

穿戴智能健康監測系統

員工使用之期望不確定滿意度研究

鄭人杰

台灣師範大學工業教育學系博士生

摘要

自 2019 年全球爆發新冠病毒(COVID-19)疾病以來，關於人類健康管理措施的爭論一直很激烈。大多數企業期望能透過數據來收集員工的健康狀況，避免企業內部傳染影響運作。雖然這種服務在短期內可以潛在地降低運營成本，但從長遠來看，企業對於健康監測和跟踪系統的技術投資是未知的。因此，本研究針對穿戴裝置使用健康監測和跟踪系統以期望不確定理論(EDT)，透過結構方程模式偏最小平方法(PLS-SEM)來評估和問卷反饋數據進行分析。本研究祈透過期望不確定理論進行個案員工使用健康監測系統體驗如何影響相關系統發展之關鍵因素分析。

關鍵詞：穿戴裝置，健康照護監控，期望不確定理論，結構方程和偏最小平方法(PLS-SEM)

Using Wearable Device and Health Tracking System based on Expectation Disconfirmation Theory for Enterprise's Employee approach

Cheng, Jeng-Chieh

Doctoral Student, Department of Industrial Education,
National Taiwan Normal University

Abstract

Since the outbreak of Coronavirus 2019 (COVID-19) disease began, there has been fierce debate about human health measures. Most enterprises were able to manage their employee health conditions through physical data collection. Although this kind of service can potentially reduce operating costs in the short term, the investment of new technology for health monitoring and tracking system capability is unknown in future. Thus, the novel methodology through which the Expectation Disconfirmation Theory (EDT) has been developed. Understanding the role of various types for enterprise decision-making on using the health monitoring and tracking system through wearable devices is critical. Finally, a Partial Least Square-Structural Equation Model (PLS-SEM) is proposed to assess and measure the questionnaire data sets feedback by the firm's IT experts. This study is conducted to determine how the expectations of firm's employee may affect the wearable and health monitoring system project development.

Key Words : Wearable wireless device, Health monitoring system, Expectation Disconfirmation Theory, Structural Equation Modeling with Partial Least Squares (PLS-SEM)

前言

2019 年冠狀病毒(COVID-19)的大流行，使得原本傳統面對面交流大多被社交和網絡空間的網絡所取代。許多公司已經在工作場所（例如辦公室和工廠）實施了先進的通信平台，以保持日常工作的順利進行。同時，企業對員工的健康監測系統和用於健康追蹤的需求亦與日俱增，透過 5G 與物聯網傳輸設備，穿戴裝置可應用於員工的健康狀況偵測以預防病毒於工作場所潛在的交叉感染威脅。通過使用遠程健康監測，人們生理訊號(體溫, 血壓, 血氧, 心跳等)數據可透過穿戴設備結合雲端建構的健康監測系統管理。較先進的健康監測系統，甚至已架構健康數據和圖像蒐集，即時提供線上醫病會診及照護服務。

穿戴裝置設計於微機電系統 (MEMS) 廣泛用於測量使用小型運動傳感器元件相關信號，例如加速度計、陀螺儀和電磁器。相關人體生理信號監測有助於早期識別新冠病毒的主要症狀(Chen, 2016)。此外，穿戴裝置對於使用者活動紀錄的實際監視、步數姿勢評估及休息模式分析很有幫助。可穿戴健康監測系統通常配備一系列數字和 MEMS 傳感單元、執行器、無線傳輸組件以後端伺服器演算數據分析處理。基於更現實的統計數字和長期報告，為用戶提供與先前使用的定量方法不同的資訊，以及相關文獻實際案例研究。這是在長期的健康管理過程中發生的。穿戴裝置主要應用領域在醫療生理數據、個人娛樂、資訊傳播、醫療服務等各需求層面。在安全照護方面可特別針對老年人和幼兒追蹤護理以及擴展實施公司及工廠的安全環境監測。

電池壽命是使用產品關鍵因素(Chen, 2016)。由於可攜式電子產品及穿戴裝置顯示器選用 OLED 和 LCD 的耗電量大。綜觀穿戴裝置的感測主要功能(血壓、心跳、陀螺、GPS 等)特別是在長時間活動頻繁使用通信功能的情況耗電快速。因此，如何降低電子穿戴設備的低耗電科技和電池管理技術，成為今後產業發展重點。個人介面的操作設計。亦對於很多消費者對穿戴裝置的另一個重要問題。包括觸控語音、眼睛、位移等人機介面設計精準度控制問題，成為使用接受度關鍵要素。

儘管健康監測系統和可穿戴跟踪設備正在快速增長，但考慮到健康數據海量資料處理，在企業有限的資通訊基礎設施和數據分析能力方面將對現有管理水平產生重大影響。除此之外，與數據追蹤相關各項服務的成本持續飆升，將對企業現有人力資源管理、系統性能更新和雲計算投資等營運成本亦持續增加(Lankton & Wilson, 2006)。

因此，本研究以期望不確定理論，針對使用前對產品的事前期望和使用後結果與原先期望因素等進行實證研究，瞭解企業對於員工配置穿戴裝置及追蹤系統整合是否會有再持續使用意圖。

文獻探討

穿戴設備可以監測和記錄使用者的生理狀態和身體活動的真實數據(Majumder, Mondal & Deen, 2017)。基於可穿戴傳感器的健康監測系統可以包含一系列靈活的傳感器，這些傳感器可以集成到紡織纖維、衣服和鬆緊帶中，也可以直接連接到人體上。這些傳感器可以監測生理指標，例如心電圖 (ECG)、肌電圖 (EMG)、心率 (HR)、體溫、皮膚電活動 (EDA)、動脈血氧飽和度 (SpO₂)、血壓 (BP) 和呼吸率 (RR)。

顧客滿意度受期望、不確認和績效的影

響，根據奧利弗(Oliver, 1980)提出的期望不確定理論(EDT)。對於消費者期望與產品或服務體驗之間進行差異研究。研究者使用 EDT 來確認使用者對新產品以及相關服務預期期望與使用後滿意度研究，並使用不同的 EDT 模型變量分析。奧利弗等學者進一步說明失望不確定理論(EDT)分析，如果遺漏一個或多個關鍵變量或變量之間的關係則會造成解釋值減少。因此，消費者決策過程中的兩個階段結果會有不同影響：前階段與預期有關，後階段與感知有用性和確認期望值有關。在預期否定範式(EDP)成為最常提及的框架後不久，多個行業的許多學者使用 EDT 來更好地了解消費者的期望。在體驗了產品的實際性能後，用戶再將期望值與實際性能進行比較，從而做出滿意的判斷(Oliver、Rust, 1997)。為了主要理論模型，廣泛用於量測消費者滿意度(consumer satisfaction)，除了理論研究期待隨著時間的變化和調整外，Bhattachjee (2001) 提出的期待確認理論(Expectation Confirmation Theory, ECT) 研究文獻，主要以資通訊產業案例進行研究。因此，Bhattachjee 提出期待確認理論廣泛認可運用於對資通訊產品特性因素分析，感知有用性(Perceived Usefulness)、確認(Confirmation)、滿意度(Satisfaction)、持續使用意向(Continuance intent)等結構性關係進行驗證，作為本研究對使用者滿意度和持續使用意向進行研究模型與問卷設計參考。

結構方程模型(Structural Equation Modelling, SEM)融合因素分析和路徑分析方法，被廣泛應用在各社會科學領域，利用多指標反映潛在變數，估計模型中各元件之間的關係也比傳統的回歸方法更準確和合理。SEM(Joreskog & Sorbom, 1993) 主要分為測量(measurement)及潛在變項(latent variable)亦稱作外顯變數以及內在變數(Bollen, 1989)。結構方程優點主要可同時考慮不同依變項(endogenous & dependent variable)，允許各主依變項間之測量誤差，結構方程模型允許潛在變數由多項觀察變數組成，並可同時估計變數的信度和效度，SEM可靈活運用多項的量測模型研究者可構建潛在變數之間的關係，並估計資料符合情形(Bollen & Long, 1993)。

偏最小平方方法(Partial Least Squares, PLS)是由學者 Herman Wold 提出透過一組加權係數進行迴歸方程調整後取得結構模型的

分析結果。PLS 計算過程主要步驟為：潛在變數與量測變項進行線性組合，以標準化結果作為潛在變數。再行計算結構模型的權重透過各潛在變數以迴歸方程或路徑分析求出相關連強度。完成結構模型的潛在變數線性組合以獲得權重與潛在變數估計值。

研究方法

本研究主要以企業資訊從業人員為例，使用遠程健康監測，人們生理訊號數據透過使用穿戴設備結合雲端建構的健康監測系統進行監控管理影響，參考相關文獻彙整，設計問卷並針對研究個案進行調查。本研究共分五步驟，分別為研究方法與架構、研究步驟、研究工具、研究樣本、以及資料處理。

本研究以問卷調查研究方式，蒐集台灣電子業資訊從業人員相關資料，研究以文獻參考找出研究構面因素之理論基礎，再透過軟體 SmartPLS3.0 進行資料分析匯整及綜合研究分析結果，並歸納研究成果後作出本研究的結論及建議。

本研究以問卷調查方式，進行資料結果分析、以實際案例研究實證與文獻探討，針對台灣企業資訊從業人員個案彙整出研究成果。本研究架構如下：研究目的、待答問題、研究假設及文獻探討彙整出影響因素並分別建立 EDT 模型，參考文獻設計問卷，實施問卷發放及回收資料，透過結構方程偏最小平方方法計算模型個潛在變項與路徑分析，最後得出模型各變項解釋變異度與結果。

初期研擬本研究之主題與研究方向，制訂本研究架構、研究方法、研究對象及基本所需之研究架構，進而完善本研究計畫。

本研究問卷蒐集透過德菲法(Delphi method)匿名方式分發及回收，經過共三回結果取得檢視整理，刪除無關題項後完成正式問卷(Dalkey, 1967)。

本研究參考 Bhattachjee & Premkumar (2004) 研究預期評估使用者對於穿戴裝置以及健康追蹤系統使用期望不確認的程度會影響滿意度，當知覺高於期望或與原本期望相符時，則結果感到滿意；反之，當使用成效低於期望則感到不滿意。擬定問卷內容說明如下：第一部分為施測者基本資料，包含學經歷背景資料，第二部分為使用滿意度題項，問卷訪查，以專業資訊專家背景對象完成 32 份問卷調查，有效問卷數為 32 份(100%)。

本研究參考 Lankton & McKnight 於

2012年提出同化效應和不對稱效應檢驗

EDT理論模型，規劃出穿戴裝置與健康監

控系統使用研究架構圖作為本研究模型

(圖1)

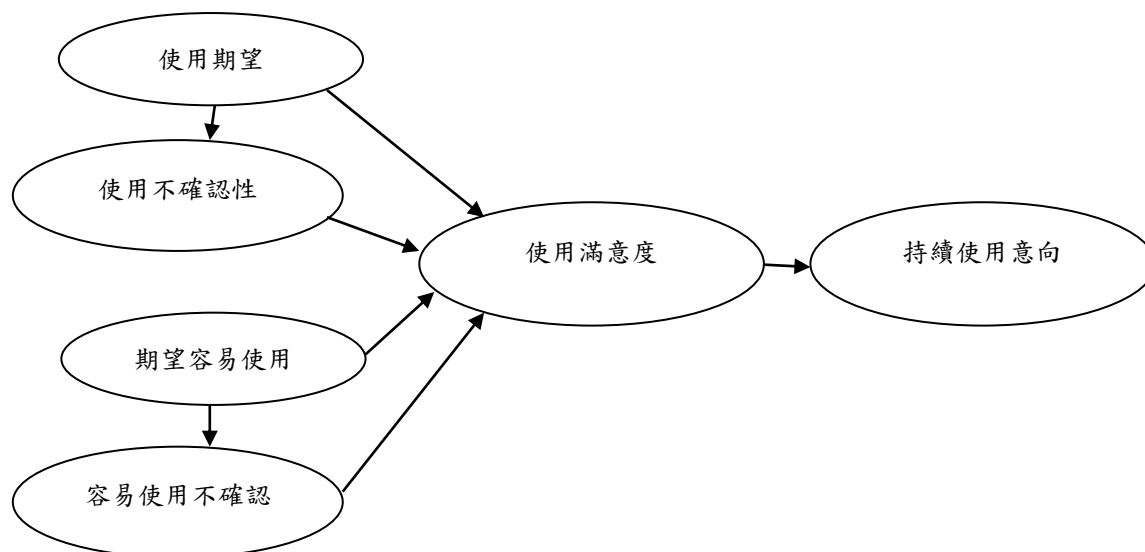


圖 1. 穿戴裝置與健康監控系統使用研究架構圖

資料來源：本研究整理

本研究採用結構方程模式偏最小平方方法(PLS-SEM)對資料進行分析(Hair, 2017)。該方法可以評估結構方程信度與效度，估計結構之間的關係強度，本研究參考 Anderson 和 Gerbing 提出的兩階段方法對研究模型使用

SmartPLS 3.0 軟體進行分析。首先對量測模型的信度和效度進行評估，然後對結構模型的路徑係數進行再驗證，以檢定本研究假設。

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	準則之間比較後貢獻程度具同等重要性
3	稍重要 (Weak Importance)	準則之間比較後依據經驗稍許對此因素喜好：稍強 (Moderately)
5	頗重要 (Essential Importance)	準則之間比較後依據經驗傾向對此因素喜好：頗強 (Strongly)
7	極重要 (Very Strong Importance)	準則之間比較後非常強烈傾向對此因素喜好：極強 (Very Strong)

表 2. 問卷量表評估尺度

參考 Lankton & McKnightm 本研究假說建立如下：根據 Bhattacharjee 和 Premkumar 使用者根據對確認的期望程度改變他們最初的信念，並在確認期望時加強他們的信念。

H1: 使用期望對於使用不確認為正相關

H2: 期望容易使用對於容易使用不確認為正相關

使用結果是高於原先的預期或與原先的預期一致時，會強化所使用的產品或服務是可以被接受。反之，當期望是負向不確認為實際低於期望時，使用者會對所使用的產品與服務感到失望產生質疑而降低使用意願 (Bhattacharjee & Premkumar, 2004)。

H3: 使用期望對使用滿意度為正相關

H4: 使用不確定性對使用滿意度為正相關

使用期望被確認的程度進行修正，當期望能被確認產品或服務與期望一致，或期望是正向不確認實際使用產品或服務績效高於期望，會強化其意念(Bhattacharjee & Premkumar, 2004)。

H5: 期望容易使用對於使用滿意度為正相關

H6: 容易使用不確定對於使用滿意度為正相關

使用滿意度高低與事前的使用經驗有直接關係，若原先不確定性降低使用經驗會增強其意念，若使用不確定性高於不滿意亦提升，使用不確定性及容易使用不確定性正向影響滿意度。滿意度高則表示對使用不確定性低或是容易使用不確定性低(Bhattacharjee & Premkumar, 2004)。因此，滿意度對產品或服務提供者的滿意度直接且正向影響其持續使用意願。

H7: 使用滿意度對於持續使用意向為正相關

表1. 樣本資料

資料來源：本研究整理

結構方程模型測量模式分析的重點在於評估信度、結果須先確認潛在變項之間收斂效度(convergent validity)和區別效度(discriminant validity)。在信度方面，主要觀察複合信度(composite reliability, CR)的值與平均變異抽取量(Average Variance Extracted, AVE)其可用來表示測量變項內部一致性(internal consistency)的程度。

複合信度 CR: 根據 Fornell & Larcker (1981) 本研究 CR 值皆超過 0.7 以上為可接受的範圍(表 3)。

平均變異抽取量 AVE: Fornell & Larcker 建議 AVE 數值應高於 0.5 以上，本研究結果 AVE 值皆超過 0.5 說明研究構面所有潛在變項 AVE 值解釋的程度愈高。

收斂效度(Convergent Validity): 參考學者(Fornell & Larcker, 1981; Gaski & Nevin, 1985)提出收斂效度構念間相關係數需小於 1；以及小於各構念間的 Cronbach's α 係數；構念間的相關係數小於 AVE 值的平方根。因此，本研究依據表 3 之結果皆達上述收斂效度指標。

項目	類別	人數	百分比
性別	(1) 男	28	87.5%
	(2) 女	4	12.5%
年齡	(1) 25歲以下	2	10.0%
	(2) 26-40歲以下	25	6.2%
	(3) 41-50歲以下	6	18.7%
	(4) 51-60歲以上	1	1.1%
教育程度	(1) 高中	0	0.0%
	(2) 大專	16	50.0%
	(3) 研究所	16	50.0%
	(4) 博士	0	0.0%
每天使用時間	(1) 1小時以內	0	50.0%
	(2) 3小時以內	2	6.2%
	(3) 5小時以上	28	87.5%
	(4) 其他	2	6.2%

	AVE	Composite Reliability	Cronbachs Alpha	Communality	Redundancy
使用不確定性	0.5162	0.7614	0.7379	0.5162	0.2642
使用期望	0.6365	0.7777	0.8300	0.6365	
使用滿意度	0.6967	0.7871	0.8491	0.4967	0.0145

容易使用不確定性	0.6744	0.8048	0.8259	0.6744	0.0812
持續使用意向	0.8531	0.9205	0.8384	0.8530	0.3994
期望容易使用	0.7562	0.8609	0.7831	0.7562	

區別效度(Discriminant Validity)之檢定如表4，本研究各構念數值皆大於0.5因此具有良好的區別效度。

表 4. 區別效度(Discriminant Validity)
(Fornell & Larcker, 1981)

	使用不確定性	使用期望	使用滿意度	容易使用不確定性	持續使用意向	期望容易使用
使用不確定性	0.665					
使用期望	0.620**	0.576				
使用滿意度	0.447**	0.556**	0.636			

容易使用不確定性	0.319**	0.117**	0.099**	0.588		
持續使用意向	0.585**	0.521**	0.615**	0.022**	0.764	
期望容易使用	0.034**	0.095**	0.208**	0.407**	0.150**	0.595

資料來源：本研究整理

本研究結構模式分析：如圖3標示出R2值(外生變數)可以解釋為內在變數間路徑係數的關聯強度百分比，代表本研究模型的預測能力(Hair et al., 2017)。另外本研究採用拔靴法(bootstrap)以5000次重覆抽樣檢測模型結構路徑的顯著性。結構模式分析的結果如圖3所示。除H6容易使用不確定對於使用滿意度($\beta = -0.029$, $p > 0.05$)，其餘的六假設分別為(H1)使用期望對使用不確定性($\beta = 0.720$, $p < 0.001$)；(H2)期望容易使用對於容易使用不確定性($\beta = 0.407$, $p < 0.001$)；(H3)使用期望對使用滿意度($\beta = 0.558$, $p < 0.001$)；(H4)使用不確定性對使用滿意度($\beta = 0.558$, $p < 0.001$)；(H5)期望容易使用對於使用滿意度($\beta = 0.165$, $p < 0.001$)及(H7) ($\beta = 0.715$, $p < 0.001$)均成立。

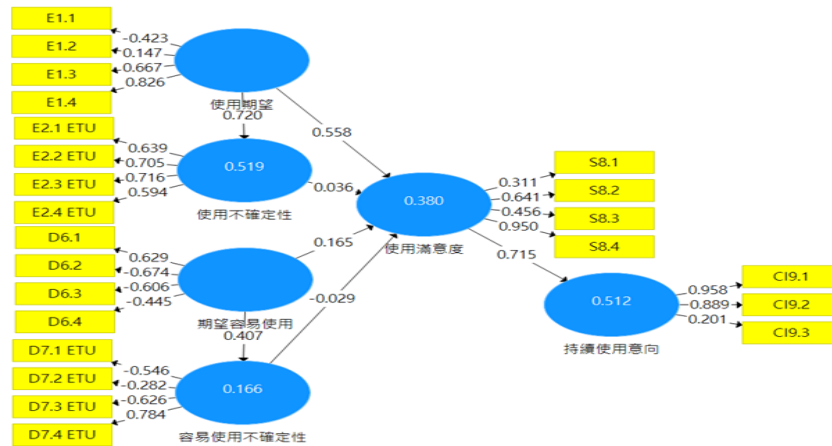


圖 2. 因素分析(Facter loading)初步結果(SmartPLS 3.0)

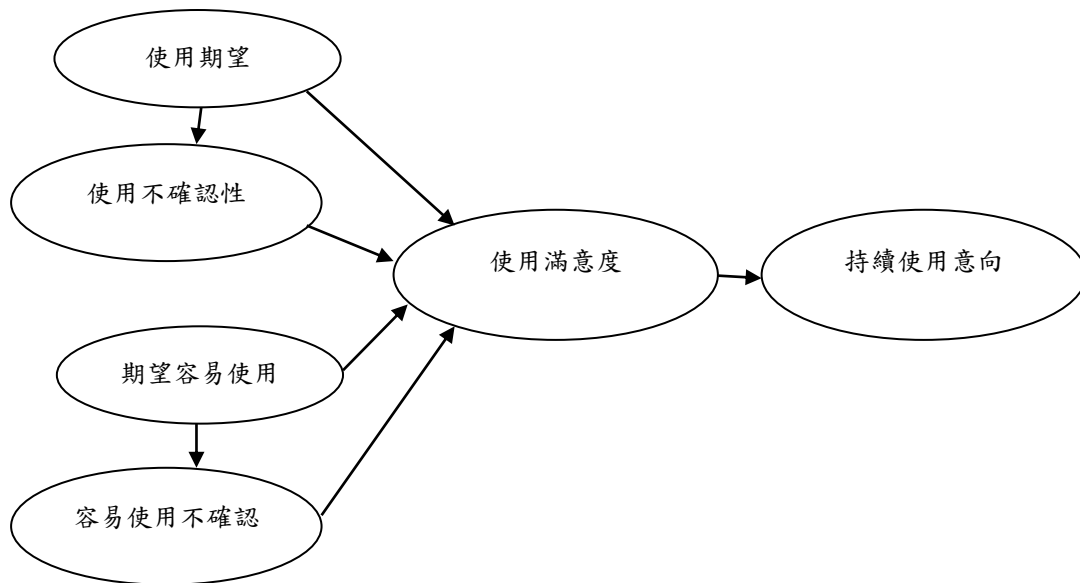


圖 3.本研究結構模式分析結果

本研究結構模式分析:如圖3標示出 R^2 值(外生變數)可以解釋為內在變數間路徑係數的關聯強度百分比,代表本研究模型的預測能力(Hair et al., 2017)。另外本研究採用拔靴法(bootstrap)以 5000 次重覆抽樣檢測模型結構路徑的顯著性。結構模式分析的結果如圖 3 所示。除 H6 容易使用不確認對於使用滿意度 ($\beta=-0.029, p>0.05$),其餘的六假設分別為 (H1) 使用期望對使用不確定性 ($\beta=0.720, p<0.001$); (H2)期望容易使用對於容易使用不確認 ($\beta=0.407, p<0.001$); (H3) 使用期望對使用滿意度 ($\beta=0.558, p<0.001$); (H4) 使用不確定性對使用滿意度 ($\beta=0.558, p<0.001$); (H5)期望

容易使用對於使用滿意度 ($\beta=0.165, p<0.001$) 及 (H7) ($\beta=0.715, p<0.001$) 均成立。

結論與討論

本研究以期望不確定性理論模型為基礎,探討主要以企業資訊從業人員,使用遠程健康監測,人們生理訊號數據透過使用穿戴設備結合雲端建構的健康監測進行監控管理系統再使用意願,研究發現使用者對於監測系統使用不確定性與滿意度結果沒有顯著,本研究發現使用者對於系統操作熟悉度則會影響使用之滿意度結果。

本研究發現，企業員工對遠程健康監測及穿戴裝置的使用期望會透過使用不確定性、使用期望與使用不確定性直接或間接地影響使用滿意度。然而，本研究發現，企業 IT 背景相關使用者對於企業投入遠程健康監測及穿戴裝置的發展趨勢仍相當滿意，對於遠端監控系統及穿戴數據處理使用後的整體期望值較使用系統前期待感高。根據 Bhattacharjee 和 Premkumar(2004)提出的模型，使用不確定預期因素與實際使用後不僅直接影響未來再使用意向，與本研究發現之結果與不確定因素與滿意度及未來再使用意願為相關重要因素。雖然企業員工可能同意，根據遠程健康監測及穿戴裝置等設備的方便性或功能性的預期期望，與實際使用後對於系統與設備提供的服務滿意度是否令其感受到便利和實用性。反之，企業員工發現遠程健康監測及穿戴裝置等裝置設備之便利實用性不如使用前說明預期時，可能會降低再使用意願或甚至中斷不想再繼續使用意願。

因此，IT 專家的使用不確定期望與使用後的體驗感會影響滿意度和持續使用，研究結果說明不確定性越大，其使用意願越高。其他相關研究假設的檢驗結果與 Bhattacharjee 和 Premkumar 的結果一致，Bhattacharjee 和 Premkumar 提出的理論主要是被用來探討消費者的期望和失望以及再使用行為。本研究限制於樣本數過少，未來研究可增加樣本數以更精確母群分布情形，以及增加更多企業部門員工問卷分析，本研究建議可多引用相關參考文獻提出遠程健康監測與穿戴裝置及企業 IT 員工之持續使用意願。

參考文獻

1. Bhattacharjee, A., & Premkumar, G. (2004). Understanding changes in belief and attitude toward information technology usage: A theoretical model and longitudinal test. *MIS Quarterly*, *28*(2), 229-254.
2. Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York, NY: Wiley.
3. Brown, S. A., Venkatesh, V., Kuruzovich, J., & Massey, A. P. (2008). Expectation confirmation: An examination of three competing models. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *105*(1), 52-66.
4. Cheung, C. M. K., & Lee, M. K. O. (2009). User satisfaction with an Internet-based portal: An asymmetric and nonlinear approach. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *60*(1), 111-122..
5. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, *13*(3), 319-340.
6. DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, *19*(4), 9-30.
7. Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, *18*(1), 39-50.
8. Gaski, J. F., & Nevin, J. R. (1985). The Differential Effects of Exercised and Unexercised Power Sources in a Marketing Channel. *Journal of Marketing Research*, *22*(2), 130-142.
9. Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M. and Sarstedt, M. (2017a), A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), Sage, Thousand Oaks, CA.
10. J.J. Hair, J. Anderson, J. Norman, W.

- Black, Multivariate Data Analysis with Readings, 4th ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1995.
11. Lankton, N. K., & Wilson, E. V. (2007b). Factors influencing expectations of e-health services within a direct-effects model of user satisfaction. *E-Service Journal*, 5(2), 85-111.
 12. Majumder, S., Mondal, T., & Deen, M. (2017). Wearable Sensors for Remote Health Monitoring. *Sensors*, 17(12), 130.
 13. M. Chen *et al.*, "Smart Clothing: Connecting Human with Clouds and Big Data for Sustainable Health Monitoring," *Mobile Networks and Applications*, 2016, pp. 121.
 14. McKinney, V., Yoon, K., Zahedi, F., 2002. The measurement of web-customer satisfaction: an expectation and disconfirmation approach. *Information Systems Research* 13 (3), 296–315.
 15. Richard L. Oliver, Roland T. Rust, Sajeev Varki, Customer delight: Foundations, findings, and managerial insight, *Journal of Retailing*, Volume 73, Issue 3, 1997, Pages 311-336,
 16. Premkumar, G., & Bhattacharjee, A. (2008). Explaining information technology usage: A test of competing models. *Omega*, 36(1), 64-75.
 17. R.L. Oliver, Cognitive, Affective, and Attribute Bases of the Satisfaction Response, *Journal of Consumer Research* 20 (December), 418-430.
 18. Dalkey, N.C., *Delphi*. 1967, Rand Corp Santa Monica CA.