



## 研究計畫

## 針對失智症/銀髮族設計以地理圍欄為省電基礎之穿戴式運動紀錄裝置

\*李昭賢

國立臺北科技大學 電子工程學系

## 摘要

因應高齡化潮流，世界衛生組織(WHO)提出「活躍老化」願景，期望銀髮族可透過生命體驗身體、社會與心理健全的潛力，同時透過社會參與，在需要的時間點可獲得適當的保護、安全與照顧。本二年期研究計畫「針對失智症/銀髮族設計以地理圍欄為省電基礎之穿戴式運動紀錄裝置」依據活躍老化的精神，研究目標為設計並實作一個可讓失智症/銀髮族長期保持運動習慣的穿戴式運動紀錄裝置。在第一年中，我們強調所設計的穿戴式裝置如何達成追蹤運動軌跡與肢體活動，不同於過去研究，在本次計畫將使用彎曲感測器來感測關節的活動，並進而識別出肢體活動。在第二年中，我們強調所設計的穿戴式裝置如何達成追蹤(1)運動強度：透過測量心率來換算運動強度、(2)身體平衡：透過測量步態來取得身體平衡程度。除此之外，為了延長運動紀錄時間，本次計畫將利用地理圍欄概念設計一套定位省電機制，減少不必要的定位耗電，同時維持原本的定位準確度。

**關鍵詞：**銀髮族、輕度失智症、地理圍欄、運動紀錄、省電

## 1. 研究背景

政府針對資通訊(information and communication technology, ICT)產業從 2001 年起陸續開始一系列之國家資通訊發展方案，包含「數位台灣計畫(e-Taiwan)」、「行動台灣計畫(m-Taiwan)」、「發展優質網路社會計畫(u-Taiwan)」等，已成功奠定台灣資通訊基礎之穩固建設；2009 年至 2012 年之「智慧台灣計畫(i-Taiwan)」強調應用服務之導入與推廣，藉由營造產業創新環境，加速智慧資本累積，落實永續發展；因應「一雲、三網、多屏」帶來之劇烈衝擊，政府擬定 2010 年至 2015 年之「數位匯流發展方案」，希望透過整備高速寬頻網路、推動電信匯流服務、加速電視數位化進程、建構新興視訊服務、促進通訊傳播產業升級、調和匯流法規環境等六大主軸推動，建置台灣的數位匯流產業發展環境，以維護國家競爭力，並奠定台灣資通訊基礎之穩固建設。依照世界衛生組織(WHO)的定義，台灣銀髮族於 1993 年已佔總人口的 7%，成為「高齡化社會(aging society)」，2010 年持續增加，佔總人口的 10.7%，預估 2017 年銀髮族將佔總人口超過 14%，進入「高齡社會

(aged society)」，預估 2025 年銀髮族將占總人口超過 21%，進入「超高齡社會(super-aged society)」。

此外，隨著教育水準提高、生活型態與傳統觀念改變，晚婚、不婚與遲育、少育的比率不斷提高，使得總出生率逐年下降，「少子化」促使台灣的高齡現象更趨嚴重，讓台灣成為全球老化最快的國家之一。回顧過去十多年台灣針對資通訊產業的相關政策與計畫，讓台灣獨具深厚且前瞻的資通訊科技實力，如何利用此一優勢發展銀髮族照護之關鍵技術，考量銀髮族數位生活空間之需求，建構一個安全、舒適與高品質的生活環境，儼然成為當前國內外研究發展刻不容緩的主要議題。

雖然世界各國人口老化程度不一，各國皆相繼投入銀髮族照護的政策、產業與技術發展(Saleem, Muhammad, Martinez-Enriquez, 2010; Wang, Shi, 2012; Shoaib et al., 2010)，例如：2001 年英國提出國家老人服務架構整合十年計畫，結合社會服務支持系統，增進銀髮族自主平等與健康獨立，並獲得高品質服務；2003 年歐盟提出健康老化計畫，肯定銀髮族之健康促進及社會價值，發展支持性政策，擬定健康老化指標，評估成本效益，發展改善生活型態策略，創造適合銀髮族之環境；2005 年日本提出高齡化社會對策，建立終身健康、環境健康、照護預防服務；2007 年美國提出全國健康促進和疾病預防目標，希望銀髮族能達到獨立、長壽、具生產力、高生活品質的狀況；同年提出美國老化與健康現況政策，以健康狀況、健康行為、預防保健服務與篩檢、事故傷害等健康監測指標。台灣亦於 2006 年起推動「銀髮族 U-Care 旗艦計畫」，負責建立機構式或社區型集中照護服務體系、居家照護服務體系與緊急照護服務體系；衛生署亦推動「數位健康產業發展計畫」之遠距照護(telecare)計畫，以建置社區照護發展所需照護服務資訊系統、建構互通之電子照護紀錄交換機制與認證環境為目標；工研院亦著手研發多項有關健康照護產品，如居家訊息中心、遠距居家照護平台、無線生理貼片與監控系統等。回顧遠距健康照護服務服務常包含：用藥提醒與指導、藥品諮詢服務、就醫生活協助、健康資訊提供、病人生理情況監測、異常緊急通報與救援等，透過遠端長期監測與關心病況，有助於拉近專業醫師與一般民眾之間的距離，提昇醫療品質，完備健康照護服務之範圍。

除了高齡少子化外，台灣還面臨另一個嚴峻的挑戰—失智症(dementia)，每年約 10%至 15%輕度知能障礙(mild cognitive impairment, MCI)患者會發展成失智症患者。依據經建會 2010 年至 2060 年臺灣人口推計報告中全國總人口成長低推計報告為母數，再以各年齡層之失智症社區盛行率進行估算，台灣銀髮族失智症盛行率 65~69 歲為 1.2%、70~74 歲為 2.2%、75~79 歲為 4.3%、80~84 歲為 8.4%、85~89 歲為 16.3%、90 歲以上為 30.9%，顯示愈高齡、失智症盛行率愈高。同時，比較經建會 2009 年與 2011 年公布之人口推估，在 2009 年推估至 2060 年失智人口將達 62 萬人，然而在 2011 年推估的年齡層老化速度更劇，再次推估失智人口將提前 10 年達到 62 萬人，至 2060 年將達 80 萬人，將此資料與世界衛生組織(WHO)公布資料相比，失智人數增加 16.4%，成長比例驚人，遠高於全球，由於輕度知能障礙患者與輕度失智症患者因記憶、認知、語言、空間感知、計算力、判斷力等功能之減退，造成其社交與職業能力下降或障礙，故失智症將造成台灣社會沉重的負擔。

根據以上研究背景與相關發展趨勢，本研究計畫前一期國科會計畫「針對失智症/銀髮族設計之以地理社群網路為基礎戶外安全輔助裝置(A geo-social network-based outdoor safety assistive



device for elders with/without dementia)」已累積設計並實作出失智症/銀髮族專屬之戶外安全輔助裝置相關經驗，本研究計畫「針對失智症/銀髮族設計以地理圍欄為省電基礎之穿戴式運動紀錄裝置(A wearable exercise tracking device using the geofence-based power efficient mechanism for elders with/without dementia)」將進一步考量失智症/銀髮族之健康促進與預防失智症，促進銀髮族養成規律性運動之習慣，以期促進實現「活躍老化(active aging)」願景。

## 2. 研究目的與重要性

本研究計畫目的為設計並實作一套可長時間使用之穿戴式運動紀錄裝置，追蹤並確保失智症/銀髮族外出運動情形與安全，透過累積個人化運動紀錄，促使養成規律性運動之習慣，以延緩老化之現象。以下針對(1)研究對象與(2)產業動態分析並說明本研究計畫之重要性。

由於生物功能漸漸緩慢、身體系統衰竭為不可避免之老化現象與過程，然而老化並非單純在生物內部發生，外部環境的刺激也會影響老化的速度與狀態，因此，在學理上接連提出

- (1) 健康老化(healthy aging)：生理、心理上無疾病狀況可以在社會上隨時間自然地老化；
- (2) 成功老化(successful aging)：在優質高齡社會中保有獨立日常生活能力情況下慢慢老化；
- (3) 活躍老化(active aging)：使健康、參與、安全達到最適化機會的過程，以便促進民眾老年時的生活品質，故銀髮族可藉由掌控並增進自身健康的過程，達成自身在身體、心理、社會能力的維持，以保持身體的最佳狀態，朝向優質的老化生活

在日常生活功能的評估可分成三層次：基本日常生活活動功能(activity of daily living, ADL)：維持基本生活所需的自我照顧能力，例如吃飯、穿衣、上廁所、沐浴等；工具性日常生活活動功能(instrumental activity of daily living, IADL)：獨立生活所需具備的能力，例如打電話、服藥、洗衣、外出、購物等；進階性日常生活活動功能(advanced activity of daily living, AADL)：完成社會、社區和家庭角色及參與娛樂、運動、休閒，或職業事務的能力。達成「活躍老化」之願景即三項日常生活功能評估皆正常。

首先考量銀髮族的正常老化，即使是可獨立生活的健康銀髮族，其身體機能仍隨時間不斷老化，包含呼吸系統老化造成肺活量下降、運動時易喘，肌肉骨骼系統老化造成強度、耐力與敏捷度變差，進而影響活動、反應、維持平衡退化，易步態緩慢或重心不穩導致跌倒等，在基本日常生活活動(ADL)與工具性日常生活活動(IADL)方面有較多障礙，自述單獨進行粗重工作有困難者約占銀髮族的 24.7%，其次按照比例由高至低依序為獨自搭車(12.7%)、輕鬆工作(8.9%)、買日常用品(8.0%)、打電話(6.7%)以及處理金錢(5.8%)；更進一步，比較 65~74 歲銀髮族與 75 歲以上銀髮族，明顯發現 75 歲以上銀髮族對各項指標自述完全做不到的比例高了許多，自述有一項與兩項困難者各占 12.1%與 4.2%，自述有三項以上困難者占 10.0%，其比例均隨年齡增加而遞增。仔細分析上述各項指標大多與銀髮族行動能力有關，以美國為例，約有五分之一的銀髮族具有步態或行動方面的問題，75 歲以上銀髮族 30%具有爬樓梯方面之困難、40%沒有辦法走到半哩路、70%需要協

助才能行走。另一方面，輕度知能障礙與失智症所表現出的行為經常與正常老化現象雷同，以致於被忽略。然而輕度知能障礙與失智症並非是正常老化現象，臨床上失智症診斷標準主要為多項知能功能缺損，通常是記憶功能障礙與其他認知功能出現障礙；輕度知能障礙為正常老化到失智症開始出現徵兆之間，存在著一個過渡區域，面對日常生活無影響，但面臨較為複雜的工作或社會環境下仍有影響。因此，從輕度知能障礙到失智症是一種進行性退化的疾病，從輕度知能障礙開始的輕微症狀，逐漸進入失智症的輕度、中度、重度，退化的時間因人而異，由於失智症的起因眾多，目前暫無藥物可根除失智症，但仍可預防或延緩部分症狀的惡化。

依照預防醫學的角度，如何有效維持與促進銀髮族在身體、心理、社會上之健康情況，不僅僅是復健醫學、精神醫學，也是長期照護中的重要目標。依據行政院衛生署國民健康局於1996年至2007年進行之「台灣地區中老年身心社會生活狀況長期追蹤調查」(圖1)，65歲以上銀髮族有運動習慣之比例分別為56.0%、60.9%、64.0%、65.7%，10年間雖成長10%，卻仍有三分之一的銀髮族沒有運動習慣；如果依照性別分析發現，男性有運動習慣的比例顯著高於女性；如果依照地區分析發現，沒有運動習慣的銀髮族比例在北部約39.1%、南部約29.6%，有運動習慣的銀髮族比例在北部約17.9%、南部約26.1%，顯示在都會區、有運動習慣的銀髮族更少。進一步分析，有運動習慣的銀髮族在住院率(15.9%)、急診使用率(20.4%)及可避免住院發生率(10.9%)上，都顯著低於沒有運動習慣的銀髮族(21.1%、25.3%、17.3%)；最後，有運動習慣的銀髮族其失能、憂鬱傾向、自認健康不好等問題的比率都較低，死亡率也較低。因此，有運動習慣的銀髮族健康狀況顯著優於沒有運動習慣的銀髮族，足可見規律性運動不僅可增進其生活品質，亦可延緩身體機能衰退與失能。針對失智症/銀髮族設計一套運動紀錄裝置(Sugihara et al., 2012; Lin et al., 2012; Vuong et al., 2011; Sposaro et al., 2010; Kim et al., 2009)，將可有效刺激並養成規律運動之習慣，延緩老化之現象，以實現「活躍老化」願景。

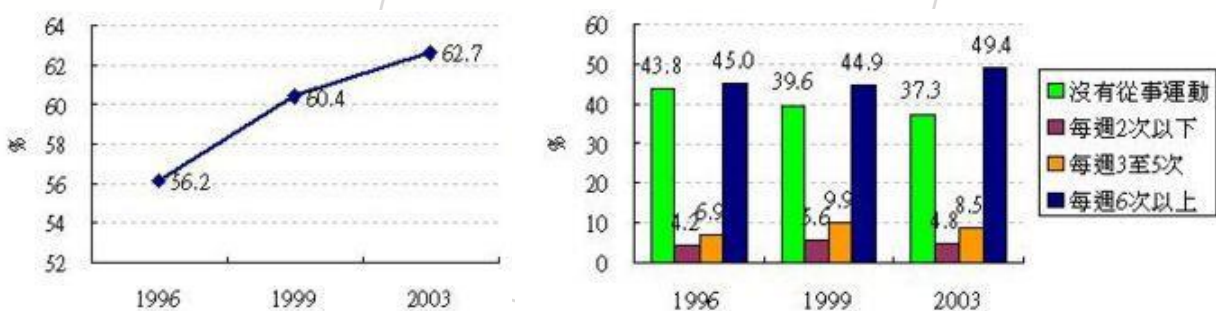


圖 1. 台灣銀髮族運動頻率之人口調查 (資料來源：臺灣地區老人保健與生活問題長期追蹤調查系列研究調查資料)

傳統適地性服務(Location-based Service, LBS)是以使用個人導航裝置(Personal Navigation Device, PND)或車用導航系統(In-car Navigation System)的使用者為主(Salem et al., 2012; Aloquili et al., 2009)，隨著智慧型裝置的普及，行動適地性服務(Mobile LBS)的使用者(也就是透過智慧型裝置取得適地性服務的使用者)，其數量因行動裝置應用程式而大量增加(Moloo, Digumber, 2011; Greenwald et al., 2011)。依據 Market Info Group 之調查，從 2013 年至 2020 年適地性服務市場將成

長三倍，年複合成長率超過 12%，此外 Berg Insight 之調查顯示（圖 2）適地性服務於 2012 年歐盟地區市值高達 3.25 億歐元、北美地區市值高達 8.35 億歐元，預估 2017 年歐盟地區將成長至 8.25 億歐元、北美地區將成長至 12.95 億歐元。地理圍欄(geofence)是近期熱門之適地性服務技術(Reclus and Drouard, 2009; Bareth et al., 2010; Tarnauca et al., 2013)，雖然地理圍欄並非嶄新之技術，然而隨著近期價格低廉之開發工具釋出，將帶動新一波零售、企業、訊息推播(push notification)、區域搜尋(Local Search)與社群網路(Social Network)的革命，依據 ABI Research 的預測，在 2017 年地理圍欄市值將高達 3 億美元。本計畫將以地理圍欄作為主要軟體研發方向，利用動態與彈性之地理圍欄設計一套省電機制(Ryoo et al., 2012; Bareth, 2012; Nakagawa et al., 2013)，以延長運動追蹤與紀錄之服務時間，達成全天候、無間隙的日常生活活動紀錄。

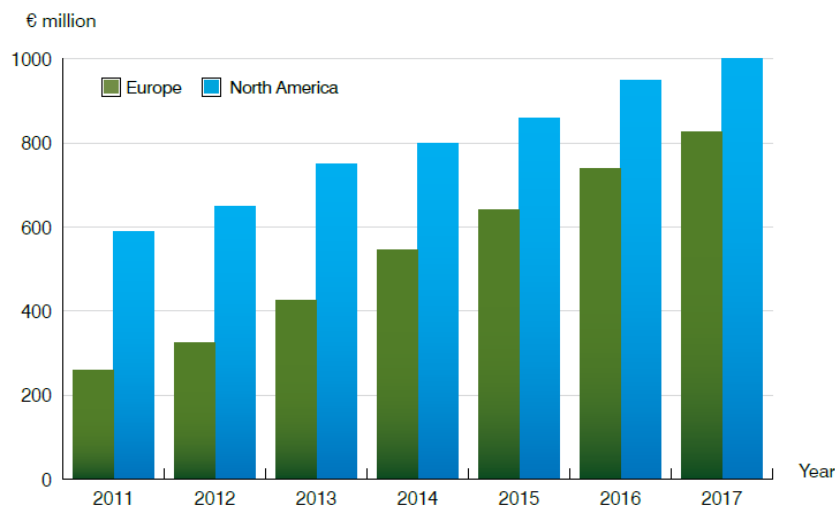


圖 2. 適地性服務市場預估(<http://www.berginsight.com/ReportPDF/ProductSheet/bi-lbs7-ps.pdf>)

近年來，穿戴式裝置(wearable device)的急速發展，眾多國際大廠紛紛投入各式穿戴式裝置的產品與技術研發，圖 3 為不同單位針對穿戴式裝置所做出之市場預估。以 IDC 預估為例，2014 年全球穿戴式裝置市場出貨規模將可達 1920 萬台，預估至 2018 年將可達 1.12 億台；TECHanalysis Research 則預估 2014 年全球穿戴式裝置市場出貨規模約有 990 萬台、市值約 21 億美元，其中美國仍為目前最大市場，出貨規模約占 770 萬台、市值 17 億美元，預估至 2018 年全球穿戴式市場出貨規模將可達 7000 萬台、市值約 120 億美元。若進一步將現有穿戴式裝置分成六類：(1)頭戴式(head-worn)：智慧眼鏡、(2)腕戴式(wrist-worn)：可進一步分成智慧手錶與智慧手鍊、(3)耳戴式(ear-worn)：智慧耳機、(4)指戴式(finger-worn)：智慧戒指、(5)其他：智慧項鍊等。



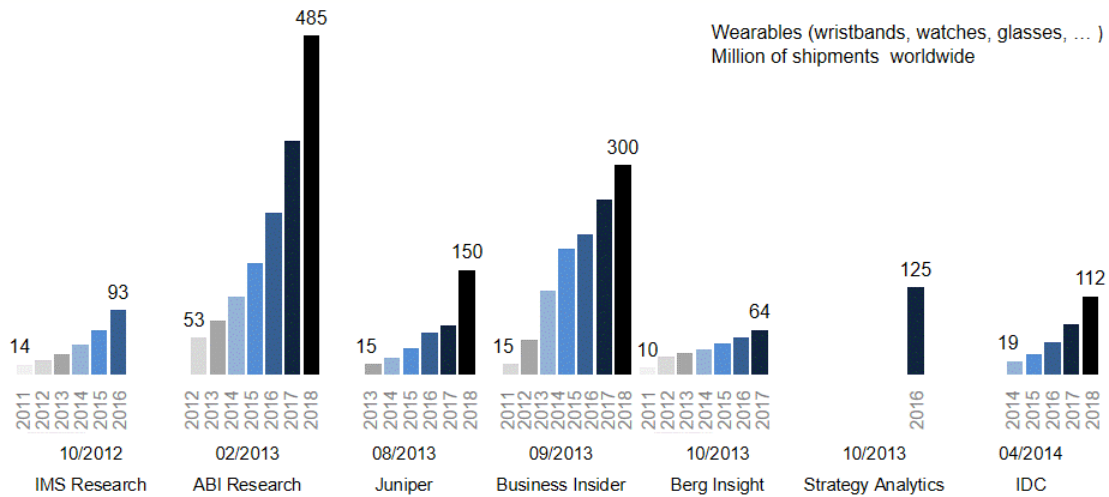


圖 3. 穿戴式裝置市場預估(<http://insightfulcharts.com/top>)

圖 4 為不同形式之穿戴式裝置市場預估，其中根據 IDC 的調查，三星(Samsung)已推出多款穿戴式裝置，故目前為最值得信賴的穿戴式品牌；另外根據 Gartner 的調查，谷歌(Google)的 Google Glass 為目前成長速度最快的穿戴式裝置，年複合成長率達 50%。本計畫將運動紀錄裝置設計成穿戴式作為主要硬體研發方向，透過軟、硬體整合，促使銀髮族運動生活空間之建構，作為國內相關產業界之參考(Mori et al., 2009; Kikhia et al., 2009; Jordan et al., 2013; Geddes, 2010)。

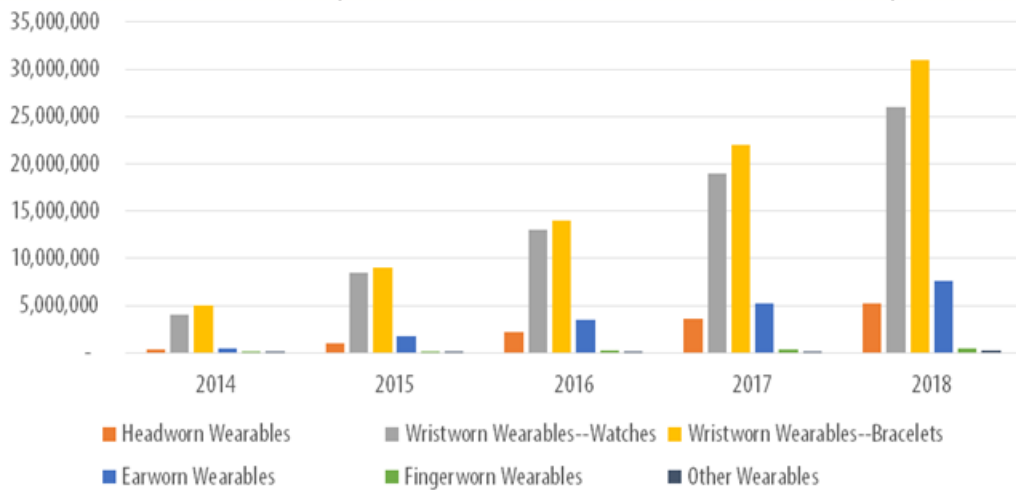


圖 4. 不同形式之穿戴式裝置市場預估(<http://techpinions.com/a-wearables-forecast/29032>)

### 3. 國內、外研究情況

根據上述之研究目的與動機，本研究計畫針對國內外研究情形進行調查，分成適地性服務、地理圍欄、定位省電等三項，分述如下。

適地性服務透過終端設備(end device)搭載之定位功能，如透過 GPS 訊號取得經、緯度或透過無線網路基地台(包含 Wi-Fi 或 3G/3.5G/4G 電信網路)取得大致地理位置座標，然後搭配可輸入、儲存、查詢與分析地理空間資訊的地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)，提供使用者地理資訊相關的增值服務(Morton et al., 2012; Mori et al., 2009)。根據使用者目前所在地理位置進行特殊資料讀取行為，讓戶外定位孕育出不同領域、多樣性的應用，包含：(1)尋找某一人或物的地理位置，如找距離最近之郵局或加油站；(2)引導前往某處的路徑，如導航使用者前往最近之電影院；(3)追蹤人或物的地理位置，如貨運包裹目前運送狀態、車輛移動路徑；(4)行動商務與廣告，如當使用者進入商場範圍，可自動接收商場特價商品資訊；(5)個人氣候預報，如當外出旅行自動取得當地的旅遊氣候資訊等。

使用者透過送出適地性查詢(location-based query)以取得適地性服務，適地性查詢可分成空間查詢(spatial query)與時間查詢(temporal query)，其中時間查詢可再分成連續查詢(continuous query)和(2)非連續查詢(non-continuous query)。依據過去研究顯示，常見的空間查詢有(1) Range Query (RQ)：在指定的區域內尋找是否有指定物件的存在，Range Query 依照其指定的物件是靜止不動或可移動，又可以分成 Static Range Query 與 Moving/Mobile Range Query 兩種；(2) Nearest Neighbor (NN)：根據指定地理座標，尋找距離最近的指定物件，假設欲尋找的物件數量為  $k$ ，則  $k$ -NN 代表根據指定地理座標，尋找前  $k$  個距離最近的指定物件。

地理圍欄是一種虛擬外圍感知(virtual perimeter awareness)技術，可視為適地性服務的延伸。如前述，過去適地性服務主要由使用者觸發傳送其地理位置，然後後端系統平台提供對應之地理資訊與增值服務，採用地圍欄的好處是減少使用者觸發且減少不必要之位置更新，地理圍欄是將現實地理環境定義出一個虛擬範圍，一旦使用者進入定義好的地理圍欄內即可收到此範圍內對應的地理資訊與增值服務，反之，一旦退出定義好的地理圍欄，則可自動解除地理資訊的訂閱與中斷增值服務。過去地理圍欄須要處理器不斷運行，造成裝置的電池迅速耗盡，目前 Broadcom 與 Qualcomm 已設計出低功耗之地理圍欄功能的晶片，同時搭配價格低廉的開發工具，例如 Google 於 2013 年 Google I/O 開發者年會上即發表支援 Android 的 Google Geofence API，讓使用者可以自行定義預設地理柵欄，並利用簡單但功能強大的 API 來管理地理柵欄的增加或移除，此一新版 API 支援透過偵測使用者接近預設地理柵欄的距離來調整位置的更新率，將功耗降至最低。當前各大廠皆相繼投入地理圍欄技術的開發，例如蘋果推出的 iBeacon 利用低功耗的 Bluetooth Low Energy (BLE)做室內定位，可提供 Geofence API 供使用者進行開發 App，Qualcomm 也隨後推出 Gimbal 類似技術，但可同時支援 Android 與 iOS 兩大智慧型手機平台，因此，地理圍欄將會成為創新應用和定位感知服務的主要潮流。

定位省電(power saving for positioning)是設計手持式裝置或穿戴式裝置必要的一環，因為這些裝置的電力來源為電池，故過度的電力消耗將會導致服務時間縮短，最終造成使用者服務中斷之窘境。不少國內外研究已針對手持式裝置之耗電程度和省電機制作相關調查與分析(Xiao et al., 2011; Ouyang et al., 2010)，目前戶外定位主要透過 GPS 作為定位方法，但是 GPS 之位置感測會消耗大量電力，故部分研究針對 GPS 取樣率與耗電量之間進行觀察與實驗，並提出透過加速規感測手持式裝置加速度之變化，

藉此判斷使用者是否移動，進而決定是否開啟或關閉 GPS 定位之功能，以減少 GPS 造成之電力消耗；亦有研究提出使用電子羅盤和加速規作為輔助定位之方法。根據實驗結果，同時開啟電子羅盤和加速規兩種感測器其電力消耗仍低於 GPS 定位，因此透過電子羅盤和加速規作為定位之感測裝置，以降低 GPS 之取樣率，可達成電力節省之目的。除了應用加速規之外，亦有研究提出使用 GSM 或 Wi-Fi 基地台訊號，透過查詢建立好之位置資料庫得知基地台之地理位置來輔助定位，藉此減少 GPS 定位之耗電量。

## 參考資料

1. Saleem, R. M., Muhammad, A., & Martinez-Enriquez, A. M. (2010). Remote patient monitoring and healthcare management using multi-agent based architecture. *Artificial Intelligence (MICAI), 2010 Ninth Mexican International Conference on*, 118-123. doi:10.1109/MICAI.2010.31
2. Wang, C., Wang, Q., & Shi, S. (2012). A distributed wireless body area network for medical supervision. *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, 2612-2616. doi:10.1109/I2MTC.2012.6229260
3. Shoaib, M., Elbrandt, T., Dragon, R., & Ostermann, J. (2010). Altcare: Safe living for elderly people. *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, 1-4. doi:10.4108/ICST.PERVASIVEHEALTH2010.8878
4. Sugihara, T., Fujinami, T., Phaal, R., & Ikawa, Y. (2012). Gaps between assistive technologies and dementia care. *Technology Management for Emerging Technologies (PICMET)*, 3067-3072.
5. Lin, Q., Zhang, D., Huang, X., Ni, H., & Zhou, X. (2012). Detecting wandering behavior based on GPS traces for elders with dementia. *Control Automation Robotics & Vision (ICARCV)*, 672-677. doi:10.1109/ICARCV.2012.6485238
6. Vuong, N. K., Chan, S., Lau, C. T., & Lau, K. M. (2011). A predictive location-aware algorithm for dementia care. *Consumer Electronics (ISCE)*, 339-342. doi:10.1109/ISCE.2011.5973845
7. Sposaro, F., Danielson, J., & Tyson, G. (2010). iWander: An Android application for dementia patients. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 3875-3878. doi:10.1109/IEMBS.2010.5627669
8. Kim, K. J., Hassan, M. M., Na, S. H., & Huh, E. N. (2009). Dementia wandering detection and activity recognition algorithm using tri-axial accelerometer sensors. *Ubiquitous Information Technologies & Applications*, 1-5. doi:10.1109/ICUT.2009.5405672
9. Salem, M., Ruppel, P., Bareth, U., & Kupper, A. (2012). X-centric positioning: A combination of device-centric and multi-rat network-centric positioning approaches in NGN. *Globecom Workshops (GC Wkshps)*, 1741-1746. doi:10.1109/GLOCOMW.2012.6477849
10. Aloquili, O., Elbanna, A., & Al-Azizi, A. (2009). Automatic vehicle location tracking system based on GIS environment. *IET software*, 3(4), 255-263. doi:10.1049/iet-sen.2008.0048
11. Moloo, R. K., & Digumber, V. K. (2011). Low-cost mobile GPS tracking solution. *Business Computing and Global Informatization (BCGIN)*, 516-519. doi:10.1109/BCGIN.2011.136
12. Greenwald, A., Hampel, G., Phadke, C., & Poosala, V. (2011). An economically viable solution



- to geofencing for mass-market applications. *Bell Labs Technical Journal*, 16(2), 21-38.  
doi:10.1002/bltj.20500
13. Reclus, F., & Drouard, K. (2009). Geofencing for fleet & freight management. *Intelligent Transport Systems Telecommunications*, 353-356. doi:10.1109/ITST.2009.5399328
  14. Bareth, U., Kupper, A., & Ruppel, P. (2010). Geoxmart-a marketplace for geofence-based mobile services. *Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, 101-106.  
doi:10.1109/COMPSAC.2010.16
  15. Tarnauca, B., Puiu, D., Nechifor, S., & Comnac, V. (2013). Using Complex Event Processing for implementing a geofencing service. *In Intelligent Systems and Informatics (SISY)*, 391-396.  
doi:10.1109/SISY.2013.6662608
  16. Ryoo, J., Kim, H., & Das, S. R. (2012). Geo-fencing: geographical-fencing based energy-aware proactive framework for mobile devices. *Proceedings of the 2012 IEEE 20th International Workshop on Quality of Service*, 26. doi:10.1109/IWQoS.2012.6245993
  17. Bareth, U. (2012). Privacy-aware and energy-efficient geofencing through reverse cellular positioning. *Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)*, 153-158.  
doi:10.1109/IWCMC.2012.6314194
  18. Nakagawa, T., Yamada, W., Inamura, H., Ohta, K., Suzuki, M., & Morikawa, H. (2013). Variable interval positioning method for smartphone-based power-saving geofencing. *Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, 3482-3486. doi:10.1109/PIMRC.2013.6666751
  19. Mori, H., Harada, F., & Shimakawa, H. (2009). Analyzing Duration of Actions Implying Living Willingness Using Wearable Sensors. *Computer Sciences and Convergence Information Technology*, 507-510. doi:10.1109/ICCIT.2009.31
  20. Kikhia, B., Hallberg, J., Synnes, K., & Sani, Z. (2009). Context-aware life-logging for persons with mild dementia. *Engineering in Medicine and Biology Society*, 6183-6186.  
doi:10.1109/IEMBS.2009.5334509
  21. Jordan, P., Silva, P. A., Nunes, F., & Oliveira, R. (2013). mobileWAY--A System to Reduce the Feeling of Temporary Lonesomeness of Persons with Dementia and to Foster Inter-caregiver Collaboration. *System Sciences (HICSS)*, 2474-2483. doi:10.1109/HICSS.2013.14
  22. Geddes, J., & Warwick, K. (2010). Cloud based global positioning system as a safety monitor for dementia patients. *Cybernetic Intelligent Systems (CIS)*, 1-6.  
doi:10.1109/UKRICIS.2010.5898085
  23. Morton, T., Weeks, A., House, S., Chiang, P., & Scaffidi, C. (2012). Location and activity tracking with the cloud. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 5846-5849.
  24. Mori, H., Harada, F., & Shimakawa, H. (2009). Life log analysis to guess living willingness of the elderly. *Consumer Electronics*, 830-831. doi:10.1109/ISCE.2009.5156993

25. Xiao, X., Wong, A. S., Woo, K. T., & Cheng, R. K. (2011). An Energy-efficient Elderly Tracking Algorithm. *Communications (ICC)*, 1-5. doi:10.1109/icc.2011.5962440
26. Ouyang, R. W., Wong, A. S., Chiang, M., Woo, K. T., Zhang, V. Y., Kim, H., & Xiao, X. (2010). Energy efficient assisted GPS measurement and path reconstruction for people tracking. *Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2010)*, 1-5. doi:10.1109/GLOCOM.2010.5684306

## **A wearable exercise tracking device using the geofence-based power efficient mechanism for elders with/without dementia**

Lee, Chao-Hsien

### **Abstract**

Due to the global trend of population ageing, active ageing proposed by World Health Organization allows people to realize their potential for physical, social and mental well-being throughout the life course. At the same time, by participating in society, people can accept adequate protection, security and care when they need. Based on the essence of active ageing, the goal of this project is to design and implement a wearable exercise tracking device to let elders with/without mild dementia keep exercise in a long term. In the 1<sup>st</sup> year of this project, we focus on how to track the exercise trajectory and the body activity. Different from previous work, we utilize flex sensors to detect the range of motion of joints and then recognize the corresponding body activity. In the 2<sup>nd</sup> year of this project, we focus on how to record (1) the exercise intensity, which is measured based on the heart rate, and (2) the body balance, which can be detected from the gait. Furthermore, we design a geofence-based power efficient mechanism to reduce unnecessary power consumption for positioning and then keep the required positioning accuracy.

**Keywords:** elderly, mild dementia, geofence, exercise tracking, power saving