

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：其他)

**2021 年第 51 屆旅遊暨觀光研究協會
(TTRA) 年會暨研討會報告(視訊報告)**

服務機關：交通部觀光局

姓名職稱：王編審紹旬

派赴國家：臺灣，中華民國

出國期間：110 年 6 月 14 日至 6 月 16 日

報告日期：110 年 9 月 24 日

摘要

旅遊暨觀光研究協會（簡稱 TTRA）成立於 1970 年，由政府觀光單位、教育學術單位、觀光研究諮詢單位及旅遊相關業者等組成之非營利國際性觀光研究組織，致力於觀光旅遊行銷研究發展。我國於 1977 年以「中華民國交通部觀光局」名義加入該協會「組織會員」，並於今（2021）年由企劃組吳組長潔萍及王編審紹旬擔任組織成員。本局為獲取旅遊新知，搜集國際資訊，每年均爭取與會。

2020 年第 51 屆年會因新冠疫情影響，延至今(2021)年辦理，惟今(2021)年仍受疫情影響，改以線上辦理。年會於美東時間 2021 年 6 月 14 日至 16 日舉辦。本屆中心議題為「未知領域—重新想像新時代的觀光業，重點是重新思考 COVID-19 疫後觀光業更永續及公平的未來。

本次報告提出本局前於 2020 年年會時投稿入選「遊憩區管理遊客結構數據分析—以 WiFi 探針器為例」報告，成功將台灣觀光運用科技經驗分享於國際，並摘錄研討會中運用虛擬旅遊回復觀光業及採用大數據擬分析旅遊目的地精采報告內容。最後研提心得及建議。

目次

圖次.....	III
表次.....	III
壹、會議目的.....	1
一、前言.....	1
二、組織特色.....	2
(一)定期舉辦國際年會.....	2
(二)學界論文發表交流.....	3
(三)鼓勵青年及研究者參與.....	3
貳、過程.....	4
一、議程.....	4
二、投稿發表.....	8
(一)2020 年年會投稿.....	8
(二)2021 年年會投稿.....	8
(三) 遊憩區管理遊客結構數據分析—以 WiFi 探針器為例報告.....	8
三、研究報告：未知領域—重新想像新時代的觀光業.....	19
(一)虛擬旅遊(virtual tourism)能否幫助觀光業自 COVID-19 復甦？.....	19
(二)目的地承載能力估算:大數據方法.....	23
參、心得及建議.....	24
肆、附件.....	28
一、Location-based Data Analysis of Visitor Structure for Recreational Area Management.....	28

圖次

圖 1 系統總覽	13
圖 2 觀音山地圖及遊客中心 Wi-Fi 探針感應器設置點	14
圖 3 監測 Wi-Fi 探針數據收集狀態的儀表板	15
圖 4 監測時間序列中不同類型的到訪趨勢儀表板	16
圖 5 每周監控遊客結構儀表板	17
圖 6 監測不同訪問類型的實際組成儀表板	18

表次

表 1 2021 年線上會議議程	4
表 2 不同遊客計數技術摘要	11
表 3 Wi-Fi 追蹤應用的文獻回顧摘要	12
表 4 「國旅問卷調查」與「電信大數據」比較	26

壹、會議目的

一、前言

依據聯合國世界觀光組織（UNWTO）公布 World Tourism Barometer，2020 年國際遊客(過夜遊客)約 3 億 9,900 萬人次，比 2019 年下跌 74%，國際入境旅客減少 10 億人次，等於國際觀光產業回到 30 年前的水準。亞太地區的國際入境旅客減少 84%，比 2019 年減少約 3 億人次。中東、非洲入境旅客均下跌 75%。歐洲減少 70%大約是 5 億多人次，美洲減少 69%。2021 年 1 至全球國際旅客人次（過夜遊客）已達 13.22 億，為近 7 年最高，且成長 7%，遠高於 2010 年以來 4%的穩定成長率。這一強勁勢頭於 2018 年將繼續保持在 4%~5%。且 2017 年的特點是受全球經濟回升及許多傳統和新興來源市場茁壯的出境需求，如中國、美國、澳洲、加拿大、南韓、義大利、西班牙等國家因經濟成長，而衍生國外旅遊強烈需求，故帶動巴西、俄羅斯等前幾年觀光衰退的國家在 2017 年逐漸復甦。

受 COVID-19 影響及全球觀光業低迷，2020 年國際觀光收入減少 9,300 億美元(-64%)。國際遊客在目的地支出約為 5,360 億美元，較 2019 年的 1.466 兆美元低。由於旅遊限制令和 demand 大幅下滑，預估導致出口收入損失 1.3 兆美金，是 2009 年全球金融危機損失的 11 倍以上。

另依 UNWTO 於今(2021) 年 7 月 21 日發布 Barometer 7 月刊新聞稿公布，2021 年 1 至 5 月國際入境旅客(過夜旅客)較 2019 年減少 4.6 億人次(-85%)，較 2020 年減少 1.47 億人次(-65%)；與 2019 年同期比較，2021 年 1 至 5 月國際入境旅客降幅：亞太地區(-95%)、歐洲(-85%)、中東(-83%)、非洲(-81%)、美洲(-72%)。國旅市場(Domestic Tourism)在多國復甦，使擁有龐大國旅市場目的地受惠，如中國、俄羅斯已恢復疫前 2019 年水準；美國市場亦恢復中。

旅遊暨觀光研究協會（Travel and Tourism Research Association 簡稱 TTRA）成立於 1970 年，該會由政府觀光單位、教育學術單位、觀光研究諮詢單位及旅遊相關業者等，計 500 多個會員共同參與組成之非營利國際性觀光研究組織。該協會致力於研究

觀光旅遊行銷計畫及發展，並以提高旅遊研究及效能為宗旨。

TTRA 總部設於美國密西根州，是美國觀光領域最大的研究協會，包括亞太分會、加拿大分會、歐洲分會及在美國境內的中部各州分會、大美西分會、東南部州分會、夏威夷分會等，並設有網站 <http://www.ttra.com> 即時公布重要研究成果及會議資料。TTRA 致力於研究觀光旅遊行銷計畫及發展，並以提高旅遊研究及效能為宗旨，每年於 6 月份舉辦年會，是全球觀光學術、產業及政府研究成果發表與經驗交流之主要會議之一，年會暨研討會並提出最新的旅遊動態和旅遊研究結果。

今年度為第 51 屆年會，受 COVID-19 疫情影響，改採線上方式於美東時間 2021 年 6 月 14 日至 16 日舉辦。本屆中心議題為「未知領域—重新想像新時代的觀光業 (Uncharted Territory: Reimagining Tourism for a New Era)」，重點是重新思考 COVID-19 疫後觀光業更永續及公平的未來。研討會包含以下主題：「再生經濟和氣候變遷」(The Regenerative Economy and Climate Change)、「重塑觀光業就業及供應」(Reimagining Tourism Employment and Supply)、「重新衡量觀光業之成功」(Remeasuring Success in Tourism)、「以人為本的觀光」(People-Centered Tourism)、「數據密集型研究」(Data-Intensive Research)、「COVID-19 學習及復甦」(COVID-19 Lessons and Recovery)及「觀光、幸福、健康和保健」(Tourism, Happiness, Health, and Wellness)。

我國於 1977 年以「中華民國交通部觀光局」名義加入該協會「組織會員」，並於今(2021)年由企劃組吳組長潔萍及王編審紹旬擔任組織成員。本局為獲取旅遊新知，搜集國際資訊，每年均爭取與會。本局藉由參與年會與來自世界各國的會員互相交流、分享經驗，瞭解最新觀光趨勢發展，並藉由參與會議，廣泛搜集相關全球觀光發展及研究資料，以做為我國觀光事業及研究發展之參考。

二、組織特色

(一)定期舉辦國際年會

TTRA 除每年舉辦 2 次會議，每年 6 月在不同國家舉辦的年度國際會議 (International Conference)，以及 10 月在美國舉辦的行銷展望論壇 (Marketing

Outlook Forum)。

(二)學界論文發表交流

可透過年會出版之「旅行研究雜誌」提供最新的觀光旅遊產業研究，並在 TTRA 會議上提供學界於旅行研究期刊中發表論文，亦可透過 TTRA 進行募款或提供獎學金進行會議註冊和會員資格，為學生提供專業發展機會。

(三)鼓勵青年及研究者參與

TTRA 為會員提供一個與在地交流的旅遊知識和溝通場域，為與會者提供機會共享知識與經驗。例如透過相關會議、論文、研討會等提供 TTRA 會員即時瞭解最新的國際上之旅遊發展研究、研究方法、數據分析與發展趨勢等議題。TTRA 為學生及剛入行之專業人士提供較優惠會員資格及參與會議之折扣，以鼓助支持年輕專業人士。該協會並鼓勵青年會員規劃設計相關會議節目或活動，並可透過此會宣傳其職業生涯，為旅行業的組織找到恰到好處的人才。

貳、過程

一、議程

第 51 屆線上年會於美東時間 2021 年 6 月 14 至 16 日舉行。特別研討時段有：
分會會議（Chapter Meeting）、書面研討會（Ideas Fair）。議程如下：

表 1 2021 年線上會議議程

6 月 14 日 (星期一)	
08:00-9:00	· 質性研究方法 Qualitative Research Methods · 分會主席會議 Chapter Presidents Meeting
09:00-10:00	· 質性研究方法 Qualitative Research Methods · 歷任主席會議 Past Presidents Meeting
10:00-12:00	歡迎及開幕主題演講 Welcome & Opening Keynote
12:00-13:00	創新小組 Innovation Panel
13:00-14:00	休息 Break
14:00-15:00	新興領袖對話 Emerging Leaders Conversation Starter Activity
15:00-16:00	旅行者告訴我們的... What Travelers Told Us...
16:00-17:00	支持在地 Supporting Local
17:00-18:00	· 研究生座談會 Graduate Student Colloquium
18:00-19:00	· 研究生座談會 Graduate Student Colloquium
6 月 15 日 (星期二)	
07:00-08:00	會員交流 Networking
08:00-9:00	學術圓桌會議-第 1 部分

Academic Roundtable-Part 1	
09:00-10:00	<ul style="list-style-type: none"> • 郵輪公司及 DMO 如何促進國際旅行 How Cruise Lines and DMOs Roles Can Boost International Travel • 使用 Instagram 的視覺數據：洞悉、方法及工具 Using Instagram Visual Data: Insights, Methods, and Tools • 再生經濟 THE REGENERATIVE ECONOMY • 數據密集型研究 DATA-INTENSIVE RESEARCH • 旅遊行為及 COVID-19 TOURIST BEHAVIOR & COVID-19
10:00-11:00	<ul style="list-style-type: none"> • 產業協會小組 Industry Association Panel
11:00-12:00	<ul style="list-style-type: none"> 組合、對齊、校準及關聯：洞察多樣化數據 Combining, Aligning, Calibration and Correlation: Best Practices for drawing insights from Multiple Data Sources
12:00-13:00	<ul style="list-style-type: none"> • 更佳的廣告創意測試 Creative Testing for Better Advertising • 應對疫情 Accommodating the Pandemic • 數據挖掘 Data Mining • 疫後的復甦策略 Recovery Strategies post-COVID
13:00-14:00	<ul style="list-style-type: none"> 休息 Break
14:00-15:00	<ul style="list-style-type: none"> • 疫後搭乘飛機 TAKING FLIGHT AFTER COVID • DMO 行銷方案的智能分析 SMART ANALYSIS OF DMO CAMPAIGNS • 重思旅遊目的地 REIMAGINING TOURISM DESTINATIONS • 研究方法 RESEARCH METHODOLOGY • 遊客體驗及 COVID-19 TOURIST EXPERIENCE & COVID-19
15:00-16:00	<ul style="list-style-type: none"> 2020 年疫情是否改變了 LGBTQ 觀光？ Did 2020 Change LGBTQ Tourism?

16:00-17:00	再生旅遊 Regenerative Travel
17:00-18:00	<ul style="list-style-type: none"> · 超越永續觀光小組會議 Beyond Sustainable Tourism Panel · 地理定位數據應用 Geolocation Data Applications · 利益關係人之關係 Stakeholder Relationships · 代表性、多樣性和包容性 Representation, Diversity & Inclusion
18:00-19:00	最佳論文會議 Best Paper Session
6 月 16 日 (星期三)	
07:00-08:00	歐洲分會：領航復甦 EUROPE CHAPTER PRESENTS NAVIGATING THE RECOVERY...
08:00-9:00	<ul style="list-style-type: none"> · 東北亞分會快速交流 NETTRA Speed Networking · 東南亞分會快速交流 SETTRA Chapter Meeting · 旅遊決策 Travel Decision-Making
09:00-10:00	<ul style="list-style-type: none"> · COVID-19 書面研討會 Ideas Fair COVID-19 Lessons · 交流 Networking · 重思觀光業書面研討會 Ideas Fair Reimagining Tourism
10:00-11:00	不僅是儀表板... It's Not Just a Dashboard...
11:00-12:00	<ul style="list-style-type: none"> · 社區復原力及社會正義 Community Resilience & Social Justice · DMO 研究者圓桌會議 DMO Researchers Roundtable · 旅遊決策書面研討會 Ideas Fair Travel Decision Making · 代表性、多樣性及包容性書面研討會 Ideas Fair Representation, Diversity & Inclusion
12:00-13:00	· DMO 研究者圓桌會議

	<p>DMO Researchers Roundtable</p> <ul style="list-style-type: none"> · 鄉村旅遊書面研討會 <p>Ideas Fair Rural Tourism</p> <ul style="list-style-type: none"> · 觀光社群媒體書面研討會 <p>Ideas Fair Tourism Social Media</p>
13:00-14:00	<p>休息</p> <p>Break</p>
14:00-15:00	<p>TTRA 年度商務會議及獎項</p> <p>TTRA Annual Business Meeting & Awards</p>
15:00-16:00	<ul style="list-style-type: none"> · 交流 <p>Networking</p> <ul style="list-style-type: none"> · 學術圓桌會議-第 2 部分 <p>Academic Roundtable Part 2</p>
16:00-17:00	<ul style="list-style-type: none"> · 黑暗觀光體驗 <p>The Black Travel Experience</p> <ul style="list-style-type: none"> · 重思目的地及接待業書面研討會 <p>Ideas Fair Reimagining Destinations & Hospitality</p>
17:00-18:00	<ul style="list-style-type: none"> · 加拿大分會會議 <p>Canada Chapter Meeting</p> <ul style="list-style-type: none"> · 畢業後 3-5 年研究生座談會 <p>GRADUATE COLLOQUIUM 3-5 YEARS AFTER GRAD...</p>
18:00-19:00	<ul style="list-style-type: none"> · CenStates 分會會議 <p>CenStates Chapter Meeting</p> <ul style="list-style-type: none"> · GWTTRA 分會會議 <p>GWTTRA Chapter Meeting</p> <ul style="list-style-type: none"> · 農業觀光 <p>Agri-Tourism</p>
19:00-20:00	<p>夏威夷及亞太分會：亞太地區的未來人力發展</p> <p>HAWAII AND APAC CHAPTERS PRESENT...</p> <p>“Danger Will Robinson”: the future of Human Capital Development for the Asia Pacific Region</p>

二、投稿發表

(一)2020 年年會投稿

TTRA 每年為辦理年會及研討會，對外徵集符合當年主題之研究論文。本局前於 2020 年年會時，曾以「遊憩區管理遊客結構數據分析—以 WiFi 探針器為例(Location-based Data Analysis of Visitor Structure for Recreational Area Management)」一文投稿，該文係由本局與 Vpon 公司合作共同發表，經大會承認錄取並於年會網站上公布，展現我國在投入智慧觀光的努力，該份報告截至本文截止前獲 109 次下載，下載來源有各五大洲之各國學者等，效益相當良好。該文指出，在遊憩區管理方面，了解遊客的結構很重要。本文提出了用於分析在特定遊憩地點之遊客結構的數據分析工具。傳統上，以自動計數設備的遊客監控器，具有遊客計數不準確的缺點。在本文中，與自動計數設備相比，我們使用 Wi-Fi 追蹤進行遊客計數的主要方法，從而可以對遊客的結構進行相當精確的描述。此外，我們在此框架中提供了豐富的分析功能，並以觀音山遊客中心收集的遊客數據展示遊客結構分析為例。該框架不僅可以標準化遊客計數過程，還可以對遊客結構進行深入的分析，俾利提升決策質量。

(二)2021 年年會投稿

本局復於 2021 年年會中亦以「穆斯林來臺旅客人次推估模式建置之實證研究(A Study on the Establishment of an Estimate Model for Muslim tourists visiting Taiwan)」一文投稿，該文係由本局與禾騰技術公司合作共同發展，惜未獲大會錄取，該文已另再修正擇其他期刊發表。未來建議在每年年會時，可將前一年度相關專案成果撰寫專文投稿，積極將本局推動智慧觀光或配合當年度研討會主題，向國際發表，增加我國在國際觀光組織中的能見度。

(三) 遊憩區管理遊客結構數據分析—以 WiFi 探針器為例報告

下文謹就 2020 年投稿獲選入圍的「遊憩區管理遊客結構數據分析—以 WiFi 探針器為例 (Location-based Data Analysis of Visitor Structure for Recreational Area Management)」內容，進行說明：

1.介紹

長期以來，了解遊客結構一直是遊憩區管理的重要工作之一。為了揭露遊客結構的面紗，遊客監控是一種常用的方法，有關遊客人數的信息是評估遊憩場所有效管理的最基本的統計指標之一。對於許多遊憩區管理人員來說，遊客人數是形成策略和營運決策的主要 KPI，例如增置遊客的設施，對遊客偏好趨勢進行研究，以及為遊客服務建立 SOP。因此，毫無疑問，做出可信、有效度的決策，很大程度上取決於遊客人數的準確信息。因此，要獲得更好的決策質量，標準化系統的遊客監控方案是必不可少的。

遊客監控的演變已在（Cessford 等，2002；Muhar 等，2002）中進行了廣泛討論。由於人工計數非常耗費人力，因此自動計數設備通常被認為是極好的替代品。重要的概念是，系統化遊客監控除了對計數設備的集合進行簡單分組，而且還應將這些計數方法與設計良好的儲存後端和各種分析功能一起整合成系統化資訊。此外，在不同遊憩區進行標準化測量是提供客觀判斷的關鍵，如果以傳統的臨時基礎建立遊客監控，不僅得出的訪次不準確，而且會產生巨大的安裝成本。例如，光電計數器是一種通常用於在遊客通過紅外線感應器時對遊客進行計數的擋光裝置，被認為是一種低能耗的高效計數裝置。但是，光電計數器容易誤判遊客人數，因為計數信號也可以由野生生物觸發。另外，不能明顯判讀遊客的數量，因為，如果遊客多次通過這些感應器或遊客成群結隊通過，遊客的數量會被膨脹放大。從遊客結構分析的角度來看，沒有代表性的樣本數據是不能通過有效的推論來進行，如果基於錯誤的分析建立管理決策，可能會造成巨大的經濟損失。

為了克服傳統計數設備的上述問題，Wi-Fi 探針感應器已被認為是對遊客進行計數的可行替代方法（Dionisio et al，2016）。由於大多數行動裝置設備使用唯一的媒體存取控制（MAC）地址連接到公共 Wi-Fi 站點，因此 MAC 地址成為一種避免重複計算遊客人數的適宜解決方案。

在本研究中，我們提出了一個基於位置基礎的數據分析框架併用於遊憩區的管理。通過使用 Wi-Fi 探針感應器之主要遊客計數方案，我們可以消除重複計數並標準化不

同遊憩場所中的計數程序。我們認為，目前多數遊客都使用手機設備，而特定區域內的 MAC 地址數量將精確地顯示出該遊憩場所中的遊客數量。在可靠的遊客數據源（基於位置的數據）的基礎上，我們提供了豐富的分析儀表板來描述遊客結構。這項工作就提供從觀音山遊客中心收集數據的分析儀表盤。該框架的未來目標是為各種應用程序擴展奠定基礎，例如遊客流量分析和旅行路線的人流分析。

2. 文獻回顧

在本節中，我們首先總結不同遊客計數方法的相關著作。然後，聚焦於 Wi-Fi 的遊客監控，以討論可能的應用程序和隱私問題。

2.1 遊客計數方法

由於常規的遊客計數會耗費大量的人力資源，因此有許多方法可以從廣泛採用的設備中監控遊客數量，包括圖像、光電、Wi-Fi 和藍牙等方法。表 1 總結如下：

儘管視頻計數主要應用於監控領域，針對遊客計數進行了一些研究（Ashkanani 等，2015；Lefloch 等，2008）。但是，這些方法卻有缺點。首先，覆蓋範圍有限，導致許多盲區需要監控。其次，在某些情況下，例如照明條件不足和遮擋，視覺質量會導致視頻計數下降；此外，使用視頻計數會有隱私問題。光電計數使用配備有紅外線感應器的設備。供應商通常在入口處安裝感應器以進行遊客計數（Arnberger 和 Brandenburg，2002）。當人越過紅外光束時，計數器會增加。由於易於布設，因此被廣泛用於遊客計數。但是，遊客量大時則有讀取速度較慢的問題，感應器可能會低估遊客訪次。此外，在同一個人進出的情況下，計數可能重複計算較不準確。

對於無線追蹤方法，「多執行緒」（Multiple threads）研究利用 Wi-Fi 和藍牙追蹤（Antoniou 和 Lepouras，2005 年；Kurkcu 和 Ozbay，2017 年；Yoshimura 等人，2014 年）來檢測遊客並估計人群密度，因為這兩種技術在人類的日常情況都是無處不在的技術。具體而言，基於 Wi-Fi 的遊客計數可以分為主動和被動追蹤（Scheuner 等人，2016）。主動 Wi-Fi 追蹤，係要求遊客在其行動裝置設備上安裝特定應用程式，以便進行人數統計和其他分析（Emery & Denko，2007；Vinh 等，2013）。對於被動 Wi-Fi 追

踪，感應器會接收 Wi-Fi 信號以及數據包以推論訪問次數。採用了多種技術，例如接收信號強度指示器（RSSI）、指紋識別、探測請求和 CSI（Putra，2016）。由於我們在該項目中採用 Wi-Fi 探針感應器來統計遊客，以下重點介紹相關的隱私問題和應用。

表 2 不同遊客計數技術摘要

類型	優點	缺點
人工計數	訓練有素的操作人員可在短時間內準確統計遊客數量	人力密集、成本高，且由於人工注意範圍有限容易出錯
電子光學計數	易於設置且低成本	可能高估遊客人數，由於同一位遊客可能被重複計數，或人潮擁擠時計數可能不精確
視頻(影像)計數	利用電腦圖像演算法的區隔，達到高度精確性	視頻(影像)計數存在覆蓋範圍有限及隱私問題，且在光線不足和遮蔽情況下運作效果不佳
Wi-Fi 計數	高覆蓋率，且可藉由減少感應器數量降低成本	只有開啟 Wi-Fi 的行動裝置設備才能發出具有 MAC 地址的 Wi-Fi 探測請求
藍牙計數	堅固、低耗電及低成本	感應器只能檢測開啟藍牙且可發現的設備

2.2 遊憩區的遊客計數

對於遊憩區管理，Muhar 等人提供遊憩區遊客結構監控的概述（Muhar 等，2002）。其他研究工作討論使用國家公園進行遊客管理的案例研究（Arnberger & Brandenburg，2002；Gätje 等人，2002；McVetty，2002）。對於相關的應用，Schägner 等人設計了標準化報告範例用於遊客計數研究，以及通過網站共享遊客數據達到遊憩監控（Schägner 等人，2017）。Bielański 等提出了 GPS 追蹤在活動監控中的應用，並可以實際用於改善遊客管理策略（Bielański 等人，2018）。此外，可以使用 GIS 工具分析遊客人數和流量，以幫助遊憩策劃者和管理者（Hinterberger 等，2002）。

2.3 被動式 Wi-Fi 追蹤的應用

在被動式 Wi-Fi 追蹤方面，許多研究利用該技術來解決不同的問題。其中部分是針對人群計數，而另有一部分則專門針對行人監控。此外，人們對諸如頻繁路徑等之人類運動模式也產生了廣泛的興趣。一些欲了解個人社會關係，甚至一些相關的工作都利用數據挖掘和機器學習演算法（例如分群演算和矩陣分解）來進一步檢測遊客群體。我們在表 2 中列出了各種應用程序和相關研究。

表 3 Wi-Fi 追蹤應用的文獻回顧摘要

應用領域	研究調查
人數計數 (Crowd counting)	(Bonne et al., 2013; Dionisio et al., 2016; Hong et al., 2018; Li et al., 2015; Vattapparamban et al., 2016; Weppner et al., 2016)
行人監控 (Pedestrian monitoring)	(Kjærgaard et al., 2013; Kjaergaard et al., 2012; Kurkcu & Ozbay, 2017)
人的移動 (Human mobility)	(Basalamah, 2016; Chon et al., 2014; Nunes et al., 2017; Traunmueller et al., 2018; Zhang et al., 2012; Zhou et al., 2018)
社會關係 (Social relationship)	(Barbera et al., 2013; Hong et al., 2016; Wang et al., 2017)
團體檢測 (Group detection)	(Namiot, 2014; Shen et al., 2019)

2.4 隱私權

另一研究議題則涉及 Wi-Fi 追蹤的隱私問題 (Freudiger, 2015 年)。亦即 Wi-Fi 探針感應器請求面臨著隱私威脅的挑戰，以及受到各種抨擊。(Kropeit, 2015 年) 作者針對了攻擊威脅設計檢測機制，以減輕影響。此外，根據 (Han, Wang, & Pei, 2018) 設備製造商已實施 MAC 地址隨機化，以防止用戶被識別交通動線或實體位置。然而隨著其 MAC 地址隨機變化，在某些情況下可能會透漏真實的 MAC 地址 (Martin 等人, 2017; Vanhoef 等人, 2016)。

3.研究方法

在本計畫中，我們估算每一段時期特定區域中的遊客數量，並通過追蹤遊客的遊訪頻率和停留時間來了解遊客的行為。由於 Wi-Fi 是一種較便宜及快速的上網方式，因此攜帶行動裝置設備的遊客更喜歡使用 Wi-Fi 網路而不是手機網路。我們利用 Wi-Fi 探針感應器來搜尋遊客行動裝置設備的 Wi-Fi 探針信號，以進行估計和追蹤分析。根據 IEEE 802.11，Wi-Fi 探測信號方式是利用 Wi-Fi 功能的智慧型手機定期發射訊號，以掃描附近的可用 Wi-Fi 接入點 (AP)。Wi-Fi 探針信號，包括智慧型手機的 MAC 地址，以便 AP 可以回應並啟動與智慧型手機的連接。MAC 地址是特定硬件模組 (例如 Wi-Fi 設備中的網絡適配器模組) 的唯一 12 個字符的標識符 (例如 0A : C0 : D1 : 6E : 81 : 0A)。由於 Wi-Fi 探針信號並未加密，因此 Wi-Fi 探針感應器無需連接至智慧型手機即可接收到信號。需注意的是 MAC 地址將被雜湊，然後儲存在數據庫中以確保隱私的合規性，因為每個被雜湊後的 MAC 地址不能直接與任何個人信息連結 (例如 ID、真實姓名或電話號碼)。大多數人的行動裝置設備有開啟 Wi-Fi 接口，因此特定的 MAC 地址數量往往與遊客數量成正比。因此，我們可以估計遊客的數量並追蹤遊客以提供進一步的分析。

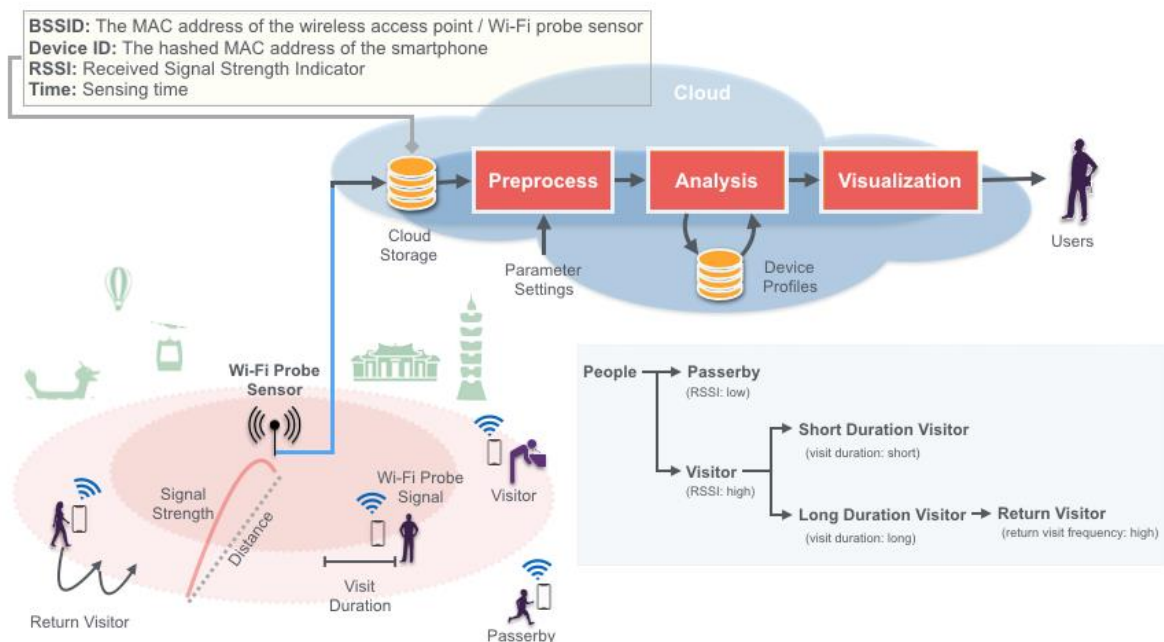


圖 1 系統總覽

我們的系統總覽如圖 1 所示。Wi-Fi 探針感應器設定為接收探針信號。當 Wi-Fi 探針感應器接收到 Wi-Fi 探針信號時，BSSID 元組、感測時間、RSSI 和被雜湊後的 MAC 地址將儲存在雲端中以進行進一步處理。即使發送方離感應器有幾百公尺距離，也可以接收到 Wi-Fi 探針信號。因此在本研究中，我們過濾掉了 RSSI 較弱的 Wi-Fi 探針信號，以讓我們僅蒐集到附近行動裝置的數據。具體而言，可以導出 RSSI 閾值以用於以距離為基礎的過濾。另外，可以提取幾個指標，例如遊訪持續時間和遊訪頻率。如果遊客之前曾到訪過該地點，我們還可以識別重遊客。

最後，將顯示分析的互動式儀表板提供給用戶。需注意不需要安裝特定應用程式來收集數據。此外感測器體積小且價格不貴，因此很容易在新環境中安裝感測系統。

4.結果



圖 2 觀音山地圖及遊客中心 Wi-Fi 探針感應器設置點

在本節中，我們首先介紹如何收集 Wi-Fi 探針數據，然後展示幾個分析儀表板。

在本研究中，我們在觀音山遊客中心入口兩側設置 2 個 Wi-Fi 探針感應器收集探針請求數據，以監測 2019 年 10 月 1 日至 12 月 31 日的遊客活動。接收到的探針包括多個訊息，包括被雜湊後的 MAC 地址、RSSI 和檢測時間。然後可從原始數據得出相應的到達時間、離開時間和參訪持續時間。為了進一步了解遊客趨勢，我們彙總了每個 Wi-Fi 探針器感應器每小時的特定被雜湊後 MAC 地址。

在以位置為基礎的數據分析框架中，我們設計了幾個分析儀表板，以提供可能的洞察。我們將從安裝在觀音山遊客中心的 Wi-Fi 探針收集的數據轉換成幾個系統的邏輯視覺元素，並設計了 4 個過濾功能，供用戶選擇感興趣的組件。在這些信息中心中，我們提供了針對不同遊客特徵的指標。

- 訪次：每小時 0~15 公尺內通過 Wi-Fi 探針感應器到手機設備
- 淺訪訪次：造訪時間持續在 1 到 299 秒之間
- 深訪訪次：造訪時間超過 299 秒
- 非常客訪次：過去一個月內長時間造訪的總次數少於 3 次的遊客的總造訪次數
- 常客訪次：過去一個月內長時間造訪的總次數大於或等於 3 的遊客的總造訪次數

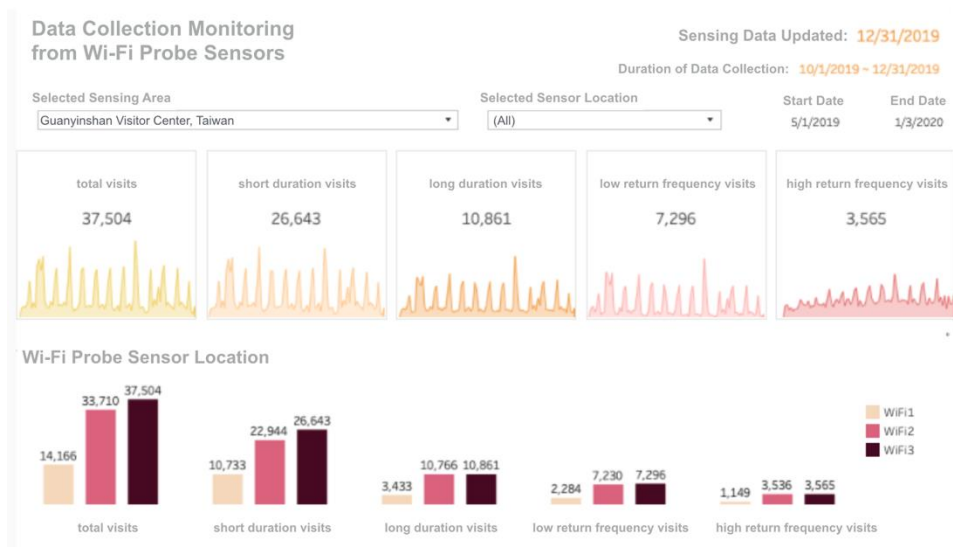


圖 3 監測 Wi-Fi 探針數據收集狀態的儀表板

圖 3 呈現 4 個過濾條件，可用於選擇最重要的數據範圍並提供用戶繪製時間序列模式和直方圖。從左上角可以看到選定的感應區域、選定的感應器位置、開始日期和結束日期。所選的感應區域代表已放置 Wi-Fi 探針的區域，所選的感應器位置是已安裝 Wi-Fi 探針的實際位置。例如圖 3 繪製的數據，是從觀音山遊客中心選定的感應區域所收集，我們在服務櫃檯附近放置 2 個 Wi-Fi 探針，在選定的感應器位置顯示為 WiFi1 和 WiFi2。開始日期和結束日期表示用戶感興趣的日期範圍。例如，探測數據是從 2019 年 10 月 1 日到 12 月 31 日收集的；惟某些特殊事件，用戶可能只想了解 10 月 1 日至 10 月 15 日的遊客趨勢詳細信息。在這種情況下，用戶可以使用其首選數據範圍更新開始日期和結束日期並查看詳細信息。

為了計算基本訪問次數及遊客量，我們提供以下特徵的時間序列圖和直方圖：

- 總訪次
- 淺訪訪次
- 深訪訪次
- 非常客訪次
- 常客訪次

在圖 3 中，上半部分描述造訪類型的時間序列趨勢和實際計數，而下部則依感應器位置對每種造訪類型的數量進行了分組。

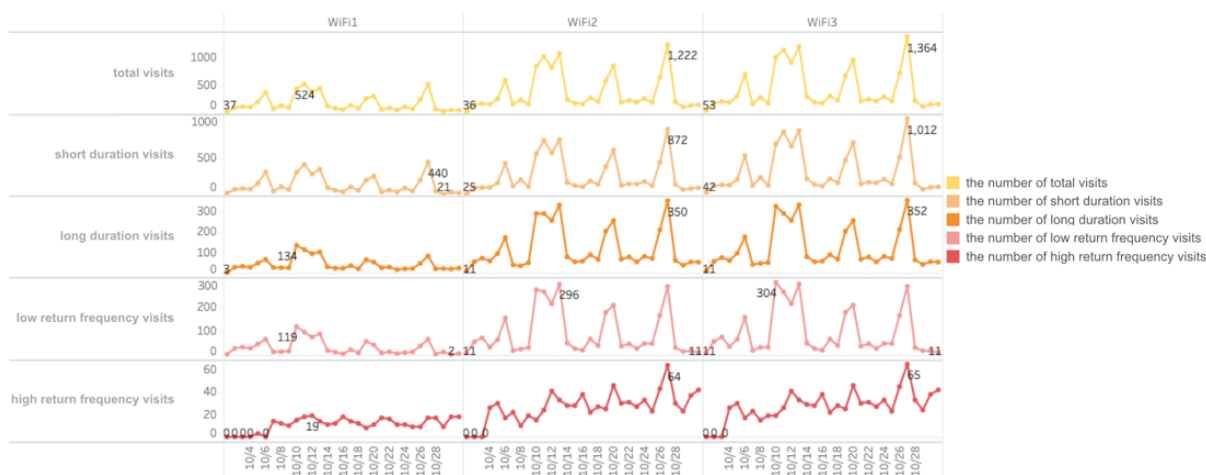


圖 4 監測時間序列中不同類型的到訪趨勢儀表板

圖 4 是圖 3 的擴充視圖，其中顯示了每種訪次類型的時間序列模式以及感應器位置的單獨視圖。圖 4 為提供用戶方便的視覺圖來比較訪次趨勢。例如，我們可以看到週末通常有較高的訪問量。此外，10 月 27 日進行了多次造訪。依據觀音山遊客中心紀錄，10 月 27 日當天有 2 組遊客搭乘 4 輛旅遊巴士到訪。從遊憩區管理者的角度來看，他們可以輕鬆地將遊客趨勢與他們之前舉辦的活動進行比較；此外，亦可以比較類似節慶事件是否在不同遊憩區帶來可比較的經濟利益。

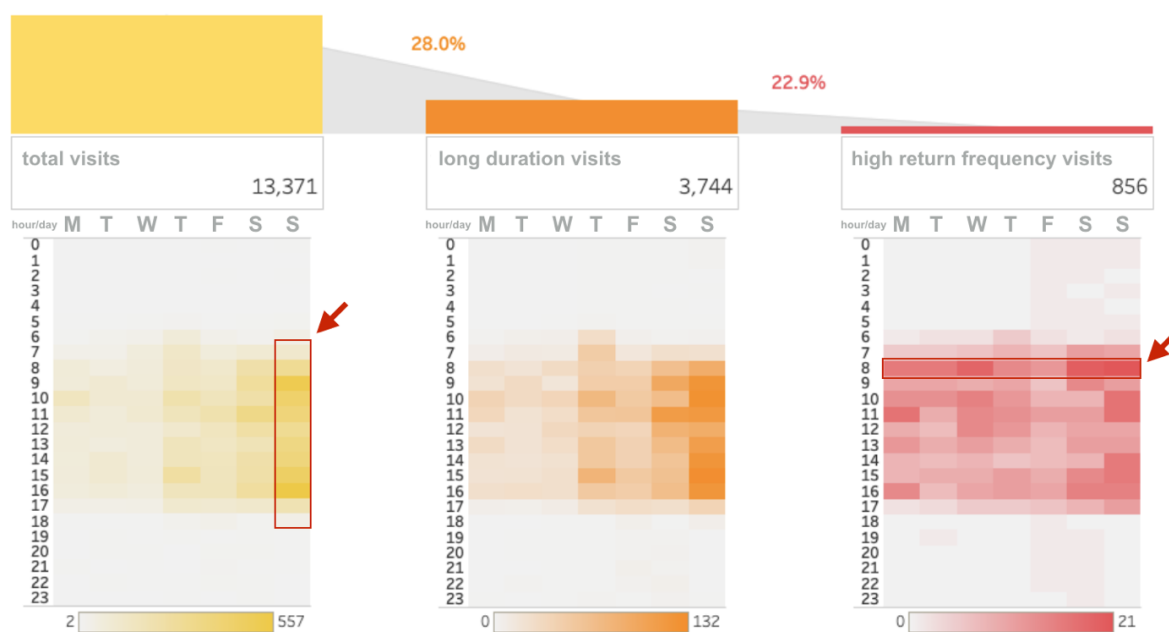


圖 5 每周監控遊客結構儀表板

圖 5 提供了總訪次、深訪訪次和常客訪次的基本比例視圖。例如，我們可以看到總訪次的 28% 屬於深訪訪次，而 22.9% 的深訪訪次屬於常客訪次。對於遊憩區管理，可以基於圖 5 提供的知識建立有效的行銷策略，以提高遊客的忠誠度。圖 5 的下部描繪了總訪次、深訪訪次和常客訪次的熱圖。我們可以清楚地看到星期日從上午 8 點到下午 5 點的總訪次最高；而對於那些常客訪次，儘管常客在一周中沒有特殊偏愛某一天到訪，但他們通常在每天上午 8 點鐘到訪。

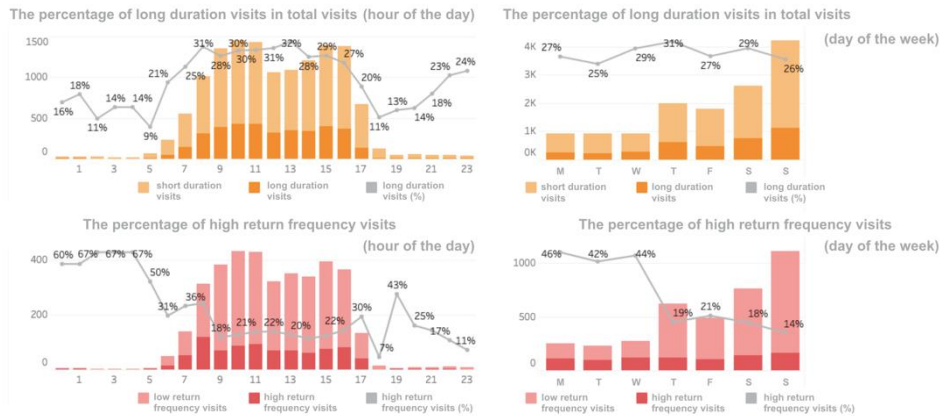


圖 6 監測不同訪問類型的實際組成儀表板

圖 6 提供了從圖 5 擴展而來的更多遊客結構信息。由於我們用 Wi-Fi 信號追蹤遊客計數與傳統的計數設備相比，因此該系統能夠更準確的提供每種造訪類型和遊客組成的造訪計數結構體。圖 5 和圖 6 則為遊憩區管理者提供了解遊客結構的見解，以便他們可以決定未來的行銷策略應集中在開發新遊客，抑或加強與高再訪遊客的互動。

5. 結論與討論

在本文中，我們提出了一個通過遊客位置數據分析遊客結構的框架。我們利用 Wi-Fi 信號來追蹤遊客行動裝置被雜湊後的 MAC 地址(hashed MAC address)而不是使用傳統的計數設備。由於 MAC 地址的獨特性，我們的框架能夠以更精細的粒度(granularity)和高準確度描述遊客結構，以進行統計估計。儘管通過 Wi-Fi 信號收集數據的方式仍然存在一些侷限性；例如，遊客的手機設備由於其較長的探測間隔而無法將信號發送到任何探針，或者由於人體的屏蔽作用，探針可能無法追蹤。這些技術問題導致即使每個遊客已攜帶手機卻無法準確追蹤每個遊客。但是我們可以透過在已規劃路線上安裝多個掃描器，並在分析階段過濾掉異常的設備記錄來減少上述問題。

最後，我們還為遊憩區管理者展示幾個儀表板，以即時發現關鍵的見解。我們相信，各種應用程序都可以在此框架上獲得這些結果。例如，我們可以通過頻繁的路徑發現遊客人流的模式，或者將遊客的活動軌跡與社會關係聯繫起來，並通過機器學習來預測遊客的行為。未來，我們將基於對手機使用數據的實證研究 (Chou et al, 2018)，努力通過收集的 Wi-Fi 探測數據探索人群的流動性進行旅遊管理，更進一步利用社區檢測來區分不同的遊客聚會規模，俾掌握遊客的移動方式和行為 (Zhao et al, 2018)。

三、研究報告：未知領域—重新想像新時代的觀光業

本屆中心議題為「未知領域—重新想像新時代的觀光業 (Uncharted Territory: Reimagining Tourism for a New Era)」，重點是重新思考 COVID-19 疫後觀光業更永續及公平的未來。研討會包含以下主題：「再生經濟和氣候變遷」(The Regenerative Economy and Climate Change)、「重塑觀光業就業及供應」(Reimagining Tourism Employment and Supply)、「重新衡量觀光業之成功」(Remeasuring Success in Tourism)、「以人為本的觀光」(People-Centered Tourism)、「數據密集型研究」(Data-Intensive Research)、「COVID-19 學習及復甦」(COVID-19 Lessons and Recovery)及「觀光、幸福、健康和保健」(Tourism, Happiness, Health, and Wellness)。本次報告以疫後運用「虛擬旅遊能否幫助觀光業自 COVID-19 復甦？」及「目的地承載能力估算:大數據方法」進行說明。

(一) 虛擬旅遊(virtual tourism)能否幫助觀光業自 COVID-19 復甦? (Can virtual tourism aid in the recovery of tourism industry in the COVID-19 pandemic?)

本文由美國亞利桑那州立大學社區資源與發展學院的助理教授所發表，其致力於亞利桑那州立大學與海南大學的旅遊合作項目。該文指出 COVID-19 疫情對全球旅遊業產生了巨大影響。旅遊部門可以利用新興技術（例如虛擬旅遊）來因應挑戰。本研究旨在探討虛擬旅遊如何幫助旅遊業復甦。作者透過混合方法進行來探索，研究結果表明，虛擬旅遊的使用可以部分地通過計劃行為理論來解釋。而且，虛擬旅遊對人們到目的地旅遊選擇有很強的影響力，可以作為一種有效的行銷工具。虛擬旅遊也可以是一種娛樂活動，無需實際到達目的地即可帶來沉浸式體驗，從而加強居家防疫安全，即使在疫情平穩後，人們仍具有出於各種目的使用虛擬旅遊的意願。報告詳細如下：

1. 簡介

COVID-19 疫情對中國及全球觀光產業造成嚴重影響，世界觀光組織(UNWTO)指出 2020 年 1-8 月份國際入境旅客減少 70%，大約損失 7,300 億美元出口收入，並使數百萬個職缺及企業遭受危機。在缺乏有效疫苗的情況下，多數國家主要採取隔離、旅遊限制令、關閉學校及工作場所、取消活動等非藥物介入措施(Nonpharmaceutical Interventions, NPIs)以遏制病毒擴散。政府透過這些措施要求居民待在家中並減少非必要旅行，因此本研究認為虛擬旅遊有極大潛力能幫助觀光業復甦，因為居民在居家避免外出時期旅遊的唯一途徑即是「虛擬旅遊」。

虛擬實境(Virtual reality, VR)及擴增實境(Augmented reality, AR)等科技之進步給觀光業帶來新機會。本研究採用之虛擬旅遊(或稱「雲旅遊」)為較廣泛定義,包含 VR、AR、線上直播及觀光串流媒體。其中 AR 需在旅遊目的地藉由電腦製成影像投影至目的地現場,藉以使遊客沉浸在全新環境中,此特性在疫情期間遊客無法親臨目的地現場,因此本研究之虛擬旅遊不包含 AR 技術。VR 定義是電腦製成之 3D 環境,遊客可導引並與之互動,達到即時模擬用戶五感體驗。近年 VR 結合真實世界的球面全景 360 度圖像和視頻拼接在一起以創建 360 度全景視圖,使用者可在虛擬中移動獲得逼真感。一般大眾可使用智慧型手機、電腦、電視或 VR 頭戴式裝置等設備,藉由線上 app 等在家即可享受 VR 體驗。此外中國大部分的旅遊直播沒有 3D 虛擬環境不屬於 VR 技術,但中國在疫情期間許多目的地、旅遊商和個人興起在抖音等平台發布旅遊直播,因此本研究將旅遊直播納入虛擬旅遊項目。

本研究採用計劃行為理論(Theory of planned behavior)了解受訪者在疫情期間對虛擬旅遊之行為和接受度。計劃行為理論提出,個人在進行特定行為的意圖與三個因素相關:對行為的態度、主觀規範及知覺到的行為控制。本研究結合量化調查(N=1,288)和質性訪談(N=30),旨在調查影響中國疫情期間大眾使用虛擬旅遊的行為或可接受因素及制約因素,並為首次嘗試探討虛擬旅遊如何透過混合研究方法幫疫情期間和疫後之觀光業復甦。

2.研究方法

1.1 資料蒐集

本研究同時採線上問卷調查及質性訪談法,於 2020 年 4 月 29 日至 5 月 19 日期間在中國收回 1,288 份線上調查問卷,同時於 4 月 29 日至 8 月 10 日期間進行 30 次訪談,每次訪談平均 30 分鐘。由五位研究團隊成員制定訪綱,內容包括對虛擬旅遊的識別、知覺及理解。

本研究以北京故宮博物院(以下稱故宮)為標的,受訪者需比較「旅遊直播」與「360 虛擬旅遊」的使用者體驗,並討論此體驗對受訪者疫後實地造訪故宮之意願影響。研究團隊在訪談過程先以智慧型手機播放 5 分鐘的故宮旅遊直播影片,之後請受訪者用智慧型手機操作故宮的 360 線上虛擬旅遊 app,以瀏覽故宮各處景點。受訪者需回答偏好用虛擬旅遊方式遊訪文化遺產型景點(如故宮)或自然型景點(如九寨溝國家公園),及受訪者在疫後是否仍願使用虛擬旅遊。

1.2 統計分析

本研究使用二元邏輯式迴歸找出使用虛擬旅遊的影響因素。應變量為是否使用過虛擬旅遊，自變量包括對虛擬旅遊的態度，包括替代功能、娛樂功能、社會規範、感知行為控制、意識、旅行願望，瀏覽旅遊目的地圖片、視頻、網站的頻率以及使用虛擬旅遊之意願。性別、年齡、收入和教育水準作為共變量。

3.結果

在本次研究之前有 57% 受訪者聽過網路直播旅遊、360 虛擬旅遊、3D 虛擬實境眼鏡等虛擬旅遊項目，30% 受訪者在疫情期間曾使用虛擬科技體驗旅遊目的地。多數對虛擬旅遊持正面態度，62% 受訪者認同因個人保護需要，虛擬旅遊是好的現地旅遊替代方式，69% 受訪者強烈同意虛擬旅遊能使人放鬆成為新的娛樂方式。

在受訪者使用虛擬旅遊體驗目的地之類型中，博物館最受歡迎(60.5%)，歷史景點及自然景觀次之。多數受訪者(67%)表示虛擬旅遊較適合文化景觀，因為自然類型的景觀較適合在不同時間季節親臨現地呼吸新鮮空氣，而文化類型景觀的參觀目的主要是學習知識。

本研究之邏輯迴歸模型顯示計畫行為理論的三項結構：對虛擬旅遊之態度(如虛擬旅遊是新形式的放鬆娛樂)、社會規範及知覺行為控制，與虛擬旅遊的使用呈正相關。此外曾聽過虛擬旅遊、經常瀏覽旅遊目的地圖片、影片及網站及願意使用虛擬旅遊的受訪者，其使用虛擬旅遊可能性較高。至於不使用虛擬旅遊的受訪者其主要障礙是不熟悉、不知道虛擬旅遊，此與邏輯迴歸模型結果相符，當受訪者聽過虛擬旅遊其使用可能性較高，部分質性受訪者表示應多向大眾宣傳虛擬旅遊。

在比較「旅遊直播」和「360 虛擬旅遊」之用戶體驗時，約 53% 受訪者表示較喜歡 360 虛擬旅遊，另 47% 受訪者則較偏好旅遊直播。在談到 360 虛擬旅遊之優勢，過半（60%）受訪者表示 360 虛擬旅遊有高度靈活及自主性，用戶可以選擇何時使用、能靈活改變視角，並選擇自己感興趣的景點。而直播的優勢也有過半（53%）受訪者表示導覽員的解說非常耐人尋味、生動，故事解說能將目的地的文化歷史展現的更佳。

受訪者對於曾透過虛擬科技瀏覽過的旅遊目的地，在疫情結束後多數受訪者（84.8%，n=382）表示會選擇其中一個目的地實際走訪。約 61% 受訪者表示虛擬旅遊之體驗會對他們選擇旅遊目的地實際走訪產生非常強烈影響。使用意願方面，約

半數受訪者（49%）願意在疫後使用虛擬旅遊。另外詢問受訪者疫情結束後仍否願意使用虛擬旅遊，約 90% 受訪者表示願意，原因主要有：虛擬旅遊可幫助遊客預先了解旅遊目的地並在出發前規劃行程（56%）；虛擬旅遊可節省時間金錢，遊客能抵達因某些限制（如時間、財務、距離、可達性等）而無法前往之目的地（52%）；虛擬旅遊是一種新體驗技術，可做為一種娛樂活動（15%）等。

4. 結論及討論

計劃行為理論能部分解釋虛擬旅遊之使用，虛擬旅遊顯示幫助觀光業復甦的巨大潛力。質性及量化研究結果皆顯示虛擬旅遊對人們選擇目的地進行現地旅遊有很大影響，並能激發人們現地參觀之慾望。虛擬旅遊可作為公司和政府推廣旅遊目的地的有效行銷工具。此外為幫助觀光經濟復甦，紀念品及相關產品的線上銷售可與直播和 360 虛擬旅遊結合。

博物館是虛擬旅遊受訪者最受歡迎的類型，對博物館有兩項優點：第一是虛擬旅遊非常適合在博物館展示展品，因為虛擬旅遊可以展示高品質 3D 視圖，並對藝術品能詳細描述而不會造成任何影響損壞。第二是在通風不良擁擠的室內區域（如博物館）中感染新冠病毒之風險較室外高得多，在封閉環境中傳播病毒的風險是露天環境的 18.7 倍（Nishiura 等，2020 年）。因此，在疫情期間，博物館或其他文化景觀，尤其是室內風景區應開始或持續將虛擬技術作為其產品和服務中不可或缺部分。

虛擬旅遊可以增強大眾的「虛擬可達性」，特別對行動不便的老年人和殘障者。多數受訪者提到虛擬旅遊可節省時間金錢，讓遊客能參觀某些因時間、財務、距離、可達性等障礙而到不了的景點。有兩位受訪者表示虛擬旅遊對無法或難以走出去的長輩及行動不便人士有幫助，可在虛擬旅遊中享受身臨其境的旅遊體驗。同時虛擬旅遊為貧困人口提供在自然景觀中欣賞風景，在人文景觀中學習文化歷史之寶貴機會。量化研究數據顯示虛擬旅遊的使用與收入無關，「經濟限制」是最小的障礙原因。

虛擬旅遊亦有助於減少新冠病毒之傳播，並透過加強居家令及非藥物介入(NPIs) 措施，為那些仍遭受疫情嚴重影響的國家遏制 COVID-19。量化及質性研究都顯示虛擬旅遊可成為一種新的娛樂活動，讓人們即使足不出戶仍可在旅遊目的地中放鬆和沈浸式體驗，無需直接親臨目的地或博物館。在一定程度上可降低人們外出旅遊之意願和可能性，從而加強居家秩序有助減少新冠病毒傳播。

虛擬旅遊產業顯現光明的前景，即使疫情結束、旅行限制令取消之後，人們仍有使用虛擬旅遊的意願。約 90% 受訪者表示疫情結束後仍願意使用虛擬旅遊，主因

是能提前了解旅遊目的地並在出發前規劃行程，參觀受時間、資金、距離、可達性等限制而無法到的旅遊目的地，體驗新科技且成為放鬆身心的娛樂活動。虛擬旅遊可為潛在遊客提供「先試後買」體驗及目的地先睹為快。

(二)目的地承載能力估算:大數據方法(Estimating Destination Carrying Capacity: The Big Data approach Introduction)

波札諾自由大學 (Free University of Bozen-Bolzano)的三位學者發表了運用訂房平台的大數據資料來源，估算目的地承載力的論文。在本研究中，作者提出了一種基於遊客在 TripAdvisor 上評論的情感分析的需求側目的地承載能力度量方法。

本文運用情緒分析技術，構建了積極和消極情緒的指標。然後將該指數回歸到 2013 年 1 月至 2019 年 12 月分析期間柏林城市的旅遊強度。這項研究採用了 NRC 情緒詞典，其中包括一組單詞，以及它們與八種基本情緒(憤怒、恐懼、期待、信任、驚訝、悲傷、喜悅、厭惡)和兩種情緒(消極、積極)的聯繫。而這種方法通常用於分析特定情況下的公眾情緒(例如:流行病情況:Aslam et al., 2020;政治選舉:法博拉和塔庫爾，2019;線上產品評論:Bose et al., 2020)，其在旅遊領域的應用出現了新情況。本研究對目的地柏林進行了調查。

研究的結果表明，目的地可以使用情緒指數來衡量目的地的承載能力。分析表示積極的情緒，包括期待、喜悅、驚訝、信任，會抵制日益增長的擁擠感知。此外，積極情緒指數表明，柏林的遊客需要一定的人群才能充分享受目的地。

一方面，這一結果可能代表著，柏林遊客通過 TripAdvisor 瞭解了目的地，形成了一種對人群的期望。因此，他們的積極情緒不會受到人群的傷害，因為他們期待找到它，並準備好面對它。另一方面，這些發現可以證明，隨著時間的推移，目的地更大的人群會吸引喜歡人群的遊客。因此，大規模目的地的演變可能正在發生。憤怒、厭惡、恐懼和悲傷等負面情緒似乎遵循不同的模式。負指數在旅遊強度較低時達到最小值，並隨著居民人均旅遊夜數的增加而急劇增加。這一證據強調了目的地過度擁擠對遊客體驗的負面影響。

目的地管理人員應仔細考慮本研究的影響。雖然積極指數的分析表明了對形勢的樂觀看法，但消極指數的模式提出了值得認真對待的警告信號。柏林的負增長指數在過去幾年快速增長。2019 年 4 - 10 月期間旅遊強度高的負指標值超過了 7 個月以來旅遊強度最低的負指標值。這表明，在目的地發展現狀下，旅遊強度已達到不可接受的水準，如果不進行干預，進一步增長可能會損害目的地形象。

目標管理者需要瞭解這種消極情緒的來源。例如，TripAdvisor 上的相同評論可以通過文本分析進行分析，將投訴最頻繁的主題和受投訴影響最大的遊客細分。根據這些資訊，可以對干預的類型作出明智的決定。最後，在文獻中首次對需求側和供給側的承載力進行了比較。結果表明，居民和遊客的承載能力相似。居民的承載能力表明，與遊客的容忍水準相比，他們對遊客群體的接受程度較低。

該方法提供了一個更客觀的衡量遊客情緒的方法。遊客寫評論是為了分享他們在目的地的經歷，而不是為了理解他們的行為而回答專門設計的問題。我們相信，本研究中發展的方法將有助於推動過度旅遊領域的學術研究，更重要的是，目的地管理。該方法的實現為許多應用打開了大門，包括面對不同目的地的承載能力和研究它們隨時間的演變。

參、心得及建議

一、善用科技改變觀光行銷做法

今年度年會以「未知領域：新時代的旅遊業重新構想」，重視 COVID-19 疫情後旅遊業如何永續發展的未來。本報告中分享的虛擬旅遊為疫情中減少接觸但仍能有效行銷旅遊目的地的最佳方式。該報告提出虛擬旅遊的優點，第一，可先試後買，旅客可先藉由虛擬旅遊，身歷其境，感受旅遊目的地的實景現況，再決定是否出遊。第二，由於可隨時隨地體驗，因減少外出，可減少病毒感染機會。第三，運用虛擬旅遊無經濟負擔。第四，為多元行銷通路之一，可供公部門及觀光產業行銷運用。第五，可增加公眾的虛擬可達性，特別是針對老人、身障人士等，可以節省時間和金錢，可解決遊客因受限於時間、資金、距離及可達性等而無法前往的景點的問題。第六，可以幫助旅客提前了解旅遊目的地及有助規劃行程，豐富其遊程之深度及廣度。相關建議極具參採價值。

本局因應觀光數位科技新體驗時代來臨，為滿足旅客對旅遊實境體驗需求，配合不同主題旅遊年的推動，推出 360 度全景影片，已完成小鎮漫遊，脊梁山脈，文化，夜景，生態，海洋，慢城，樂活，玩樂，彩遊等系列影片。110 年也配合 2021 自行車旅遊年，更拍攝愛相隨、勇者之路等自行車實景 3D 全景 VR 影片，讓國內外遊客騎乘前能先一窺臺灣自行車道的 360 度全景美麗風光，尤其在疫情期間，更提供宅在家認真做好防疫的你也能體驗環騎臺灣的樂趣。影片除中文外已完成英文版，供外籍旅客體驗。下半年預計還會露出另外三支自行車主題的 360 度 VR 影片，分

別為以療癒慢活為主題，穿越一幕幕大地美景的「慢遊篇」、以環騎臺灣一周為特色之「環島一號線」影片及預定與健身中心合作宣傳之「舊草嶺環狀線自行車道」影片，讓民眾於疫情緩和後，到健身中心騎乘健身自行車的同時，可以隨著自行車道的坡度變化改變速度快慢及力度，體驗身歷其境的感覺，創造自行車 VR 實境體驗新境界。

同時，本局已於 110 年 9 月 1 日已啟用線上台灣館，突破疫情、時間、空間的限制，運用數位科技建置【Time for Taiwan 線上台灣館】，匯集精彩多元的台灣主題旅遊和影片介紹、觀光圈、國家風景區及各地區的觀光景點和遊程，以及食宿遊購行等各類的產品，提供全世界的旅客和旅遊業者一個最快速、最方便、最完整的台灣旅遊資訊平台。也藉由線上台灣館，讓因疫情無法親自赴國外參展的觀光相關業者及單位，在未來一年的展出期間到線上台灣館探索這座隱藏在亞洲的寶島秘境！館內推陳出新、豐富多元的精彩主題和活動，在後疫時代得以安心暢遊，讓世界旅人再次踏上旅程的首選之地。

二、善用數據分析洞察遊客行為

今年因應疫情，對於旅客行為調查方法，各國均有所調整。減少面訪，運用大數據的方式來蒐集旅客的旅遊行為，為學界及產業積極探討的重要方法之一。本次研究討論不少論文分析 Covid-19 對旅遊造成的影響，其中並有透過線上訂房平台的留言進行大數據分析，以洞察遊客對旅遊目的地的承載力情況進行分析。目前本局為因應數位化時代來臨，並精進傳統問卷調查，運用行動裝置以電信大數據洞察遊客動向及輪廓，據以推估國人國內旅遊、來臺旅客及 13 個管理處遊客動向及成長趨勢，以做為各項政策推動瞭解效益之參考依據。

由於運用電信大數據估算國旅旅次及旅客人天次、人天數等數據，與傳統問卷調查方法及基準不盡相同，各有其研究限制；傳統問卷調查可了解消費預估其旅遊決策、滿意度及產值深度分析，而大數據可以了解其廣度，以及趨勢人流軌跡，在運用上可與傳統調查互補其不足之處。茲就電信大數據與每年辦理的「臺灣旅遊狀況調查」相關比較如下表。

表 4 「國旅問卷調查」與「電信大數據」比較

項目	國旅問卷調查	電信大數據
調查方式	結構式問卷，以電話抽樣調查 12 歲以上受訪者之回憶國旅經驗。	依電信用戶行動裝置之電信訊號位置數據。
定義	旅次：依受訪者回想認定國內旅遊估算旅次。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 旅次：電信用戶旅遊的次數，以全臺為單位，每人連續出遊 1 天以上只計算為 1 次旅次，不分區域別或縣市別，且回推母體 12 歲以上之旅客估算。 2. 人天次：每天旅遊人次，以縣市為單位，每人到訪單一縣市每天只計算 1 次，當日到訪不同縣市則分別計入該縣市人天次，且回推母體 12 歲以上之旅客估算，多天會計算多次。 3. 人天數：電信用戶於當日旅遊時段 (8:00-23:59) 停留於全台各類型旅遊景點區域內單日累積時數達 2 小時以上，且回推母體 12 歲以上之旅客估算，及非屬於上班、地緣、居住區域之時數累加除以 16。
調查內容	計算受訪者之出遊次數、旅遊同伴、消費支出、旅客行為及動向、旅遊考慮因素、安排方式、住宿類別、資訊來源、旅遊偏好及服務滿意度、觀感意見等。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握每日電信用戶的移動數據，可細分前往各區域、縣市、行政區及據點等，並以不同期間分段分析。 2. 依電信移動軌跡，可在相同的旅遊指標定義下客觀洞悉國人旅遊與過夜行為，包括旅次、人天次、人天數、旅遊頻率、旅遊天數、旅遊時數、過夜頻率、過夜數。 3. 無法探知用戶觀感意見。
優點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可對各年齡層、婚姻狀況、工作別、個人月收入、消費結構等類別交叉分析。 2. 瞭解受訪者之觀感意見，分析內容可針對已從事旅遊者做深度分析。 3. 問卷調查之內容與國際接 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電信大數據可節省調查人力成本，即時取得資料。 2. 避免因受訪者主觀認定而有相同的旅遊行為卻有不同的認知答覆。 3. 避免過往電訪民眾可能因受訪時間過久與重複受訪導致受訪意願降低或答題詳細度降低，電信大數據可

項目	國旅問卷調查	電信大數據
	軌，數據定期提供 UNWTO、WEF 等國際組織參考。	補國旅調查分析結果，以更瞭解洞悉國人真實的旅遊輪廓。 4. 提供更精緻的數據供政策分析參考，對於旅客移動軌跡及人流樣態可補國旅調查案的不足。
限制	依受訪民眾回憶旅遊經驗，爰無法詳細提供完整旅遊。	電信用戶行動裝置 sim 卡之登記用戶若非實際用戶，性別、年齡等資料可能偏誤。
出遊次數、頻率	✓ 受訪者主觀回憶。	✓ 遊客移動軌跡為電信用戶行動位置數據，可掌握時間序列及旅次鏈。
旅客動向	✓	✓
住宿資料及類別	✓ 可得知受訪者住宿資料。	— 僅能得知電信用戶夜間停留地點。
旅遊資訊來源	✓	—
旅遊偏好	✓	—
受訪者基本資料	✓ 主要以調查旅客出遊次數、消費支出、旅客行為及動向、旅遊考慮因素、安排方式、住宿類別、資訊來源、遊憩偏好，以及服務滿意度、觀感意見等，可對各年齡層、婚姻狀況、工作別、個人月收入等做各類交叉分析。	— 電信用戶行動裝置 sim 卡之登記用戶可能非實際用戶。
旅遊支出及品項	✓	—
旅遊同伴資訊	✓	—

另外，在本局觀光前瞻建設「國家風景區熱門據點人車流及旅遊服務數位化」一案中，也於本年度啟動各管理處推動各景區人車流數據串流資料，未來由各管理處於主要遊憩據點架設即時影像設備，並可透過 CMS、電子看板及訊息推播等方式，提供民眾即時景區資訊。各項計畫推動時除以內部管理層面考量外，同時納入外部民眾端需求，可介接取得景區各面向開放資料(例：氣象、水情、潮汐等)，儘可能提供民眾透明化資訊服務。各管理處考量建置即時影像地點時，除辨識及計算人、車潮功能外，如亦於網路提供民眾即時觀看者，可將地區特色活動、生態、文化歷史等元素納入考量，期能運用數位科技，提升各項服務品質之參考。

三、運用專文發表積極在國際觀光組織發聲

我國參加 TTRA 年會已有多年基礎，每年除派員參加與會，獲取最新國際觀光發展之重要資訊，也透過研討會的發表中，探析國際對觀光領域研究的重要趨勢，這二年受新冠疫情影響，旅遊需求及觀光市場發生重大改變，相關研究主題也著重疫情對觀光發展的影響、相關數位科技發展技術應用於觀光行銷或觀光統計上，甚有參考價值。建議未來能多運用參與年會機會，適時將本局重要觀光發展作為向國際觀光組織發聲，建立起我國在觀光研究與發展上的重要地位，透過專業研究的方式向國際觀光專業人士進行無聲的觀光行銷，不失為疫後觀光行銷轉型且不用大筆預算並能將相關成果做最佳展示的做法之一。

肆、附件

一、Location-based Data Analysis of Visitor Structure for Recreational Area Management

University of Massachusetts Amherst

ScholarWorks@UMass Amherst

Travel and Tourism Research Association: Advancing Tourism Research Globally

Location-based Data Analysis of Visitor Structure for Recreational Area Management

Author #1

Author #2

Follow this and additional works at: <https://scholarworks.umass.edu/ttra>

Location-based Data Analysis of Visitor Structure for Recreational Area Management

Abstract

The case study presents a location-based data analysis framework for profiling visitor structure. In terms of recreational area management, understanding visitor structure is important. Traditionally, visitors monitoring with automatic counting devices has drawbacks of inaccurate visitors counting. In the case study, compared to automatic counting devices, we use Wi-Fi tracking as the main method to count visitors, which provides a fairly precise picture of visitor structure. Moreover, we deliver rich analytic functions in this framework and present the functionality with visitor data collected from the Guanyinshan Visitor Center. This framework not only standardizes visitor counting process but also facilitates a profound analysis of visitor structure.

Key Words: The Guanyinshan Visitor Center, Wi-Fi probe sensor, Media Access Control (MAC) address

Introduction

Knowing visitor structure has long been regarded as an essential component for recreational area management. To uncover the veil of visitor structure, visitor monitoring is a commonly used approach, and the information on visitor number is one of the most fundamental statistical metrics to evaluate the health of recreational areas. For many recreational area managers, visitor number is a main KPI for forming strategic and operational decisions, such as approving for visitor facility, conducting research on the trend of visitor preferences, and establishing SOP for visitor services. Thus, undoubtedly, making a reliable decision heavily relies on the accurate information of visitor numbers. Therefore, in order to achieve better decision quality, to standardize a systematic visitor monitoring scheme is indispensable.

Visitor monitoring evolution has been widely discussed in (Cessford et al., 2002; Muhar et al., 2002). As human counting is very labor-intensive, automatic counting devices are often regarded as a superb replacement. The important concept is that a systematic visitor monitoring is not simply grouping a collection of counting devices, but organizing these counting methods with a well-designed storage backend and various analytic features. Furthermore, standardizing measurements in different recreation zones is the key to provide objective judgements. If the

visitor monitoring is established in traditional ad-hoc basis, not only the derived visitor number is inaccurate, but also huge installation cost is generated. For example, photoelectric counter, a light barrier device often used to count visitors when visitors pass the infrared sensors, is considering as an efficient counting device with low energy consumption. However, photoelectric counter is prone to misjudge the visitor number because the counting signal can be triggered by wildlife as well. In addition, it is impossible to infer the number of distinct visitors, so the visitor number tends to be inflated if a visitor is passed through these sensors multiple times or visitors walk in groups. From the view of visitor structure analysis, sample data without representativeness cannot be conducted with effective inferences, and the worst case is if the management decision is established based on the incorrect analysis, huge economic loss may be generated.

To overcome the aforementioned problems of traditional counting devices, Wi-Fi signals has been considered as a promising substitution to count visitors (Dionisio et al., 2016). Because most portable electronics devices use a unique Media Access Control (MAC) address to connect to public Wi-Fi spots, the MAC address turns into a suitable solution to avoid repeating calculation on visitor number.

In this project, we propose a location-based data analysis framework for recreational area management. By leveraging Wi-Fi signals as our main visitor counting scheme, we have the ability to eliminate duplicate counting and to standardize the counting procedure in different recreation areas. We believe most visitors nowadays usually use their own mobile devices, the number of MAC addresses within a given area will picture a fairly precise view of how many visitors are present at that recreational location. On top of the reliable visitor data source (location-based data), we provide rich analytic dashboards to profile visitor structure. The case study presents analytic dashboards with data collecting from the Guanyinshan Visitor Center. The future goal of this framework is to play as a foundation for various application extensions, such as visitor flow analysis and travel routes recommendation.

Literature Review

In this section, we first summarize related works of different visitor counting methods. Then, we focus on Wi-Fi based visitor monitoring to discuss possible applications and privacy issues.

2.1 Visitor counting methods

As conventional visitor counting consumes large amount of manpower resources, there are numerous ways of monitoring visitor counts from devices widely adopted, including image-

based, photoelectric, Wi-Fi and Bluetooth based methods. Table 1 summarizes the pros and cons of different visitor counting methods.

While video counting is mainly applied in the field of surveillance, several studies were conducted on visitor counting (Ashkanani et al., 2015; Lefloch et al., 2008). However, these methods have inherent drawbacks. First, the coverage is limited, leading many blind areas to the monitoring. Second, the video counting results in degraded visual quality in certain scenarios such as insufficient lighting conditions and occlusions. Furthermore, using video counting raises privacy concerns. Photoelectric counting uses devices equipped with infrared sensors. For common scenarios, vendors usually install the sensors at the entrances to perform visitor counting (Arnberger & Brandenburg, 2002). When a person crosses the infrared beam, the counter is increased. It is widely used for visitor counting due to easy deployment. However, the sensor may underestimate visitor counts due to slow reading rate for crowded visitors. Besides, counts may be inaccurate in the case of getting in and out from the same person.

For wireless tracking methods, multiple threads of research leveraged Wi-Fi tracking and Bluetooth tracking (Antonioni & Lepouras, 2005; Kurkcu & Ozbay, 2017; Yoshimura et al., 2014) to detect visitors and estimate crowd density since both are ubiquitous technologies in human daily circumstances. Specifically, Wi-Fi based visitor counting can be divided into active and passive tracking (Scheuner et al., 2016). Active Wi-Fi tracking entails participants installing a specific software on their smartphones in order to perform people counting and additional analysis (Emery & Denko, 2007; Vinh et al., 2013). For passive Wi-Fi tracking, sensors receive Wi-Fi signals along with data packet to infer the number of visits. Several techniques are employed such as received signal strength indicator (RSSI), fingerprinting, probe request, and CSI (Putra, 2016). Since we adopt Wi-Fi probe sensor to count visitors in this project, we concentrate on the corresponding privacy issues and applications in the following.

Type	Advantages	Disadvantages
Manual counting	Well-trained operators can accurately count visitors within a short period of time.	It is labor-intensive, highly costly and prone to human error since human labors have limited attention span.
Photoelectric counting	Easy to deploy and low cost.	Visitor numbers may be inflated due to duplicate counts from the same person and cannot derive accurate counts in crowded conditions.
Video counting	Reach high accuracy with	Video counting suffers from

	computer vision algorithms such as segmentation.	limited coverage and privacy issues. Also, it does not operate well under insufficient lighting conditions and occlusions.
Wi-Fi based counting	High coverage and can reduce cost with lower number of sensors required.	Only Wi-Fi enabled devices can emit Wi-Fi probe requests with MAC address.
Bluetooth based counting	Robust, low power, and low cost.	Sensors can only detect Bluetooth enabled and discoverable devices.

Table 1. Summary of different visitor counting techniques

2.2 Visitor counting in recreational areas

For recreational area management, Muhar et al. provided an overview of visitor structure monitoring in recreational areas (Muhar et al., 2002). Other works discussed visitor management using national parks as case studies (Arnberger & Brandenburg, 2002; Gätje et al., 2002; McVetty, 2002). As for the corresponding applications, Schägner et al. devised a standardized reporting template for visitor counting studies and recreational visitor data sharing via a website for recreation monitoring (Schägner et al., 2017). Bielański et al. presented the application of GPS tracking for activity monitoring and can be practically used to improve visitor management strategies (Bielański et al., 2018). Also, visitor counting and flow can be analyzed using GIS tools to assist recreation planners and managers (Hinterberger et al., 2002).

2.3 Applications of passive Wi-Fi tracking

In terms of passive Wi-Fi tracking, many studies utilized the technique to tackle different problems. Some of them aimed at crowd counting while others specifically focused on pedestrian monitoring. Furthermore, there is widespread interest in human movement patterns such as frequent paths. Several researches aimed to understand social relationships of individuals and even some related works leveraged data mining and machine learning algorithms such as clustering and matrix factorization to further detect visitor groups. We list various applications and related studies in Table 2.

Applications	Studies
--------------	---------

Crowd counting	(Bonne et al., 2013; Dionisio et al., 2016; Hong et al., 2018; Li et al., 2015; Vattapparamban et al., 2016; Weppner et al., 2016)
Pedestrian monitoring	(Kjærgaard et al., 2013; Kjaergaard et al., 2012; Kurkcu & Ozbay, 2017)
Human mobility	(Basalamah, 2016; Chon et al., 2014; Nunes et al., 2017; Traunmueller et al., 2018; Zhang et al., 2012; Zhou et al., 2018)
Social relationship	(Barbera et al., 2013; Hong et al., 2016; Wang et al., 2017)
Group detection	(Namiot, 2014; Shen et al., 2019)

Table 2. Summary of Wi-Fi tracking applications literature review

2.4 Privacy

Another line of research is concerned with privacy issues of using Wi-Fi based tracking. (Freudiger, 2015) showed that Wi-Fi probe requests are faced with the challenge of privacy threats and then summarized various attacks. Authors in (Kropeit, 2015) devised threat detection mechanism against the attack to mitigate the impact. Besides, according to (Han, Wang, & Pei, 2018), device manufacturers have implemented MAC address randomization in order to prevent users from identifying their traffic or physical location. However, with their own variants of MAC address randomization, real MAC address may be disclosed in certain circumstances (Martin et al., 2017; Vanhoef et al., 2016).

Methodology

In this pilot project, we aim to estimate the number of visitors in a particular area for each period and learn their behavior by tracking their visit frequency and duration. Because Wi-Fi is a cheaper and faster way to surf the internet, people who carries his/her personal mobile devices prefer to use Wi-Fi network instead of cellular network. We leveraged Wi-Fi sensors to capture the Wi-Fi probe signals generated by visitors' smartphones for the estimation and tracking analysis. According to IEEE 802.11, Wi-Fi probe signal is designed to broadcast periodically by a Wi-Fi enabled smartphone to scan for available nearby Wi-Fi Access Points (APs). The Wi-Fi

probe signals (hereafter referred to as Wi-Fi probes) include the smartphones' MAC address such that an AP can respond and initiate a connection with the smartphones. The MAC address is a unique 12-character identifier (e.g., 0A:C0:D1:6E:81:0A) for a specific module of hardware, like the network adapter module in Wi-Fi devices. Since Wi-Fi probes are not encrypted, the Wi-Fi probe sensors can capture them without connecting to the smartphones. Note that the MAC address will be hashed and then store in the database for ensuring privacy compliance because each hashed MAC address cannot be directly associated with any personal information such as ID, real names, or phone numbers. The majority of people carry a mobile device whose Wi-Fi interface is enabled such that the count of unique MAC addresses tends to be proportional to the number of visitors. Therefore, we can estimate the number of visitors and track them to provide further analysis.

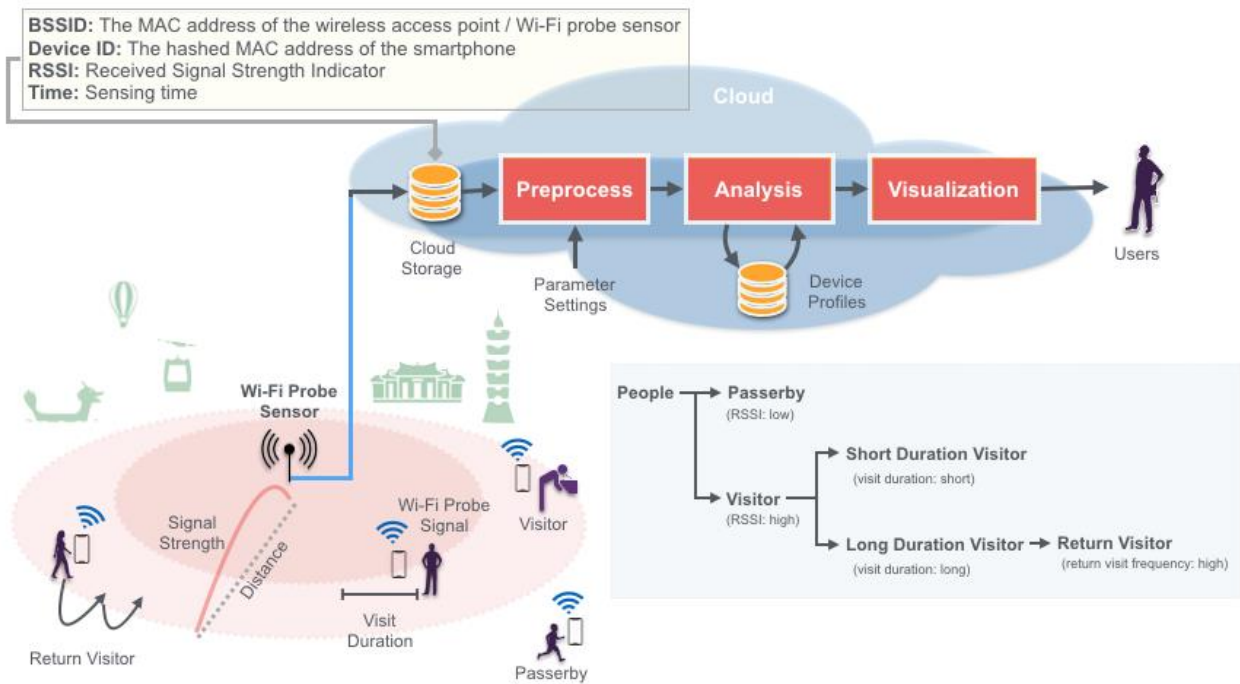


Figure 1. System Overview

An overview of our system is shown in Figure 1. The Wi-Fi probe sensor is set to capture probe signals. When Wi-Fi probe sensors capture probe signals, tuples of the BSSID, sensing time, RSSI, and the hashed MAC address are stored in the cloud for further processing. Wi-Fi probe signals can be captured even when the sender is several hundred meters away from the sensor.

Thus, in this project, we filtered out Wi-Fi probes with weak RSSI, so that we only collected data from close devices. Specifically, RSSI threshold can be derived for distance-based filtering. In addition, several metrics can be extracted, such as visit duration, and visit frequency. We can also identify the return visitors if a visitor had previously visited the place.

Finally, the interactive dashboards which show the visualization of analysis are provided to the users. Note that it is not necessary to install a specific application to collect data. Moreover, sensors are small and not expensive, so it is easy to install the sensing system in a new environment.

Results



Figure 2. The Guanyinshan map and the Guanyinshan Visitor Center where Wi-Fi probe sensors are installed.

In this section, we first introduce how we collect Wi-Fi probe data and then we demonstrate several analytic dashboards.

In this project, we collect probe request data from two Wi-Fi probe sensors installed at two sides of the entrance in the Guanyinshan Visitor Center located in New Taipei City to monitor visitors' activities from Oct. 1st to Dec. 31th in 2019. The received probes consist of multiple fields

including hashed MAC address, RSSI, and sensing time. Then, the corresponding arriving time, leaving time and visit durations can be derived from the original data. To further understand visitor trend, we aggregate unique hashed MAC addresses per Wi-Fi probe sensor and per hour.

In the location-based data analysis framework, we have designed several analytic dashboards for providing possible insight. We convert data collected from Wi-Fi probes installed in the Guanyinshan Visitor Center into several systematic and logical visual elements, and we designed four filtering functions for users to choose their interested components. In these dashboards, we provide metrics for different visitor characteristics.

- Visit: mobile device is detected by a Wi-Fi probe within 0 ~ 15 meters per hour.
- Short duration visit: the visit duration is between 1 ~ 299 secs.
- Long duration visit: the visit duration is longer than 299 secs.
- Low return frequency visits: the total number of visits of a visitor whose total number of long duration visits is less than 3 times in the past month.
- High return frequency visits: the total number of visits of a visitor whose total number of long duration visits is larger than or equal to 3 times in the past month.

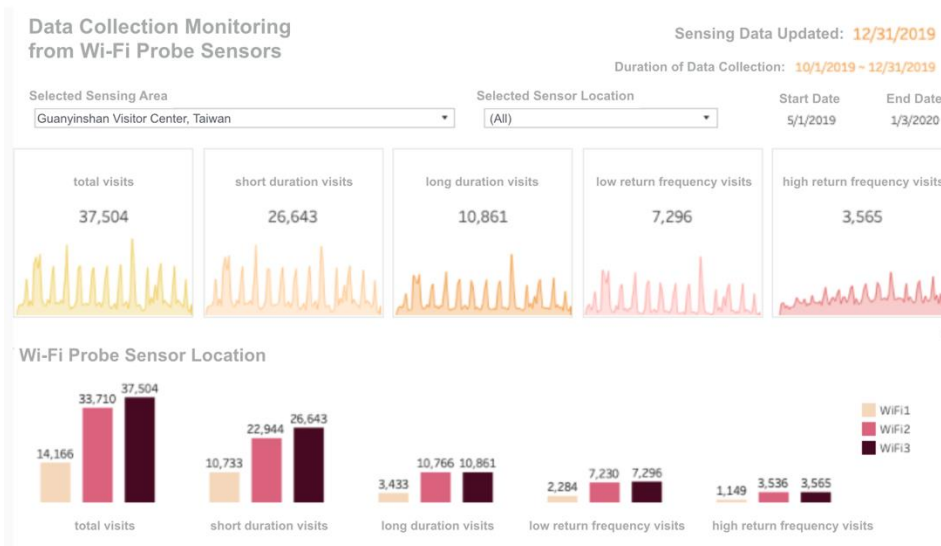


Figure 3. The dashboard of monitoring Wi-Fi probe data collection status.

Figure 3 presents four filtering conditions that can be used to select the most important data range and plot both time series patterns and histograms to the user. From the top-left, we can see selected sensing area, selected sensor location, start date and end date. The selected sensing area

represents the area that the Wi-Fi probes have been placed and the selected sensor location is the actual position that a Wi-Fi probe has been installed. For example, data plotted in Figure 3 was collected from the Guanyinshan Visitor Center, denoted in selected sensing area, and we have placed two Wi-Fi probes near the service counter, denoted as WiFi1 and WiFi2 in selected sensor location. Start date and end date represent the date range that user is interested in. For example, the probing data was collected from Oct. 1st to Dec. 31th in 2019; however, user may only want to know the details about the visitor trend from Oct. 1st to Oct 15th because of some special events. In this case, user can update start date and end date with his/her preferred data range and view the details.

For counting the basic number of visits and visitors, we provide time series graph and histogram for these characteristics:

- the number of total visits,
- the number of short duration visits,
- the number of long duration visits,
- the number of low return frequency visits,
- the number of high return frequency visits.

In Figure 3, the upper part depicts the time series trend and actual counts for these visit types, and the lower part further group the number of each visit type by sensor location.

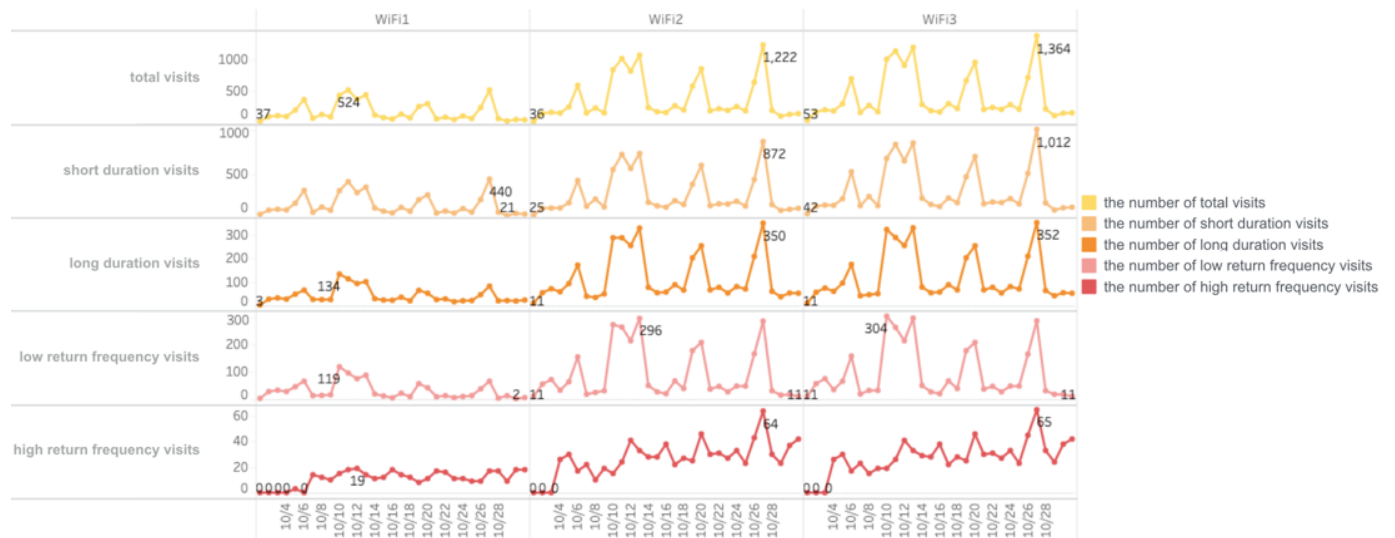


Figure 4. The dashboard of monitoring different type of visits trend in time-series.

Figure 4 is an extension view of Figure 3, which shows the time series pattern of each visit type with separated views of the sensor location. Figure 4 provides user a convenient view to compare

the visit trend. For example, we can see that weekend usually has higher number of visits. Further, a pick number of visits occurred on Oct. 27th. According to the Guanyinshan Visitor Center, they have two groups of visitors carried by four tour bus on Oct. 27th. From the view of recreation area managers, they can easily compare the visitor trend with events that they hosted before; moreover, they can compare whether similar events bring comparable economic benefits in different recreation area.

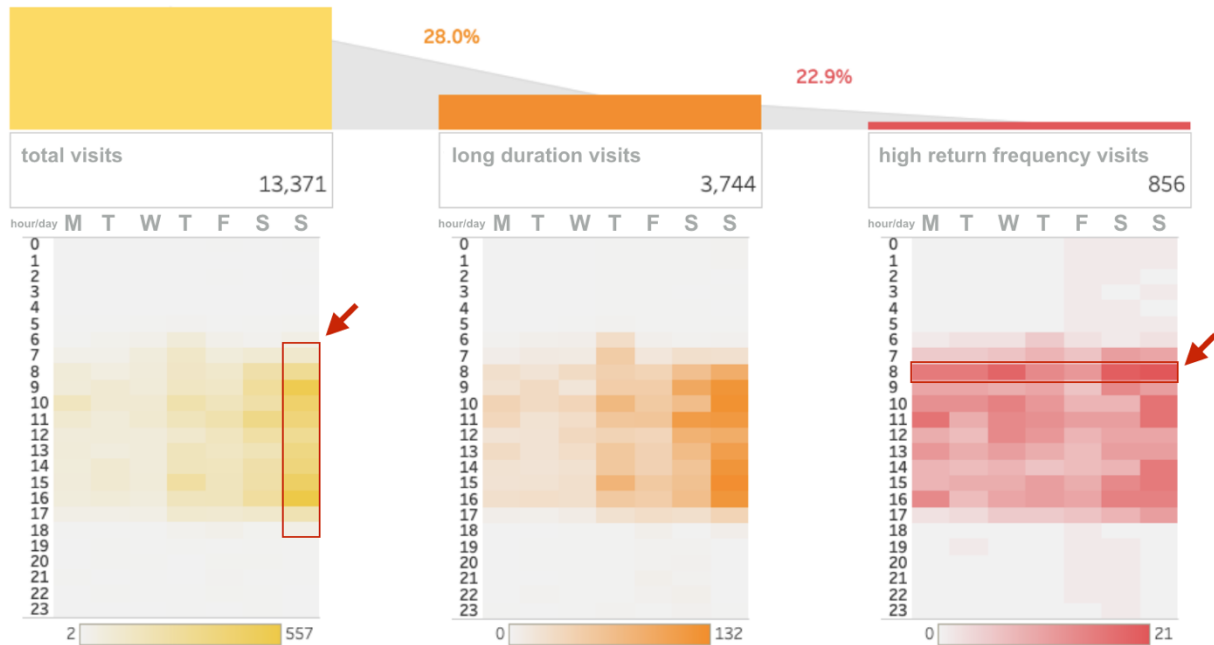


Figure 5. The dashboard of monitoring visitor structures by weekly.

Figure 5 provides a basic proportion view of the number of total visits, the number of long duration visits, and the number of high return frequency visits. For example, we can see that 28 % of total visits belongs to the long duration visits, and 22.9% of the long duration visits belongs to the high return frequency visits. For recreation area management, effective marketing strategy can be established based on the knowledge provided by Figure 5 to improve visitor adherence. The lower part of Figure 5 depicts heatmap of total visits, long duration visits and high return frequency visits. We can clearly see that Sunday has the highest number of total visits from eight o'clock to seventeen o'clock; while for those high return frequency visits, although high return frequency visitors do not have special preference visit day in a week, but they usually come to visit at eight o'clock everyday.

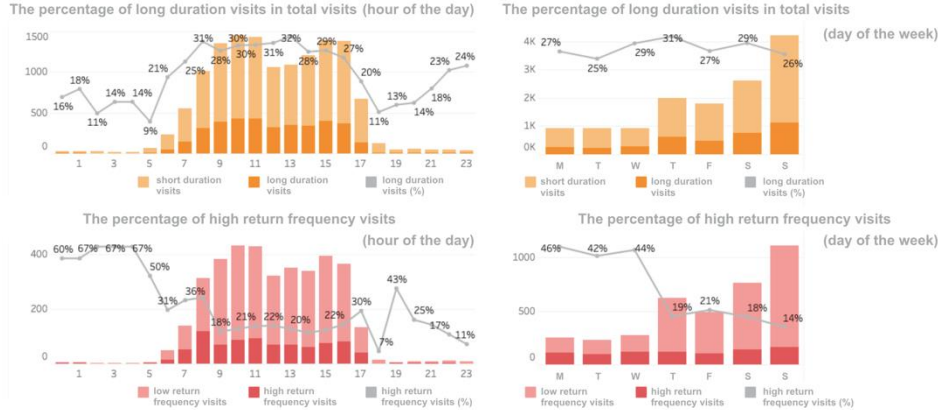


Figure 6. The dashboard of monitoring the actual composition of different visit types.

Figure 6 provides more visitor structure information that extended from Figure 5. Because we track visitor count from Wi-Fi signal, compared to traditional counting device, this system is able to provide more accurate visit count of each visit type and the composition of the visitor structure. Both Figure 5 and Figure 6 provide insights for recreation area manager to know their visitor structure, so that they can decide whether the future marketing strategy should focus on developing new visitors or strengthen relationships on high return frequency visitors.

Conclusion and Discussion

In this paper, we present a framework for analyzing visitor structure through visitor location data. Instead of using traditional counting devices, we leverage Wi-Fi signals to track hashed MAC address of visitors' devices. Because of the uniqueness of MAC address, our framework is able to depict visitor structure with finer granularity and higher accuracy for statistical estimations. Although the way of collecting data through Wi-Fi signals still has some limitations. For example, visitors' mobile devices fail to send signals to any probes because of its long probing intervals, or probes may loss tracking due to the shielding effect of the human body. These technical issues cause not every visitor can be exactly tracked even though he/she already carries a mobile device. However, we can mitigate these aforementioned problems by carefully installed multiple scanners along the planned route and filter out abnormal device records at the analytic phase.

Finally, we also demonstrate several dashboards for users, such as recreation area managers, to discover key insights. We believe various applications can build upon this framework with these results. For example, we can discover the pattern of visitor flows through frequent path mining,

or link visitor activities with social relationships and predict visitor behavior through machine learning. In the future, relying on empirical research of mobile usage data (Chou et al., 2018), we will work toward exploring mobility of crowds from collected Wi-Fi probe data for tourism management and further leverage community detection to distinguish different travel party size for better understanding tourists' movement patterns and behaviors (Zhao et al., 2018).

References

- Antoniou, A., & Lepouras, G. (2005). Using bluetooth technology for personalised visitor information. *October*, 307–309.
- Arnberger, A., & Brandenburg, C. (2002). Visitor Structure of a Heavily Used Conservation Area : The Danube Floodplains National Park , Lower Austria. *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*.
- Ashkanani, A. M., Sobhy, A., Roza, M., & Naghavipour, H. (2015). A Design Approach of Automatic Visitor Counting System Using Video Camera. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering Ver. I*. <https://doi.org/10.9790/1676-10216267>
- Barbera, M. v., Epasto, A., Mei, A., Perta, V. C., & Stefa, J. (2013). Signals from the crowd: Uncovering social relationships through smartphone probes. *Proceedings of the ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference, IMC*. <https://doi.org/10.1145/2504730.2504742>
- Basalamah, A. (2016). Crowd Mobility Analysis using WiFi Sniffers. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2016.071249>
- Bielański, M., Taczanowska, K., Muhar, A., Adamski, P., González, L. M., & Witkowski, Z. (2018). Application of GPS tracking for monitoring spatially unconstrained outdoor recreational activities in protected areas – A case study of ski touring in the Tatra National Park, Poland. *Applied Geography*. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.05.008>
- Bonne, B., Barzan, A., Quax, P., & Lamotte, W. (2013). WiFiPi: Involuntary tracking of visitors at mass events. *2013 IEEE 14th International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks, WoWMoM 2013*. <https://doi.org/10.1109/WoWMoM.2013.6583443>

- Cessford, G., Cockburn, S., & Douglas, M. (2002). Developing New Visitor Counters and their Applications for Management. *Mmv* 2002.
- Chon, Y., Kim, S., Lee, S., Kim, D., Kim, Y., & Cha, H. (2014). Sensing WiFi packets in the air: Practicality and implications in urban mobility monitoring. *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*.
<https://doi.org/10.1145/2632048.2636066>
- Chou, A.-J., Njoo, G. S., Peng, W.-C. (2018). Modeling Crowd Flows Network to Infer Origins and Destinations of Crowds from Cellular Data. *UrbComp'18*, (August).
- Dionisio, R. P., Marques, P. J. C., Silva, F. P., Rodrigues, J., & de Carvalho, C. N. (2016). Real-time tourists counting and tracking system for management of nature trails in Naturtejo Global Geopark (Portugal). *Romanian Review Precision Mechanics, Optics and Mechatronics*, 2016(50), 7–15. <https://doi.org/10.17683/rrpmom.issue.50/paper1>
- Emery, M., & Denko, M. K. (2007). IEEE 802.11 WLAN based real-time location tracking in indoor and outdoor environments. *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*. <https://doi.org/10.1109/CCECE.2007.271>
- Freudiger, J. (2015). *How talkative is your mobile device?*
<https://doi.org/10.1145/2766498.2766517>
- Gätje, C., Möller, A., & Feige, M. (2002). Visitor management by visitor monitoring? Methodological approach and empirical results from the wadden sea national park in Schleswig-Holstein. *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*.
- Han, X., Wang, Z., & Pei, D. (2018). Preventing Wi-Fi Privacy Leakage: A User Behavioral Similarity Approach. *IEEE International Conference on Communications*.
<https://doi.org/10.1109/ICC.2018.8422764>
- Hinterberger, B., Arnberger, A., & Muhar, A. (2002). *GIS-Supported Network Analysis of Visitor Flows in Recreational Areas*. 28–32. Retrieved from <http://www.boku.ac.at>
- Hong, H., de Silva, G. D., & Chan, M. C. (2018). CrowdProbe: Non-invasive Crowd Monitoring with Wi-Fi Probe. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*. <https://doi.org/10.1145/3264925>

- Hong, H., Luo, C., & Chan, M. C. (2016). SocialProbe: Understanding social interaction through passive WiFi monitoring. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/2994374.2994387>
- Kjærgaard, M. B., Blunck, H., Wüstenberg, M., Grønbæk, K., Wirz, M., Roggen, D., & Tröster, G. (2013). Time-lag method for detecting following and leadership behavior of pedestrians from mobile sensing data. *2013 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications*. <https://doi.org/10.1109/PerCom.2013.6526714>
- Kjærgaard, M. B., Wirz, M., Roggen, D., & Tröster, G. (2012). Detecting pedestrian flocks by fusion of multi-modal sensors in mobile phones. *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing*. <https://doi.org/10.1145/2370216.2370256>
- Kropeit, T. (2015). *Don't Trust Open Hotspots: Wi-Fi Hacker Detection and Privacy Protection via Smartphone*.
- Kurkcu, A., & Ozbay, K. (2017). Estimating pedestrian densities, wait times, and flows with wi-fi and bluetooth sensors. *Transportation Research Record*. <https://doi.org/10.3141/2644-09>
- Lefloch, D., Cheikh, F. A., Hardeberg, J. Y., Gouton, P., & Picot-Clemente, R. (2008). Real-time people counting system using a single video camera. *Real-Time Image Processing 2008*. <https://doi.org/10.1117/12.766499>
- Li, H., Chan, E. C. L., Guo, X., Xiao, J., Wu, K., & Ni, L. M. (2015). Wi-Counter: Smartphone-Based People Counter Using Crowdsourced Wi-Fi Signal Data. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 45(4), 442–452. <https://doi.org/10.1109/THMS.2015.2401391>
- Putra, G. D. (2017). Social density estimation based on consumer smartphone sensors. (Master's thesis, University of Groningen). Retrieved from <http://www.cs.rug.nl/~aiellom/tesi/putra.pdf>
- Martin, J., Mayberry, T., Donahue, C., Foppe, L., Brown, L., Riggins, C., Rye, E. C., Brown, D. (2017). A Study of MAC Address Randomization in Mobile Devices and When it Fails. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*. <https://doi.org/10.1515/popets-2017-0054>
- McVetty, D. (2002). Understanding Visitor Flows in Canada's National Parks: the Patterns of Visitor Use Study in Banff, Kootenay, and Yoho National Parks. *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*.

- Muhar, A., Arnberger, A., & Brandenburg, C. (2002). Methods for Visitor Monitoring in Recreational and Protected Areas : An Overview. *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*.
- Namiot, D. (2014). *On Mining Mobile Users by Monitoring Logs*. Retrieved from http://dcs.gla.ac.uk/workshops/iASC2014/papers/iasc2014_namiot.pdf
- Nunes, N., Ribeiro, M., Prandi, C., & Nisi, V. (2017). Beanstalk - A community based passive Wi-Fi tracking system for analysing tourism dynamics. *Proceedings of the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, 93–98. <https://doi.org/10.1145/3102113.3102142>
- Schägner, J. P., Maes, J., Brander, L., Paracchini, M. L., Hartje, V., & Dubois, G. (2017). Monitoring recreation across European nature areas: A geo-database of visitor counts, a review of literature and a call for a visitor counting reporting standard. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2017.02.004>
- Scheuner, J., Mazlami, G., Schöni, D., Stephan, S., de Carli, A., Bocek, T., & Stiller, B. (2016). Probr - A Generic and Passive WiFi Tracking System. *Proceedings - Conference on Local Computer Networks, LCN*. <https://doi.org/10.1109/LCN.2016.30>
- Shen, J., Cao, J., & Liu, X. (2019). BAG: Behavior-aware group detection in crowded urban spaces using wifi probes. *Proceedings of the World Wide Web Conference*. <https://doi.org/10.1145/3308558.3313590>
- Traunmueller, M. W., Johnson, N., Malik, A., & Kontokosta, C. E. (2018). Digital footprints: Using WiFi probe and locational data to analyze human mobility trajectories in cities. *Computers, Environment and Urban Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.07.006>
- Vanhoef, M., Matte, C., Cunche, M., Cardoso, L. S., & Piessens, F. (2016). Why MAC address randomization is not enough: An analysis of Wi-Fi network discovery mechanisms. *Proceedings of the 11th ACM Asia Conference on Computer and Communications Security*. <https://doi.org/10.1145/2897845.2897883>
- Vattapparamban, E., Çiftler, B. S., Güvenç, I., Akkaya, K., & Kadri, A. (2016). Indoor occupancy tracking in smart buildings using passive sniffing of probe requests. *2016 IEEE International Conference on Communications Workshops*. <https://doi.org/10.1109/ICCW.2016.7503761>

- Vinh, N. K., Long, T. Q., Viet, N. A., Tien, D. M., Hau, V. P., de Souza-Daw, T., Dang, T., Ngoc, L. H., Hoang, T. M., Dzung, N. T. (2013). Efficient tracking of industrial equipments using a wi-fi based localization system. *2013 International Conference on Soft Computing and Pattern Recognition*.
<https://doi.org/10.1109/SOCPAR.2013.7054114>
- Wang, F., Zhu, X., & Miao, J. (2017). Semantic trajectories-based social relationships discovery using WiFi monitors. *Personal and Ubiquitous Computing*.
<https://doi.org/10.1007/s00779-016-0983-z>
- Weppner, J., Bischke, B., & Lukowicz, P. (2016). Monitoring crowd condition in public spaces by tracking mobile consumer devices with WiFi Interface. *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*.
<https://doi.org/10.1145/2968219.2968414>
- Yoshimura, Y., Sobolevsky, S., Ratti, C., Girardin, F., Carrascal, J. P., Blat, J., & Sinatra, R. (2014). An analysis of visitors' behavior in the louvre museum: A study using bluetooth data. *Environment and Planning B: Planning and Design*.
<https://doi.org/10.1068/b130047p>
- Zhang, Y., Wang, L., Zhang, Y. Q., & Li, X. (2012). Towards a temporal network analysis of interactive WiFi users. *EPL*. <https://doi.org/10.1209/0295-5075/98/68002>
- Zhao, X., Lu, X., Liu, Y., Lin, J., & An, J. (2018). Tourist movement patterns understanding from the perspective of travel party size using mobile tracking data: A case study of Xi'an, China. *Tourism Management*. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.06.026>
- Zhou, Y., Lau, B. P. L., Yuen, C., Tuncer, B., & Wilhelm, E. (2018). Understanding Urban Human Mobility through Crowdsensed Data. *IEEE Communications Magazine*.
<https://doi.org/10.1109/MCOM.2018.1700569>