

專題研討

壹

機會與挑戰！ 物聯網造成的 社經失序與因應

- ◎ Shoumen Palit Austin Datta 美國麻省理工學院教授
- ◎ 呂執中 國立成功大學工業暨資訊管理學系教授
- ◎ 梁直青 國立虎尾科技大學企業管理系副教授

11	物聯網與工業網路概念的源起
12	物聯網商機
14	物聯網帶來的社經衝突
15	技術性失業的衝擊
16	喪失隱私權的恐懼
18	系統聯網與社經摩擦
19	教育是根本解決之道
21	參考文獻

摘要

近年來物聯網興起，為世界各國的產業界掀起風潮。但是物聯網的興起有其潛在的隱憂，就是隨著物物相連帶來的商機，對於隱私權的侵害，以及因物聯網興起之工業4.0與工業網路(全自動化工廠)造成對勞動力的衝擊。人們該如何面對這些隱憂與衝擊，便成為值得探究的議題。本文針對物聯網興起可能產生的商機，以及造成的社經失序進行探究，並據以提出應對之道，供業界與學界參考。

關鍵字：物聯網，系統聯網，工業4.0，工業網路，社經失序，隱私權，人力資源

The Internet of things (IoT) and the industrial internet have started since 1988. However, IoT has its defects: the erosion of privacy and the impacts of the reduce of workforce along with the further development of IoT: Industrie 4.0. How to face these challenges is important to discuss. This study discussed about the development of IoT, the thriving business of IoT, and possible socio-economic disequilibrium. This study proposed the possible solution to the challenges.

Keywords: Internet of Things; Internet of Systems; Industrie 4.0; Industrial Internet; Socio-Economic Disequilibrium; Privacy; Human Resource



物聯網與工業網路概念的源起

雖然所謂物聯網 (Internet of Things, IoT) 一詞的起源大多數人認同主要是在 1999 年，由麻省理工學院 Auto ID Center 的 Kevin Ashton 所創造出的，但是物聯網以及工業網路 (Industrial Internet) 的概念早於 1988 年便被提起 (Rifkin, 2014)。物聯網的本質在於將運算 (computing) 與人類生活結合 (Cook, & Das, 2012, Rifkin, 2014)。Herbert Simon 也在其 1987 年發表的論文中提到，將電腦運算技術應用到人際生活上，他認為「人類可以透過電腦結交朋友，並透過電腦進行互動」(Simon, 1987)。而來自 Palo Alto Research Center 的學者 Dr. Mark Weiser (Weiser, 1991) 表示：「運算應該是逐漸與人類的生活密切結合在一起，並可以逐漸影響商業行為」(Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013; Datta, 2006; Datta 2014a, Datta 2014b)。換言之，這才應該是物聯網以及工業網路概念的開始。

事實上，物聯網或是工業網路這些名詞並非來自於零售業製造商 (Ashton, 2009)，其概念是來自麻省理工學院 Sam 等人於 2000 年的一篇論文「The Networked Physical World」(Sarma, Brock, & Ashton, 2000)。該文提及了物聯網的概念；而 Manyika 進一步擴充其概念，於 2011 年提出工業網路的演進概念 (Manyika et al., 2011; Sarma et al., 2000)。進一步的在 2013 年的 MIT Sloan CIO Symposium 上，Sarma 亦針對物聯網進行討論 (The MIT Sloan CIO Symposium, 2013)。之後，在產業界與學術界的探究下，物聯網及工業網路的議題日興，儼然已形成一種工業革命。

物聯網定義為「可以透過虛擬網路來連結由原子組成的實體世界物件的一種網路形式」(Datta 2014a, Datta 2014b)。而透過封包資訊組成的虛擬世界來連結由原子組成的實體世界之趨勢，也就是大家認知上的再一次工業革命 (Ilic, Xie, Khan, & Moura, 2008)。相較於由動力革新帶來的第一次工業革命以及由資訊化帶來的第二次革命，多數人認為這就是第三次工業革命 (Gershenfeld, 2008; Gershenfeld, & Vasseur, 2014)。而當紅的工業 4.0 與工業網路 (Industry 4.0 & Industrial Internet)，也正是奠基於物聯網上所興起的虛實整合系統 (Cyber-Physical System, CPS) 之擴大應用 (Ilic, Xie, Khan, & Moura, 2008; Smirnov, & Sandkuhl, 2015)。像是近年興起的穿戴式設備風潮：智慧型手錶、智慧型體重計、已經開發但應用上仍待突破的智慧型居家照護系統 (例如：自動監測需要長期照護的長輩或病患的生理資料，並主動回傳給醫院進行監控)，或是 Google 開發出的 Google 眼鏡等 (Morganti, Angelini, Adami, Lalanne, & Mugellini, 2012; Rhodes, & Allen, 2014; Serbedzija, 2012)，這些原先不會與虛擬世界產生互動的設備，現在都可以連上網路，並進一步衍生各類應用。

但所謂的革命就是要改變現況，就目前的第三次工業革命也是如此。所謂的改變現況，就是指社會與經濟的各類衝擊與摩擦。不過這一波革命對商業的衝擊與過往不同：許多衝擊是無法想像的。過往的工業革命，可以構思出可能的商機與應用，但第三次工業革命帶來的改變會透過無遠弗屆的網路應用到我們的生活當中；例如：從物

聯網的應用我們可以預期未來將發展出服務人類無微不至的智慧機器人，但這智慧機器人的研發本身除了改變我們的生活，還會進一步回過頭來改變製造業者的發展重心或是衍生新的問題；只是，我們已經無法想像重心是如何的改變或是預期新的問題可能帶來的衝擊。換言之，第三次工業革命不只提供人類好處，也會產生許多問題。目前已經可以看到許多能預期得到的失序問題，如：帶鏡頭的智慧型手錶，可以記錄人類生理資訊(心跳率、體重變化等)的設備，或是可以錄影的Google眼鏡，都可能侵犯他人隱私(Schreiber, 2014)；而智慧型居家照護系統能否確保病人安全以及衍生的法律議題(如果有意外產生，權責該歸屬醫院或是設備廠商)。這些過往不曾發生的問題，隨著物聯網而逐漸影響到人類的日常生活。換言之，隨著物聯網的變革所衍生的商機，應該會進一步將各類可能未知的問題帶入我們日常生活。

物聯網商機

物聯網的出現進一步改變製造業者的生產重心，亦即是要降低從概念(如何發展供應鏈)到實踐(供應鏈運作)的週期。工業大廠必須要放棄過往的平台，才能在開放平台聚集眾人智慧以產生創新的服務。換言之，廠商將由對產品的大量微利上獲取利益，而加值資料服務也與即時資料智慧分析結合，物聯網帶來的即時智慧(情報)將成為企業成長之驅動力。

現況來看，物聯網已確定可以帶來交通運輸、健康照護、家居生活與安全、環境監控與公共安全、綠能產業等多個領域的應用商機。在交通運輸上，目前當紅的V2V(Vehicle to Vehicle)車間通訊系統，就是典型的物聯網應用；在臺灣有許多廠商投入相關電子零組件的研發與生產(Kuo et al., 2014)。而透過V2V，車子與車子之間可以互相溝通彼此速度與距離，創造安全無故障的舒適開車環境。此外，隨著雲計算(Cloud Computing)或是更廣泛應用的霧計算(Fog Computing)而蓬勃發展(Bonomi et al., 2014)，甚至於最終可以達成自動駕駛汽車的目標。

在健康照護方面，透過RFID等遙測技術，連結病患身上的感測儀器與醫院的監控系統，可以即時回饋病患資訊到醫院以建立居家病患的完整病程變化，好使醫院可以及時處理緊急事件(Amedola et al., 2014)。而在家居生活與安全上，相關的應用也已被討論或施行多年(Gubbi, 2013)：可以隨時遠距離監控家裡面的狀況、觀察嬰兒與保母的互動、自動設定關閉出門忘記關的瓦斯或電燈、亦可以透過自動化排程來自動開啟或關閉特定系統等。

而小從資源回收自動分類、社區街道監視儀器；大到控制風力發電的效能、或是當台灣霧霾罩頂之前或是地震爆發之初可以快速的提供緊急訊息給人民，這些都是物聯網在環境監控、公共安全以及綠能上的可能應用(Ji & Anwen, 2010)。台灣產業目前已經掌握了部分相關軟硬體商機，但若能進一步洞悉消費者對於物聯網的態度，應能協助廠商轉型、升級並針對消費者需求創造更高的附加價值。

從上述的說明可以發現，消費者已經逐漸體認到物聯網的特性在於動態即時資料的重要性。易消失的動態即時資料之變化(如：透過即時更新的醫療記錄來追蹤並了解病患的病程)，比收集一定時間週期的資料(如：回診的時候詢問病患的服藥週期)更值得關注。資料傳輸與資料儲存對這類業務更為重要，消費者的心態也有所轉換；在物物聯網之下，消費者希望可以為即時分析資料與結果來付費。也就是說，廠商必須要有心理準備：消費者在意即時情報，意味著消費者對於分析完成之前的大量原始資料(raw data)在心理預期上是免費的，因為對消費者而言，這些原始資料都不該收取費用。

類似的概念被蘋果電腦公司(Apple Inc.)應用在創新的收費模式上。它讓世界各地任何人都可以加入開發應用程式；但是所開發出來的應用程式必須透過蘋果公司的審核才上架。最後，蘋果公司的產品(手機，平板等設備)成為這些應用程式的展示平台，但是蘋果只針對這些上架的應用程式收取少量的99美分代管費用。從數以百萬計已開發的小應用程式APP來看，蘋果擁有全世界最大的付費資料庫，而每次只需要付出些許費用卻能成功；因為消費者不在意系統是如何開發出來的，而廣大的資料庫中，消費者只會想購買他想買的音樂或是APP，而不是整個資料庫。

電動車Tesla也是類似概念下的產物。Tesla放棄以往賣可置換式石墨烯電池(swappable graphene-based)，而是提供軟體定義網路(Software-defined network, SDN)來賣服務給客戶(Alam, 2015; Zhu, Song, Ni, Ren, & Li, 2016)，當客戶有即時需求時，再予以收費。所以，透過賣出硬體設備來賺錢的方式逐漸式微，轉為持續透過提供軟體服務來賺錢的方式逐漸興起。

蘋果電腦公司也跨足智慧型汽車的開發。由過往蘋果公司的獲利模式可以推敲，未來的蘋果電動汽車可能是由智慧型車用電網來進行離線電網的供電需求。產品不收費或僅收取少數費用，取而代之的是每次使用付費的微型付費服務方式。這種商業模式並不是創新的商業模式，只是被蘋果善用了。這樣的商業模式過往已經在在的被驗證過是極其有效的；例如噴墨印表機的墨水是需要的時候再買，電信費則是使用到通話或是數據網路才需付費等。這樣的商業模式放大了微型付款的經濟效益，延長其效用，並驗證了長尾效應(Fujimoto, 2014)，也讓部分冷門商品得以遇到它的伯樂。其他類似的例子，如：勞斯萊斯打算販售「推進時數(Thrust Hours)」服務來取代販售飛機引擎，Google打算販售太陽能儲蓄計畫取代販售小廣告(adlets)，保時捷則是打算販售智慧型傳動感應系統服務，而不再個別販售感應器。



物聯網帶來的社經衝突

雖然學者、專家、市場觀察家以及企業家都深信，物聯網科技以及到處可以連結的網路型態帶來的商機與應用無限，但是「易消失的即時動態資料之變化，比收集短時間週期的資料更值得關注」的物聯網特性，卻形成了社會摩擦。因為需要即時的動態資料變化，勢必要人類放棄部分的隱私權，好達成收集即時動態資料之目的。在網路漏洞抓不勝抓，網路駭客技術與時進化，以及社交工程詐騙頻傳的今日 (Collier & Endler, 2013)，物聯網只會讓隱私權更容易被侵犯而不自知。但人們真的自願放棄隱私權換取社交上的便利？或是人們只是不知道隱私權被侵犯的嚴重性而不知道該有所回應或避免？

台灣高速公路自動收費系統 (ETC) 就是一個典型的物聯網機制；在申請之初，曾經表明該系統可以紀錄申裝人所經過的路線，得以協助申請人管理自己的用車情況，但社會輿論激烈批評；也在最後透過其經營公司出面說明其安全機制，好減緩社會反彈。甚至在正式上路之後，因其可以針對違規超速等進行紀錄而引發另一波用路人擔憂警方濫權的可能，也在公司與政府出面澄清之下，暫緩人民的疑慮，只是，不信任的氛圍已然成形 (Lee, 2012; Stojmenovic et al., 2015)。

上述社會衝突是來自於對於隱私權的侵犯 (Medaglia, & Serbanati, 2010)。透過物聯網，隱私權將因著物物相連的模式而可能將資訊揭露給不該知曉的第三人。換言之，物聯網的應用將徹底挑戰我們過往對於隱私權的認知。雖然人們對於資訊安全仍有其顧慮，但隨著物聯網的普及，人們知道個人部分資料必須要開放的重要性，只是不知道哪些隱私是可以公開的。在不信任的氛圍下，廠商隨意利用個人資料，或許不會隨意被政府檢索或應用超出原先設計該物聯網所需的範圍以及初衷，但人民對隱私即將被侵犯的恐懼，導致其完全不願意分享任何個人資料。

另一方面，我們可以看出，減少人力負擔是物聯網帶來的優勢；但這樣的優勢，也帶來了人力資源分配的問題。例如：自動照護，自動監控等相關應用，都是在精簡現階段人力工作。在工業國家以及新興經濟體之間也存在隨著人力資源分配的問題。在新興經濟體，缺乏高附加價值技能的一般勞動者，仍是工廠生產不可或缺的一環。當然，他們對於可能取代他們工作的物聯網科技不可能存在正面的態度。如果工業國家導入物聯網的自動化科技之後，在產銷上，對於新興經濟體廉價人力的依賴下降，可預期的是對於整體經濟與社會的負面衝擊。因為，對於新興國家經濟體而言，勞動者需要工作這件事情是不能被取代的 (Crawley, Swailes, & Walsh, 2013; Mulay, 2015)。



技術性失業的衝擊

Sloan 管理學院數位商務中心 (Center for Digital Business) 的 Erik Brynjolfsson 與 Andrew McAfee 認為，在這次工業革命中可能會浮現下列問題：高失業率以及社會不平等的攀升 (人們將和機器競爭工作)。Joseph Stiglitz (2012) 的 *The Price of Inequality* 以及 Robert Reich (2014) 的 *Inequality for All* 兩部著作中，也提及了這類社經失序現象。Brynjolfsson 以及 McAfee 亦重新探究了 1930 年代由 Maynard Keynes 所論述的「技術性失業」。所謂「技術性失業」就是隨著技術進步而引發的失業，也就是由先進的設備替代僅從事低附加價值技術的勞工。當產品價格隨著技術進步而降低，壓縮獲利，這時候工資就成了廠商加入採用機器來取代勞工的驅動力 (Feldmann, 2013)。

Robert Frank 也於 1990 年代重新探究了相同的議題，提出了「贏者全拿 (Winner-takes-all)」的勞動市場現象，並在其著作 *Darwin Economy* 中進行了深入探究。所謂「贏者全拿」在過去是指企業追求成長，在市場上落後的企業就越輸越多，最後只剩下一小撮金字塔頂端的廠商；但 Robert Frank 卻認為造成這現象的原因不是因為企業追求成長，而是來自於科技進步。因為科技進步造成分配改變；贏者全拿的情況，催化了過度投資與過度競爭的現象，導致了社會不公平。例如每賣出一支 iPhone 手機，Apple Inc. 可以拿到 90% 的利潤，這就是典型的贏者全拿。可是這樣的贏者全拿狀況，會導致投資人一窩蜂的過度投資在相關產業上面，進而造成經濟泡沫與世界性的經濟動盪。進一步思考，物聯網發展也會造成類似的情況，甚至於為了追求規模生產而大幅裁員轉用機器生產。這樣的情況下，勞動市場將會嚴重失衡，進而造成另一波的經濟失衡。所以，隨著追求物聯網的發展，舊有問題將進一步惡化。

上述衝擊並不是新問題。事實上，科技進步一再的以不同形式衝擊社會與經濟，並造成隱私與人力資源問題的狀況已經持續幾個世紀了。經濟歷史學家 Norman Poire (2000) 曾言「從西元 1440 年到 1939 年這五個世紀是人類史上最動盪的一段時間。這段時間出現許多科技進步刺激人類的世界，有三種發明影響後世文明的發展。Johannes Gutenberg 在 1440 年的印刷出版，創造了後續的資訊革命，進而促成了歐洲的文藝復興。Galileo Galilei 在 1609 發明的顯微鏡，創造了科學革命以及理性時代的來臨。工業革命與馬克斯思想在 James Watt 於 1769 年發明了蒸汽機之後隨之展開。接下來，在 1939 年 John Atanasoff 與其研究生 Clifford Berry 發明了電腦，並於不知不覺中促成了第四次科技革命的開始 (Datta, 2015; Poire, 2000)。這些工業革命在在的透過發明更接近人類，也挑戰了人類的隱私權，科技進步更讓廠商減少對人力的需求。現在另一個工業革命海嘯開始衝擊我們的社會與經濟，這次的工業革命包含了歷次工業革命所曾經面對之問題，以及其他未知的問題。

喪失隱私權的恐懼

物聯網 (IoT) 就是要讓在不同環境下的標準、或通訊協定下的應用，以及各類設備可以交流與溝通，但是要溝通就需要能先對於標準有一致的認知才能進行。例如語言的溝通，溝通的雙方必須要用彼此聽得懂的語言進行溝通。如果可以成立一種跨越各種準則的單一標準操控機制，便可讓產品與服務得以順利擴散。工業網路就是需要藉此達到物物聯網的境界，而供應鏈上的產業領導者必須要推動開放標準應用介面架構 (open standards for interfaces, Open APIs) (Shin, Na, & Kim, 2012) 以協助中小企業 (small-medium enterprises, SMEs) 連結到這個標準通訊介面來存取各類資源 (Gubbi et al., 2013)。如此一來，這些領導廠商與其上下游的中小企業可以透過開放標準應用介面架構來強化其增值服務。整體而言，能否有效的應用標準應用介面架構且將應用廣佈出去，就是物聯網的成功關鍵要素 (Bonomi, Milito, Zhu, & Addepalli, 2012)。

但從商業角度來看，我們能否從單純的資料擷取轉換為獲利，將導引物聯網與工業網路的發展。換言之，標準能否建立，主要是決定於公司投資之後能否獲利；亦即連線的交易成本是否符合各公司的投資報酬率，將決定標準的採用與否 (Coase, 1937)。物聯網的終極目標不是以連結大公司為主要考量，而是各類型企業都會納入物聯網的標準內。但公司有了投資就希望可以儘快回收成本，是大多數中小企業所遵循的生存之道，在這樣追求短利的氛圍下，必然影響物聯網可能產生的大數據資料收集與後續衍生應用之擴充。一旦資料收集不完善，就不能形成可以理解的資訊，更遑論可應用的商業智慧了 (Huang, Li, Yin, & Zhao, 2013)。沒有足夠的資料，分析工具將無法從資料中發掘出潛藏的商業範式的 (business pattern) (Fan, Mo, Xiang, & Zhang, 2011)。例如知名廠商 WalMart，透過探究大數據發現在美式足球季節將尿布與啤酒放在一起賣，可以創造驚人獲利，就是一個知名的例子 (Singh, 2013)。

所以就物聯網發展而言，發現範式是極為重要的一件事情；因為有了範式，才能發展出可能的應用。但要形成範式就必須要收集到足夠數量且有意義的資料，因此，如何在廠商求取獲利回報與應用擴充之間取得平衡，且能回收到有意義的資料就非常重要。特別是在物聯網應用發展中居於關鍵角色的即時動態分析引擎 (real time dynamic analytical engines)，更是需要大量有意義的即時資訊來進行分析，這是物聯網關鍵應用的一環。例如透過智慧型預測分析技術來分析每次交易的即時微型付款之類的半自主行為 (semi-autonomous activities) (Dimitriou, 1973)，進而找出消費者潛在可能的消費傾向以及商機。但是這樣的即時動態資訊能否繞過隱私權的限制自由擷取便成為衝突。若不能讓廠商即時分析數據，就無法獲得有用的資料，但若消費者不願意納入其分析數據中，廠商也不能任意將其資料納入資料分析的一環。換言之，消費者並未了解隱私被揭露的範圍以及合理應用的規範，並進而產生恐懼，將限制了物聯網的應用與發展。

即時動態資料之外，自然界裡面，許多事實都是要到數量夠大的時候才會被發現。像是量子力學裡面的知名的 Young's double-slit 實驗就是一個例子 (Farnal, & Mlynek, 1991)。Akira Tonomura 博士 (1989) 發現到在單電子束的時候，根本不會有干擾現象的發生，直到通過裂縫的電子束夠多的時候才會發現干擾現象。這現象應用在物聯網的大數據現象中，結果告訴我們，在商業領域，如果僅透過先導研究或是少樣本的實驗與問卷是無法提供足夠的結果來建立指標或是商業範式。一個錯誤的指標或是商業範式無法用來說明一個可能有潛在獲利的現象，或者業者可能會根據錯誤的指標建立出一個無法準確預測的模型 (Mitsa, 2010)。

在物聯網時代，大型系統的布建會成為萃取資料與分析資料的關鍵來源。因為在物聯網的環境下，廠商自然而然會希望會從整合或結合各類不同來源的資源來找出解決方案。只是，如果因為隱私權的限制，導致資料量不足，分析結果的品質不佳，所建立起來的範式就無法正確的被應用在商機上或造福人群。

我們或許可以從一般性流程技術 (general process technologies) 的演進來看端倪 (Datta, 2006; Datta, 2015; David, & Thomas, 2006)。Clayton Christensen 提出的顛覆性技術 (Christensen, 2013)，就是從一般性流程技術的概念來推論並過度宣傳了「顛覆 (disruptive)」的意義。Clayton Christensen 認為所謂的顛覆才能創造成功，並認為良好的管理導致企業的失敗，因良好的管理往往斲傷了創新的可能。但他的概念來自於小量的資料，並欠缺完整的資料分析，而錯誤的使用了「顛覆」二字來誤導商業界「只有顛覆才會成功」(Christensen, 2013; Datta, 2015) 類似的數據應用失據的情況，在資通訊產業界上也看得出來。

過去 15 年，RFID (Radio Frequency Identification) 在缺乏系統性整合下，導致了應用上的受限。沒有系統性的整合，我們無法獲得足夠數量的資料來說明 RFID 的應用情況，也進一步讓我們無法充分的將 RFID 標籤進行廣泛應用。例如 WalMart 曾經錯估 RFID 的應用，大張旗鼓，要採用 RFID 當作其供應鏈上整合上下游的工具 (Camdereli, &

Swaminathan, 2010)，但最後卻不得不放棄或限縮此一應用 (Michanelles, Karpischek, & Schmidt, 2010)。這並不是技術的問題，而是來自於對可能在供應鏈管理上的應用欠缺大量資料佐證，就貿然提出研究結論的下場。雖然 RFID 仍有其應用的可能，但就現階段而言，WalMart 對 RFID 的應用，就是一種錯誤的政策。換言之，要能讓廠商有效應用物聯網，所需要的標準與大量數據勢必需要進一步讓大眾知道開放隱私權的重要性以及可應用的範圍以減緩對於喪失隱私權的恐懼。



系統聯網與社經摩擦

物聯網、工業 4.0 與工業網路的下一步就是系統聯網 (Internet of Systems, 簡稱 IoS) (Uckelmann, Harrison, & Michahelles, 2011)；若物聯網這一階段沒能處理好相關問題，對於不同生態的各類系統整合之系統聯網，更可能造成進一步的災難。如前所述，在物聯網上的資訊安全、隱私、信任、或是與道德相關的可能問題都會在系統聯網上出現，甚至於更加嚴重。因為物聯網所形成的物件之間的連線與通訊會徹底改變我們原先已習慣的互動方式，並進一步影響人類在系統連網中的行為舉止。

Immelt (2013) 表示「人類一直期望能擁有一個緊密結合的社群，可以讓彼此連線、溝通，或讓彼此在工作上得以充分合作的機制。所謂的工業網路 (Industrial Internet) 將不再是由機器來執行的世界，而是可以結合世界上最好的科技來解決人類面對的巨大問題。像是經濟與環境的永續發展、能源，或是可以治療絕症。我們可以透工業網路來發展人類接下來的 100 年。」

的確，物聯網或系統聯網的誕生可能會解決醫療產業、交通事業以及製造業現有問題，並可以催生出新的商業模式。醫學上，透過分析大數據，我們已經可以在發病前十年預測出是否得到癌症 (Krishnaiah, Narsimha, & Chandra, 2013)；交通上，不需要人為駕駛的全自動停車或是全自動送貨車在物聯網時期只能算是基本應用 (US. Patent No. 3,618,793,1971)；而製造業應用上，物聯網搭配 3D 列印 (3D Printing) (Campbell, Tibbits, & Garrett, 2014)，我們也可以預期到製造業 5.0 的發展 (Manufacturing 5.0) (Razali, Suradi, Shahabuddin, Ismail, Abidin, Ahmad, & Mustafa, 2013)；亦即不再有存貨，而是一種新的鋪貨方式：依照需求製造 (distributed manufacturing-on-demand at the edge, 簡稱 dMORE)。

例如美國太空總署所發展的 SMAP 計畫 (NASA's Soil Moisture Active Passive) (Datta, 2015a)，人類可以完全依照精密需求，種植農作物或者生產出保證無砒且純淨的飲用水。而 IBM 公司已經可以生產的神經突觸電腦晶片或是神經型態的硬體 (Neftci, Binas, Rutishauser, Chicca, Indiveri, & Douglas, 2013)，可能造成運算上的大幅進步，已遠非過往晶片所能比擬。這樣的快速運算技術發展，搭配系統聯網的無遠弗屆，顯示出接下來的演進已經無法預想。

但是隨著系統聯網，在物聯網上的隱私與人力資源問題將持續擴大經濟摩擦。系統聯網下不只影響製造業的工人，更可以隨著連線工具的自動化造成低階白領與中產階級喪失其原先可做的重複性工作。銀行櫃員、商店收銀員，或是從幼稚園到大學等各階段的教師，都可能因為自動櫃員機，自動結帳機或是磨課師 (MOOCs) 而失去工作或是被迫轉換現階段的工作型態。而且，這樣的發展更會讓中產階級喪失對工作的熱忱。事實上，這些問題不單純只因為系統聯網 (IoS)，而是從整合我們的生活與電腦運算之後就開始產生的問題，Herbert Simon (1987) 與 Mark Weiser (1991) 在幾十年前就已經提到了此議題。

系統聯網的大量跨系統連線性進一步揭露了大量的監控；如在系統聯網下，醫療系統必須隨時監控病人狀態，而這樣將會加速人類行為的改變。但是這些改變是否合理，必須要持續觀察與分析 (Kahneman, 2011)。在設計未來產品與服務的時候都需要將這些觀察納入考量，像是未來的無線醫院、離島醫療無人系統、在廣設的氫氣冷卻站設立核磁共振系統、或是在亞馬遜叢林建置移動式X光機等系統聯網下的跨系統平台，都需要我們持續觀察人類行為的改變情況以進行因應。因為這些應用都牽涉到侵犯隱私的社經道德 (Mullainathan, 2013) 以及社經發展 (Sen, 2001)。想要避免系統聯網破壞了道德與社經發展，就必須要謹慎的觀察，並減少介入，以避免不必要的干擾。如果被觀察者知道自己被觀察可能會改變原先對於刺激應有的反應，例如人們可以在洗澡時很開心的唱歌，但無法在公眾注目的舞台上唱歌。但如果想要隱密的觀察人類行為變化與避免造成過度影響，勢必進一步影響到人類的隱私。這是隨著系統聯網而來的一種兩難局面。系統連線的即時性即代表了以時間為中心的系統聯網，但是在這樣的系統中，人類的行為必然是與軟硬體組合起來呈現的，並隨著時間推進而有所改變。換言之，這類必須要揭露隱私的觀察勢必要持續進行。

教育是根本解決之道

廣布的物聯網與系統聯網被期待為可以藉此提高創新產品與服務的機會 (Datta, 2015b)，這使企業家趨之若鶩。奇異 (GE)、Cisco 和一些大廠的資料顯示，物聯網以及工業物聯網 (IIoT) 可能會增添全球 14 兆到 19 兆美元的經濟產值，遠遠超過過去十年的各類創新產品發展的產值；而消費主義 (Milner, 2015) 的爆炸性成長更是使物聯網誘人遐思。但是這情況真的可以轉換為實質獲利？幾十億人在社交網站牆上書寫文章或張貼照片，的確看起來商機無窮，但這些情況誇飾了社交媒體的泡沫軟體市場。因為這些人中大部分是負擔不起會說話的汽車、可以自動送餐的機器人，或進行機器人腹腔鏡手術。

在美國，數個針對物聯網與系統聯網的專案正在工業界與學術界湧現，從研究解決下一代物聯網空間、工業物聯網 (IIoT)、系統聯網 (IoS) 到各類研究實體與虛擬系統的相關研究，在在令人興奮。在 2014 年至 2015 年市場領導者的支援下，形成了幾個大財團與幾個學術團體引領著創新發明與創新的方向。歐盟則是投資了超過一千億歐元的大型多年期計畫 (地平線計畫, Horizon 2020) (Pacheco-Torgal, 2014) 來探索物聯網的發展和可能的商機。

但是這些投資、關注等諸多光環卻蒙蔽了全球領導階層，他們被錯誤的經濟預測所誤導而忽略了最根本的議題：教育。試想如果一個稱為智慧的城市，居民卻不那麼有智慧，這樣還能叫做智慧城市嗎？你的城市有彈性去面對各類可能隨著物聯網帶來的問題嗎？被教育過的消費者才是最好的消費者。

雖然工業革命會帶來巨大的衝擊，但是人類經濟社會總是在破壞與顛簸之後逐漸的達到均衡狀態。這樣的平衡是必須要透過教育來幫助人類適應新的狀況。我們需要在教育方面進行調整，以因應新興科技帶來對社會巨大而緩慢的改變。

從教育的角度來看，面對人力資源衝突，勢必要能針對現有的職場在職者進行再訓練，以提升其附加價值，以轉換目前工作到更具競爭力與附加價值的工作上。物聯網帶來的不該是破壞，而當人類無法謀職賺錢的時候，這些工業革命帶來的只是服務少數富人，反而喪失了能帶動社會經濟運轉的動能。還有，對人類即將面臨的隱私權挑戰進行職場倫理與道德教育，讓大眾得知隱私的重要性，並了解物聯網可能帶來的契機以及該如何因應可能的變局。在隱私的重要性得以被瞭解之後，人們可以免於恐慌，能夠正面的面對部分資訊的開放以及合理應用。最後，資訊安全教育也是一個必須要探究的議題，如何避免伴隨物聯網而來的可能駭客入侵與進一步操弄系統聯網，則是需要產官學界共同努力。

人類需要夢想家來破壞與創新 (Datta, 2013)，而教育 (Datta, 2014a, Datta 2014b) 是破壞之後能幫助人類恢復平衡的一種長期且最有效手段 (Kurlansky, 2011)。因為教育可以用來發展靈感、想像力、發明、創新以及驅策想法的執行 (Datta, 2015b, Datta, 2015c)，進而協助人類面對接下來的快速變局。



參考文獻

- Alam M., (2015). The Software Defined Car is Here: Are you ready for it? Retrieved from:<http://movimentogroup.com/blog/the-software-defined-car-is-here-are-you-ready-for-it/>
- Amendola, S., Lodato, R., Manzari, S., Occhiuzzi, C., & Marrocco, G. (2014). RFID technology for IoT-based personal healthcare in smart spaces. *Internet of Things Journal, IEEE*, 1 (2), 144-152.
- Ashton, K. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID Journal*, 22(7), 97-114.
- Bonomi, F., Milito, R., Zhu, J., & Addepalli, S. (2012, August). Fog computing and its role in the internet of things. In *Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing* (pp. 13-16). ACM.
- Crawley, E., Swailes, S., & Walsh, D. (2013). *Introduction to international human resource management*. Oxford University Press.
- Campbell, T. A., Tibbits, S., & Garrett, B. (2014). *The Next Wave: 4D Printing*. Atlantic.
- Camdereli, A. Z., & Swaminathan, J. M. (2010). Misplaced Inventory and Radio-Frequency Identification (RFID) Technology: Information and Coordination. *Production and Operations Management*, 19(1), 1-18.
- Carnal, O., & Mlynek, J. (1991). Young’s double-slit experiment with atoms: A simple atom interferometer. *Physical Review Letters*, 66(21), 2689.
- Christensen, C. (2013). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business Review Press.
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica*, 4(16), 386-405.
- Collier, M., & Endler, D. (2013). *Hacking Exposed Unified Communications & VoIP Security Secrets & Solutions*. McGraw-Hill Osborne Media.
- Cook, D. J., & Das, S. K. (2012). Pervasive computing at scale: Transforming the state of the art. *Pervasive and Mobile Computing*, 8(1), 22-35.
- Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of Things in industries: A survey. *Industrial Informatics, IEEE Transactions on*, 10(4), 2233-2243.
- Datta, S. (2006). *Elusive Quest for Interoperability*.

- Datta, S. (2013). Humanity Needs Dreamers [presentation]. Retrieved from <http://bit.ly/HND-250>
- Datta, S. (2014a). Far Reaching Changes in the Near Future [e-book]. Retrieved from <http://bit.ly/Book-by-S-Datta>
- Datta, S. (2014b). Internet of Systems (IoS) - Economic Re-equilibration Catalyzed by Internet of Things (IoT). Retrieved from <http://bit.ly/MIT-IOT>
- Datta, S. (2015a). Dynamic socio-economic disequilibrium catalyzed by the Internet of Things. *Journal of Innovation Management*, 3(3), 4-9.
- Datta, S. (2015b). Smart Cities [presentation]. Retrieved from <http://bit.ly/SMART-CT>
- Datta, S. (2015c). Presentation of Datta 2015 [presentation]. Retrieved from <http://bit.ly/RE-VIEW-IOT>
- David, P. A., & Thomas, M. (2006). *The economic future in historical perspective* (Vol. 13). Oxford University Press.
- Dimitriou, B. (1973). The interpenetration of politics and planning. *Socio-Economic Planning Sciences*, 7(1), 55-65.
- Elevator turntable-type mechanical auto parking system. U.S. Patent No 3,618,793, 1971.
- Fan, F., Mo, G. L., Xiang, Z. Y., & Zhang, X. D. (2011). Research on the IoT construction strategy of logistics enterprise on Beibu Gulf Economics Area of Guangxi. *Reformation & Strategy*, 11, 029.
- Fujimoto, T. (2014). The long tail of the auto industry life cycle. *Journal of Product Innovation Management*, 31(1), 8-16.
- Feldmann, H. (2013). Technological unemployment in industrial countries. *Journal of Evolutionary Economics*, 23(5), 1099-1126.
- Gershenfeld, N. (2008). *Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication*. Basic Books.
- Gershenfeld, N., & Vasseur, J. P. (2014). As objects go online. *Foreign Affairs*, 93(2), 13-14.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- Huang, B., Li, C., Yin, C., & Zhao, X. (2013). Cloud manufacturing service platform for small-and medium-

sized enterprises. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65(9-12), 1261-1272.

Immelt, J. (2013) A Letter from Jeff Immelt. Retrieved from:
<http://ddd.uab.cat/pub/infanu/118878/isGEa2013ieng.pdf>

Ilic, M. D., Xie, L., Khan, U., & Moura, J. M. (2008, July). Modeling future cyber-physical energy systems. In *Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century*, 2008 IEEE (pp. 1-9). IEEE.

Ji, Z., & Anwen, Q. (2010, November). The application of Internet of things (IoT) in emergency management system in China. In *Technologies for Homeland Security (HST)*, 2010 IEEE International Conference on (pp. 139-142). IEEE.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.

Krishnaiah, V., Narsimha, D. G., & Chandra, D. N. S. (2013). Diagnosis of lung cancer prediction system using data mining classification techniques. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 4(1), 39-45.

Kuo, C. C., Lin, J. N., Wu, S. H., Cho, C. H., Chu, Y. H., & Da Tsai, F. C. (2014). Multi-System Integration Scheme for Intelligence Transportation System Applications. *International Journal of Wireless Networks and Broadband Technologies (IJWNBT)*, 3(4), 21-35.

Kurlansky, M. (2011). *Salt*. Random House.

Lee, B. C. (2012). The determinants of consumer attitude toward service innovation-the evidence of ETC system in Taiwan. *Journal of Services Marketing*, 26(1), 9-19.

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*.

Medaglia, C. M., & Serbanati, A. (2010). An overview of privacy and security issues in the internet of things. In *The Internet of Things* (pp. 389-395). Springer New York.

Michahelles, F., Karpischek, S., & Schmidt, A. (2010). What Can the Internet of Things Do for the Citizen? Workshop at Pervasive 2010. *Pervasive Computing, IEEE*, 9(4), 102-104.

Milner, M. (2015). *Freaks, Geeks, and Cool Kids: Teenagers in an Era of Consumerism, Standardized Tests, and Social Media*. Routledge.

- Mitsa, T. (2010). *Temporal data mining*. CRC Press.
- Morganti, E., Angelini, L., Adami, A., Lalanne, D., Lorenzelli, L., & Mugellini, E. (2012). A smart watch with embedded sensors to recognize objects, grasps and forearm gestures. *Procedia Engineering*, 41, 1169-1175.
- Mulay, A. (2015). *Sustaining Moore's Law: Uncertainty Leading to a Certainty of IoT Revolution*. Morgan & Claypool Publishers.
- Mullainathan, S., & Shafir, E. (2013). *Scarcity: Why having too little means so much*. Macmillan.
- Neftci, E., Binas, J., Rutishauser, U., Chicca, E., Indiveri, G., & Douglas, R. J. (2013). Synthesizing cognition in neuromorphic electronic systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(37), E3468-E3476.
- Pacheco-Torgal, F. (2014). Eco-efficient construction and building materials research under the EU Framework Programme Horizon 2020. *Construction and Building Materials*, 51, 151-162.
- Poire, N. P. (2000). The money effect. *Barron's*, 80(35), 18.
- Razali, N. F., Suradi, N. R. M., Shahabuddin, F. A. A., Ismail, W. R., Abidin, N. Z., Ahmad, N. A., & Mustafa, Z. (2013, April). Technological innovation capability in Malaysian-owned resource-based manufacturing companies: Early findings. In *Proceedings of The 20th National Symposium on Mathematical Sciences: Research in Mathematical Sciences: A Catalyst for Creativity and Innovation* (Vol. 1522, No. 1, pp. 1483-1491). AIP Publishing.
- Reich, R.B., & Kornbluth, J. (2014). *Inequality for All*. NonStop Entertainment.
- Rifkin, J. (2014). *The zero marginal cost society: The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism*. Palgrave Macmillan.
- Rhodes, T., & Allen, S. (2014). Through the looking glass: How Google glass will change the performing arts. *Arts Management and Technology Laboratory*, 1-12.
- Sarma, S., Brock, D. L., & Ashton, K. (2000). *The networked physical world*. Auto-ID Center White Paper MIT-AUTOID-WH-001.
- Schreiber, A. (2014). Through the looking GLASS: Google Glass?, privacy, and opacity, with an Israeli law twist. *International Data Privacy Law*, ipt034.

- Sen, A. (2001). *Development as freedom*. Oxford University Press.
- Serbedzija, N. (2012). Adaptive Assistance: Smart Home Nursing. In *Wireless Mobile Communication and Healthcare* (pp. 240-247). Springer Berlin Heidelberg.
- Shin, M. K., Nam, K. H., & Kim, H. J. (2012, October). Software-defined networking (SDN): A reference architecture and open APIs. In *ICT Convergence (ICTC), 2012 International Conference on* (pp. 360-361). IEEE.
- Singh, L. (2013). Data Mining: Review, Drifts and Issues. *International Journal of Advance Research and Innovation*, 2, 44-48.
- Simon, H. A. (1987). The steam engine and the computer: What makes technology revolutionary. *Educom Bulletin*, 22(1), 2-5.
- Smirnov, A., & Sandkuhl, K. (2015). Context-Oriented Knowledge Management for Decision Support in Business Networks: Modern Requirements and Challenges.
- Stiglitz, J. (2012). *The price of inequality*. Penguin UK.
- Stojmenovic, I., Wen, S., Huang, X., & Luan, H. (2015). An overview of Fog computing and its security issues. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*. DOI: 10.1002/cpe.3485
- Pacheco-Torgal, F. (2014). Eco-efficient construction and building materials research under the EU Framework Programme Horizon 2020. *Construction and Building Materials*, 51, 151-162.
- Tonomura, A. (1989). The Aharonov-Bohm effect Part two: Experiment. In *The Aharonov-Bohm Effect* (pp. 35-152). Springer Berlin Heidelberg.
- The MIT Sloan CIO Symposium. [MIT Sloan CIO Symposium Videos]. (2013, August, 29). 2010-09 The Internet of Things [Video file]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=44MLERLwxig>
- Uckelmann, D., Harrison, M., & Michahelles, F. (2011). *Architecting the internet of things*. Springer Science & Business Media.
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3), 94-104.
- Zhu, X., Song, B., Ni, Y., Ren, Y., & Li, R. (2016). Software Defined Anything From Software-Defined Hardware to Software Defined Anything. In *Business Trends in the Digital Era* (pp. 83-103). Springer Singapore.

作者簡歷

Shoumen Palit Austin Datta

現任單位：美國麻省理工學院教授

學歷：博士

研究專長：工業管理策略管理

著作(或論文發表於何期刊)：International Journal of Electronic Business Management; Journal of Operational Research Society

呂執中

現任單位：國立成功大學工業暨資訊管理學系教授

學歷：博士

研究專長：工業管理策略管理

著作(或論文發表於何期刊)：品質月刊, Total Quality Management & Business Excellence; Production Planning & Control; Innovations in Education and Teaching International; Journal of Applied Statistics; International Journal of Production Economics; Journal of Statistical Computation and Simulation

梁直青

現任單位：國立虎尾科技大學企業管理系副教授

學歷：博士

研究專長：資訊管理工業管理

著作(或論文發表於何期刊)：Time & Society; Journal of Chinese Institute of Transportation; Industrial Management & Data Systems; Journal of Consumer Marketing; Electronic Commerce Research; Total Quality Management and Business Excellence; Computer Standards & Interfaces; Journal of the Chinese Institute of Engineers