



軍事教育

無人機空拍服務品質之研究

空軍備役中校 蔡金倉

提

要

由於無人機快速發展，應用於空中拍攝服務。帶動空拍服務興起，透過空拍機取閱高空最佳視角、在空中自由的控制不同高度、範圍及速度，完美呈現每個精彩視野。本研究經由空拍服務品質相關文獻的整理，參考服務品質 (SERVQUAL) 架構，構建無人飛行載具空拍服務品質評估模式，運用結構模型分析差異提出建議。

研究發現，無人機空拍服務業者可以利用分享經濟模式，隨時提供短期租用無人機進行娛樂、空拍、觀光等活動。未來5G市場結合智慧平台，將創造許多就業機會。此外，本研究針對驗證結果提出結論與建議，應可作為政府部門及業者擬定服務品質之改善策略參考。

關鍵詞：PZB模式；服務品質；慣性導航

壹、緒論

一、研究背景

無人飛行系統 (Unmanned Aerial System, UAS以下簡無人機)，或稱無人飛行載具 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV)，亦稱動態遠端控制飛航設備 (Dynamic Remotely Operated Navigation Equipment, DRONE)，是一種無搭載人員的載具。無人機為不需要人類駕駛員於機上駕駛的飛行器，可以透過無線通訊系統從遠端操控，或藉由在機上的電腦主機控制而完全自主飛行。在無人機應用方面



，早期皆以軍事用途為主，從原本擔負單調、骯髒與危險的任務，漸漸發展至商業、科學、娛樂、學術、農業等用途(Aviator website, 2017)【註1】。

現在無人機空拍使用，如同電影看見台灣，無人機空拍可以讓我們欣賞平常看不到的風景。探查地形、科學探討，空拍影像也在災難現場發揮很大的作用，透過拍攝建築物可以加速救災的進行；另外更多活動或學校校慶，出動無人機空拍，有促成了無人機空拍仲介服務平台(Aviator website, 2017)。

根據美國聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)2020年全球無人機市場規模將達到1,000億美元，預估2022年時，在美國領空執行任務的商用無人機數量將超過45萬架(US FAA, 2018)。未來無人機預估將達千億美元的經濟效益，預估將創造許多就業機會。

二、研究動機

早期無人機操作方式大多在由人員於地面手動遙控，但隨著科技進步，無人機可搭載微型飛行控制電腦，同時整合全球定位系統(Global Positioning System, GPS)、慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)等輔助系統，遂行進行半自動或全自動導航飛行，美國海軍稱這整個系統為(Unmanned Aerial System, UAS)，目前美國聯邦航空總署已使用UAS取代俗稱的UAV，然而大部分的研究或發展仍習慣沿用舊名詞。

近年來，隨著科技進步，無人機上之前端感測器(sensor)、中段之通訊資料系統(communication information system)、雲端資料儲存(cloud data storage)低廉，且在先進電池電力續能科技精進、全球衛星定位系統、數字圖像處理(digital image processing)、擴增實境(augmented reality)技術及機器學習能力(machine learning)大幅提升下，除了既往的農業、救災、氣象各商業市場應用外；另衍生出以大眾消費娛樂等商業不同目的的應用。近年無人機應用演繹十分創新與跳躍，如無人機空拍市場，隨時提供短期租用無人機進行娛樂、空拍、觀光等活動。

三、研究目的

隨著無人機快速發展，無人機應用越來越廣泛。由於無人載具的研究腳步不斷地向前邁進，從原先之軍事應用漸漸擴展至商業、工業與民生等用途，其未來的發展的發展空間是值得期待。

(一)本研究透過一年內曾經委託無人機空拍服務消費者為研究對象，進行對服務

註1 Aviator website (2017). Join operator network. Retrieved from <https://aviator.io/>



品質調查，以作為其改善服務品質與設施的方向。

- (二) 從PZB模式(1985)^{【註2】}與相關文獻之參考擬定服務品質之問卷問項建構服務項目之構面，提供後續服務之相關研究參考。
- (三) 探討消費者對於服務品質是否有差距，確切瞭解消費者對各項服務項目與設施的實際需求。

貳、文獻探討與假說推論

一、無人機發展歷史背景

(一) 啟蒙時期

無人機啟蒙，可追溯1914年第一次世界大戰英國卡德爾和皮切爾等兩位將軍向英國軍事航空會(Military Aviation Society)提出建議：「研制一種不用人員駕駛，而用無線電操縱的小型飛機，讓它飛行至敵方目標區上空，並執行投射炸彈攻擊」。

(二) 萌芽時期

- 1. 越戰時期：美國空軍於1959年開始發展無人機之於軍事任務應用減少空軍飛行員之傷亡，首次用於戰爭是在美、越戰爭期間，美軍使用了「AQM-147」系列無人偵察機和「Gyrodyne QH-50 DASH」系列無人直升機，執行空中照相偵察和電子情報偵蒐等任務。
- 2. 中東戰爭：1967年6月5日六日戰爭(第三次以阿戰爭)以色列運用無人機配備偵查攝影機進入中東戰場。1973年贖罪日戰爭(第四次以阿戰爭)埃及、敘利亞、約旦及巴解組織攻擊以色列，以色列無人機在軍中擔任重要戰鬥角色。1982年黎南戰爭(第五次以阿戰爭)以色列運用無人機提供之圖像和雷達誘餌幫助以色列於戰爭開始時徹底消除了敘利亞的空中防禦，而且沒有任何飛行員被擊落(Levinson, 2010)^{【註3】}。

(三) 蛻變時期

1991年波灣戰爭中，多國部隊廣泛使用無人機參戰，對干擾、壓制伊拉克的防空體系和通信系統等，發揮了重大作用，如「先鋒」(Pioneer)無人機在偵察和監視中發現了許多目標；另外做為誘餌型無人機，多次誘使伊軍雷達開機、飛彈發射，使其暴露目標，使伊拉克防空系統陷入了癱瘓。無人

註2 Zeithaml, V. A., Parasuraman, A., & Berry, L. L. (1985). Problems and strategies in services marketing. *Journal of marketing*, 49(2), 33-46.

註3 Levinson, C. (2010). Israeli robots remake battlefield. *The Wall Street Journal*, 13.



機在波灣戰爭的廣泛使用和出色的表現，已引起各國尤其是發展國家的高度重視。

(四)成熟時期：

1. 阿富汗戰爭：2001年阿富汗戰爭時期，美軍為彌補有人偵察機的不足，在鄰近基地派駐了多種先進的無人偵察機，如RQ-1A/B「掠奪者」(predator)和RQ-4A「全球之鷹」(global hawk)等。以「掠奪者」為例，它可以扮演偵察角色，可發射兩枚AGM-114(hellfire)地獄火飛彈，並可以清晰地顯示出地面上4公分大小的物體，成為美軍快速反應打擊系統中的關鍵組成部分，可隨時獲取情報。
2. 伊拉克戰爭時期：2003年伊拉克戰爭時期，美國在伊拉克戰場部署並使用了十幾種無人機，還包括其他幾種小型的無人機系統，用來支援特種作戰行動。
3. 應用商業時期：美國國家航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration, NASA)將民用無人機區分為地球科學(earth science)、土地管理(land management)及國土安全(homeland security)等，現今無人機正逐漸的擴展到不同的應用領域中，如災害及環境監測、森林資源及海洋環境探索、土地利用調查及地形測繪等，除在於軍事、基礎科學與防災等傳統領域之應用外，亦已具龐大商業價值(US FAA, 2018)。

二、無人機發展現況

1990年微機電系統研究的成熟，重量只有幾克的微機電系統慣性導航系統被開發運用，尤其多旋翼無人機(multi-rotor drone)出現，整個無人機行



圖1 旋翼機MD4-200

https://www.researchgate.net/figure/The-microdrone-md4-200_fig1_263409166



業進入快速發展階段。

(一) 旋翼機

2005年德國生產出了MD4-200(如圖1)具有實現自主懸停並且能夠具備半自助飛行的多旋翼飛行器。旋翼部分有四軸、六軸或多軸方式，目前其在滯空時間上，仍以短時間為主，此類無人機大部分都是在視距範圍內，進行有關的操控使用，例如：亞馬遜公司(Amazon)的訂閱服務、中國大疆無人機公司成立，先後推出的phantom系列無人機不僅控制簡便，初學者也很容易上手，同時其價格也能被普通消費者接受。

(二) 定翼機

定翼機此類無人機通常航程較遠飛行速度較快，可以進行遠距自動駕駛飛行與操控，飛行速度則甚可達至百里(小時)，如：Google及Facebook的太陽能無人機、空域組網機，或者是國內的「碳基公司」，其無人定翼機「Avian RTK」分為已知位置的本地基站、未知位置的本地基站、以及虛擬參考基站，多元工作模式可讓他們依照不同的任務需求、地勢環境，進而來選擇適當的工作方式。



圖2 定翼機Avian RTK

[http://www.uaver.com/webbs-zh-tw/product-Avian-RTK\(PPK\)-Avian-RTK.html](http://www.uaver.com/webbs-zh-tw/product-Avian-RTK(PPK)-Avian-RTK.html)

三、遙控無人機基本概念

依民用航法第二條二十六款，無人機係指：「自遙控設備以信號鏈路進行飛航控制或以自動駕駛操作或其他經民用航空局公告之無人航空器」。無人機系統遙控無人機系統由遙控無人機(機體)、遙控設備、通訊及控制信號鏈路以及其他附屬裝置(如火箭、彈射軌道、降落傘等發射回收裝置)組合而成的完整系統。



四、無人機技術

(一) 飛行控制系統(Flight Control System)

飛行控制系統來有效執行遙控無人機飛行時的姿態及穩定控制、任務管理和緊急控制模式等不同功能。無人機運用飛行控制系統是控制飛機功能類似於人類的大腦，命令飛行所有動作的指揮中心，飛行控制系統包括感測器(空速、溫度、壓力高度、控制面、失速警告、油量、結冰等資訊)、機載計算機(計算與飛行任務相關的所有參數和相關數值)和伺服器等項目，無人機進行全自動飛行時，除了空中的無人機之外，尚可搭配固定的地面控制站、移動式的地面控制車或攜帶式的控制器。

(二) 導航系統

無人機在飛行時依據相對於固定座標系的參考座標系，遙控無人機參考座標系的位置、速度、航向及飛行姿態等由導航系統提供，引導遙控無人機依指定航線作準確無誤的飛行。遙控無人機導航系統，非自主(GPS)和自主(慣性導航)兩大類。

1. 非自主導航系統：GPS是美國國防部為軍事上定位及導航目的而研製並維護的中距離圓形軌道衛星導航系統，後來推廣應用於民間導航定位及各種



圖3 無人航空系統(UAS)的基本組成

資料來源：徐百輝(2013)，無人飛行載具簡介及其餘測繪領域之應用，國立台灣大學杜風電子報，第67期。



測量作業。GPS之衛星於太空中不斷向地面發射訊號，地面用戶則使用GPS接收機接收來自衛星GPS訊號，利用各種不同訊號特性，計算地面用戶的三維位置及時間。GPS特點：(1)全天候，不易受任何天氣的影響；(2)全球覆蓋率高達98%；(3)三維定點、定速、定時高精度；(4)測站間無需進行通訊；(5)快速、省時、高效率；(6)應用廣泛、多功能；(7)可移動定位。

2. 自主導航系統：慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)是個使用加速計和陀螺儀來測量物體的加速度及角速度，並用計算機來連續估算運動物體位置、姿態和速度的輔助導航系統。慣性導航系統是種推算導航方式，也就是從個已知的起始位置當作初始條件，再由連續測得的運動物體航向角和速度不斷推算出其下點的位置，因此可連續描繪出運動物體的最新位置。慣性導航系統中的重要元件陀螺儀用來形成個導航座標系，使加速計的測量軸固定在該座標系中，並給出航向和姿態角；另慣性導航系統設備價格較昂貴，無法像全球衛星定位系統提供時間資訊。

(三) 動力系統

1. 往復式發動機(reciprocating engine)：利用一個或多個活塞將壓力轉換成旋轉動能的發動機；適用於低速、低空的中、小型無人機。輕量化、小型化的往復式發動機也裝置於航空模型直昇機或航空模型飛機上。
2. 渦輪發動機(turbine)：利用熱能轉換成機械能輸出的發動機；高速無人機使用推重比高但壽命短之消耗性渦輪發動機，高空或一滯空的大型無人機則使用渦輪風扇發動機或渦輪螺旋槳發動機以節省燃料。
3. 無刷電動馬達(brushless DC electric motor)：沒有電刷和換向器的直流電動馬達；娛樂(運動)航空模型或小型無人機一般使用電池驅動無刷電動馬達。

(四) 無線通訊(wireless communication)

無線通訊系統主要執行對遙控無人機之命令與控制控制信號鏈路則提供遙控設備與無人機間之命令(command)或控制(control)功能(C2)。遙控無人機多以2.4GHz主要為上行控制鏈路(uplink)，執行遙控無人機的控制；5.8GHz主要為下行鏈路(downlink)進行控制或圖傳。

五、服務品質

英國劍橋大學Parasuraman, Zeithaml, Berry三位學者(簡稱為PZB)，1985年首先提出的服務品質差距模式，模式中發現服務業者對服務品質的認知及將

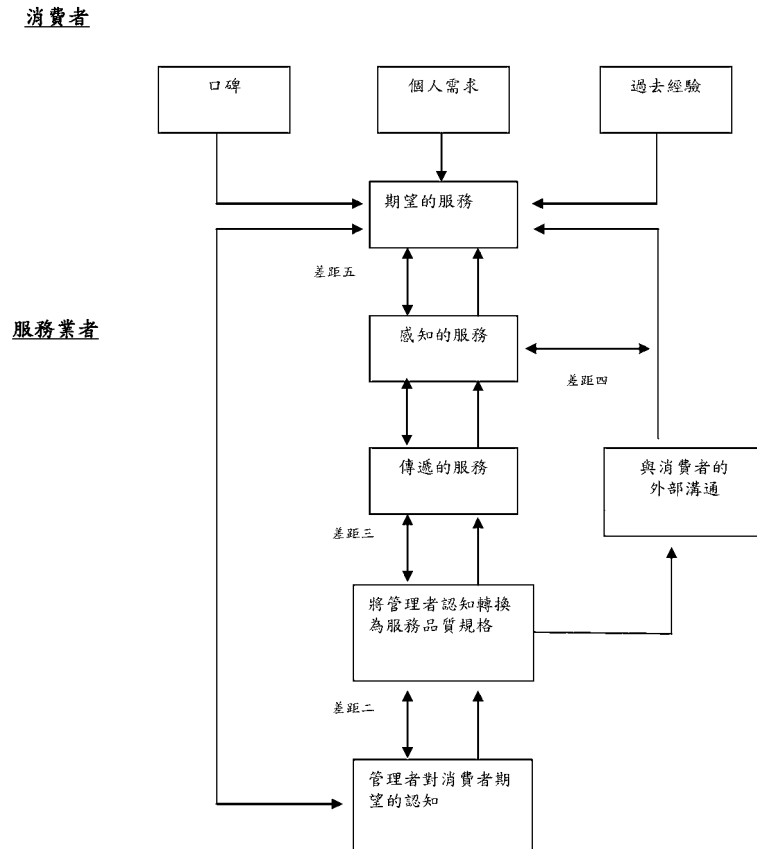


圖4 PZB服務品質的觀念性模式

資料來源：Parasuraman et al. (1985)

服務傳送給顧客的過程中，兩者間有認知差異存在，稱此為「差距」，此為業者提供高服務品質給顧客的障礙。不論顧客的期望服務是受到哪些因素的影響，服務提供者一定要能確實的掌握顧客的真正需求。

從圖4PZB服務品質的觀念性模式，而這五個缺口中，前四個缺口是服務業者提供服務品質的主要障礙，第五個缺口是由消費者在接收服務之前對服務的期望與接受服務後對服務的認知之間的差距所產生。

六、假說推論

消費者藉由這些預期的期望，從中衡量實際與期望品質之間的差距。倘若消費者實際認知到的品質高於期望品質，則會產生再購意願，持續與企業往來；反之，若顧客認知品質低於顧客期望品質，則會造成顧客的不滿，因此產生顧客流失的情況(黃明新，2012)【註4】。Ngamsom, P., & Su, Y. L. (2018)【註5】有形性、可靠性和反應性等三個構面，而對消費者而言，僅有形性構面的實際



感受高於期望值。因此，「良好的儀態與數量充足且完善的設施，提供完善的服務」及「透過專業知識與服務，提供消費者快速與及時服務」。本研究提出以下假說推論：

H1「有形性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。

H2「可靠性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。

H3「反應性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。

湯玲郎(2017)消費者對整體服務品質認同度高，也會認同機場各項服務的效率，亦能因感受到機場內的休閒氣氛而感到愉悅。因此，「針對消費者需求提供簡便、免費、個別且具同理心照顧與服務」及「提供清晰、安全與值得信賴的服務，使消費者感到安心」。本研究提出以下假說推論：

H4「關懷性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。

H5「保證性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。

參、研究方法

一、研究架構

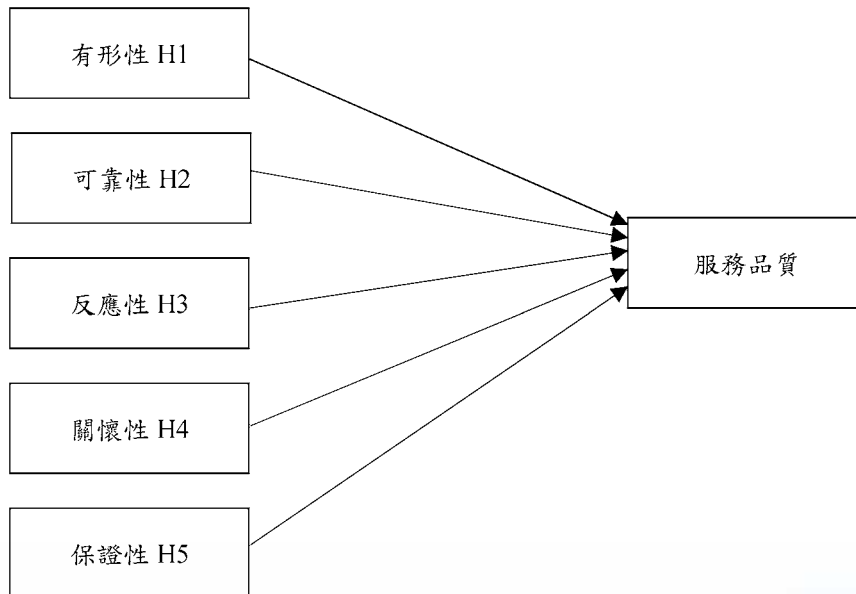


圖5 研究架構

註4 黃明新 (2012)。〈探討品牌權益對服務失誤與不滿意度關係和服務補救與滿意度關係之干擾效果〉，《管理學報》，第 29 卷，第 4 期，頁 355-371。

註5 Ngamsom, P., & Su, Y. L. (2018). Service Quality of Domestic Thai Airlines. 社區永續觀光研究, 2(2), 19-44.



表1 構面操作型定義

PZB 構面	題項	構面操作型定義
有形性(tangible)	3	具有完善的設施，提供完善的服務。
可靠性(reliability)	3	具備安全可靠特性，有效提供安全便利服務。
反應性(responsiveness)	3	透過專業知識與服務，提供快速與及時服務。
關懷性(empathy)	4	針對需求提供個別且更多元服務。
保證性(assurance)	3	提供清晰與值得信賴的服務。

資料來源：本研究整理

在評估層級架構時，以PZB(1985)所發展的SERVQUAL為基礎，發展出無人機空拍服務品質指標。歸納有形性(TA)、可靠性(RE)、反應性(RS)、關懷性(EM)、保證性(AS)等構面分別對服務品質(SQ)，研究架構如圖5所示。

二、問卷設計

由於無人機空拍服務為新興產物，為使問卷周延，結合Parasuraman等人(1985)所提PZB模式，邀請請專家學者及具有空拍經驗人員，針對無人機特性構建服務品質評估架構。並據以製作問卷求取各項因子權重，如表1構面操作型定義。

三、資料蒐集方法

本研究以一年內曾經委託無人機空拍服務消費者作為母體，發放經修改供填答題項的問卷，採用紙本作為問卷調查工具。

(一)敘述性統計

敘述性統計主要是用以瞭解本研究的樣本結構，利用次數分配、百分比等瞭解受測者統計變數，包含性別、年齡、教育程度、職業等變數之分布狀況。

(二)信度與效度分析

Nunnally(1978)所訂製的Cronbach's $\alpha \geq 0.7$ 為可接受之高信度，是最常被使用來建立內部一致性的方法。根據Hair et al.(2010)及Fornell & Larcker(1981)提出的評估標準。區別效度分析是驗證不同的構面相關在統計上是否有差異，Formell & Larcker(1981)認為，每一個構面的平均變異萃取量若全都大於該構面與其它構面之相關係數的平方，即可認為構面間具有區別效度。

四、結構模型分析

PLS(Partial Least Squares)是由Wold於1982年代後期發展出來，現今應用於各個領域裡，例如經濟、化學、社會心理學和行銷等方面。PLS與線性結



構關係模式 (Linear Structure Relation, LISREL) 皆是對結構方程模式 (Structural Equation Modeling, SEM) 進行模型估計的方式但兩者在採用的估計方法上有所差異PLS採取主成分分析 (Principal Component Analysis, PCA) 與多元迴歸 (Multiple Regression) 結合起來的參數估計方式，然後再考量潛在變數之間的關係。

肆、資料分析結果

本研究先以SPSS 20.0進行因素分析，探求服務品質評估準則與構面之歸屬性，最後再以Smart PLS 2.0統計軟體進行結構模型分析，藉以瞭解消費者對空拍服務品質感受。

一、問卷調查與結果

(一) 問卷設計

問卷設計歸納PZB (1985) 模式，主要以服務品質滿意度，量表以李克特 (Likert) 五點尺度測量，選項分別為：非常不滿意、不滿意、普通、滿意、非常滿意等5項。

(二) 前測問卷

在進行正式問卷調查之前，為求問卷的一致性及穩定性，針對問卷量表進行前測，前測日期2020年5月10日到15日，對象為最近，共取得50份有效問卷，並以Cronbach's α 值評估構面的可信度，Cronbach's α 係數是內部一致性之函數，經資料分析，Cronbach's α 均高於0.7。

二、敘述統計分析

(一) 問卷樣本回收情形

研究母體界定為一年內曾經委託無人機空拍服務消費者作為母體，發放經修改供填答題項的問卷，採用紙本問卷，回收計170份，扣除填答不全或填答錯誤之無效問卷計14份，共計156份問卷。Loehlin (1992)建議採用SEM時，其樣本數至少為100，200較為適當，本研究樣本數為156份問卷，雖符合Loehlin之建議，適合用PLS。

(二) 信度分析

信度是測驗一致性的程度，指測驗結果的可信度和穩定度，Nunnally (1978)所訂製的Cronbach's $\alpha \geq 0.7$ 為可接受之高信度，是最常被使用來建立內部一致性的方法。Cronbach's $\alpha \geq 0.7$ 被視為可接受值，Cronbach's $\alpha \geq 0.8$ 被認為較好，Cronbach's $\alpha \geq 0.9$ 為可信度高。本研究



採用Cronbach' s α 係數進行檢驗衡量題項間的信度，從Cronbach' s α 值可知當數值越大即顯示各題項間的關聯性越大，觀察Cronbach' s α 皆大於0.8，表示本研究6個構面共19個題項具高信度。

(三) 檢定資料是否符合因素分析

Bartlett球型卡方統計量觀測值為6403.979，其對應機率 $P=0.00$ ，就檢定概念而言，顯著水準為0.05時，由於 p 值小於顯著水準，故拒絕虛無假設。也就是說相關係數矩陣不為單矩陣意，故適合進行因素分析；另再利用是KMO(Kaiser Meyer Olkin)取樣適當性衡量量數，當KMO值越大，表示變數間的共同因素越多，越適合進行因素分析。本研究KMO值為0.92，依據kaiser對KMO衡量標準，數值愈靠近1，表示變項的相關愈高，愈適合進行因素分析。本研究共萃取出5個特徵值大於1的因素，第一個因素可解釋變異量為44.095%小於50%；累積5個因素的解釋變異為69.980%，一般認為達到60%以上為宜。得到5個因素，第一個因素不能解釋其中大部分因素($44.095\% < 50\%$)，本研究不具有共同方法變異(Common Method Variance, CMV)的問題，不足以影響研究結果。

(四) 人口統計變項分析

本研究針對有效問卷156份，男性103份(佔66.0%)多於女性34份(34.0%)，年齡主要以30-39歲比例最高57份(佔36.5%)，收入2-4萬比例最高86份(佔55.1%)，職業商比例最高51份(佔32.7%)

表2 樣本背景分析表

項目	問項	樣本數	百分比	項目	問項	樣本數	百分比
性別	男	103	66.0	收入	2萬以下	11	7.1
	女	53	34.0		2-4萬	86	55.1
年齡	20歲以下	6	3.8	職業	4-6萬	35	22.4
	20-29歲	41	26.3		6-8萬	24	15.4
	30-39歲	57	36.5		學生	12	7.7
	40-49歲	28	17.9		公	14	9.0
	50-59歲	14	9.0		教	40	25.6
教育程度	60歲以上	10	6.4	工	商	39	25.0
	高中(職)	23	14.7			51	32.7
	大學(專科)	86	55.1				
	研究所以上	47	30.1				

資料來源：本研究整理



三、整體服務品質構面分析

無人機空拍權重以「TA3空拍團隊有整潔儀容」最佳，「AS1提供清晰與值得信賴的服務」為最差。顯示空拍團隊任務之意識及信賴，尚有待加強。構面評估準則標準差數據觀察，各衡量題項之平均數介於3.80到3.35間。

表3 構面評估準則

item	評估準則	平均	個排序	總排序	標準差	CR
有形性 TA	TA1設備具有完善的設施	3.66	2	3	1.063	0.958
	TA2具有專業知識	3.47	3	12	1.068	
	TA3提供完善的服務	3.80	1	1	0.993	
可靠性 RE	RE1客戶遇到問題具備安全可靠特性	3.58	2	7	0.811	0.917
	RE2對客戶承諾在約定時間完成	3.63	1	5	0.888	
	RE3有效提供安全便利服務	3.58	2	7	0.957	
反應性 RS	RS1能適時提供服務	3.74	1	2	0.820	0.846
	RS2緊急處理維安事件	3.42	2	15	1.089	
	RS3豐富的空中攝影經驗	3.40	3	16	0.900	
關懷性 EM	EM1彈性服務顧客時間	3.57	2	10	0.888	0.928
	EM2親切有禮與客戶互動	3.46	3	14	0.830	
	EM3不會忽略客戶需求	3.58	1	7	0.880	
保證性 AS	AS1提供清晰與值得信賴的服務	3.35	4	19	0.914	0.909
	AS2注意客戶所在乎事情	3.40	3	16	0.768	
	AS3針對需求提供多元服務	3.54	2	11	0.730	
	AS4能解決客戶問題	3.59	1	6	0.744	
服務 品質 SQ	SQ1服務人員具有高度熱忱	3.40	3	16	0.856	0.931
	SQ3服務人員能迅速提供我需要服務	3.47	2	12	0.890	
	SQ3服務人員態度禮貌友善	3.64	1	4	0.936	

資料來源：本研究整理

四、衡量信度與效度分析

(一) 信度及收斂效度分析

本研究以內部一致性法則來檢測問卷的信度，收斂效度以平均變異數萃取(Average Variance Extracted, AVE)計算潛在變數對各測量變數的變異解釋力，可用以評判信度，亦能代表收斂效度。Hair et al. (1998)【註6】提出，若研究要具有收斂效度，以下三項指標均須符合標準，此三項指標分別為(1)標準化因素負荷量需大於0.7，同一構面中的因素負荷量值越大(0.7以上)，則收斂效度亦越高；(2)潛在變數組成信度值需大於0.7，代表構面具有良好的內部一致性；(3)AVE需大於0.5(Bagozzi and Yi, 1988)【註7】，表示

註6 Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). Multivariate data analysis. Upper Saddle River: Prentice Hall.



構面擁有足夠的收斂效度。本研究各個構面之收斂效度表，計6個構面共19個題項，AVE介於0.540到0.885，AVE>0.5可用以評判信度。Composite Reliability介於0.846到0.958>0.8，符合Fornell and Larcker (1981) [註8]所提出之建議值。

(二) 相關性分析

區別效度主要

表4 信度及收斂效度分析

item	AVE>0.5	Composite Reliability>0.5	Cronbachs Alpha>0.5
保證性	0.716	0.909	0.878
關懷性	0.812	0.928	0.884
可靠性	0.787	0.917	0.865
反應性	0.540	0.846	0.830
服務品質	0.819	0.931	0.889
有形性	0.885	0.958	0.935

表5 相關性分析

item	AVE	保證性	關懷性	可靠性	反應性	服務品質	有形性
保證性	0.716	0.846					
關懷性	0.812	0.109	0.901				
可靠性	0.787	0.049	0.576	0.887			
反應性	0.540	0.595	0.360	0.170	0.735		
服務品質	0.819	0.117	0.702	0.817	0.197	0.905	
有形性	0.885	0.098	0.572	0.786	0.157	0.782	0.941

用來檢定測量問項 Notes：對角線粗體字為AVE之開根號值、下三角為構面之皮爾森相關。

對不同構面之間的鑑別程度，在於單一問項與測量同構面的其他問項之相關程度，應該要高於與不同構面問項的相關程度(Chin, 1998) [註9]。本研究使用Pearson相關矩陣用來測試構面之間的相關程度，而相關分析主要是用來測量多共線性問題(multicollinearity problem)。本研究計6個構面共19個題項，觀察AVE平方值皆大於其他構面的相關係數，以此證明本研究所設計問卷具有足夠的區別效度。

五、結構模型分析

(一) 研究假說分析

結構方程模式(Structural Equation Modelling, SEM)是一種融合了因素分析和路徑分析的多元統計技術，是在已有的因果理論基礎上，目的在於探索事物間因果關係並將這種關係用因果模式、路徑圖等表述(Kline,

註7 Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. Journal of the academy of marketing science, 16(1), 74-94.

註8 Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equations models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39-50

註9 Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. Modern methods for business research, 295(2), 295-336.



表6 整體效果及因果關係

item	IV	DV	Original Sample	Standard Error	T Statistics	p-value	R ²	HYP0
H1	有形性	服務品質	0.271	0.068	3.962	0.000	0.776	支持
H2	可靠性	服務品質	0.431	0.057	7.509	0.000		支持
H3	反應性	服務品質	0.518	0.049	5.868	0.000		支持
H4	關懷性	服務品質	0.293	0.040	7.257	0.000		支持
H5	保證性	服務品質	0.127	0.052	3.524	0.001		支持

Notes : p-value < 0.05非粗體字為不支持，>0.05粗體字為支持

2005)【註10】。本研究的樣本數有156份，依據Loehlin(1992)建議採用SEM時，適合用PLS。

解釋能力一般稱為R²，R²是外衍變數對於內衍變數所能解釋變異量%。因此，代表研究模型預測能力，Hair, Hult, Ringle and Sarstedt(2014)【註11】R²值為0.25代表低解釋能、0.50代表中解釋能、0.75代表大解釋能力。

依照分析結果彙整於表6整體效果及因果關係，服務品質的R²為0.776，代表代表具有大解釋能力。

(二) 研究假說獲得支持分析

H1「有形性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。 $\beta = 0.271$ ， $P = 0.00 < 0.05$ 。無人機空拍服務具有完善的設施，提供完善的服務。顯示近年來，受到行動裝置越來越夯的影響，在通訊技術飛速發展的加持下，無人機應用正在以蓬勃的發展之勢在各個領域內發光發熱。促使無人機從軍事應用漸漸發酵成消費性休閒娛樂產物，坊間最常見的就是空拍攝錄影像。因此，獲得支持。

H2「可靠性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。 $\beta = 0.431$ ， $P = 0.00 < 0.05$ 。無人機空拍服務具備安全可靠特性，有效提供安全便利服務。顯示隨著科技進步，無人機觸角更是進一步延伸到各式商業模式，帶給人們的便利生活，在使用無人機必須謹慎小心使用，方能創造出更安全的科技環境。因此，獲得支持。

H3「反應性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。 $\beta = 0.518$ ， $P = 0.00 < 0.05$ 。無人機空拍服務透過專業知識與服務，提供快速與

註10 Kline, R.B. (2005). Principles and Practice of Structural Equation Modeling (2nd Edition ed.). New York: The Guilford Press.

註11 Hair, Hult, Ringle, and Sarstedt (2014), "Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research", European Business Review, Vol. 26 Issue: 2, pp.106-121.



及時服務。顯示無人機具有現今多項前瞻高科技的融合，除了最基本的娛樂、電影及運動攝影，拓展到如前段提及高價值領域外，加上防救災緊急與派遣、資源勘探與開發、環境防護與監測、城市管理與都更等，都是讓人感覺不可思議的多元應用領域。因此，獲得支持。

H4「關懷性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。 $\beta = 0.293$ ， $P = 0.00 < 0.05$ 。無人機空拍服務針對需求提供個別且更多元服務。顯示無人機衍生了許多種應用模式，最常見的莫過於大型集會場地，用無人機拍攝影像，呈現每個精彩視野，拉近高科技與傳統生活的距離。因此，獲得支持。

H5「保證性」對消費者在無人機空拍服務品質，有正向的影響。 $\beta = 0.127$ ， $P = 0.01 < 0.05$ 。提供清晰與值得信賴的服務，顯示現在各項大型活動已離不開無人機空拍服務，從街頭的傳統廟會、校慶活動到星光熠熠的跨年演唱會等，無人機總是扮演猶如「上天視角」將栩栩如生的畫面傳送地面，已經跟著時代脈動慢慢演變成新型態商業模式。因此，獲得支持。

伍、結論與建議

一、研究結論

由於無人機技術快速發展，適應各種不同應用的無人機被陸續開發出來，無人機的發展創造了有利的條件，帶動空拍服務興起，透過軟硬體整合，發展更多元化的應用模式。本研究以服務品質為重要缺口，透過PZB(1985)所發展的SERVQUAL服務品質量表為基礎，修正空拍服務量表，計五條潛在變數獲得支持。根據本研究模型服務品質解釋能力 R^2 為77.6%，加入性別及年齡對服務品質的解釋能力 R^2 為79.6%具有提昇效果。顯示無人機空拍服務產業，已經跟著時代脈動慢慢演變成新型態商業模式。

研究顯示無人機空拍市場，若搭配共享營運方案，隨時提供短期租用無人機進行娛樂、空拍、觀光等活動。透過現有4G/LTE的行動網路和雲端，就可以快速分享給消費者，有了智慧平台以及蜂巢式網路的導入。透過空拍機取閱高空最佳視角、在空中自由的控制不同高度、範圍及速度，完美呈現每個精彩視野。未來5G市場結合智慧平台，預估將創造許多就業機會。

二、實務貢獻

以結構模型分析無人機空拍服務，研究發現「保證性」平均數低於個構面，顯示無人機空拍服務在「保證性」為前提下，業者在「提供清晰與值得信賴



的服務」，透過軟硬體整合，創造出更安全的科技環境。綜合上述，本研究之重要性與重點在於藉由驗證消費者接受無人機空拍服務品質接受模式與程度之因果關係，並將研究結果提供給學術界與實務界後續之研究參考。

三、研究建議

本研究服務品質構面「AS1提供清晰與值得信賴的服務」為最低，表示空拍服務業者在提供服務過程中，除了要擁有執行任務必要設施外，必須注意消費者需求所在，在續密空拍任務時，必須清晰提供消費者需求和值得信賴的服務，以降低消費者對服務主觀期望與實際認知落差，以提升令人滿意的服務品質。

四、研究限制

本研究經過文獻探討與假說推論，力求在研究過程中客觀嚴謹；惟無人機空拍服務為新興產業，本研究範圍並無概括式統合性議題討論。同時，在問卷發放上仍受限於發放節點與填答時間的限制，可能限制了本研究解釋能力。其次，資訊的收集可能會因受訪者的基本因素，如認知影響，影響資料之收集與整理，產生衡量之偏誤。

陸、國防領域之應用

由於無人機的研究腳步不斷地向前邁進，面對無人機空拍服務產業，已經跟著時代脈動慢慢演變成新型態商業模式。各國已廣泛應用在國防領域，如日(夜)監偵蒐、戰場監控、目標搜尋及定位、戰場損害評估及中繼通訊等行動，避免因遭受敵方反擊造成人員之傷亡。

無人機發展已成為一種趨勢，若軍用無人機加裝空中防撞系統(Traffic Collision Avoidance System, TCAS)或自動地面防撞系統(Auto-GCAS)等裝置，便能於發生碰撞前自動避開危險，防止機體受損，延長無人機之使用壽命。另外若國家搜救中心常接收到海上船難或山區搜救，無人機增加夜間照明設備並設置起降墊，同步監控海上船難海域及山區搜救狀況，進而提升搜救成效。

未來整合通訊、導航、監視、飛航管制(CNS/ATM)與網路技術，建構複合式網路監控系統，以促進空域交通流量及航空器安全隔離作業效率，避免航空器與無人機碰撞，顯示無人機市場前景依舊可期。

參考文獻

1. Aviator website (2017). Join operator network. Retrieved from <https://aviator.io/>



2. Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*, 295(2), 295-336.
 3. Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equations models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50
 4. Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
 5. Hair, J. F., Anderson, R. E., Babin, B. J., & Black, W. C. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective* (Vol. 7). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
 6. Hair, Hult, Ringle, and Sarstedt (2014), "Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research", *European Business Review*, Vol. 26 Issue: 2, pp.106-121.
 7. Kline, R.B. (2005). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (2nd Edition ed.). New York: The Guilford Press.
 8. Loehlin, J. C. (1992). *Genes and environment in personality development*. Sage Publications, Inc.
 9. Levinson, C. (2010). Israeli robots remake battlefield. *The Wall Street Journal*, 13.
 10. Nunnally, J.C., (1978), *Psychometric Theory*, New York: McGraw-Hill.
 11. Ngamsom, P., & Su, Y. L. (2018). Service Quality of Domestic Thai Airlines. *社區永續觀光研究*, 2(2), 19-44.
 12. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, 49(Fall), 41-50.
 13. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: a multiple item scale for measuring customer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
 14. Wold, H. (1982). Soft modeling: the basic design and some extensions. (K.G. Joreskog, & Wold, H. Eds.) In *Systems under indirect observation*, 2, 1-54.
 15. 經濟部航空產業發展推動小組，「國內UAS發展現況簡介」，102年8月。
 16. 徐百輝(2013)，無人飛行載具簡介及其餘測繪領域之應用，國立台灣大學杜風電子報第67期。
 17. 湯玲郎，翁華鴻，& 蔡金倉。(2017). 運用IPA模式探討松山國際機場旅客滿意度之研究. *運輸計劃季刊*, 46(3), 293-318.
 18. 黃明新 (2012)。〈探討品牌權益對服務失誤與不滿意度關係和服務補救與滿意度關係之干擾效果〉，《管理學報》，第29卷，第4期，頁 355-371。
- 網路資料
 無人航空載具，<http://www.twword.com/wiki/%E7%84%A1%E4%BA%BA%E8%88%AA%E7%A9%BA%E8%BC%89%E5%85%B7>，最後瀏覽日期2020年6月10日。
 無人航空載具，<http://www.twword.com/wiki/%E7%84%A1%E4%BA%BA%E8%88%AA%E7%A9%BA%E8%BC>，最後瀏覽日期 2020年 6月10日。
 FAA Aerospace Forecast FY 2018
https://www.faa.gov/data_research/aviation/aerospace_forecasts/media/fy2018-38_faa_aerospace_forecast.pdf，最後瀏覽日期 2020年 6月10日。

作者簡介

空軍備役中校 蔡金倉

學歷：空軍航空技術學院83年班、空軍指揮參謀學院98年班、開南大學空運管理碩士、元智大學管理學院博士。經歷：APEC TPT-WG49 & 50 Delegation List of Chinese Taipei。現職：中華戰略研究員、元智大學管理學院兼任助理教授。