測來觀察物聯網發展趨勢(表二)，預計兩年內就會陸續見到運用物聯網所形成的智慧照明。隨著大數據的累積，提供大數據給服務商共享以創造新服務模式的數據圖書館會跟著出現；同時各界會不斷將大數據匯入電腦，使得機器學習技術高度發展，預測性分析技術更為成熟。兩年後，物聯網通訊標準逐漸收斂，吸引消費者的物聯網服務也將正式形成，可能的服務包括低價平台、智慧家庭等。企業也會逐步導入物聯網系統，新的信息經濟產值增加，物聯網到時會變得像今日的網際網路一般，人人都無法或缺。

從專利的申請來觀察物聯網發展趨勢可發現，出現“Internet of things”關鍵字的美國專利與專利申請案在短短幾年內已成長到五千七百多篇，如圖三所示，其中數量最多(6.3%)的專利是有關提供資訊安全的通訊協定，防範入侵專利亦占2.3%，這與上述發展物聯網首要目標相呼應；其他部分，如占比3.3%的近距資源管理、1.9%的電源管理等則與霧運算等上述物聯網發展要素所要達到即時、高效的目標一致。

表二：技術效益與主流產業採用時間點

效益	預計採用時間點			
	2年內	2-5年	5-10年	10年以上
顛覆性	<ul style="list-style-type: none"> 智慧照明 	<ul style="list-style-type: none"> 物聯網服務 機器學習 	<ul style="list-style-type: none"> 數位分身 企業資訊管理 事件串流處理 信息經濟 物聯網 物聯網商業方案 物聯網平台 透過物聯網實現的企業資源規劃系統 授權管理 裝置溝通管理服務 	
	<ul style="list-style-type: none"> 數據圖書館 視覺化工具 	<ul style="list-style-type: none"> 物聯網邊緣網路架構 客服用物聯網 物聯網整合 低成本開發平台 產品數據行動管理 物聯網標準收斂 預測性分析 	<ul style="list-style-type: none"> 資產業績管理 智慧家庭 數位倫理 嵌入式軟體及系統安全 物聯網認證 物聯網架構 資訊與作業系統科技整合 裝置客戶化 大範圍物聯網 	10年內已實現
高度				
中度		<ul style="list-style-type: none"> 訊息導向介件 訊息佇列遠端傳輸 		

資料來源：Gartner，STPI 整理。

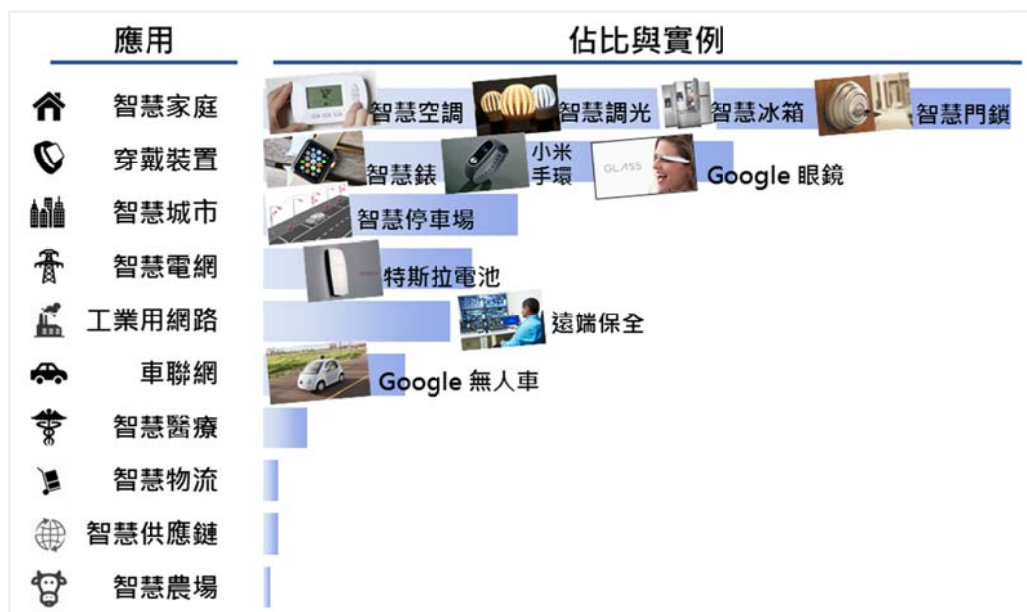


資料來源：美國專利商標局，STPI 整理。

圖三：物聯網次領域的研發狀況

五、創新應用案例

根據 IoT Analytics 的調查，物聯網應用目前的普及程度依序是智慧家庭的 100%、穿戴裝置的 63%、智慧城市的 34%、智慧電網的 28%、工業用網路的 25%、車聯網的 19%、智慧醫療的 6%、智慧物流的 2%、智慧供應鏈的 2%、智慧農業的 1%（圖四）。從智慧空調、智慧照明、智慧冰箱、智慧門鎖等，智慧家庭的應用都已經實際發生在我們的日常生活之中。未來，所有住宅的大部分參數都會受到監控，這些參數會包括室溫、耗水、耗電量、空氣品質等，一旦有漏水、漏瓦斯等異常現象發生時，智慧家庭皆能即時處置。穿戴裝置的部分，小米手環、Google 眼鏡早已是舊聞。未來，這些裝置只會進化而不會被淘汰，多數聯網物件會是穿戴式裝置的延伸。即早從人體參數監控健康狀況是物聯網非常實用的一環，這同樣要持續透過穿戴裝置進行。相對於智慧家庭居家應用的是智慧城市；已有許多城市開發相關技術，希望透過物聯網，能提供更多品質、高效能的都會服務。運用的層面，包括運輸、交通管制、水資源分配、醫療、治安、能源、廢水處理、空氣品質監控、噪音監控、火災監控等，實際的應用案例如表三所示。



資料來源：IoT Analytics，STPI 整理。

圖四：物聯網應用範疇

表三：物聯網相關技術的創新應用

企業或計畫名稱	產業別	國家	應用案例
Argus Cyber Security	車聯網	以色列	Argus Cyber Security提供車聯網的防毒軟體，具弱點及威脅分析功能，能在被駭失事前即時補救與預防。
Clarius Mobile Health	智慧醫療	加拿大	Clarius Mobile Health的Clarius C3與L7型行動式超音波，操作十分方便，已獲得歐盟的醫療用許可，價格合理，具有在醫療院區內無線通訊的功能。
Elgato Systems	智慧照明	德國	Elgato Systems所提供的智慧照明方案具有預設動態環境照明、無線充電、低功耗、可遙控、控制元件微型化等特點。
General Motors	車聯網	美國	通用汽車旗下的凱迪拉克開發出能一秒間管理一千則訊息的車間通訊技術，傳輸接收距離達300公尺，並使用美國聯邦通訊委員會認可的5.9GHz頻譜。
Grid4EU計畫	智慧城市	歐洲	歐盟透過Grid4EU計畫確立智慧電網的通訊與控制標準，以整合再生能源、用電量預測及低壓電網技術。
Harman International	車聯網	美國	Harman International提供即時駕駛輔助警示系統，具保障乘客與路人之效能。
Pristine	智慧醫療	美國	Pristine所開發的EyeSight是第一個合乎HIPPA法案(Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996)規定的照護用穿戴式視訊系統，它能讓醫護人員，透過智慧眼鏡，即時掌握偏遠地區病患的健康狀況。
Qua:comm	車聯網	美國	高通建置了高速、可靠的車聯網通訊平台，容許每秒1GB的尖峰傳輸量，有利於車間或車內通訊應用的發展。
SPD Control System	智慧家庭	美國	SPD Control System的智慧玻璃系統可以依陽光大小或人員的需求，同時監控數十片玻璃的透光度。
Ultrahaptics	智慧家庭	英國	Ultrahaptics所開發的手勢感應系統，具有超音波的發射器與傳感器陣列，能精準感應截斷超音波的手勢，將應用於電視、冷箱等家電的操作。

資料來源：Frost & Sullivan，STPI 整理。

六、國際政策動向

(一) 歐盟

2015年三月歐盟委員會以成立物聯網創新聯盟(Alliance for Internet of Things Innovation, AIOTI)，來象徵歐盟結合相關企業提升歐洲物聯網技術競爭力的決心，以加速驅動歐洲物聯網生態系統的發展。2015年五月則進一步推出單一數位市場(Digital Single Market, DSM)策略，該策略包括加速物聯網發展的許多元素，尤其強調資源集中與聯網物件相容性的必要性。2016年四月歐盟委員會發表促進歐洲物聯網發展(Advancing the Internet of Things in Europe)工作文件，其中包括三項要點：(1)促進物聯網生態系發展；(2)以人為本的物聯網發展途徑；(3)物聯網單一市場。歐盟委員會點明單一市場的阻礙在於，目前使用中的網際網路尚不足以安全地辨識並允許這麼多不同規格且巨量的物件同時聯網；推動能夠突破地理限制的開放性、所有物件共同相容的統一編碼認證機制是非常重要的。編碼方法的許多面向已在2016歐盟通訊規則回顧(2016 review of the EU telecoms rules)中討論。2017年一月公布的歐洲數據經濟推動方案(European data economy initiative)亦有助於物聯網單一市場的形成。歐洲數據經濟推動方案提出許多有關跨國資訊流通的政策與修法方向，特別有關物聯網這種複雜系統下各種產品所衍生的責任歸屬問題。

Horizon 2020 是歐盟近期金額投入最龐大的研究計畫，預計在 2014~2020 年期間投入 800 億歐元；其中以物聯網研發目標(IoT research and innovation objectives)為重點項目。

(二)中國

中國的物聯網政策強調示範和集群效應，政府相關組織結構、智庫等會持續修正，以滿足發展物聯網技術的需求；相關措施如下：(1)延續十二五計畫，國務院發佈促進健全物聯網常規化發展指南，釐清相關概念、目標與重點發展領域；(2)國家發展改革委員會、工業和信息化部、科學技術部等共同成立的物聯網跨部會會議與專家諮詢委員會，以促進物聯網發展；(3)物聯網發展十計畫，涵蓋頂級設計、工業支援、商業模式、安全性、支持措施、法規、人才培訓等；(4)物聯網發展基金，投入物聯網關鍵技術研發計畫、物聯網關鍵系統發展計畫等，措施每年依現況優化；(5)其他促進物聯網發展指南，包括國務院有關促進信息消費與擴大內需意見，促進智慧城市健全發展指南等，其中皆釐清物聯網相關之硬體與都市規劃。

(三)美國

2016 年五月美國參議院商務委員會無異議通過物聯網發展創新成長(Developing Innovation and Growing the Internet of Things, DIGIT)法案，要求(1)成立審查加速物聯網成長相關提議的工作小組，與會成員須包括產官學研代表，對物聯網政策制定提出建議；(2)物聯網相關法律的制定；(3)聯邦通訊委員會須提出因應萬物聯網所需頻譜。商務委員會舉出，英國通訊局 2015 年四月將過去軍用的 3550~3700MHz 頻譜開放給私人行動寬頻服務等新用戶，近期亦完成回應物聯網需求的超高頻無線電頻譜分配，所以美國應進行類似規劃。這個法案延續了 2015 年三月以來關於推動物聯網、防止相關技術濫用的決議。對比於某些國家對頻譜開發的疑慮，DIGIT 法案象徵美國政府正努力回應物聯網發展的需求。至今物聯網發展的整個情勢尚未明朗，使得聯邦貿易委員會在規劃相關基礎建設時遭遇困難。有分析師指出，在 DIGIT 法案的要求下，聯邦通訊委員會與聯邦工作小組會擬定物聯網發展指南，若能確立物聯網資安架構，將激勵醫療產業等的投入。資安產業協會(Security Industry Association)在讀過聯邦工作小組的報告後深表贊同，畢竟安全疑慮是消費者裹足不前的主因。

(四)日本

經濟產業省公布的平成 28、29 年度(2016、2017)經濟產業政策重點中所載明的物聯網相關計畫包括：(1)推廣物聯網跨技術發展計畫，由 37.3 億成長至 55

億日圓，該計畫導入感測器、資訊收集、分析等跨領域之基礎建設，從而達成整合性之技術開發，並增加產學研交流機會，以充分利用研發成果；(2)20 億的創造物聯網新產業模型基礎建設改善計畫，第二年改為 9 億的創造物聯網新產業模型基礎建設發展計畫，其中 2016 年部分在促使產官學投入成立「物聯網推動實驗室」，推動組織改組，開發各領域利用物聯網的商業模式，以及整合國內外企業技術與商業模式，以實現領先之創新。2017 年的實施重點則有關企業透過共享外國遊客資訊(如住宿、採購、旅遊等資訊)以提升銷售業績；(3)18.5 億物聯網社會系統推廣計畫在第二年更動為 15.5 億的運用物聯網之先進社會基礎設施推動計畫，2017 年之實施重點是有關協助企業導入遠端維運、預測性維運、產品最佳化等技術之國際標準，以及容許設備檢查規則之彈性變動、跨企業的數據活用示範等；(4)2017 年 3 億的運用物聯網之社會系統發展計畫是有關家電產品自動節能，及運用家電產品資訊提供新服務的展示；(5)2017 年 45.5 億的獨立行政法人情報處理推進機構運營費用補貼，其中一部分是有關物聯網智慧財產的建立。

表二、各主要國家的物聯網相關政策

國家	方案	要點
歐盟	地平線2020(2014~2020；800億歐元)	• 物聯網列重點項目
	物聯網創新聯盟(2015.3)	• 加速物聯網生態系發展
	單一數位市場(2015.5)	• 集中資源
	促進歐洲物聯網發展文件(2016.4)	• 提升聯網裝置相容性
		• 促進物聯網生態系發展
	歐洲數據經濟推動方案(2017.1)	• 以人為本的發展途徑
		• 物聯網單一市場
中國	促進健全物聯網常規化發展指南(2016.1)	• 物聯網單一市場
	物聯網跨部會會議與專家諮詢委員會(2016.1)	• 產品責任歸屬議題
	物聯網發展十計畫(2016.1)	• 釐清概念、目標與重點
	物聯網發展基金(2016.1)	• 促進物聯網發展
	其他促進物聯網發展指南(2016.1)	• 商業模式、安全性、法規、人才培訓等
		• 措施每年依現況優化
美國	工業網際網路聯盟	• 包括國務院意見、智慧城市發展指南等
	DIGIT法案(2016.5)	• 釐清物聯網硬體與都市規畫
		• 加速物聯網成長
		• 成立審查物聯網提議小組
	推廣物聯網跨技術發展計畫(2016、2017；37.3億、55億日圓)	• 要求法律制定
		• 要求規劃頻譜
日本	創造物聯網新產業模型基礎建設改善計畫(2016；20億)	• 確立物聯網資安架構
		• 基礎建設整合
		• 增加產學研交流
	創造物聯網新產業模型基礎建設發展計畫(2017；9億)	• 物聯網推動實驗室
	物聯網社會系統推廣計畫(2016；18.5億)	• 開發商業模式
	運用物聯網之先進社會基礎設施推動計畫(2017；15.5億)	• 整合國內外企業技術與商業模式
	運用物聯網之社會系統發展計畫(2017；3億)	• 企業共享遊客資訊
	獨立行政法人情報處理推進機構運營費用補貼(2017)	• 協助企業導入國際標準
		• 跨企業數據活用
		• 家電自動節能
		• 開發家電數據利用之新服務
		• 智慧財產建立

資料來源：各國政府，STPI 整理。

七、簡析與建議

物聯網代表了智慧物件與智慧網路間的交互作用，其中，智慧物件認知、感受自身的存在，同時與控制中樞或其他智慧物件互動；智慧網路則作為基礎設施，流通統一語言，容許萬物聯網所產生的各種應用。

許多猜想的情境其實與我們相距不遠。智慧照明：隨著核電廠的退役，我們對智慧照明等省電模式有著迫切需求；信息經濟：在臉書或 YouTube 等免費的服務上，我們已經能看到從使用習慣累積的大數據以廣告等各種型式回饋到我們身上。未來，當企業透過穿戴式裝置從我們身上擷取更多維度的數據時，產品價格或是我們的消費行為，都會在不知不覺中隨大數據起舞；萬物聯網：不過幾年前，智慧型手機還只是遠在美國才有消費需求的產品，如今已人手一機，萬物聯網的情境想必也會這樣到來，幾年後，吸引消費者的物聯網服務也將像智慧型手機一樣普及。

在谷歌眼鏡、小米手環、智慧電網等 21 世紀新名詞交織的樂聲中，我們已經踏上邁向物聯網時代的旅程，但要到達物聯網時代，我們的世界還需要下列燃料：(1)雲端平台；(2)雲端基礎設施，以及(3)物聯網中繼設施，這些都是國家可以獎勵開發的方向。

以 Google Sheets 為例，Google Sheets 這個雲端平台能讓用戶利用雲端運算執行即時資料分析，但 Google Sheets 無法同時處理數十萬筆資料的功能限制，顯然還不夠符合物聯網時代所要求的規格。理想的雲端平台須能提供大數據的即時運算、彈性儲存、全球存取，最重要的，雲端平台必須具備機器學習的能力。雲端平台的發展方向包括批次處理、分散型資料庫、分散佇列、及時運算、工作管理平台、任務監控、任務分配等，將來才能消化物聯網產生的巨量資料，但這些領域無法獨自發展，以類似前述 λ 架構來整合是必經之道。相對於中華電信等台灣重要電信業者雲端服務策略的不甚明顯，從百度雲、金山快盤等則可看出中國企業在雲端平台技術上的積極佈局，台灣的軟體發展應該完全仰賴國外的雲端技術？或應有特定方向的發展？值得討論。

雲端基礎設施則是實現物聯網雲端平台的基石，雲端基礎設施包括資料儲存中心、資料運算資源中心、網際網路基礎建設等。從相繼吸引谷歌、蘋果至彰化成立資料處理中心來看，台灣在相關建設上的成果是有目共睹的。

物聯網中繼設施則是傳統網際網路與聯網物件的媒介，一方面要建構聯網物件可以溝通的標準物聯網平台，另一方面需嫁接雲端平台提供的即時運算功能。相對於雲端平台軟體上各自發展演算法所容許的高度自由度，物聯網中繼設施

與聯網物件都屬於硬體，規格須跟隨國際大廠的腳步，才有機會賣入國際市場，所以緊跟國際動態、即時將國際標準介紹給台灣企業，是政府可以扮演的角色。

如前所述，物聯網發展的要素包括網通協定第六版、霧運算、 λ 架構、相容性、情境感知運算，我們可以在這個架構下發展，抑或在相同觀念的啟發下舉一反三，提供業界更佳的解決方案。同時不要忘記，消費者最擔心的是網路安全與隱私權的問題，沒有消費者相信安全的產品，由供需推動的萬物聯網情境就不會出現。

參考文獻

- Borgia, E. (2014). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54, 1-31.
- Kevin, A. (2009). That 'Internet of Things' thing, in the real world things matter more than ideas. *RFiD Journal*, 22.
- Miragliotta, G., Perego, A., & Tumino, A. (2012). Internet of Things: Smart Present or Smart Future. *Department of Management, Economics and Industrial Engineering, Politecnico di Milano, Italy*.
- Mukhopadhyay, S. C., & Suryadevara, N. K. (2014). Internet of Things: Challenges and opportunities. In *Internet of Things* (pp. 1-17). Springer International Publishing.
- Roman, R., Zhou, J., & Lopez, J. (2013). On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things. *Computer Networks*, 57(10), 2266-2279.
- Díaz, M., Martín, C., & Rubio, B. (2016). State-of-the-art, challenges, and open issues in the integration of Internet of things and cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 67, 99-117.
- Aazam, M., & Huh, E. N. (2014, August). Fog computing and smart gateway based communication for cloud of things. In *Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2014 International Conference on* (pp. 464-470). IEEE.

- Trappey, A. J., Trappey, C. V., Govindarajan, U. H., Chuang, A. C., & Sun, J. J. (2016). A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0. *Advanced Engineering Informatics*.
- Body of European Regulators for Electronic Communications (2016). *Enabling the Internet of Things* (BoR (16)39).
- Gartner, Inc. (2016). *Hype Cycle for the Internet of Things, 2016* (G00290227).