

# 連網、遠距、精準、個性化、行動邊緣，永保安康之道

■文：任莖萍

人口老化、健康管理、改善醫療效率與醫病關係，依然是智慧醫療照護高舉的旗號。市場研究公司 TMR 指出，有越來越多的電子設備用於醫學領域的治療、診斷和康復，半導體已成為醫療電子設備不可分割的一部分，藉以降低成本及設備入手的負擔。資通訊技術的發展與醫療保健意識的抬頭加速推動市場，加上數位聽診器、數位 X 光和手持式超音波系統的出現，不少加護病房 (ICU)、急診室 (ED) 和專業護理設施 (SNF) 皆已開設遠距醫療；可攜式設備的監控和成像系

統不斷進化，則助長了家用醫療電子設備的增加及無線功能的整合。

與此同時，對容易使用、個性化和先進醫療設備的需求以及穿戴裝置的採用，亦是醫療電子市場的推力。可攜式醫療設備市場滲透率與遠距監測的增加，以及儲存器件、顯示技術和微控制器 (MCU) 等電子元件的高可用性，將為醫療電子市場創造增長機會。TMR 預估，2017 年全球智慧醫療設備市值達 389 億美元，至 2024 年之前將以 7.8% 的年複合成長率 (CAGR) 擴張，屆時總營收將來到

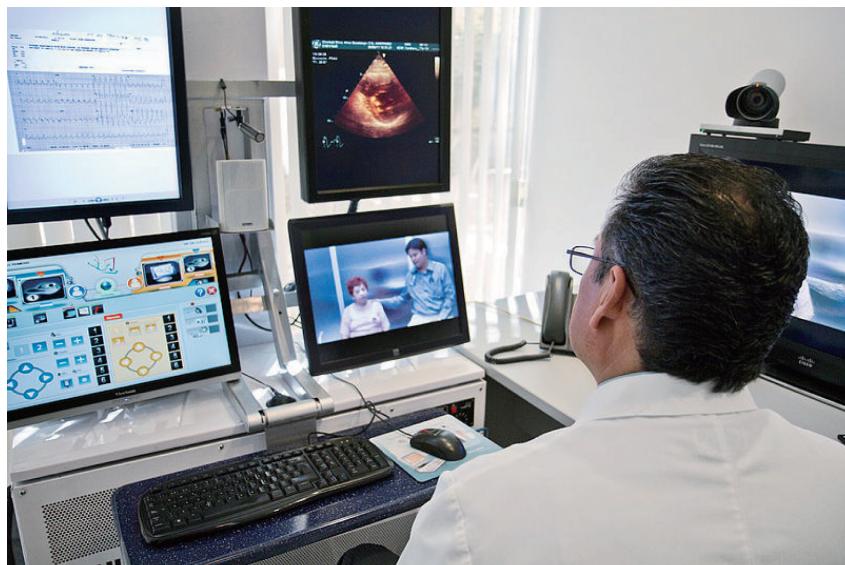
661 億美元。然而，資安、取得成本與醫療數據的隱私疑慮，卻是阻礙市場增長的因素；TMR 建議廠商可透過產品行銷、提高知名度來開拓利基。

## 北美榮登智慧醫療設備 & IoT 服務雙冠王

TMR 就地理區域觀察，北美將以 7.5% 的 CAGR 居主導地位，直至 2024 年才略降，而歐洲將反向增加；但對於發展中國家而言（特別是新興經濟體），智慧醫療設備卻被標記為「不必要的奢侈品」。從產品類別來看，「預測診斷和監測設備」未來數年將佔據近五成的份額，另物聯網 (IoT) 在包括系統、軟體、醫療設備和服務在內的醫療保健市場的擴散，以及遠距臨床監測、慢性病管理、預防保健、輔助生活和個人健康監測影響甚鉅，可藉以降低成本、提高效率並聚焦於高品質照護。智慧手機的普及與全球互聯網連接的改善為醫療 IoT 加柴添火。

藍牙低功耗 (BLE)、ZigBee、衛星、Wi-Fi、近距離無線通訊 (NFC) 和蜂巢通訊是關鍵連接技

圖 1：虛擬醫學無處不在，遠距醫療為墨西哥農村和偏遠地區的患者提供照護



資料來源：[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Telemedicine\\_Consult.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Telemedicine_Consult.jpg)

術。臨床／學術研究、診斷實驗室、醫院／診所及政府機構使用大量植入式、穿戴式和固定式醫療設備，用於臨床操作、工作流程管理、住院病人監護、遠距醫療、連接成像和藥物管理，亦改變醫療服務的交付型態。歸功於先進的基礎設施、軟體及設備技術的重大進展、高水準的研發及一次性使用收入，北美是全球醫療物聯網市場營收最高的地區，且短期內仍將保持領先；不過，雖然營收總額不如北美，亞太區卻是「利潤最豐」者，且未來幾年將出現強勁增長。

此乃受惠於經濟起飛、基礎設施改善、可支配所得提高、醫療支援服務的增加、智慧手機和各種穿戴設備的可支付性以及生活習慣的改變所致。惟智慧醫療保健市場「寡佔」特色明顯，基本是由少數

大型成熟公司主導為特定應用開發特定產品、或收購深具潛力的創業公司支配，例如：AdhereTech、Cerner、PhysIQ、Stanley Healthcare、Qualcomm Life、Cisco Systems、Medtronic、GE Healthcare、Proteus Digital Health、Microsoft、Diabetizer、Philips、SAP SE、IBM 和 Honeywell Life Care Solutions 等，小型企業和新進者難以單憑一己之力插旗。

## ICT 廠商積極佈局，各有盤算

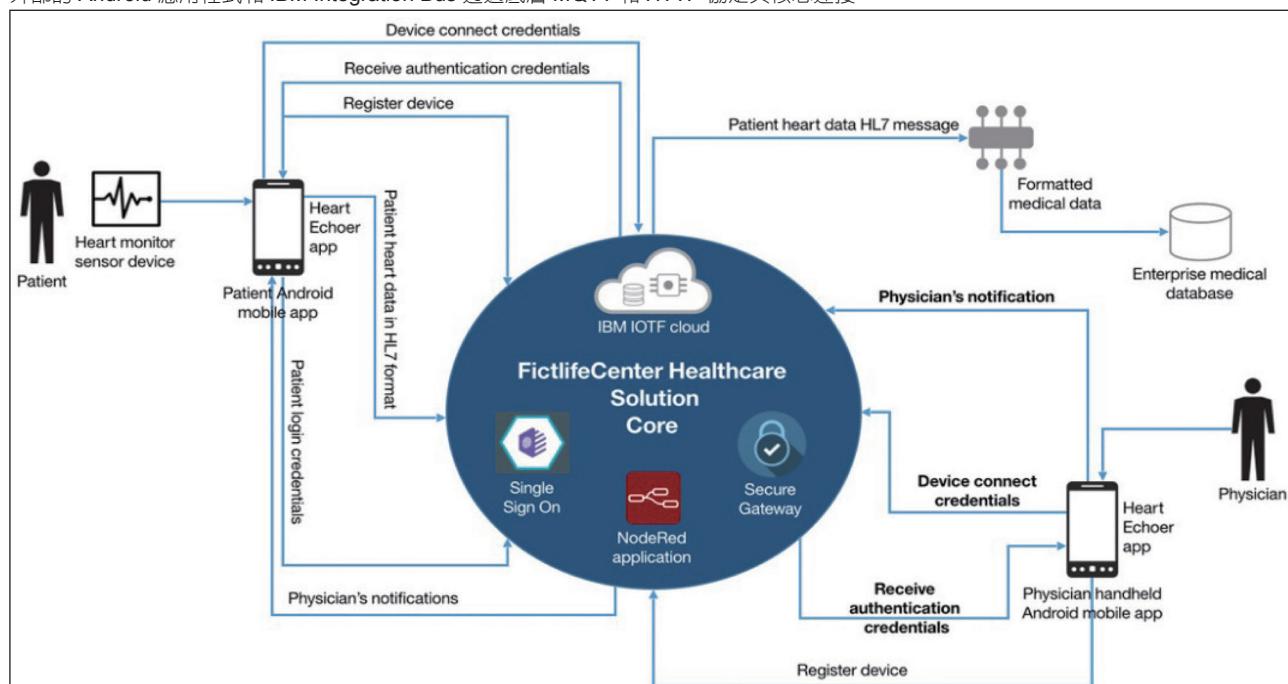
資策會產業情報研究所 (MIC) 分析師王衍襲表示，引進人工智慧 (AI)、行動智慧裝置、大數據及平台規劃，推動遠距醫療照護和個人化服務，以減輕醫護人員

負擔、提高醫療照護效率、降低社會成本，已成國際智慧健康政策趨勢；而隨著資訊通訊科技 (ICT)、醫療設備業者、新創／中小企業、保險／醫療業者與醫院／組織的佈局



照片人物：資策會產業情報研究所 (MIC) 分析師王衍襲

圖 2：IBM FictLifeCenter 醫療解決方案乃基於 IBM Bluemix 發展，整合 Watson IoT Platform、SSO、Node-RED 和 Secure Gateway 服務；外部的 Android 應用程式和 IBM Integration Bus 透過底層 MQTT 和 HTTP 協定與核心連接

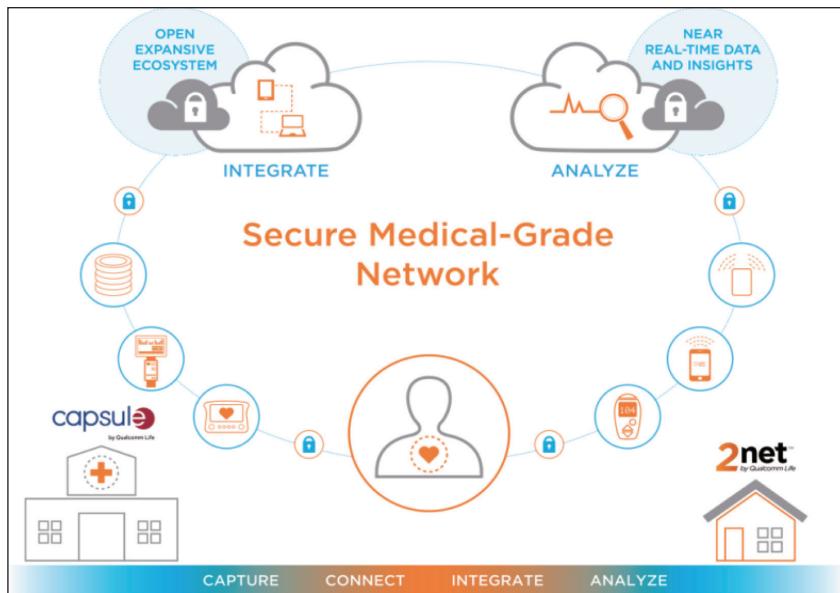


資料來源：[https://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/1603\\_chowdhury-bluemix-trs/1603\\_chowdhury-pdf.pdf](https://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/1603_chowdhury-bluemix-trs/1603_chowdhury-pdf.pdf)

腳步，全球智慧健康應用正進入新戰國時代，ICT 就屬蘋果 (Apple)、高通 (Qualcomm) 和谷歌 (Google) 最為積極。有趣的是，中小企業／新創業者不約而同地對「聊天機器人」(Chatbot) 與 AI 情有獨鍾。

繼 HealthKit APP 打響「行動健康平台」之後，蘋果又再推出 ResearchKit 和 CareKit 開源框架。前者聚焦醫療臨床實驗，協助醫學研究人員收集可靠數據；後者著重醫療照護管理，讓使用者管理自身醫療狀況並提醒服藥、回診，以降低再住院率，病患在住院期間就能開始規劃後續醫療照護，不必等到出院才煩惱。王衍襲分析，蘋果的如意算盤是：一是利用開放軟體架構收集心率等生理數據開發醫療設備／醫材產品，且可作為申請美國食品藥品監督管理局 (FDA) 認證的提交資料；二是藉多元醫療照護應用服務，提升自家物聯網產品銷量。

圖 3：Qualcomm Life 的開放醫療平台串聯整個醫療保健生態系統，使數據具有上下文和可訪問性，連接從醫院到家、以及中間所有據點的智能護理



資料來源：<https://qualcommlife.com/>

高通生命 (Qualcomm Life) 與聯合健康保險公司則是祭出「員工健康回饋金計畫」、鼓勵員工多走路——由公司提供 Fitbit 手環計算步數、並將其轉換成紅利金 (每天上限 4 美元)，以降低員工醫療保險給付費用；並與美國連鎖藥局 Walgreens 合作推動「健康換點數／獎勵金」以提升會員黏著度，Samsung、Garmin 和 Apple 也已加入上述計畫。Google 陣營由母公司 Alphabet 帶領旗下醫療事業子公司 Verily (原名 Google X 生命科學部門) 推出研究人體健康狀況的智慧手錶 Study Watch，以收集心率、心電圖、運動狀況、皮膚電導率等生理資訊。

## 「行動邊緣運算」出場，與雲端互為奧援

這些資料已被用於與杜克大

學 (Duke University) 及史丹福大學醫學院 (Stanford Medicine) 合作的「萬人健康計畫」，為 Google 「Project Baseline」專案提供大量健康資料搭配血液、唾液等生物樣本做綜合分析，亦是研製人體「健康地圖」的第一步。至於台灣在智慧健康應用的發展路徑，王衍襲建議可朝「行動遠距診療」與「行動健康照護管理」進行，並考慮配合「行動邊緣運算」(MEC)，如：「資安與權限管理」及「遠距醫療資訊傳輸管理」；尤其前者多需獨立於雲端之外作業，且場域中不同設備對於網路延遲率要求差異大，MEC 就地處理能力更形重要。

醫材裝置業者以飛利浦 (Philips) 的動作最大。飛利浦「eICU 遠距視訊分析醫療計畫」旨在緩解加護病房 (ICU) 人手短缺問題，只要將 ICU 設備和監視器連上 eICU 平台 (由專業醫療團隊組成，但較小規模的醫院可委託其他醫院操作)，遠端醫療軟體 eCareManager 就會分析病患數據並轉成視覺化資訊，方便异地專家對身在 ICU 的醫護下指導；還能識別病患的危急程度，協助醫院做資源配置。飛利浦近期另與美國學術健康系統 Emory Healthcare 合作推出新的 eICU 監測計劃，致力於推動「重症照護全球化」。

它是一種超越時空限制的「虛擬照護模式」，讓身處白天的護理人員可借助視聽技術，即時為遠在地球另一端的病患提供遠距夜間重症照護，並採用智能演算法來預測健康狀況的惡化。飛利浦另一項成

圖 4：飛利浦 Lumify 可攜式超音波透過 USB 連接手機或平板，在專屬 APP 取得超音波圖像



資料來源：<https://www.lumify.philips.com/web/>

果是 Lumify 可攜式超音波，導入 AI 的行動裝置可協助各種科別的醫護皆可為病患做初步診斷，避免專科醫師分身乏術、也方便醫護在不同病患間移動，尤其適合資源不豐沛的區域與情境，已通過 FDA 核准用於檢查膽囊、腹部和心肺等。除了正規醫療體系，Lumify 亦獲德國武裝部隊採用。

## 女力崛起，Femtech 發跡

另一研調機構 Frost & Sullivan 則留意到「母嬰護理」的崛起，意在透過穿戴裝置、行動應用、感測器和其他獨立設備，協助妥善管理生育、懷孕、護理以及嬰兒的健康和安全；期藉此建立生態系、打造網路版的「智能托兒所」，並進一步發展遠距監測及醫療。先行者包括：飛利浦 uGrow 與美國遠距醫療公司 American Well 合作強化數位醫療服務，讓新手父母更便於照顧新生兒；亞馬遜借助 Alexa 為千禧世代的父母提供訪問、連接托兒所體驗的新途徑……，其他先驅廠商還有：Bloomlife、EarlySense、Ava 和

Hatch Baby 等。

FDA 似乎也看好「Femtech」的後市，於去年批准艾娃生育追蹤手鐲 (Ava fertility tracking bracelet) 列入一級 (Class I) 醫療器械。事實上，經過市場「清洗」後的智慧穿戴裝置，在功能性與準確度已有進展。日前在 Heart Rhythm (心臟節律協會) 年度科學會議上剛發表一項關於智能手錶的研究結果，首次驗證了 Apple Watch Series 2、Samsung Galaxy Gear S3 和 Fitbit Charge 2 可透過光體積描述儀 (PPG) 捕捉和監測心率，準確測量「陣發性上心室頻脈」(PVST，通常是引發心悸的原因) 或快速心率 (每分鐘心跳 >100 次)。

其中，又以 Apple Watch 的準確性表現最佳。值得關注的是，早期智慧穿戴裝置多只著重於生理病癥的預防，最近澳洲一項研究發現：連續監測活動是憂鬱症患者對臨床治療反應的絕佳工具。研究人員可利用 Apple HealthKit、Google Fit、Fitbit Web API 和 Garmin Health API 等健康追蹤生態系統訪問數據，且效果比起自主陳述更好。除了用穿戴裝置監測，直接「植入」身體是更直接的方

式。在植入物內置感測器，能為醫師提供即時生物訊息回饋，例如：患者的 pH 和激素水平、血糖濃度、細菌、電活動、體溫等。

## 3D 列印智能植人物，訴求精準與個性化匹配

施加在種植體上可檢測感染、測量應變，必要時還能分泌適量抗生素，促進癒合；植入整形部位，感測器可觀測術後表現；植入心律調節器 (起搏器) 或緊鄰心臟內、外，可透過手機應用程式 (APP) 遠距與醫師共享數據。傳統的植入物只能以特定形狀和尺寸生產，無法適用於所有患者體型；改用智能植人物可降低患者術後風險、不適和疼痛感，3D 列印的加法製造原理可減少幾何約束，為特定植人物 (PSI) 的設計提供途徑。根據電腦斷層掃描為患者設計、製造的 PSI，模擬患者骨硬度、密度和骨小樑 (trabeculae) 結構，更易於與患者骨頭密合。

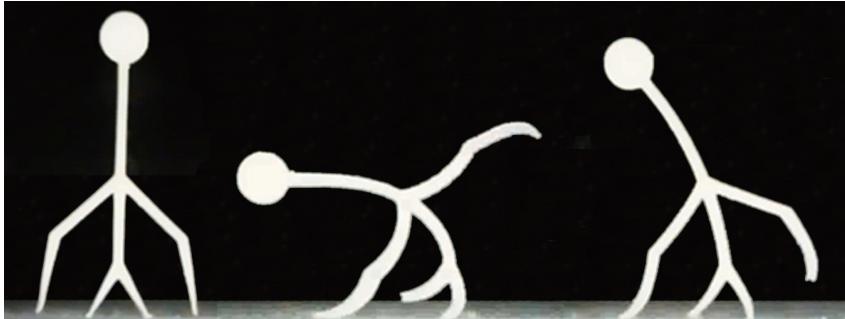
其實，用 3D 列印醫療植入物不是新鮮事，重點在於是否安全？能否合法使用？好消息是，有越來越多 3D 列印、用於腿腳或脊柱的植入物正陸續獲得 FDA 認證。美國老牌醫療設備製造商 Zimmer

圖 5：Apple Watch Series 2 內建 GPS 與 GLONASS、防水 50 公尺、雙核處理器、兩倍亮度的顯示器與 watchOS 3



資料來源：[https://support.apple.com/kb/SP746?viewlocale=zh\\_TW&locale=da\\_DK](https://support.apple.com/kb/SP746?viewlocale=zh_TW&locale=da_DK)

圖 6：3D 列印之人形智能凝膠在水下行走



資料來源：[https://news.rutgers.edu/rutgers-researchers-create-3d-printed-smart-gel-walks-underwater-moves-objects/20180518#.Wv\\_3bu6FOpq](https://news.rutgers.edu/rutgers-researchers-create-3d-printed-smart-gel-walks-underwater-moves-objects/20180518#.Wv_3bu6FOpq)

Biomet 的首款 3D 列印鈦金屬植入物——Zyston Strut 開放式鈦金屬體間隔器系統，用於增強脊柱強度、移植能力和可視化的椎間融合器，便已正式獲得 FDA 510 (k) 許可。歐盟 PRoSPERoS 研究專案

正透過先進的成像技術掃描椎骨，開發基於鎂、鋅合金設計，可生物降解、用於修復大型骨缺損的 3D 列印智能植入物。

善用 3D 列印特性的還有美國羅格斯大學 (Rutgers University)

所研發的智能凝膠——將光線投射在光敏溶液、經由 3D 列印就會產出凝膠。此類軟性材料的製造成本更低、可微型化，亦較容易做機構設計和控制；可在水下漫步、抓住物體並移動它們；因為類似人體含有大量水分（超過 70%）的柔軟組織，在生物醫學工程領域前景看俏。將凝膠置於鹽水或電解質，可以兩根細導線觸發運動——向前走、逆轉路線、抓取和移動物體，可透過厚度控制運動速度（薄比厚比快），且凝膠會根據鹽水和電場強度而彎曲或改變形狀，模擬肌肉受到電刺激而收縮。CTA

## AI 商業價值上漲 COMPUTEX 打造 AIoT 生態系供應鏈

人工智能 (AI) 應用議題夯，可提升產業附加價值，並帶動服務商機。台北國際電腦展 (COMPUTEX TAIPEI) 共同主辦單位之一台北市電腦公會 (TCA) 表示，根據 Gartner 研究報告指出，預估 2018 年全球 AI 商業價值可達 1.2 兆美元，比 2017 年 6920 億美元增加超過 70%，並在 2022 年上看 3.9 兆美元，可說是成長速度相當快。Gartner 並將 AI 商業價值分成三類：客戶體驗改變的間接成本、產品與服務的營收增加、產品與服務的成本降低。

TCA 指出，由於 AI 商業應用快速興起，再加上物聯網產品是軟硬整合設計，後端需要搭配 AI 與雲端服務，因此不少研究報告與產業分析，將 AI 技術結合 IoT 產品的科技產品與服務趨勢，稱為 AIoT ( 人工智慧物聯網 ) 。由於 COMPUTEX 同步提供 AI 運算伺服器、Edge AI 設備與 IoT 解決方案採購服務，並且多數產品廣泛支援 Amazon Web Service(AWS) 、 Google Cloud Platform(GCP) 與 Microsoft Azure 等雲端服務平台，可說是全球最佳 AIoT 解決方案最佳 B2B 採購平台。國內軟硬體大廠，都在 COMPUTEX 當中展出 AI 運算用伺服器、Edge AI 設備、AI 商業應用解決方案與 AI 機器人等產品。

TCA 指出，由於 AI 領域相當新，而且應用市場類別相當多，今年在 InnoVEX 新創特展當中，有不少新創廠商提供 AI 創新解決方案，展示各種垂直市場用 AI 解決方案，涵蓋安全監控、深度學習、機器學習、3D 視覺、離線人臉辨識、自然語言辨識、商場人流統計等應用，並且可與各家廠商配合，提供客製化或 AI 引擎授權服務。

# 醫療數據能否視為無形資產？ 打哪兒來，往何處去？

■文：任莖萍



照片人物：勤業衆信 (Deloitte) 風險諮詢服務執行副總經理溫紹群

物聯網 (IoT) 與人工智慧 (AI) 為智慧醫療帶來百年機遇，但也伴隨諸多挑戰；資料安全、隱私與法規特別是其中關節。

勤業衆信 (Deloitte) 風險諮詢服務執行副總經理溫紹群借用蘋果創辦人賈伯斯的名言說：二十一世紀最大的創新將是生物學與科技產生碰撞與交會的時刻，透過 IoT 與舊有資產整合（包括醫療數據），打造「個人化」、涵蓋整個生命週期的健康管理與照護計畫是智慧醫療的大勢所趨。他表示，台灣人臨終前平均有長達八年的時間是在病床上

度過，對晚輩是一大負擔，醫療資訊的整合與傳遞對於患者與照護者皆非常重要；亦為 IoT 長照、疾病預測與預防、藥物建議等智慧醫療，以及整合式／家庭式銀髮照護與社區銀髮照護生態圈等新興照護模式創造新機會。

## 科技助跑醫療 IoT、AI 與長照，但如何「共享資源」又不違情理法？

「收集密度越高、顆粒度越細的資料，會比健康檢查的有限抽

樣次數更具參考價值」，溫紹群強調。與此同時，AI 在醫療應用將更見寬廣，場景包括：1. 數據管理：自動從多種管道彙整病歷或藥物資料並進行管理與分層；2. 診斷：分析醫學圖像和症狀以檢測身體部位是否發生異常；3. 治療：建議相關治療方案或程序以符合特定患者的最佳利益；4. 預測：分析患者病史和病歷，推測疾病發展的可能性；5. 手術輔助：協助手術過程須遵循的程序或評估手術風險、生存機會。至於近來如火如荼推動的長照服務，溫紹群認為，最大的門檻在於場地與人力。

配合地方政府在地養老政策，透過資產永續利用、融合數位科技與用戶體驗設計，建構一站式、整合式的社區銀髮照護中心，既可活用閒置資產、又能從銀髮族的實際需求出發，創造溫暖有感的高齡居住環境；有鑑於台灣「長照 2.0」預計在 2021 年前建置 4,529 個「社區整合型服務中心」，涉及審計服務、稅務與法務顧問、財務諮詢、風險諮詢和管理顧問五大專業領域的勤業衆信，與台電人員和用戶共創、發想未來區處轉型的場景。溫紹群介紹，勤業衆信的理念是「從

共好到共創」，生技製藥、醫療器材、醫療照護與農業生技是皆是其重點產業。

勤業衆信可串聯生醫創投網路、透過全球生醫團隊為客戶釐清潛在風險，協助規劃數位方案、提高營運效率，確保隱私及資訊安全。的確，不管是遠距醫療或 AI 應用，「資料的傳遞與分享」都是極其嚴肅的議題，尤其在歐洲「通用資料保護法規」(GDPR) 正式上路後，更讓有識之士為之憂心忡忡。溫紹群就曾提到一個實際的商業模式：設置醫療數據平台，鼓勵民衆上傳自己的數據、由平台公司支付「報酬」，然後再向其他「數據需求者」取得資金。然而，這些醫療數據能否被視為「資產」？就算答案是肯定的，處分及配置權又歸屬於何人？

## 歐盟 GDPR 一出，衝擊全球數位經濟

圖 1：GDPR 管控面向



資料來源：德國萊因；筆者製圖

雖然此前有人主張以「去標識化」匿名取代，但其實，這是一個灰色地帶。要解除身份訊息，組織仍須了解各種數據處理要求及實施的法律依據；否則，恐仍存在合法爭議風險。德國萊因 (TÜV Rheinland) 表示，GDPR 是迄今為止覆蓋面最廣、最嚴格的個人隱私保護法規，適用於全球；無論廠商是否位於歐盟境內，只要產品或服務在歐盟區銷售、並關係到保存與處理歐盟公民個人資料者都須遵守，將對全球數位經濟產生衝擊。該法案明確規範資料主體 (data subject) 的權利、資料控制者 (data controller) 和資料處理者 (data processor) 的權利義務。

只要和歐盟「自然人個資」相關，例如：姓名、身份證號碼、定位資料、線上身份識別及物理、生理、遺傳、心理、經濟、文化或社會身份等都在列；違者將被課以 2,000 萬歐元或全球年營業

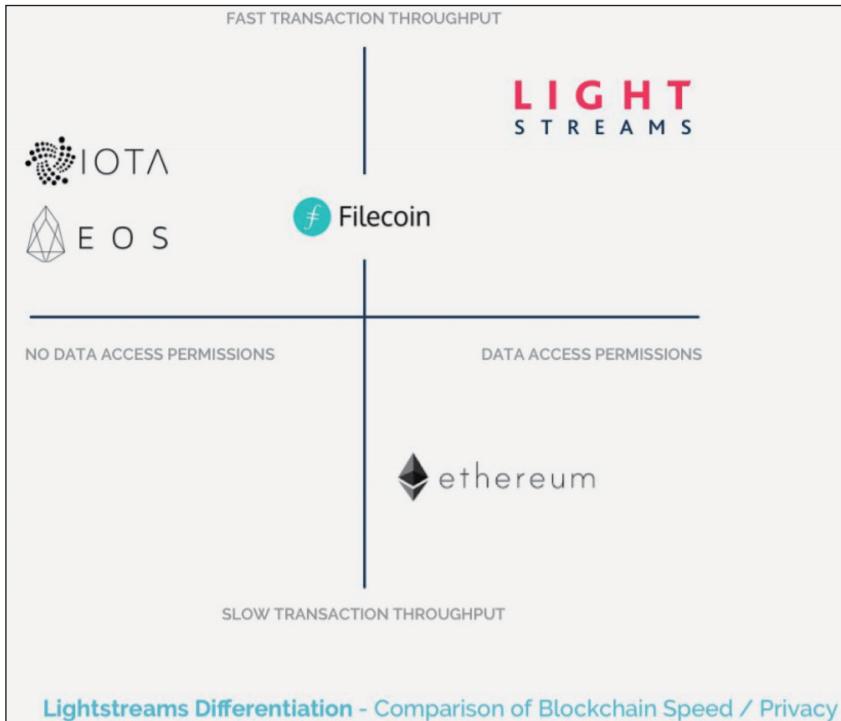
額 4% (二者取其高)，更可能面臨產品下架禁售的結局。德國萊因說明，建立在資料獲取、傳輸、儲存和運算基礎上的智慧與物聯網產品／服務，將首當其衝，例如：智慧穿戴裝置、智慧家庭、車聯網產品等；建議可尋求「第三方認證機構」從硬體與韌體、通訊、應用程式 (APP)、文件記錄與資料使用等五大層面來評估。

通過驗證的 IoT 產品和服務項目，會授與德國萊因 TÜV 的認證標誌 (更多資訊可下載 GDPR 白皮書：<http://bit.ly/2J77H66>)。號稱去中心化、不容竄改的區塊鏈 (Blockchain)，也可望加入遠距醫療照護行列；不過，最原始的區塊鏈並無「分區管理」觀念，只要隸屬同一個網路，當中所有交易都是公開的！這是它的主要賣點、卻也是令人不悅的缺點；即使在私人區塊鏈中，交易也可公開給網路中的所有參與者。但事實上，由於財務條款、競爭戰略、個資保護或其他原因，多種交易需要保持私密；更何況，資料全面公開明顯與 GDPR 有所抵觸。

## 區塊鏈&智能契約，可望為 GDPR 緊箍咒解套

因此，Lightstreams 公司針對乙太坊 (Ethereum) 協定修改、推出「Permissioned Block」智能契約，對特定用戶授予、阻止或撤銷內容訪問權。利用細分權限區塊，取得智能契約授權的用戶可與具有相似訪問權限的其他用戶共

圖 2：Lightstreams 產品定位落點——取「交易速度」與「資料接取許可」兩軸交叉之象限



資料來源：[https://s3.amazonaws.com/lightstreams/lightstreams\\_whitepaper.pdf](https://s3.amazonaws.com/lightstreams/lightstreams_whitepaper.pdf)

享內容或交易訊息。另一方面，智能契約的所有者可決定哪些用戶可訪問附加內容，或在什麼條件下才授予訪問權限，例如：在付款後才放行，或指定病歷僅供特定專家瀏覽。記錄可駐留在多人的電腦中，但只有智能契約許可的用戶可訪查內容；反之，具有訪查權限的人，電腦未必留存相關資料。

具體作法是：將資料文檔或影音檔附加到智能契約，由創建人定義訪問條件和收費機制；例如，每次觀看收費一個 Photon 令牌 (Lightstreams 加密貨幣)。這些資料檔儲存在私有電腦的 Lightstreams 節點，且封裝在智能契約的安全層，惟有在網路成員支付 Photon 時才會顯示或播放。

Lightstreams 在速度與分散儲存方面亦有所改進。首先，有別於早先乙太坊用於增加數據塊的緩慢「挖掘」，他們採用「Tendermint 權益證明」演算法，去除人工挖礦部分、只保留類似概念添加到數據區塊，故交易速度可比以太坊加快一個量級。

其次，利用寫入區塊鏈的資料不容變更的特性，Lightstreams 主張分散儲存，以便在對等分佈式文件系統中共享數據或消除資料，後者正可符合 GDPR 「被遺忘權利」要求。「Permissioned Block」的每個儲存點（網路中每台電腦）可選擇只保有部分資料片段、而非完整文檔，每個片段都有一個參考號碼供視頻按順序、點對點播放；且每個片段位於一個安全節點中，根據智能契約的明定條款控制訪問權。此外，智能契約會為每個數據位置提供一個安全層，加強資安防護；若想將資安提升至最高等級，可把資料庫放在防火牆後，但代價是會限縮訪問自由。

CTA

# 「智慧應用開發論壇」 敬邀入座

詳情：

<http://www.facebook.com/lookcompotech>

## 技術應用

# 簡化低功耗藍牙醫療設備的設計

■作者：Thomas Søderholm /  
Nordic Semiconductor 業務發展總監



照片人物：Nordic Semiconductor/ 業務發展總監 Thomas Søderholm

許多開創先河的醫療產品公司早已在其產品中配備了低功耗藍牙技術，以改善糖尿病患者、過敏患者和哮喘患者的生活。例如，加拿大公司 Aterica Health 開發了用於腎上腺素自動注射器的低功耗藍牙連線載體 Veta Smart Case。位於美國加州聖地牙哥市的 Dexcom 公司所開發的 G5 行動連續葡萄糖監測 (CGM) 系統最近也已獲得了美國食品和藥物管理局 (FDA) 的

圖 1：低功耗藍牙技術與智慧手機的互通性使其成為無線醫療產品的首選技術



批准，該系統包括一個低功耗藍牙元件，用於從安裝在患者皮膚上的監視器讀取血糖水準，然後傳輸到智慧手機或智慧手錶上的對應 APP。

這些無線連線的醫療產品可為患者帶來幫助，例如提醒他們何時服藥，當藥物快要過期時發出警報，並且在離家時提醒他們沒有隨身攜帶重要藥物。除此之外，以無線方式將產品連線到物聯網 (利用智慧手機閘道器)，可以建立雙向連線，不僅可以將資料傳輸給遠端的家人和醫療保健專業人員，還可提供資訊向患者進行指導，對產品

進行軟體增強或安裝漏洞修補程式的安全補丁 (security patch)。

無線連線還帶來醫療經濟效益。幫助患者堅持服用藥物來對主要疾病進行適當治療，可以減少併發症，從而節省金錢。另一個顯而易見的好處是可從雲端獲得有價值的資料，幫助醫療設備製造商瞭解患者如何、何時在何地使用設備和藥物，從而製作更好的產品。

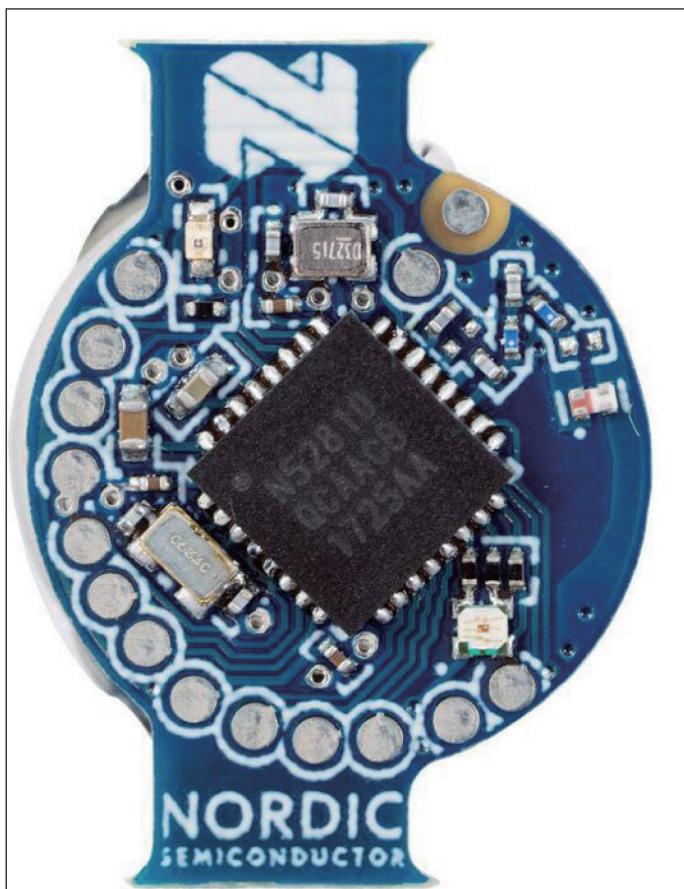
然而，RF 工程是一門具有挑戰性的學科，所需要的熟練人才供不應求，因此許多醫療產品製造商難以進入市場。

## 簡化設計

但 是 現 在，Nordic Semiconductor 推出了概念性驗證 (PoC) 印刷電路板 (PCB)，為開發人員簡化設計流程。PoC PCB 包含該公司的 nRF52810 低功耗藍牙解決方案和 S112 疊構 (低功耗藍牙 RF 協定軟體堆疊)。該產品針對小尺寸的低功耗和高性能進行了最佳化，是一款非常靈活和成熟可靠的藍牙 5 認證解決方案。

Nordic 的 nRF52810 低功耗藍牙 SoC 是 nRF52 系列中的基準元件，提供極佳的性價比和藍牙 5 功能，它具有 100 dBm 連線預算、2.4 GHz 多協定無線電、

圖 2:Nordic 的 PoC PCB 建基於其基線 nRF52810 和 S112 疊構，因此是用於廉價醫療產品的理想參考設計



64 MHz 的 32 位元 ARM Cortex M4 MCU、196 kB Flash 記憶體和 24 kB RAM。值得注意的是，其記憶體分配足以運行典型的高容量、低成本應用 (例如醫療設備) 的應用程式碼。與所有 Nordic 的 nRF51 和 nRF52 系列 SoC 一樣，nRF52810 支援無線設備韌體升級 (OTA-DFU)，只需使用無線電即可更新現場設備的軟體。除此之外，與 nRF52810 SoC 一起推出的 Nordic 最新版本 S112 堆構是一款輕量級藍牙 5 認證堆疊。

nRF52 系列還帶來了對醫療產品開發至關重要的其他功能，特別是利用近場通訊 (NFC) 進行的「頻外」(OOB) 配對，只要簡單地碰觸配備 NFC 的智慧手機，即可為醫療設備建立低功耗藍牙配對，不需要使用者進行其他操作。其次，一旦醫療設備與智慧手機配對，便可以使用 128 位元 AES 加密保護低功耗藍牙連線，從而保護敏

感醫療資料的安全。

S112 疊構用於監督通訊連線，但通常我們還需要一些應用程式碼來最佳化目標產品的軟體。例如，如果目標應用是哮喘吸入器，或許還需要一些編碼來監測這個裝置的使用頻率和時間。

在各個低功耗藍牙供應商中，Nordic 在應用程式碼開發領域中擁有獨特的優勢。該公司的軟體架構將低功耗藍牙的疊構與應用程式碼分隔，從而消除了兩者整合的複雜性。如果沒有分隔，在軟體編譯過程中 RF 堆疊可能會很容易被破壞，從而延長了開發和調試過程。Nordic 的協定堆疊以經過測試和驗證的二進位檔案形式提供，並且在編譯期間，該公司的開發工具可以協調應用程式碼與協定堆疊的對接。

Nordic 還提供簡化設計流程的開發套件 (DK) 和軟體發展套件 (SDK)。DK 包含目標 nRF51 或 nRF52 系列 SoC，而 SDK 可以簡化這個 SoC 與開發人員首選的 ARM 整合式開發環境 (IDE) 的接合。值得注意的是，SDK 還包含簡單的應用程式碼示例，開發人員可以使用這些示例來加速應用程式的編碼工作。

## 結合優勢

Nordic 新型 PoC PCB 將 nRF52 系列 SoC、低功耗藍牙協定軟體堆疊、獨特的軟體架構、參考設計和應用代碼開發環境的關鍵優勢彙集在一起，簡化為醫療設備

圖 3:Dexcom 的 G5 行動連續葡萄糖監測 (CGM) 系統使用低功耗藍牙技術，將血糖資料從監護儀無線傳輸至智慧手機



增加無線功能的工作。

建基於 nRF52810 SoC 的 PoC PCB 組裝在直徑為 13.5 毫米的電路板上，並包含匹配電路、天線和錢幣型電池。Nordic 根據需求提供 PoC 和必要的設計檔案，其中包括簡介和詳細的步驟說明、電路板原理圖和物料清單 (BOM)，這套一應俱全的解決方案允許設計人員根據這個藍牙 5 認證的周邊設備操作 PoC 來開發自己的設計。

該產品預裝了協定堆疊和 Eddystone 低功耗藍牙信標應用範例。開發者可以利用 OTA-DFU nRF52810 對這個 SoC 進行程式設計。由於採用 S112 疊構的 nRF52810 SoC 構成了高成本效益的藍牙 5 / 低功耗藍牙解決方案，因此 Nordic 醫療 PoC PCB 特別適

圖 4: 無線連線的醫療產品有望改善患者的生活



用於廉價的一次性藥物輸送產品，如哮喘吸入器。根據市場分析機構 Market Research Future 報告，到 2022 年，單獨的「智慧」(無線) 哮喘吸入器市場價值將達到 16 億美元。

配備 Nordic 低功耗藍牙技術的吸入器可實現藥物管理 (例如提供自動藥物記錄)，向遠處的家人和醫務人員發送通知以及使用統計資料。若得到患者許可，這些資料也可以利用網際網路自動發送給製造商，以改善未來產品的性能。

## 無聲革命

網路醫療產品正在悄然進行革命。由於監管環境嚴峻，這些產品需要一段時間才能進入市場，但有許多創新即將實現商業化。低功耗藍牙非常適合從功率受限的設備傳輸少量資料，並且到處也可以見到它的應用，例如聽診器連線和智慧手機應用程式，甚至是監察護理

中心幾十位老年人的血壓，並將資料轉發到雲端，確定何時施用高血壓藥物的解決方案。而低功耗藍牙無線技術在智慧手機和平板電腦中無處不在，這鞏固了其作為醫療產品卓越無線連線技術的地位。

設計無線產品的工程十分浩大，可能令人望而生畏，而且許多醫療產品公司或許沒有內部的 RF 專才來充分發揮相關技術。但是，透過與 Nordic 等低功耗藍牙供應商合作，即使只有很少 RF 設計經驗的開發人員也可以從中獲取經過驗證的硬體、協定韌體、參考設計、開發工具和技術專長，從而可以輕鬆構建商用設備的原型，然後進行量產。 