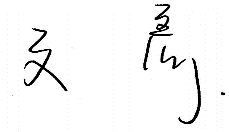
**東海大學資訊工程學系**

**無線網路技術與應用專題報告書**

結合醫療雲與無線人體區網的醫學應用趨勢探討Discussion on Medical Application Trends Combining Medical Cloud and Wireless Body Area Network

授課教授：江輔政 教授

組長： S06210037 文 彥





中華民國 一一零 年 六 月 二十 日

# 摘要

2020的疫情對全世界帶來巨大的影響，變化多端的消費市場也面臨了許多挑戰，雲端計算、大數據監測也越來越多的被帶入企業應用。2021 年，Google Cloud 數據分析總經理兼工程副總裁 Debanjan Saha 提出在雲端與數據領域值得關注的六大趨勢[1]，強調雲端運算帶來的轉型優勢。為了因應疫情彼此社交距離的預防，人體無線區域網路(Body Area Network, BAN)便成為一個適合發展的 低功耗通訊技術，主要用途是即時將身體大量的生物資料透過連網傳送給醫生，但是在傳輸過程中，如何將資料有效的傳送到有能力判讀的人或單位，是在未來幾年內非常值得探討的一個趨勢。

本報告將探討人體區域網路(BAN)在標準IEEE 802.15.6的綜觀研究狀況[2]，並介紹相關的發展需求及現行應用狀況案例，帶出未來的發展性，並探討雲端計算及相關未來趨勢，雲端服務及服務下的資料安全發展，並深入研究雲端服務在醫療上的應用，最後統整出醫療雲及無線人體區網的醫學應用趨勢。

**關鍵詞**：人體區域網路、雲端計算、雲端醫療、醫療數據、IEEE 802.15.6、無線區域網路

# 目錄

摘要 ii

目錄 iii

第一章 緒論 1

1.1 研究背景與動機 1

1.2 研究方法與目的 1

1.3 研究範圍 1

1.4 章節結構 1

第二章 相關背景技術 2

2.1 雲端運算的發展與特徵[3] 2

2.2 雲端運算的服務模式[4] 2

2.3 雲端運算的部署模型 3

2.4 雲端醫療 3

2.5 人體區域網路 4

2.5.1 Narrowband PHY (NB) 5

2.5.2 Ultra Wideband PHY (UWB) 5

2.5.3 Human Body Communications PHY (HBC) 6

2.5.4 MAC Layer Specification 6

2.5.5 Security Paradigm 7

2.6 人體區域網路的學術發展 7

2.6.1 能源效率 8

2.6.2 干擾緩解 8

2.6.3 人體遮蔽 9

2.6.4 數據速率 9

2.7 人體區域網路的現狀與挑戰 9

2.7.1 上層協議棧(Upper Stack Protocols) 9

2.7.2 多跳通訊 10

2.7.3 路由 10

2.7.4 身份驗證和密鑰建立 10

2.7.5 加密 10

2.7.6 入侵檢測系統(Intrusion Detection System) 10

2.7.7 可持續電源 11

2.7.8 安全評估 11

2.7.9 智能傳輸 11

2.7.10 數據處理 11

2.7.11 訪問控制 11

第三章 醫療雲與人體區網的醫學應用架構與方法 12

3.1 系統功能介紹 12

3.2 方法架構 12

3.3 研究過程 13

3.4 時程規劃與工作分配 14

第四章 系統與案例分析 15

4.1 國際厚生數位科技股份有限公司[24] 15

4.2 敦陽科技股份有限公司[26] 16

4.3 A&D Company, Limited日本愛安德[27] 17

4.4 台灣安麗莎醫療器械科技股份有限公司[28] 18

第五章 心得報告，綜合成果與問題討論 19

5.1 綜合研究成果 19

5.2 研究心得 19

5.3 問題與討論 19

5.4 後續研究方向 19

第六章 參考文獻與資料來源，或者相關網站 21

**圖目錄**

圖2.1 WBAN的頻帶[8] 4

圖2.2 IEEE 082.15.6 NB PPDU 架構 5

圖2.3 IEEE 802.15.6 UWB PPDU架構 5

圖2.4 IEEE 802.15.6 EFC PPDU 架構 6

圖2.5 IEEE 802.15.6 超幀架構 7

圖2.6 IEEE 802.15.6 安全架構圖 7

圖3.1 系統架構圖 13

圖4.1 敦陽科技專業整合服務 17

**表目錄**

表 3.1 109學年報告書甘特圖 14

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

高齡化人口是難以掌握的一大難題，加上受到疫情社交距離上的限制，無法即時解決問題可能會使得身體健康受到危害，因此為了幫助患者可以即時解決身體因素所產生的困擾，我們提出一套結合醫療雲與無線人體區網的醫學應用趨勢的探討。雲端計算是近年來的熱門話題，將雲端的技術靈活運用即能為人體區域網路賦予一個新理念，為了提供患者能夠擁有更高品質的健康生活，本專題的醫學應用趨勢，在人體區域網路網具有監測身體相關資訊，並根據所收集的身體資訊內容進行上傳雲端，希望能透過雲端環境的優勢使得健康照護的效率提高，提升民眾的健康生活品質。

## 1.2 研究方法與目的

針對此篇研究主題，主要分成兩個技術項目：雲端運算和人體區域網路。針對雲端運算的技術，透過美國國家標準與技術研究院（NIST）提出相關的定義作簡介，雲端運算的發展是我們在本篇參考的重點之一，而如何將雲端跨領域到醫療端成為新的商機醫療雲，是值得探討的一件事情；除了雲端運算的分析，我們更需要在人體區域網路做進一步的文獻探討，以人體區域網路標準IEEE 802.15.6綜觀起點，進入5G的應用領域結合最後總結技術的現狀與挑戰。在提出的系統與實證分析部分，介紹相對應領域的業界廠商，敘述其現狀的發展與前瞻性，藉此總結此篇研究。

## 1.3 研究範圍

雲端運算的定義，包含其特徵、服務型式與部署模式作全方面的定義介紹，人體區域網IEEE802.15.6的標準協定，在頻譜、應用領域及相關安全規範作簡介，搜尋相關領域的公司企業進行市場調查，研究其未來趨勢等產業討論。

## 1.4 章節結構

本專題報告書後續的章節結構如下：第二章為相關背景技術說明，為本次專題所使用相關的技術介紹；第三章為專題報告之主體，內容包括系統架構及其研究過程、研究時程規劃；第四章為專題報告另一項主體的呈現，包括針對與研讀題材有關之企業介紹與應用、工作前途, 未來興衰等延伸性討論等；第五章為此專題的啟發綜合成果與問題討論及未來研究的方向。

# 第二章 相關背景技術

## 2.1 雲端運算的發展與特徵[3]

雲端計算是一種方便並將運算資源提供給大眾一起使用的公共服務，讓使用者可以不用考慮軟體安裝上相容性的問題，只要在設備裝置有連上網路的情況下，再透過打開瀏覽器連結到軟體相關服務的網站即可開始使用，因此也越來越多的軟體供應商也往這方向去發展。雲端運算的定義由美國國家標準與技術研究院（NIST）提出相關的定義，以5種特徵、3種服務型式與4種部署模式來定義全面向的雲端運算，每一項都有著不同面向的重要性，五種特徵分別為隨選所需自助服務、網路存取方式多樣化、共用資源池、迅速伸縮自如、服務可量測。

1. 隨選所需自助服務：使用者可以自行調整運算時間或是儲存的空間，根據需求去進行配置，而不需要軟體供應商協助。
2. 網路存取方式多樣化：運算功能可通過網路獲得，並通過標準機制進行存取及訪問，這些機制可以方便且兼容異質客戶端的使用（例如，行動電話、平板電腦、個人電腦和工作站）。
3. 共用資源池：軟體供應商的運算資源集中成多租戶模型提供給多個不同的使用者使用，透過使用者的需求進行動態配置不同的物理和虛擬資源。同時因為有位置獨立性，則使用者通常無法得知或控制提供資源的位置，但可以在更高層的抽象級別中（例如，國家或數據中心）指定位置。
4. 迅速伸縮自如：在特定情況下，可以自動的彈性配置和釋放功能，迅速地向外和向內根據需求去擴展。因此對於使用者而言，可以提供配置的功能似乎是無限的，而且能夠在任何時分配數量使用。
5. 服務可測量：雲端系統透過在合適的服務類型（例如，存取、處理、頻寬和使用中用戶）的某些抽象層上透過計算能力控制和優化資源的使用。可以監控和報告相關資源的使用狀況，為所供應商和使用者提供透明的服務。

## 2.2 雲端運算的服務模式[4]

雲端運算所產生出的雲端服務可以劃分為三種服務模式，軟體即服務、平台即服務與基礎建設即服務三種層次。

1. 軟體即服務 (SaaS，Software as a Service)[5]

消費者可以透過雲端運行相關的應用程序，並透過各種不同的裝置或使用介面開啟應用，其中的資源主要是來自雲端服務的供應商。因為使用者不須下載各式軟體到個人電腦上而占用了設備的硬體資源，即可以直接透過開啟瀏覽器使用線上相關軟體，因此這類型服務主要是針對一般的使用者，常見的案例例如使用網頁版的電子郵件即是使用過其中一種的SaaS形式，又或是像Google的線上文件協作服務也是SaaS的一種應用。

1. 平台即服務 (PaaS，Platform as a Service)

提供給使用者的功應用程式的開發平台，其中包含可支援的程式語言與相關工具等等的，使用者能將自行開發或是獲取的應用程式部署到雲端架構上，可以不用自行管理或控制網絡、服務器、操作系統、儲存等。Paas 就像是一個雲端的中介軟體，將開發者跟開發平台進行媒合。因此Paas的服務主要是針對軟體開發者，開法者不需要另外在本機安裝相關開發工具，而是透過瀏覽器和遠端控制台即能夠提供完整的雲端開發環境，能夠直接在遠端進行相關的開發動作。

1. 基礎建設即服務 (IaaS，Infrastructure as a Service)

基礎建設即服務是一種雲端運算的服務，能夠根據使用者的不同需求處理、儲存、網絡與計算資源的功能，可以運行或部屬任意的軟體，提供給使用者隨用隨付制，更方便的根據需求變化存取位在雲端的儲存空間和其他運算的資源，除此之外以亦可以快速地建立新的應用程式。

## 2.3 雲端運算的部署模型

雲端運算根據所服務的對象，分成四種不同的部屬模式，分別為公有雲、私有雲、混和雲和社群雲。

1. 公有雲（Public Cloud）：雲端的基礎設施提供給一般大眾所使用，它可能是由企業、學術單位或是政府相關機構所擁有、管理和營運，而此雲端運算的架構是由提供雲端服務之廠商所建立。
2. 私有雲（Private Cloud）：雲端基礎設施提供給單一個單位、組織獨自專用或是同時包括多個使用者。它的管理者可能是由組織本身、第三方或是共同擁有、管理及運營。
3. 社群雲（Community Cloud）：此種雲端運算的架構是由多個不同組織所共同建立，提供服務給擁有共同需求的組織或團體使用（例如，安全性需求、政策和相關法規的考量）。因此它可能是由這些組織、團體或是第三方來進行管理的部分，並可以部屬在組織內部或是外部。
4. 混合雲（Hybrid Cloud）：雲端運算的架構是由兩個或多個不同的獨立雲端運算架構所結合組成，但依然是唯一的實體。再透過標準化與專業的技術將其整合，使數據資料與相關應用程式具有可攜性。

## 2.4 雲端醫療

雲端醫療結合了物聯網、雲端運算和智能分析等技術運用在一般的醫療系統上，是現在的一個醫療技術趨勢。而這些技術的結合對於現在的醫療業應用領域極為廣泛，也因此發展出遠距醫療、電子病歷系統，使患者可以透過穿戴型的醫療裝置進收集數據再進行線上醫療的諮詢，並在患者出現相關症狀時及時給予提醒和相關紀錄。透過這樣的方式可以有效的改善醫療業上人員的不足、降低患者診斷錯誤、不受時間和地方限制的看診，以提高患者的相關醫療品質。為了使醫療保健組織可以更輕鬆地改善患者體驗、協調護理人員和提高醫療運營效率，同時協助醫療方支持健康數據的安全性、合法性和互用性，微軟也提供適用於醫療保健的 Microsoft 雲提供大規模管理健康數據的功能[6]，Google也在雲端平台(Google Cloud Platform, GCP) 釋出 API供使用者使用[7]。

## 2.5 人體區域網路

健康的監護設備如血氧傳感器、血糖傳感器都需要將蒐集到的資料，經由網路傳輸到外部的監控裝置，因此凸顯了人體區域網路(Body Area Network, BAN)的重要性。目前BAN的廣泛定義為，「建立針對低功耗並作業於人體內或周圍的通訊優化技術，用於實現包括醫療、消費電子與個人等娛樂應用」，根據IEEE定義了IEEE 802.15.6短距人體區域網路標準[2]，能夠在3公尺內的範圍提供約10Mbps的傳輸率，目的為統一眾多的專屬通訊規格，並提供比BLE(Bluetooth Low Energy)更穩定的QOS(Quality of Service)連結及抗干擾能力。由於此項無線通訊技術將大量用於人體醫療，BAN標準相當重視可攜式天線的輻射場型效應，故希望盡量降低對人體的SAR值(Special Absorption Rate)。

早期IEEE 802為了WBAN的標準化建立了一個名為IEEE 802.15.61的任務組別，而802.15.6的目的在於定義新的WBAN物理層(PHY)和媒體訪問控制層(MAC)，PHY(頻帶)的選擇通常關注於各國家的通訊當局監管，圖顯示了不同國家WBAN可用的頻段。當前的IEEE 802.15.6標準定義了三個PHY層，即窄帶(Narrowband, NB)、超寬帶(Ultra-wideband, UWB )和人體通訊(Human Body Communication, HBC)層，每個PHY的選擇都取決於應用的需求，而最重要的是該標準定義了複雜的MAC協議，用以規範任何對於此通訊通道的訪問(圖2.1)。

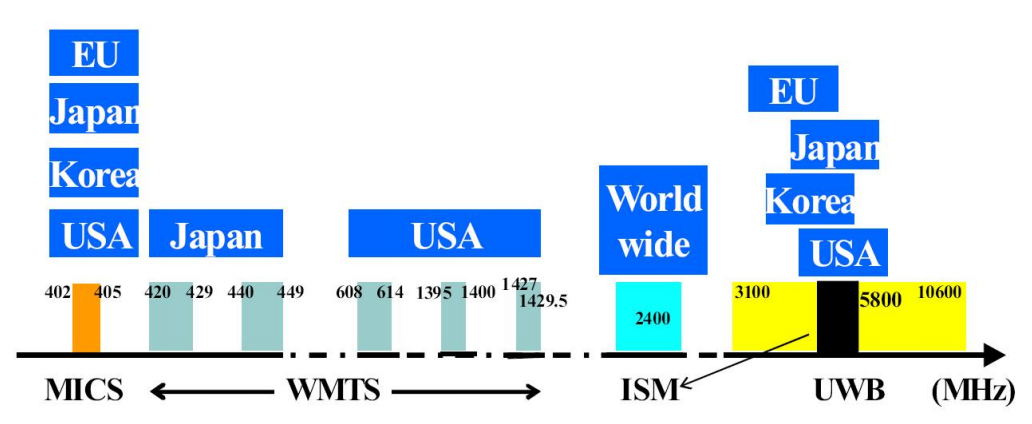


圖2.1 WBAN的頻帶[8]

### 2.5.1 Narrowband PHY (NB)

NB PHY負責無線電收發器的激活與停用，Clear Channel Assessment(CCA)負責評估當前頻道和數據的傳輸與接收。NB PHY的 Physical Protocol Data Unit(PPDU)幀組成，包含Physical Layer Convergence Procedure (PLCP) 前導碼, 一個 PLCP 標頭, 和一個 PHY Service Data Unit (PSDU)，如(圖2.2)。PLCP前導碼幫助接收器進行定時同步及載波偏移恢復，PLCP標頭在PLCP前導碼之後，使用工作頻帶中的給定速率傳輸，他成功的解碼數據包將所需的訊息傳送給接收器。PPDU最後的一個部分是PSDU，由MAC 標頭、MAC幀主體、幀校驗序列(Frame Check Sequence, FCS)組成，並在PLCP標頭之後使用工作頻段中的任何可用數據速率傳輸。

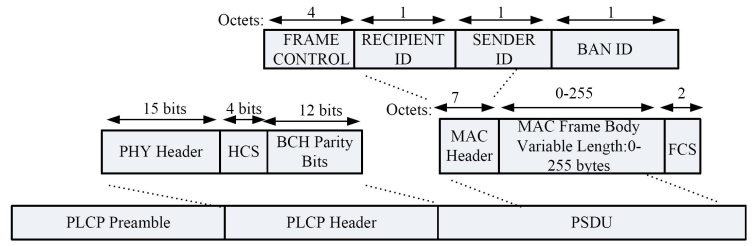


圖2.2 IEEE 082.15.6 NB PPDU 架構

### 2.5.2 Ultra Wideband PHY (UWB)

UWB PHY在兩個頻段運行：低頻段和高頻段，每個頻段都固定分割成頻道，每個頻道之間的特點就是帶寬499.2MHz。低頻段由3個頻道(1-3)組成，而頻道2的中心頻率為3993.6 MHz，被視為強制頻道；高頻段由8個頻道(4-11)組成，其中中心頻率為7987.2MHz的頻道7被視為強制頻道，而所有其他頻道都是可選的。UWB 的PPDU包含了同步標頭(Synchronization Header, SHR)、PHY標頭(PHY Header, PHR)和PSDU，如(圖2.3)。SHR 由前導碼和起始幀定界符(Start Frame Delimiter, SFD)組成，PHR則傳送有關PSDU數據速率、有效載荷長度和擾碼器種子的訊息。接收器使用PHR中的訊息對PSDU進行解碼，SHR由長度為63的Kasami序列重複組成，典型的數據速率範圍從0.5Mbps到10Mbps。

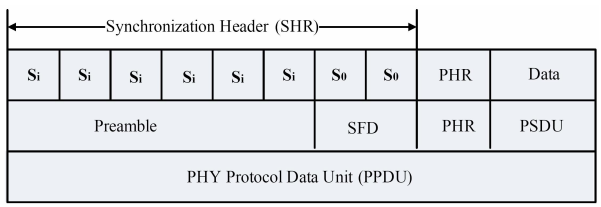


圖2.3 IEEE 802.15.6 UWB PPDU架構

### 2.5.3 Human Body Communications PHY (HBC)

HBC PHY 在以16MHz和27MHz為中心的兩個頻帶中運行，帶寬皆為4MHz。兩個工作頻帶在美國、日本和韓國都是屬於有效頻段，而歐盟則僅開放27MHz的工作頻段。HBC是PHY的靜電場通訊規範(Electrostatic Field Communication, EFC)，涵蓋了WBAN的整個協定，如封包架構、調變及前同步碼/SFD等等。EFC的PPDU架構如(圖2.4)，由前導碼、SFD、PHY標頭和PSDU組成，前導碼和SFD為固定的數據模式，預先生成並在封包的標頭和有效附載之前發送。前導序列為了確保封包的同步都會傳輸4次，而SFD則只傳輸一次，當接收方收到封包之後，透過檢測前導序列找到封包的開頭，接著透過檢測SFD找到幀的開頭。

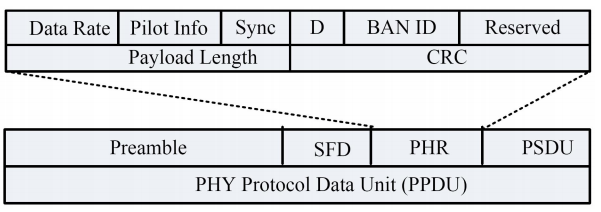


圖2.4 IEEE 802.15.6 EFC PPDU 架構

### 2.5.4 MAC Layer Specification

在IEEE 802.15.6中，整個頻道被劃分為超幀結構，每個超幀都以等長的信標(beacon)週期為界，如(圖2.5)。集線器(hub)選擇信標週期的邊界，進而選擇分配的時間間隙。通常信標在每個信標週期中傳輸，除非在不活動的超幀中或MICS頻段中被法規所禁止。IEEE 802.15.6網路有以下幾種模式運行：

1. 具有信標週期超幀邊界的信標模式：在這種模式下，信標由集線器在每個信標週期內發送，除非在不開放的超幀中或法規禁止。圖為IEEE 802.15.6的超幀結構，分為獨佔訪問階段1(Exclusive Access Phase 1, EAP1)，隨機訪問階段1(Random Access Phase 1, RAP1), 類型I/II階段, 獨佔訪問階段2(Exclusive Access Phase 2, EAP 2), 隨機訪問階段2 (Random Access Phase 2, RAP 2)、類型 I/II 階段和爭用訪問階段 (Contention Access Phase, CAP)。
2. 具有超幀邊界的非信標模式：在這種模式下，整個超幀持續時間由類型I或類型II訪問階段，但並非兩個不同的階段。

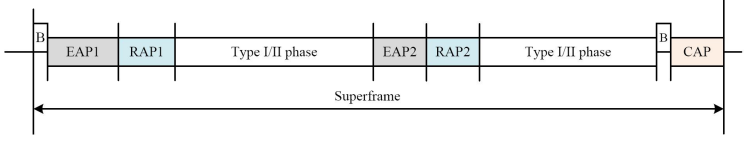


圖2.5 IEEE 802.15.6 超幀架構

1. 具有超幀邊界的非信標模式：在這種模式下，整個超幀持續時間由類型I或類型II訪問階段，但並非兩個不同的階段。
2. 無超幀邊界的非信標模式：在這種模式下，協調氣僅提供非調度的Type II 輪詢分配。

### 2.5.5 Security Paradigm

本標準也定義了三個安全的級別，每個安全級別都有不同的安全屬性，保護級別以及幀的格式。

1. 0級-不安全的通訊：這是最低的安全級別，數據在不安全的幀中傳輸，沒有用於數據認證及保障完整性的機制，也沒有相關的隱私保護及重放攻擊的防禦。
2. 1級-僅認證：這是中等安全級別，數據在安全認證中傳輸但未加密，此模式也不支援機密和隱私。
3. 2級-認證和加密：這是最高級別，數據在安全認證和加密幀中傳輸，提供了級別0與1所有涵蓋問題的解決方案。

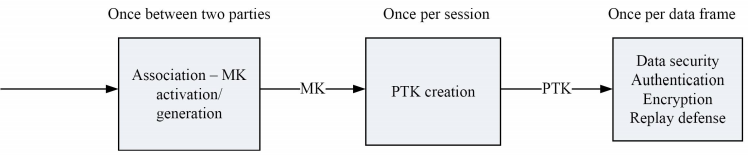


圖2.6 IEEE 802.15.6 安全架構圖

在關聯過程中選擇所需的安全級別，即當節點加入網絡時。對於單播通訊，激活預共享主密鑰 (MK) 或新密鑰（通過未經身份驗證的關聯建立）。然後建立成對臨時密鑰 (PTK)，每個會話使用一次。對於組播通訊，組臨時密鑰 (GTK) 與相應的組播組共享。整個安全結構如(圖2.6)所示。

## 2.6 人體區域網路的學術發展

第五代行動通訊技術(5th generation mobile networks, 5G)是最新一代行動通訊技術，效能目標是高資料速率、減少通訊的延遲、節省相關傳送的成本與能源、提供系統容量及大規模的設備連結。人體區域網路的發展已逾十年之久，與5G的結合便是現在進行式，Richard W. Jones等人[9]探討了5G技術，這些技術將為提供醫療保健的WBAN安全性做出巨大貢獻，並提高能源效率、減少干擾和無線電力傳輸的能力。

### 2.6.1 能源效率

為了提高WBAN的性能，我們透過利用5G相關技術(包含頻道的評估與鏈結的自適應)來達成目標。首先是博弈論(Game Theory)，用於對WBAN極為重要的兩個領域：提高能源效率與減輕通訊干擾。由於電池供電的傳感器節點，能源效率對於 WBAN 的應用至關重要。需要考慮應用程式的需求，例如平均應用程序數據頻寬、所需的最大數據頻寬和相關延遲，以及警報要求。故提高無線傳感器網路效能的方法包括以下三種：

1. 聯合優化 PHY 和 MAC 層參數的鏈路自適應方法提供了一種使傳輸適應信道特性的方法。在[10]中概述了在WBAN實現鏈路自適應的不同方法。
2. 睡眠模式和工作循環[11] 的使用可以定期關閉耗能的組件甚至整個設備來顯著節約能源。IEEE 802.15.6 通過m週期調度分配模式解決了這個問題，其中設備可以在超幀之間進入睡眠模式 [12]。
3. 聯合低佔空比的MAC層和路由協議，這些協議在延遲、可靠性和能源效率之間進行權衡 [13]，這樣節點只有在有數據要傳輸時才會喚醒作用。 WBAN 的MAC協議通常具有動態傳輸功率控制 (Transmission Power Control, TPC)——在 [14] 中是一種基於鏈路狀態估計的協議，其中無線傳感器根據短期和長期鏈路狀態估計來調整傳輸功率。動態 TPC實現了PDR 97% 使用 26.6mW。

而組織最近制定了一種跨層優化演算法[15]，主要在確定MAC層中的有效載荷大小和物理層中每個突發的脈衝數，以解決IEEE 802.15.6 IR-UWB PHY 的能效最大化問題

### 2.6.2 干擾緩解

WBAN不僅會因為其他的WBAN存在會受到干擾，更可能會受到在同一個訊號頻道運行的無線設備干擾，IEEE 802.15.6 指定了醫療植入通信服務 (Medical Implant Communication Service, MICS) 頻段，以提供可用於體內通訊的可靠低功耗通訊，用於體內通信。不幸的是，MICS 頻段存在干擾問題，這會導致 WBAN 的性能顯著下降—IEEE 802.15.6 中的共存緩解方案完全忽略了 MICS 頻段。在[16]中，提出了動態頻率分配的方法來減輕影響WBAN的雙鏈路干擾，從而迫使他們切換到相同的頻率。在[17]中也提出了基於博弈論的功率控制方案，用於減輕WBAN之間的干擾，也有將博弈論應用於頻道分配的方法[18]，藉此減輕WBAN之間和內部之間的訊號干擾。

### 2.6.3 人體遮蔽

由於能量的吸收、反射、衍射、身體屏蔽或身體的姿勢等不同的原因，WBAN之間的傳播路徑會出現許多衰落的現象，這些特殊狀況都會導致數據包大量的丟失，而中繼節點若部署在人體之外，可能可以擁有更好的通訊頻道和不甚嚴格的能量限制，因此合作式通訊近年來受到相當大的關注[19]。

### 2.6.4 數據速率

更快的數據速率可說是5G最突出的優勢，但對於WBAN而言，根據各個不同的裝置及用途特性，會有一系列不同的數據速率，尤其是我們還需要解決能源效率問題的情況下。Chao等人[20]研究了多重輸入多重輸出(Multi Input Multi Output, MIMO)通訊來實現增強的數據速率，並取得了一些成功。這項技術目前正在坦帕綜合醫院 [21] 應用於腹腔鏡-內視鏡手術，以提供低延遲的高清視頻。在 [22] 中，緊急醫療保健系統基本上是一個 WBAN，用於解決緊急情況，它基於移動雲計算和5G，以提供低延遲的連續患者監測和位置檢測。模擬的狀況中，4G和5G的性能十分的相似，但最多只能容納約300個用戶，若需要持續監控大量用戶約1000人，則只有5G才能可以同時提供低延遲和帶寬的可用性。

以上工作展示了一些現象，證明5G通訊正不斷的發展與改進行動通訊所需的技術，特別是WBAN在物聯網相關的應用，本篇論文即概述了最新與最適用於WBAN發展的快照。

## 2.7 人體區域網路的現狀與挑戰

WBAN 為無線醫療網絡帶來了新的研究機會。除了 WBAN 數據的敏感性和網絡節點受損的潛在災難性後果所帶來的挑戰之外，WBAN 的永續發展還遇到了嚴重的資源限制問題。因此，為了滿足這些嚴格的限制，出現了許多研究機會。本節闡述了增強 WBAN 技術的潛在研究方向，包括安全性、通信協議和功耗考慮。[23]

### 2.7.1 上層協議棧(Upper Stack Protocols)

2012 年 2 月，第一個也是唯一一個 WBAN 標準發布（[IEEE，2012](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167404821000353?casa_token=IN7VTJ6FSCAAAAAA:S6_l1WLe-caRttQdimFmus2EnHtxWgnERv6t9dD8FX4_m_MatXT6HOGZFNMk4QLOEBjbfllSfQ" \l "bib0051)）。IEEE 802.15.6 標準化了支持三個不同物理層的媒體訪問控制 (MAC) 層。WBAN 為在人體上、體內或周圍運行的設備提供低功耗和短距離無線通信。因此，IEEE 標準沒有提供完整的協議棧。

### 2.7.2 多跳通訊

WBAN 標準採用[星型拓撲](https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/star-topology)，最多可進行兩跳通信。從理論上講，使用多跳方法可能會提供更可靠的通信，從而提高整體性能；然而，這個論點必須通過考慮到功率守恆的實驗來證明。

### 2.7.3 路由

適用於 WBAN 的路由協議仍然是一個開放的研究機會。考慮到 WBAN 的性質，需要考慮專用協議，其中數據包必須通過中繼節點才能到達匯聚節點。然而，要為WBAN 拓撲選擇最合適的路由協議，以節省功耗並最大限度地減少通訊消耗並不是一件容易的事。研究方向可能涉及 QoS 感知、溫度感知、跨層和基於姿勢運動的路由協議。

### 2.7.4 身份驗證和密鑰建立

身份驗證和密鑰建立提供了廣泛的研究機會。大多數文獻提出的方案仍然容易受到某些類型的攻擊，或者不完全滿足WBAN 安全要求。

### 2.7.5 加密

當涉及個人和敏感數據時，數據加密至關重要。加密應在傳輸和儲存數據的階段提供相對應保護，以防止基於竊聽的攻擊。必須提出一種既滿足安全要求又符合嚴格資源約束的輕量級和能量感知加密演算法，未來仍然是一個具有巨大貢獻機會的開放研究領域。

### 2.7.6 入侵檢測系統(Intrusion Detection System)

IDS是另一個潛在的研究領域。傳統的資訊安全方案目的在將攻擊者拒之門外；然而，他們沒有能力檢測內部攻擊並做出相應的反應。因此，將IDS應用於 WBAN 可以解決傳統方案無法解決的攻擊和漏洞。例如， DoS 攻擊會影響網絡的可用性，並且可能無法被傳統的安全對策檢測到。因此，需要進一步研究開發特定於 WBAN 的 IDS 以檢測不同類型的攻擊。

### 2.7.7 可持續電源

主要的挑戰性任務之一是為植入體內的節點維持持續的電源，因為更換植入設備的電池需要手術。因此，尋找其他能源仍然是一個開放的研究領域。

### 2.7.8 安全評估

大多數安全對策都是使用模擬來評估的，以證明其有效性。這是因為很難獲得真正的測試平台。因此，對適用於醫療器械的擬議安全機制的有效性缺乏現實的評估。這為實際評估 WBAN 安全對策創造了額外的研究機會。

### 2.7.9 智能傳輸

傳輸是功耗的主要貢獻者。採用任何智能傳輸技術，例如認知無線電，都可以顯著提高功耗並延長電池壽命。因此，優化傳輸是一項極具挑戰性的任務，並且仍有進一步研究貢獻的機會。

### 2.7.10 數據處理

數據處理是物聯網 (Internet of Things, IoT) 領域的另一個開放研究領域，WBAN 是其中的一部分。WBAN節點會產生大量數據，需要以安全的方式進行儲存和處理，以保證患者的安全和隱私。另一方面，不同的WBAN傳感器可能會記錄相同的生理信號，從而帶來數據處理挑戰。因此，大數據處理和數據融合的有效方法是可能的研究機會。

### 2.7.11 訪問控制

開發適當的訪問控制機制是另一個可能的研究方向。訪問控制允許醫生和技術人員調整傳感器節點的配置。應考慮兩種類型的訪問控制，即基於屬性的和基於角色的，以確保患者的安全和隱私。

# 第三章 醫療雲與人體區網的醫學應用架構與方法

## 3.1 系統功能介紹

在人類健康服務發展中，應用植入晶片及無線射頻識別(RFID)技術逐漸之成熟，WBAN是相當具有前景的一項技術，近年來受到工業界與學術界的關注。同時，雲端醫療的發展也正如火如荼的進行，一種基於雲計算和服務導向架構(Service Oriented Architecture, SOA)的系統模型，正廣泛的在該領域應用。圍繞著人體建立的無線可穿戴計算設備的網路，長時間擷取人體有關之生理訊號，WBAN的對於醫療保健的現實需求推動，人們對於疾病的預防和早期監測關注度的提高，將醫療保健帶入了移動醫療和遠程醫療的新時代，透過雲計算的優勢，建立屬於醫療院所的公眾雲及供民眾使用的私有雲，兩者的融合迎來了一個革命性的智能互聯時代。提出的系統供人體生理特徵參數透過WBAN作採集、處理和傳輸，透過中繼節點並與智能終端機連線，透過網際網路上雲端與醫療院所的遠程伺服器連接，實現醫療雲與人體區網的醫學應用架構。

## 3.2 方法架構

本篇所提出的研究架構圖(圖3.1)，我們將各式感測器及可穿戴裝備，放置於使用者周圍或身上測量數據(人體心律、人體肌肉訊號、大腦電圖、血壓、血糖、體溫、血氧等資訊)，包含之設備有心電圖傳感器、肌電圖傳感器、腦電圖傳感器、血壓傳感器、血糖傳感器、體溫傳感器、血氧傳感器等，再將感測器連接於中繼節點後利用網路將感測器資料經由各平台的API傳送至雲端伺服器，雲端伺服器透過各自的服務政策進行相對應的資料儲存及數據監控管理，此監控系統的伺服端由醫療體系提供並授權，醫療體系的醫生可以適當的將患者的狀況作即時的掌握，也能利用患者的資料作相對應的研究及治療，而患者或使用者也可以利用瀏覽器或手機將自己的身體資料進行觀察並控管生活方式，最後醫療系統更可以透過大數據的處理，協助醫生及患者進行線上的診療，更即時更安全的醫療照護生活使眾多民眾受益。

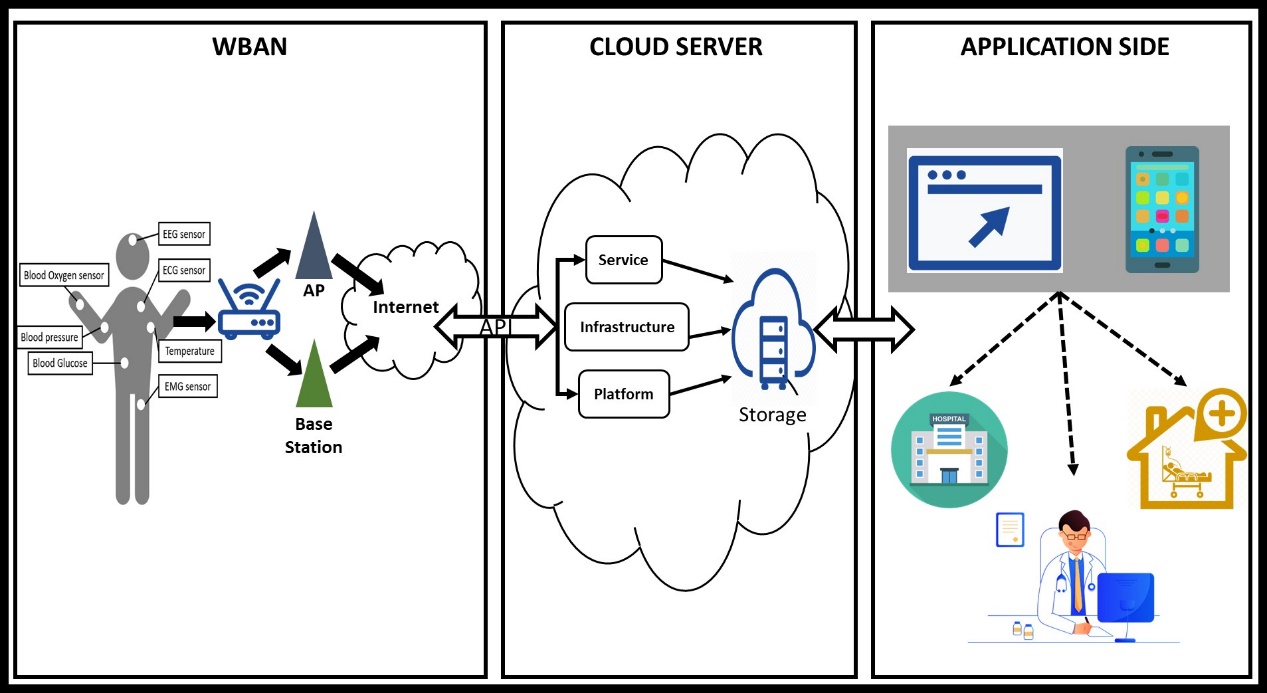


圖3.1系統架構圖

## 3.3 研究過程

本研究研讀各篇文章及論文，繪製出系統架構圖並探討其中技術，在WBAN的相關資料中，各式傳感器和穿戴式裝置進行自動監測及收集數據，各式傳感器及穿戴式裝備是一種微型輕便化的裝置，它同時具備監控和擷取生理資訊等相關訊息，通常整合軟性電路及空間最佳化與元件的微型化，使得醫療裝置可以更具靈活的設計，實現患者與醫院的即時資料傳輸，為了能夠快速、及時將準確的患者資料轉發給醫療照護機構，設計上要確保充分的功率及高訊號完整性。

接著，WBAN會經由網路對外進行連接與傳輸，而雲端計算是一種能透過無所不在的網路，以便利且隨選所需的方式存取共享式運算資源池（例如網路、伺服器、儲存空間、應用程式與服務）的運作模式，運算資源的提供只需要最少的管理作業與供應商涉入，就能快速配置與發布運算資源。參考並研究各篇論文及網站，理解雲端的運算服務模式，以及相關的部署模型，配合五種雲端運算的特徵，理解雲端對於產業發展的資訊變革，這次研究主要將產業運用於醫療系統，各大雲端廠商也提供各項雲端醫療、健康照護等雲端API，目的為創新應用程式的開發與採用，改善醫院的醫療架構，醫生的看診壓力以及民眾居家醫療照護的方便。

經過各式論文及相關網站的資訊探討，發現實際將兩個領域結合的論文不多，WBAN的部分著重在無線通訊的優化與改進，以及修正相關的資訊安全問題；雲端計算是近年來相當熱門的技術，各式各樣的應用案例在日常生活中發生，不少雲端公司也趕緊把握商機，將雲端技術應用於醫療相關的領域，包括台灣的健保署的健保醫療資訊雲端查詢系統，其他各家雲端醫療廠商等等，都會是我們接下來第四章的討論案例，探討相關的企業規模、市佔率、盈利狀況等等。

## 3.4 時程規劃與工作分配

表 3.1 109學年報告書甘特圖

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 時間  項目 | 109學年東海行事曆 | | | | |
| 14週 | 15週 | 16週 | 17週 | 18週 |
| 專題開始 |  |  |  |  |  |
| 擬定主題 |  |  |  |  |  |
| 擬定大綱 |  |  |  |  |  |
| 蒐集相關文獻資料 |  |  |  |  |  |
| 報告書撰寫 |  |  |  |  |  |

# 第四章 系統與案例分析

在本章節，我們將以就業需求為導向，針對研讀的雲端計算及人體區域網路相關題材，探討與之相關的企業介紹，主要介紹兩家雲端醫療公司國際厚生數位科技股份有限公司、敦陽科技股份有限公司以及人體區域網路中的消費性電子與醫療設備兩家業者：A&D Medical 日本愛安德、台灣安麗莎醫材公司。

## 4.1 國際厚生數位科技股份有限公司[24]

國際厚生數位科技股份有限公司成立於民國89年5月，由擁有40多年豐富醫療經驗的秀傳醫療體系總裁黃明和博士，結合國內外陣容堅強的醫界、資訊界、物流界、藥界與投資顧問管理界等專業經理人士共同創辦，成立以來，秉持「創新源於關懷健康，服務始終堅持誠信。」的價值觀，近年來在各產業領域嶄露頭角，為政府獎勵、評鑑認證的常勝軍，通過ISO27001、CMMI ML3、CNS15190、TTQS，服務品質屢獲客戶肯定，並承接經濟部、衛生福利部等大型科專與示範性資訊應用開發計畫，成為該產業資訊化的指標。宗旨為打造全方位跨時空健康醫療資訊整合服務，未來願景則希望成為健康醫療資訊服務領先品牌，公司的價值觀著重在創新、關懷、誠信、服務(創新源於關懷健康，服務始終堅持誠信)，企業策略目標為增加外部收入、進入境外市場、提昇內部產品品質。

根據104人力銀行的國際厚生數位科技股份有限公司的介紹，國際厚生數位科技公司為中小規模企業，員工人數約75人，資本額約1億5000萬，在台北、台中及彰化都有相關的職缺，主要有程式設計師、資料分析師與政府專案約聘人員，薪水大致都是月薪40000以上，會根據地區的不同及工作性質進行薪水的調整。

經營團隊由董事長黃靖媛博士、總經理劉立教授，經營團隊擁有在專案管理/開發、行動應用開發/整合、健康管理/照護，以及資訊科技整合技術領域豐富經驗，成員背景來自於台大、成大、清大、中正、台科大、淡江、東吳、長庚等之菁英，擁有電腦與通訊工程、資訊工程、資訊管理、企業管理、資訊科學與應用、電機工程、醫務管理、資訊科技等相關系所博碩士學歷，近 30 位擁有 PMP 證照，在各專業領域皆屬一時之選，團隊不斷致力於最新醫療技術應用開發，發展跨領域與跨使用群的服務方案，秉持「創新源於關懷健康，服務始終堅持誠信。」的價值觀，以打造全方位健康醫療資訊整合服務為使命！

2017年由Taiwan Healthcare Plus、衛福部、台北市政府、農委會共同主辦台灣首屆醫療科技展，60位醫院院長籌劃推薦、百大醫護團隊攜手聯展，國際厚生數位科技與秀傳醫療體系合作，並結合華碩雲端推出智慧型醫療服務機器人，應用進攻全球市場，微創中心(IRCAD)全球微創教育與法國同步導入下世代 A.I. Surgery (Augmented Intelligence Surgery, 擴增實境人工智慧手術技術)，佈局先進臨床科技與應用，在未來的發展可以說是相當看好，也極具競爭力。[25]

## 4.2 敦陽科技股份有限公司[26]

敦陽科技股份有限公司創立於民國82年3月。創立之初，即致力協助客戶並成功為客戶建立整體解決方案、和顧問領導楷模，並奠定與客戶最佳事業合作夥伴，創造敦陽追求永續經營的最優質的系統整合服務公司。敦陽科技自民國90年9月股票公開上市以來，皆名列前茅於資訊服務績優廠商及投資報酬獲利TOP 20台灣地區重要的系統整合業者。本公司代理國內外優勢資通訊產品、技術與專業顧問服務，追求於各行各業的資訊科技需求。秉持著公司核心理念-人才、速度、紀律、分享。成立二十餘年來，保有創業的精神，追求客戶的滿意，協助企業整合暨共享全球資訊資源，並充分發揮其效益，深受國內政府機關、企業客戶、研究機構之肯定及客戶滿意實績。敦陽科技長期服務及系統整合在高科技製造業、電信業、金融服務業、醫療業，零售業的經驗，針對巨量資料分析、AI 深度學習、物聯網開發、區塊鏈技術等應用提出適用於產業的解決方案，包含顧問、平台、分析工具(自動建模)等。以提昇整體競爭力，並提供客戶持續性的售後顧問諮詢及維修等專業服務，是國內少數能提供完整解決方案的系統整合服務商。

根據104人力銀行的敦陽科技股份有限公司的介紹，敦陽科技股份有限公司為大規模企業，員工人數有550人，資本額達10億6300萬，在雙北、桃園、新竹及南臺灣都有工作職缺，不少是雲端及虛擬化系統相關工程師，薪水根據地區及工作內容進行調整，起薪大致40000元以上，公司規模是在資訊系統整合上櫃上市公司中，營運最穩健且獲利最高之模範公司。

公司的未來持續專精在核心的資通訊產品暨解決方案，並發展各產業創新的技術服務，本公司亦將結合各領域專精廠商提供更多元、完整的服務。持續堅定重視並投入公司治理、顧客權益、員工照顧、環境永續及社會公益等領域，朝著企業永續發展的願景邁進。

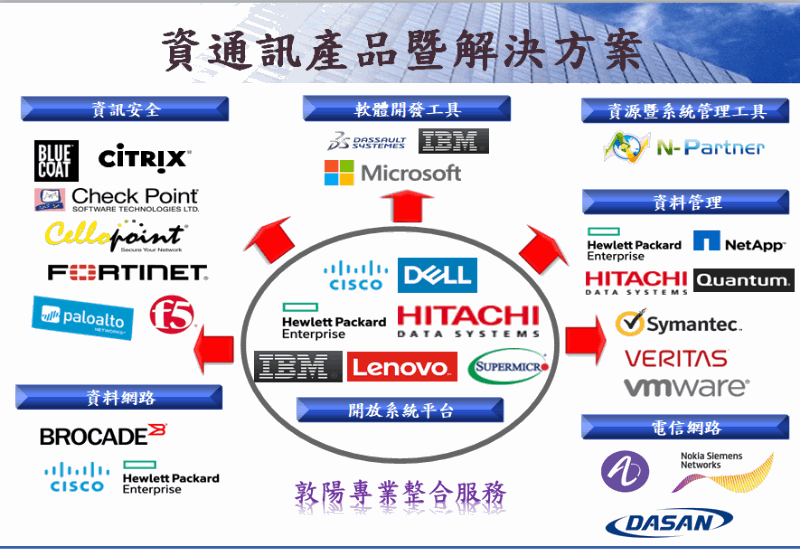
****

圖4.1 敦陽科技專業整合服務

## A&D Company, Limited日本愛安德[27]

A&D Company, Limited是一家總部位於日本東京的測量設備製造商，生產數字血壓計、醫療和家用秤、超聲波霧化器以及模數和數用於半導體製造設備和電子槍的模擬轉換器。1977年13名從日本武田理研工業株式會社(現為Advantest)離職的工程師所成立，並在2006年3月首次在東京證券交易所上市，股票代碼7745。A&D是測量、秤重、醫療器材專業製造廠，研發、製造、生產一應俱全，提供完整的服務，擁有多項世界認證，並且在多國設立經銷商深耕當地，全球各地持續擴點，擁有專業完整的生產流程，供貨不間斷。A&D銷售量佔據了日本第一大精密天平公司和和世界第三大精密天平公司的席位。在消費者血壓測量儀行業中，銷售量排名在俄羅斯處於第一，世界第二。根據日本相關網站財部指出，去年該公司的年營業收入達4,816,000,000日幣。

A&D 為了在著眼於公司未來的同時保持穩定增長，必須不斷開拓新市場。公司計劃通過專注於以下四個增長領域來積極擴展我們的業務：用於汽車和輪胎行業的測量儀器、模擬器和測試系統、工業測量設備、用於檢測金屬材料的重量檢查器/設備、實驗室（研究和分析），在未來幾年，公司計劃減少有形和無形資產，同時建立一個更有效地利用我們股權資本的系統。我們將努力通過提高管理效率來提高盈利能力，並努力創造一個能夠實現更積極的企業管理的環境。

## 台灣安麗莎醫療器械科技股份有限公司[28]

Aulisa 由 Augie Lien 於 2012 年創立。該公司最初位於加利福尼亞州帕洛阿爾托，位於矽谷的中心。2013年，台灣愛麗莎醫療器械科技股份有限公司在台灣台北成立，成為企業總部，負責產品研發、財務、會計、製造、法規事務、質量體系、 2018 年 9 月，台灣 Aulisa 將 Aulisa Medical USA, Inc. 註冊為全資子公司，負責其產品在美國的營銷和銷售。Aulisa 目前的無線、可穿戴生命體徵監測系統系列提供持續的遠程監測，以避免抽查生命體徵時出現不一致情況，並減輕相關人員負擔，事件數據記錄為醫療專業人員提供了更好地分析和治療患者病情所需的信息。

根據104人力銀行的台灣安麗莎醫療器材科技股份有限公司的相關介紹，該公司資本額達2億4911萬元，員工人數卻僅有26人，經營團隊在醫療器材領域已有30年的經驗，並且具有7 家成功的美國公司創業經驗，其產品臨床實驗數據已通過FDA 人體測試的準確度。在台北總公司南港科學園區有不少職缺，包含演算法工程師、全端工程師、硬體工程師、軟韌體工程師等工作機會，薪資更是高達五萬元以上，在北部地區算是相當有競爭力的一個薪資條件。根據109全年報表指出，台灣安麗莎醫療器材科技股份有限公司的年營業收入為1,040,000元台幣。

安麗莎公司開發適用於新生兒之「嬰兒穿戴型反射式無線生理監控系統」於2017年3月獲得經濟部產業升級創新平台輔導計畫（新興育成計畫）審查通過，補助款項超過新台幣1,000萬元，並已於2018年10月送件申請此項產品的FDA 510（k）許可，極可能成為全球第一項通過 FDA 的嬰兒穿戴型反射式無線生理監控，也是可望成為全球第一台嬰兒穿戴型反射式無線生理監控統。台灣安麗莎預估在2019～2020年開始產生盈餘，佈局於2019年第四季正式成為台灣上市／櫃公司，將台灣安麗莎打造成為國際知名之醫療器材科技公司。在未來是相當有前景的一家公司。[29]

# 第五章 心得報告，綜合成果與問題討論

## 5.1 綜合研究成果

現在的時代，人們依靠著先進的醫療資源提升生活品質，不管是誰都必須了解自身的健康狀況，也因此帶動相關的智慧健康穿戴裝置產業蓬勃發展，使人可以自行評估身體健康狀況並且隨時監測相關的數值，提早發現問題可以使得人們更加的即時找尋處理方法以得到改善。為了讓醫療端和使用者可以不受距離上的限制，提出了雲端計算結合人體區域網路系統，透過穿戴裝置系統收集人體的生理特徵參數、處理和傳輸，並與智能終端機連線上雲端與醫療院所的遠程伺服器連接，實現醫療雲與人體區網的醫學應用，而未來在進入5G的時代，通訊的速度與用量將會是爆炸性的成長，屆時相關的醫學應用將潛力無限。

## 5.2 研究心得

在一次聊天的過程中，發現生理監測器材越來越盛行，每個人在自己的穿戴型裝置即可監測自己的血壓血氧，不僅是原本的消費性電子與醫療設備業者更深入的開發相關的器材，在這次的研究中，對於選擇的主題從不了解到開始查詢各式資料，還有國內外相關論文的整理，再做成一份報告書的過程是十分艱辛，也更加領悟到撰寫報告書不僅僅只是要將龐大的資料量彙整成有用的文獻且要能具有可讀性，為了使得自己的研究成果更具說服力，所尋找的參考文獻來源更需要嚴格篩選，透過Google Scholar可以找到國內外大小相關論文資料，參考論文的引用次數來過濾自己想要的資訊，藉由這次的報告使我對於資料的整理吸收更進一步。

## 5.3 問題與討論

要落實雲端醫療與人體區域網路之結合還需要考慮到所在地點之環境，倘若當地甚至連網路都不普及，可能連遠距看診或是生理數值回傳上都會有所困難，系統的建立與合作會變得相當困難，因此基礎設施的完善制度也是一大挑戰。而在回傳數值時的資料加密、資料遺失、資訊安全的保障，也會影響到人民使用的意願，因此在醫療相關資訊雲端化、電子化的同時，資訊安全也是一個非常重要的一環。植入人體的醫療設備及系統的範圍在迅速擴大，我們提出的系統必須克服各設備的功率問題、信號處理及通訊干擾的挑戰。

## 5.4 後續研究方向

人口高齡化引發的後續問題已經成為各國家的社會發展的重要挑戰，慢性疾病醫療保健及老年生活質量的問題，期望能透過WBAN獲得改善，WBAN是個人健康訊息採集和傳輸的重要技術手段之一，其產業化前景與現實意義已經受到各界的廣泛關注，在IEEE上已經有大量的研究論文在探討相關的趨勢，包含自供電技術、低功耗技術、多重通訊標準協定的合作、WBAN的訊號處理優化演算法、網路架構研究、資訊安全及感測器芯片與訊號收發設計等相關研究，未來都是相當具有潛力的研究方向。

# 第六章 參考文獻與資料來源，或者相關網站

[1] Saha, D. (2020, 12 24). A revolution is coming for data and the cloud: 6 predictions for 2021. Retrieved from https://cloud.google.com/blog/products/data-analytics/what-to-expect-from-cloud-data-analytics-in-2021

[2] K. Kwak, S. Ullah and N. Ullah, "An overview of IEEE 802.15.6 standard", 3rd Int. Symp. on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies (ISABEL), pp. 1-6, Nov. 2010.

[3] MELL P, GRANCE T. The NIST Definition of Cloud Computing[R]. National Institute of Standards and Technology, 2011

[4] 偉康科技. (2021, 02 26). 雲端運算的三大組成要件介紹. Retrieved from https://www.webcomm.com.tw/blog/182/cloud-computing-elements/

[5] MicrosoftAzure. (n.d.). 何謂 SaaS？. Retrieved from https://azure.microsoft.com/zh-tw/overview/what-is-saas/

[6] Microsoft. (n.d.). Retrieved 6 15, 2021, from Microsoft Cloud for Healthcare: https://www.microsoft.com/en-us/industry/health/microsoft-cloud-for-healthcare

[7] Google. (n.d.). Cloud Healthcare API. Retrieved 6 18, 2021, from https://cloud.google.com/healthcare

[8] A. W. ASTRIN, H.-B. LI, and R. KOHNO, standardization for body area networks, IEICE Transactions on Communications, vol. E92.B, no. 2, pp. 366.372, 2009

[9] R. W. Jones and K. Katzis, "5G and Wireless Body Area Networks", IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops (WCNCW), 2018.

[10] M. S. Mohammadi, Q. Zhang, E. Dutkiewicz, and X. Huang, Optimal frame length to maximize energy efficiency in IEEE 802.15.6 UWB Body Area Networks, IEEE Wireless Commun. Lett., 2014; 3(4), pp. 397–400.

[11] R. Jurdak, A. G. Ruzzelli, and G. M. P. O’Hare, Radio sleep mode optimization in wireless sensor networks, IEEE Transactions on Mobile Computing, 2010; 9(7), pp. 955–968.

[12] IEEE802.15. (2021, 6 20). Retrieved 6 20, 2021, from https://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html

[13] A. G. Ruzzelli, G. M. P. O’Hare, and R. Jurdak, Merlin: Cross-layer integration of mac and routing for low duty-cycle sensor networks, AdHoc Netw., 2008; 6(8), pp. 1238–1257.

[14] S. Kim and D. S. Eom, Link-state-estimation-based transmission power control in wireless body area networks, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2014;18(4), pp. 1294–1302.

[15] Y. Liu, K. Davaslioglu, and R. D. Gitlin, Energy Efficiency Optimization of Channel Access Probabilities in IEEE 802.15.6 UWB WBANs, IEEE WCN Conference, March 2017.

[16] N. Torabi, W. K. Wong and V. C. M. Leung: A robust coexistence scheme for IEEE 802.15.4 wireless personal area networks. IEEE CCN Conf. , LasVegas, 2011; pp. 1031- 1035.

[17] Zou, L., Liu, B., Chen, C., & Chen, C. W., Bayesian game based power control scheme for inter-WBAN interference mitigation. IEEE GLOBECOM Conf., 2014, pp. 240–245.

[18] Zhao, X., Liu, B., Chen, C., & Chen, C. W., QoS-driven power control for inter-WBAN interference mitigation. IEEE GLOBECOM Conf. 2015, pp. 1–6.

[19] L. C. Tran and A. Mertins, Error performance and energy efficiency analyses of fully cooperative OFDM communication in frequency selective fading, IET Communications, 10(18), pp. 2525–2533, 2016.

[20] H. Chao, Y. Liu, T.P. Ketteri, G.E. Arrobo, R.D. Gitlin, MIMO In Vivo, IEEE WMT Conf., 2014.

[21] S.E. Hodgett, J.M. Hernandez, C.A. Morton, S.B. Ross, M. Albrink, A.S. Rosemurgy, Laparoendoscopic single site (LESS) cholecystectomy, J. Gastrointest. Surg., 2009; 13(2), pp. 188-192.

[22] L. Wan, G. Han, L. Shu, N. Feng, The Critical Patients Localization algorithm using Sparse Representation for mixed signals in Emergency Healthcare System, IEEE Systems Journal, 2018.

[23] M. Hajar, M. Al-Kadri, and H. Kalutarage, “A survey on wireless body area networks: architecture, security challenges and research opportunities,” Computers & Security, vol. 104, p. 102211, 2021.

[24] 國際厚生數位科技股份有限公司. (n.d.). Retrieved 6 18, 2021, from 國際厚生數位科技股份有限公司官方網站: http://www.omnihealthgroup.com.tw/

[25] 生活中心. (2017, 12 7). 醫療科技展登場 秀傳醫療科技受矚目. Retrieved 6 18, 2021, from 民報: https://www.peoplenews.tw/news/40346b63-8a73-4de3-9afa-3000332fabc0

[26] 敦陽科技股份有限公司. (n.d.). Retrieved 6 18, 2021, from 敦陽科技股份有限公司官方網站: https://www.sti.com.tw/

[27] A&D Company, L. (n.d.). Retrieved 6 18, 2021, from A&D Company, Limited Official Website: https://www.aandd.jp/

[28] 安麗莎醫療器材科技公司. (n.d.). Retrieved 6 18, 2021, from 安麗莎醫療器材科技公司官方網站: https://www.aulisa.com.tw/

[29] 工商時報. (2019, 3 2). 新創‧在臺灣－台灣安麗莎醫材 技術已達國際級. Retrieved 6 18, 2021, from https://www.chinatimes.com/newspapers/20190302000373-260204?chdtv