

穿戴式裝置的技術分析及未來展望 Technology Analysis and Future of Wearable Devices

黃正元¹ 盛鐸²

輔仁大學電機工程學系

¹403075026@mail.fju.edu.tw, ²duosheng@mail.fju.edu.tw

摘要

本論文統整相關文獻探討及所蒐集到次級資料分析的結果，探討穿戴式裝置的發展及未來展望，藉由探討目前穿戴式裝置的發展瓶頸、穿戴式裝置的優勢、未來技術發展及未來市場發展，梳理出穿戴式裝置未來的展望，而本研究的成果將對學術上未來研究方向可以提供建議，實務上將對穿戴式裝置廠商經營及技術提供發展的方向。

關鍵詞：穿戴式裝置、穿戴式裝置市場、穿戴式技術。

Abstract

In this paper, the technology analysis and future of wearable devices had been collected and summarized. By discussing the current development bottlenecks, the advantages of wearable devices, the future technology development and future market demands, the future prospects had been fully explored. The result of this study could provide recommendations for academic research directions, and also provide some guidelines for wearable devices manufacturers.

Keywords: Wearable Devices, Wearable Devices Market, Wearable Technique.

1. 緒論

1.1 前言

「穿戴式裝置(Wearable Devices)」是指能直接穿戴在身上或能被整合進衣服、配件並透過各種生理、環境及健康的感測資料擷取，使人們能即時掌握生理資訊、即時資訊等的行動智慧設備，也有人稱此類產品為「穿戴式科技」。穿戴式裝置是應用現有的科技開發出微型及更為輕便的裝置，透過直接接觸人體量測相關的生理數據，並透過雲端計算分析相關的資訊，再傳送到個人的行動裝置讓有醫療監控或運動健身的人，更便利的得到所需要的資訊[1]。

自 2014 年開始，各式消費性電子展中穿戴式裝置成為大會裡最為引人注目的產品之一。其中，由手機業者主導的運動型「腕帶式裝置」更是琳瑯滿目，例如 APPLE Watch(蘋果)、XIAOMI(小米)、

HUAWEI(華為)、Garmin 等...，智慧手環/手錶規格也各有千秋。據 IDC 統計分析後，穿戴式裝置的供應商在 2017 年出貨達 1.21 億台，比 2010 年的 1.04 億台整整增加了 16.6%。與此同時，IDC 也預測穿戴式裝置市場將維持此成長速度，至 2021 年時出貨量預計達到 5 億 6,000 萬台，年復合增長率(CAGR) 為 17.2%，由此可見穿戴式裝置的商機是非常可觀的[2]。

基於上述，本研究蒐集並彙整國內外文獻及相關資料，說明穿戴式裝置的意義、內涵及類型，並探討穿戴式裝置的技術發展及市場的演變，以清楚呈現穿戴式裝置的發展、研究現況及未來展望。

1.2 研究方法、目的與貢獻

本論文之研究方法為文獻探討歸納與資料分析應用，文獻探討歸納之目的在於整合並釐清與本研究相關之各種概念及觀點，以作為本研究之論點基礎。首先整理出穿戴式裝置的相關文獻及理論，以確切掌握穿戴式裝置的本質及內涵；接著利用彙整現穿戴式裝置相關技術，進而探討穿戴式裝置的市場特性。

因此本研究的目的為，統整相關文獻探討及所蒐集到次級資料分析的結果，探討穿戴式裝置的發展及未來展望。而本研究的成果將對學術上未來研究方向可以提供建議，實務上將對穿戴式裝置廠商經營及技術提供發展的方向。

1.3 簡介穿戴式裝置的發展

穿戴式裝置的發展演進最早可以追溯至 1960 年代，1960 年於二次世界大戰時，各國開始為飛行員設計具有螢幕可以顯示資訊的頭盔，並將其運用於作戰之中[3]。1979 年 Sony 推出了第一個可以隨身攜帶的卡式錄音帶播放器(Portable Cassette Tape Player) Sony Walkman，奠定了日後的可以將音樂隨身帶著走的基礎[4]。

1980 年代穿戴式裝置進入了新的紀元，越來越多的穿戴式裝置問世，80 年代初期 Steve Mann 利用了一個相機的取景器(Camera Viewfinder CRT)，並將其連接至背包，在背包中放入 6502 電腦晶片，以及將相機的顯示器連接至頭盔內以便看到相機的景象，也成為了世界上第一部「背包電腦」；1993

年蘋果公司推出了掌上型電腦 Apple Newton PDA、以及 1999 年的 Blackberry 公司所推出的 Blackberry 手機問世，將個人電腦與具有鍵盤的通訊設備所小至可以於掌中操作的設備，逐漸能夠配戴於身上使用[4]。

2001 年蘋果推出的 iPod 系列更是改變人們對於音樂隨身聽的使用習慣，成為最成功的穿戴式音樂播放裝置之一。

2007 年所創立的 Fitbit 更是以生產智慧型手錶為主軸，將智慧型裝置與手錶做結合[5]。

在 2011 年，美商公司 Jawbone 推出了一款電子手環 Jawbone UP(UP byJawbone)；因應這股電子手環風潮，Nike 公司也在 2012 年發表了 Nike 的運動手環 Nike Fuelband。

2013 年 google 公司推出了第一款智慧型眼鏡 Google Glass，這一款智慧型眼鏡使用者可以透過眼鏡上的顯示器，並且配合眼鏡旁的觸控板操作裝置，輔以自然語言指令操作，Google Glass 同時連接網際網路，可以將資訊連接至網路。但是於 2015 年 Google 因虛擬實境眼鏡逐漸轉型而宣佈停止銷售[6]。

2013 年韓國三星集團(Samsung Group)發表智慧型手錶 Samsung Galaxy Gear，這款智慧型手錶擁有一個小巧的觸控式螢幕，並且希望藉由將具有智慧型功能的裝置戴在手腕上，打破當時現有的穿戴式裝置市場；2014 年蘋果公司發表了 Apple Watch 並搭載蘋果開發的 Watch OS 作業系統，Apple watch 可以作為使用者連接 iPhone 的裝置，使用者可以透過 Apple watch 接聽電話，查看以及閱讀 iMessage 和簡訊功能；Apple watch 也擁有其他蘋果產品的附屬功能，可作為與蘋果其他產品之間的使用橋樑，如控制 Apple TV、做為 Phone 相機的取景窗、地圖導航功能、智慧型語音助理 Siri 等[7]。

2016 年虛擬實境(Virtual Reality)的興起，使得虛擬實境的話題迅速竄升，各家廠商推出了與虛擬實境相關的穿戴式裝置，三星集團、Facebook、HTC 或者是 Sony 公司紛紛發表虛擬實境相關的頭盔裝置，這些裝置皆為配戴在頭部的裝置，透過虛擬實境的頭盔，使用者能體驗沉浸式的虛擬實境體驗[8]。

穿戴式裝置的產品形態之演進發展可以整理如表 1. 所示。

表 1. 穿戴式裝置發展演進[9]

年代	發展
1960	二次世界大戰為飛行員設計具有螢幕可以顯示資訊的頭盔
1975	Pulsar 發行了世界上第一隻計算機手錶
1977	惠普公司(Hewlett-Packard)發表了第一支計算機手錶 HP-01
1979	Sony 推出了 Sony Walkman，為第一個可以隨身攜帶的卡式錄音帶播放器 (Portable Cassette Tape Player)
1980	Steve Mann 創造出世界上第一部「背包電腦」

1984	卡西歐公司 (CASIO)推出卡西歐的第一支計算機手錶 Databank CD-40
1993	蘋果公司推出了掌上型電腦 Apple Newton PDA
1999	Blackberry 公司所推出的 Blackberry 手機問世
2001	蘋果推出 iPod 系列 mp3 隨身聽
2007	Fitbit 生產智慧型手錶為公司主要產品
2011	Jawbone 推出了一款電子手環 Jawbone UP (UP by Jawbone)
2012	Nike 發表了運動手環 Nike Fuelband
2013	Google 公司推出了第一款智慧型眼鏡 google glass
2013	韓國三星集團 (Samsung Group)發表智慧型手錶 Samsung Galaxy Gear
2014	中國品牌小米發表了小米手環
2014	蘋果公司發表了 Apple Watch
2016	各家廠商推出了與虛擬實境相關的穿戴式裝置，如 Samsung Galaxy Gear VR、Facebook 所發表的 Oculus Rift CV、HTC Vive VR、Sony 公司所發表的 PS VR 等

總言之，穿戴式裝置又被定義為一種電子設備，用作計算機，可以佩戴或攜帶在身體上，Salah et al. (2014)研究裝置收集數據的能力，發現穿戴式裝置之收集資料的能力遠大於智慧型手機，因此更具有潛力[10]。Kim & Shin (2015)更將 Fitbit Flex 和 Samsung Galaxy Gear 等幾種穿戴式裝置準確定義為智慧手錶[11]。

智慧型穿戴式裝置一般的基本功能為：生理監控、提醒、安全警示、虛實整合顯示、影像與語音識別。穿戴式裝置的未來發展空間，包括了運動與健身、資訊與娛樂、安全與保全、專業與特殊、醫療與照護等領域都能發展。總結而言，根據資策會 (2017)的資料顯示，智慧型穿戴式裝置目前應用主要包括下列五項[12]：1.健康管理及醫療產業：穿戴式裝置可記錄生理資訊如心律、心跳、血壓等，對人體健康有所幫助以及對於醫療保健的轉型有正面影響；2.休閒娛樂：例如播放音樂或影片、分享社群軟體訊息、體感遊戲應用等；3.管理個人訊息與個人生活：與智慧手機或電腦連結，提供重要資訊如天氣或新聞、訊息及來電顯示等功能；4.工作安全應用：例如配合危險工作場所環境監測、駕駛安全提醒、以及控制機械手臂等；5.控制應用：例如部份車商開始推動使用穿戴式裝置來操作車內相關系統以及使用穿戴式裝置來控制智慧家電。

2. 穿戴式裝置的型態及類別

穿戴式裝置意即能夠配戴或是穿戴在身上的電子式科技產品，隨著科技的發展以及通訊技術的突破與演進，穿戴式裝置在體積上逐漸的越見微小，因此使用者能夠將裝置配戴於身體之上，透過佩戴在身上的裝置能夠擷取相關的資訊，如生理資

訊等，輔以通訊技術將所擷取與搜集的資料回傳到行動裝置中，藉以進行資料儲存與分析[13]。

如根據產品之型態與功能的不同，陳根(2013)將穿戴式裝置劃分為身著式、頭戴式、腳穿式及手戴式等四種，四種分類中又可再細分形式不同之穿戴式裝置產品，各產品分別具有其特點，詳說明如下[14]：

(一) 身著式：又分內衣類、上衣類、褲子類。

(二) 頭戴式：又分頭盔類及眼鏡類。

(三) 腳穿式：又分襪子類、鞋類。

(四) 手戴式：又分手環類、手錶類、手套類。

如果以提供使用者選擇使用得各種型態呈現，黃美玲(2015)將穿戴式裝置產品的主要基本型態分類可分為五種[15]：

陳智揚(2015)也可以就消費者使用及產業應用的角度來區分穿戴式裝置產品，如下圖 2.1 所示。

陳岳陽(2019)認為，市面上目前最常見穿戴式裝置主要可以分為幾類產品，包含：頭戴顯示(智慧眼鏡)、配戴式(手環、智慧手錶、戒指、腰帶)、穿著式(智慧鞋襪、智慧衣)以及生物電子類，能夠提供使用者活動等感測資訊統計，透過利用其偵測睡眠等，透過長期紀錄及數據統計，來達到長期的健康管理，且在蒐集資料過程中，能與相關的專家創新溝通的方法及討論實際數據[16]。

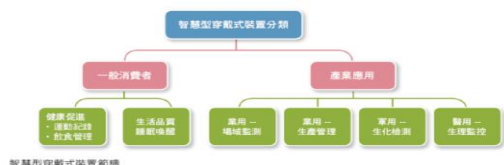


圖 1. 消費者及產業的角度區分穿戴式裝置產品 [17]

綜合本節內容，可以將各研究者型態及類別的論點，整理如表 2. 所示。

表 2. 各研究者對穿戴式裝置型態及類別的論點

研究者 (年代)	類別論點		描述
黃偉正 (2013) [13]	固定於身上		在設計時直接固定與配戴於身上的穿戴式裝置，如智慧眼鏡，智慧手錶等。
	整合於服飾		通常與服飾做結合，如整合在衣服、褲子、帽子等，透過與服飾的結合，能夠將原有的服飾具有電子其他附加功能，
陳根 (2013) [14]	頭戴式	頭盔類	內建光感元件、語音操控、陀螺儀與網路等技術，讓使用者可以定位與規劃路線。
		眼鏡類	採用虛擬實境技術，使眼鏡具備日曆、時間、簡訊、攝影拍照等功能。
	身	內	吸收太陽光能轉化為電能，

	著式	衣類	可為便攜式電子裝置充電。
		上衣類	利用感應晶片來感應人體的汗液及體溫變化藉以感知穿著者之情緒。
		褲子類	透過無線連接方式使褲子上的鍵盤能與電腦連線。
	手戴式	手環類	可偵測使用者運動及睡眠品質，也提供心率偵測及時間鬧鈴等功能。
		手錶類	內建藍芽、Wi-Fi 等功能，能與手機或 Pad 等產品同步連接。
		手套類	手套具備了感應震動的控制器和蜂鳴器。
	腳穿式	襪子類	可記錄落地時壓力與步幅，量測跑或走之狀態以及所消耗之能量。
		鞋類	內建陀螺儀、加速計、藍牙晶片、壓力感應器等。
黃美玲 (2015) [15]	眼鏡式	應具備近眼顯示器的穿戴裝置。	
	手戴式	可以顯示資訊之腕戴裝置。	
	穿著式	與衣物整合之電子紡織品。	
	配戴式	可以附掛於使用者身上，通常僅具基本的顯示功能，其多為夾式或環狀。	
	貼附式	有如痠痛貼布般能夠在人體表面黏貼固定。	
陳智揚 (2015) [17]	消費者使用	健康促進(飲食管理、運動紀錄)、睡眠喚醒、生活品質。	
	產業應用	生產管理、場域監測、生理監控、生化檢測。	
陳岳陽 (2019) [16]	頭戴顯示	如智慧眼鏡	
	配戴式	如智慧手錶、手環、腰帶、戒指	
	穿著式	如智慧衣、智慧鞋襪	
	生物電子類	提供使用者活動等感測資訊統計	

由表 1. 的整理可看出，陳根(2013) [14]的分類雖然看起來很細很完整，但以人的身體部位作為分類基礎，難免掛一漏萬，例如便難以將貼布式的裝置清楚分類，本研究認為黃美玲(2015) [15]的分類較為有效。

3. 穿戴式裝置之基本功能技術

穿戴式電子裝置是能以配戴或穿著方式，附著在使用者身上之電子裝置，此類裝置應具有以下技術特色[1]：

- (一) 具運算核心，能在不同狀況下自動傳送、蒐集、顯示資訊或回應。
- (二) 具能蒐集資料感測器。
- (三) 具網路連接能力。

蘇孟宗(2015)認為，穿戴式裝置之功能主要有四大核心項目，分別為：環境感測、附掛裝置、生理感測與動作感測。附掛裝置指的是附掛在身上的穿戴式顯示器、穿戴式手機等類產品，環境感測則是配掛於使用者身上，感應空氣溫濕度、影像感測、位置感測等功能，動作感測主要在於利用具水平儀、加速功能之裝置來測量使用者的動作或姿勢，生理感測式利用貼近身體之裝置，量測使用者之心電、血壓、體溫等生理資訊，經由這四大核心功能的排列組合可以產生人身識別、安全警示、生活記錄、虛擬實境或是健康維護診斷等等的應用[18]。

國內的拓璞產業研究所 (TRI) 也將穿戴裝置定義須具備有以下功能技術要件，分別是：能夠穿在使用者的身上、具備運算核心、可以執行各項功能的軟體系統、具備不同功能項目的感應器、能夠連接網路或其他裝置(使用無線或有線之方式)[19]，本研究認為可以作為穿戴式裝置之基本功能技術的代表性論點。

4. 穿戴式裝置所使用的感測技術

感測器是穿戴式裝置中的必要元件，使穿戴式產品能夠更加的符合需求，加上科技日新月異的變化，使得感測器變得更加的輕巧與具備更佳攜帶的性，在人體訊號測量上也更加適合，同時在運動科學中感測器的應用也越來越普遍。在以往要價高昂的實驗室用動作分析設備，已經逐漸可以由微型的感測器來取代其部分功能[20]。目前在市面上最常見用來實現人體訊號偵測目的的感測器類型可以分為三大種，其中有包含動作感測器，例如：加速規、陀螺儀、計步器等等；及生理訊號感測器，如血壓計、心率計等訊號測量[21]；其他類型感測器例如全球定位系統，可利用位移、時間、速度等數據計算相關運動資訊[22]。

一、計步器 (Pedometer)

電子計步器中主要是由電子式的計數器和震動式的傳感器所組成。其原理為透過計步器來計算其彈簧裝置在垂直方向的「晃動次數」，藉此計算佩戴者的行走步數，並由此推算身體活動量與行走距離，也因此計算步數計算步數時，計步器使用記錄最為準確[23]，且若是未設定目標卻僅有使用計步器者，那麼在身體活動進步程度上並不明顯，

相對地，若是針對使用者有明確將每日步數目標設定在 2000-10000 步，研究指出則可達到降血壓的效果[24]。

二、心律感測器 (Heart rate sensor)

心跳率經常被作為運動強度監測的簡易指標[22]。運動員在訓練時心跳的範圍經常會被使用作為訓練強度的目標，在科技的發達現代，讓人們在想要量測運動中的心跳時，心率錶的發明使得這件事變得非常便利。主要在於使用上搭配束胸帶，測量心肌電位變化速率，透過這種方式來計算心跳，再搭配將心跳率使用無線連線方式傳送至裝置上，即時將穿戴者心跳的記錄與情況下來，尤其在運動、健康或醫療方面，心律帶搭配手錶、環，運用最為常見，而且測量到的心跳準確性以及穩定度也相當高[25]。但因為頻繁的使用率，有些缺點也在傳統式的心律測量帶上使用時頻繁地出現：例如，因流汗而產生下滑或脫落，進而無法在受測者身上持續緊貼著測量、亦或是肋骨下緣的胸帶常會造成運動期間有不舒服的束縛感、因不通風的包覆效果因而發生皮膚起疹的現象、有些皮膚比較敏感的使用者時常因為皮膚摩擦而有紅印或輕微磨傷等等問題。

使用者的需求性是智慧穿戴裝置最主要考量點，為解決胸帶式心律感測器產生的問題，各家廠商嘗試研發出運用了不同技術所達成的量測方法，2014 年推出了可偵測皮下微血管血流量的免戴心跳帶，利用光學脈搏偵測功能來計算出心跳數，目前有兩種偵測技術為主流：

(一) 光電感測 (Photoelectric sensors):

首先對人體內使用 LED 綠光源照射，反射或穿透人體內的光線再運用感光器來量測 [26]。目前在市面上運動型腕錶，多採用 LED 綠光源，而血液在流動時造成微小波動就能藉此被量測出，並以此將心跳數計算出來。

(二) 遠紅外線感測 (Far infrared sensor):

藉由偵測血液在耳朵或手指頭內微血管的流動狀況來獲得心跳測量數據。例如將遠紅外線感應器安裝在手機背面鏡頭的玻璃鏡片下，只要用戶將拇指或手指指尖放在玻璃窗的上面，透過遠紅外線感應器來偵測，就可以蒐集到用戶的心跳。

iWatch 不斷推出新產品，將穿戴裝置智慧功能都在同一支手錶上呈現，想要讓科技更加便利，更貼近人們的日常生活，所以設計這種穿戴裝置。特別是這項商品內建了心律感測器，結合了兩種不同類型的光源作為心律監測使用，一種是綠色的 LED 光源，另一種則使用遠紅外線，結合先前提到的兩種技術，藉以強化偵測使用者心跳的精準度與穩定性[26]。

5. 穿戴式裝置之產品設計特性

不管是應用在哪一類領域，穿戴式裝置產品的研發與設計，都有「低存在感」這個共同需求，希

望使用者在使用穿戴裝置量測生理相關資訊時，不會感覺到裝置的存在，為了達到這個目標，穿戴式裝置之設計必須儘可能地輕量化、微小化。而要達到「低存在感」，可從四個面向來看，詳細說明如下[13][14]：

(一) 體積輕薄：透過電子元件的整合使體積能夠輕薄化，同時也注重外型是否美觀、時尚有質感。

(二) 長時配戴：裝置能夠長時間配戴毋須時常充電，可以大幅降低裝置的存在感；此外，裝置與網路的連線穩定度亦是影響存在感高低之重要因素之一。

(三) 生物友善：穿戴式裝置會與人體肌膚接觸，因此接觸面必須提供良好的舒適度，像是抗敏材質、透氣排汗等等。

(四) 近似皮膚：貼附身體的穿戴裝置如具備柔軟可彎曲、拉扯等特性，也會影響裝置對使用者之存在感程度。

綜上所述，穿戴式裝置在產品設計上必須要有高電池壽命、低耗電、體積小、重量輕等特性才能使其存在感降至最低，使消費者願意接受使用。此外，消費者對於使用穿戴式裝置所考量的需求除了是否影響日常生活的習慣或動作外，亦考量穿戴式裝置是否易於操作、操作介面是否容易上手、顯示的資訊是否容易理解、資訊是否正確與即時等，可知穿戴式裝置的介面功能性與易用性是消費者接受度高低之重要因素，也是主導穿戴式裝置未來發展方向之因素；除此之外，在功能完善便利之虞仍必須考量穿戴式裝置的價格定位能否被消費者所接受[27]。

6. 穿戴式裝置之關鍵零組件

繼智慧型手機之後，穿戴式裝置目前被市場認為是最具成長潛力的智慧型行動裝置。藉由各種環境、健康及生理上的感測資料偵測及擷取，還有更為便捷的人機互動方式，讓使用者在操作過程中達到更便利的智慧化與快捷化，包括即時資訊操控與互動及對生理資訊掌握等。之前已有少數電子廠商推出了類似的產品，但並未能被消費者廣泛接受。然而現今穿戴式裝置的市場已經正在成長與崛起，其最主要動力就是因為智慧型手機的持續普及與滲透、雲端應用服務及高速行動寬頻環境逐步成熟，讓穿戴式裝置應用領域整體的生態與環境建構完成。

同前所說明，根據不同穿戴型態與種類，穿戴式裝置可主要區分為五類，包括手表型、眼鏡式、穿著式、貼附式及配戴式。這五種類型彼此之間都有著不同的功能定位、衍生的產品型態與使用價值。智慧眼鏡尤其以 Google Glass 作為代表，透過近眼式的顯示器與使用者進行資訊互動；而手表型多主要是做為智慧型手機的功能延伸裝置，包括查詢聯絡人資訊、接聽電話、來電提醒等。貼附式、配戴式及穿著式大都是以偵測人體生理訊號為其

主要的功能。

目前市場以手環和等智慧手表產品最為大眾接受；而智慧眼鏡因必須隨時戴在臉上，市場的接受度待克服。也有結合織品技術的生物電子和衣著類，由於涉及跨領域整合，商業及技術模式門檻比較高，利潤也相對較佳，目前已有少數機能性及運動紡織廠商推出了商用產品。分析目前穿戴式裝置的核心功能與應用，智慧型手錶的主要功能在於與智慧型手機或其他智慧型裝置進行運動監控、來電顯示、語音辨識與資訊連結等，在目前所有穿戴式裝置商用產品中，尤以智慧型手機與智慧手錶架構最類似，所需要的關鍵零組件也最為複雜，而技術上需求例如高速藍牙傳輸，以利裝置間連結[28]。

若想要智慧型手錶體積縮小，所需各種零組件及感測元件須進行整合，例如感測元件、電路板內嵌被動元件或異質感測等。面對在戶外環境下的顯示問題，得使用低耗電與高反射顯示器等。智慧織品與智慧手環功能定位在於環境與生理感測，進行健康與運動狀態監測，因此關鍵零組件的需求在各種環境、生理與慣性的感測元件，並透過嵌入式設計與異質整合，讓降低產品在穿戴過程中的違和感，方便長時間配戴。另智慧織品與智慧手環與外在環境及人體皮膚高度接觸，因此包括防塵、防水、耐水洗、耐酸與環境耐受性等，但要符合基本衣物在穿著舒適度上的需求。智慧織品與其他產品比較上，更需要異業整合，例如 ICT 產業與紡織業，要解決軟性感測及電極同時納入紡織過程，都要有整合各領域的思維。

7. 結論

穿戴式裝置在產品設計上必須要有高電池壽命、低耗電、體積小、重量輕等特性才能使其存在感降至最低，使消費者願意接受使用。消費者考量需求：是否影響日常生活的習慣或動作外，裝置是否易於操作、操作介面是否容易上手、顯示的資訊是否容易理解、資訊是否正確與即時。

穿戴式裝置的介面功能性與易用性是消費者接受度高低之重要因素，也是主導穿戴式裝置未來發展方向之因素；除此之外，在功能完善便利之虞仍必須考量穿戴式裝置的價格定位能否被消費者所接受。

8. 參考文獻

- [1] 工研院產業經濟與趨勢研究中心，穿戴式裝置的發展趨勢與機會，http://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_more.aspx?sld_preid=4384，2015。
- [2] 科技產業資訊室，「到了 2021 年穿戴式裝置持續出現兩位數成長」，<http://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=13794>，2015。
- [3] L. Hatton, "Industry Analysis: Wearable

- Technology,”
<https://www.csus.edu/indiv/h/hattonl/documents/WearableIndustry.docx>, May 2014.
- [4] L. Arnault, “The History of Wearable Technology - Past, Present and Future,”
<https://wtvox.com/fashion-innovation/wearable-technology/>, Nov. 2015.
- [5] T. Saponas, J. Lester, C. Hartung, and T. Kohno, “Devices That Tell on You: The Nike+iPod Sport Kit,” Dept. of Computer Science and Engineering, University of Washington, Tech. Rep, USA, Nov. 2006.
- [6] M. Stanley, “Wearable Devices-The ‘Internet of Things’ Becomes Personal,” Morgan Stanley Blue Paper, USA, Nov. 2014.
- [7] E. GENT, “Apple iPhone 6 and apple watch finally unveiled [News Briefing],” Engineering & Technology, vol. 9, no. 9, pp. 12-12, Oct. 2014.
- [8] 李灝,「虛擬實境專利分析之研究」,碩士論文,實踐大學,2016。
- [9] 劉子銘,「穿戴式裝置創新商業模式研究」,碩士論文,實踐大學,2018。
- [10] O. Salah, A. A. Ramadan, S. Sessa, A. M. F. El-Bab, A. Abo-Ismael, M. Zecca, and M. Fujie, “Sit to Stand Sensing Using Wearable IMUs Based on Adaptive Neuro Fuzzy and Kalman Filter,” in *Proc. 2014 IEEE Healthcare Innovation Conference*, Seattle, WA, USA, pp. 288-291, Oct. 2014.
- [11] K. J. Kim and D. H. Shin, “An Acceptance Model for Smart Watches: Implications for The Adoption of Future Wearable Technology,” *Internet Research*, vol. 25, no. 4, pp. 527-541, Aug. 2015.
- [12] 財團法人資訊工業策進會,「智慧穿戴創新生活 解析智慧穿戴式裝置市場趨勢與創新產品應用」,
https://www.iii.org.tw/Focus/FocusDtl.aspx?f_type=2&f_sqno=Zdw7bw%2B50oGAn2GA6qArNg__&fm_sqno=13, 2017。
- [13] 黃偉正,智慧穿戴產品發展趨勢與機會〈影音光碟〉,資策會產業情報研究所,臺北,2013。
- [14] 陳根,智能穿戴改變世界—下一輪商業浪潮,電子工業出版社,北京,2013。
- [15] 黃美玲,穿戴裝置技術與市場趨勢,證券服務,第634期,第100-102頁,2015。
- [16] 陳岳陽,「智慧型穿戴式裝置創新感知特徵對使用者滿意度與持續使用意圖影響之研究」,碩士論文,國立中央大學,2019。
- [17] 陳智揚,穿戴式科技,科學發展月刊,第512期,第20-25頁,2015。
- [18] 蘇孟宗,「穿戴式裝置的發展趨勢與機會」,IEK產業情報網,
http://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_more.aspx?sld_preid=4384, 2015。
- [19] 拓璞產業研究所,「Google Glass、Smartwatch將掀起智慧穿戴式裝置科技革命」,拓璞產業研究所,臺北,2013。
- [20] S. W. Lee, K. Mase, and K. Kogure, “Detection of Spatio-Temporal Gait Parameters by Using Wearable Motion Sensors,” in *Proc. 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, Shanghai, China, pp. 6836-6839, Jan. 2006.
- [21] S. M. Ceesay, A. M. Prentice, K. C. Day, P. R. Murgatroyd, and K. Goldberg, “The Use of Heart Rate Monitoring in The Estimation of Energy Expenditure: A Validation Study Using Indirect Whole-Body Calorimetry,” *Cambridge University Press*, vol. 61, no. 2, pp. 175-186, Mar. 1989.
- [22] D. A. Rodriguez, A. L. Brown, and P. J. Troped, “Portable Global Positioning Units to Complement Accelerometry-Based Physical Activity Monitors,” *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 37, no. 11, pp. S572-S581, Nov. 2005.
- [23] P. L. Schneider, S. E. Crouter, and O. Lukajic, “Accuracy and Reliability of 10 Pedometers for Measuring Steps over A 400-M Walk,” *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 35, no. 10, pp. 1779-1784, Oct. 2003.
- [24] D. M. Bravata, C. Smith-Spangler, V. Sundaram, A. L. Gienger, N. Lin, R. Lewis, C. D. Stave, I. Olkin, and J. R. Sirard, “Using Pedometers to Increase Physical Activity and Improve Health: A Systematic Review,” *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, vol. 289, no. 19, pp. 2296-2304, Nov. 2007.
- [25] 相子元、石又和何金山,「感測科技於運動健康科學之應用」,體育學報,第45卷,第1期,第1-12頁,2012。
- [26] 賴姿侑,穿戴式脈搏感測器之研發現況,科技商情,
https://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?cnlid=13&cat=2&cat1=&id=0000315378_wxb4kq346h9ta79llv1vt, 2012.
- [27] 王秀芬,「應用智慧手環於健康管理使用動機與滿意度之研究」,碩士論文,南華大學,2016。
- [28] 趙祖佑,「穿戴式裝置之關鍵零組件發展趨勢」,
https://ieknet.iek.org.tw/iekrpt/rpt_more.aspx?act_iontype=rpt&rpt_idno=729506052, 2014.