

臺北市政府地政局暨所屬機關

114 年度員工自行研究報告

手機擴增實境技術搭配三維模型

應用於輔助測量外業之研究

研究單位：大安地政事務所

研究人員：游諺霖、林千惠、王偉立、徐志輝、唐炳煌

中華民國 114 年 11 月

Nov, 2025

# 114 年度自行研究報告提要表

臺北市府地政局及所屬機關 114 年度自行研究報告提要表

填表人：游諺霖      電話：02-27548900#202      填表日期：114 年 11 月 3 日

研究項目	手機擴增實境技術搭配三維模型應用於輔助測量外業之研究		
研究單位及人員	大安地政事務所 游諺霖、林千惠、王偉立、徐志輝、唐炳煌	研 究 期 間	113 年 5 月 1 日至 114 年 10 月 31 日
報告內容摘要	建 議 事 項		建 議 參 採 機 關
<p>1、透過擴增實境(AR)技術，結合三維建物模型，用於輔助地籍測量外業作業，提升效率及降低外業危險性。</p> <p>2、可應用於位置勘查業務，能有效縮短勘查時間，減少人力與儀器成本。</p> <p>3、對未來拓展至鑑界作業及其他地政應用具實務執行之潛力。</p>	<p>1、本研究精度受地形起伏及範圍距離之限制，不宜應用於高程差過大或距離過遠之地區。</p> <p>2、建議圖根點坐標改採三維並埋設於建物中。</p> <p>3、建議可在未來結合三維地籍產權模型，提升本研究作業精度及效率。</p>		<p>1、臺北市府各地政事務所。</p> <p>2、其他縣市地政事務所採圖解法重測之轄區。</p> <p>3、三維圖根點部分，建議可由臺北市府地政局土地開發總隊評估是否參採。</p>

## 摘要

本研究旨在探討如何運用擴增實境 (Augmented Reality, AR) 技術，結合三維建物模型，用於輔助地籍測量外業作業，提升效率及降低外業危險性。現行地籍測量多依賴人工操作與傳統儀器，耗費人力且受環境條件影響，效率不彰。為此，本研究以大安森林公園及大安地政事務所為實驗場域，將地籍圖 DXF 檔匯入 Sketchup 軟體，經資料處理後再匯入行動端 AR 應用程式，實現在現地以虛擬標桿快速對應界址點的新作業模式。

研究方法分為三階段：首先，進行資料蒐集與前置處理，取得地籍圖 DXF 檔與實測控制點資料；其次，利用 Sketchup 建立周圍三維建物及地上物模型，並轉換為適用於 AR 應用程式的格式；最後，於現場透過 ARki 應用程式進行定位與放樣操作。定位完成後，系統會在螢幕中生成虛擬標桿，供測量人員對應實際界址點。透過反覆比對與測試，評估其精度、時間效益與可行性。

實驗結果顯示，在地形平坦的條件下，對於位置勘查業務需求已足夠，並能有效縮短勘查時間，減少人力與儀器成本。然而，當場地高程差異過大時，由於目前資料為二維坐標，虛擬標桿可能出現懸空或偏移等問題，導致精度下降。因此，本研究建議未來應將圖根點改採三維坐標建置，並可考慮於建物牆體或柱體上設置，以提升保存性與定位精度。

此外，本研究建議，可將 ARki 軟體放樣技術應用於位置勘查業務及鑑界成果覆核中，將能有效降低人為錯誤並提升土地複丈服務品質；另若能建立周邊建物三維資料庫，後續位置勘查業務可僅依靠手機與定位點完成，進一步提升效率。雖本研究目前精度尚未達土地鑑界之法定標準，但已展現 AR 技術在位置勘查領域的實務應用潛力。未來隨技術成熟與高程資料整合，本方法可望拓展至鑑界作業及其他地政領域應用，成為推動智慧地政的重要技術之一。

# 目錄

114 年度自行研究報告提要表 .....	i
摘要 .....	ii
目錄 .....	iii
LIST OF FIGURES .....	v
<b>Chapter 1 前言 .....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	1
1.3 研究方法及範圍 .....	2
<b>Chapter 2 文獻回顧、現況分析與問題檢討 .....</b>	<b>4</b>
2.1 擴增實境 (Augmented Reality, AR) .....	4
2.1.1 擴增實境發展歷程 .....	4
2.1.2 擴增實境研究趨勢 .....	5
2.1.3 擴增實境應用領域及未來發展 .....	6
2.2 法規層面 .....	7
2.2.1 位置勘查 .....	7
2.2.2 土地鑑界 .....	8
<b>Chapter 3 實務操作、解決方案及研析 .....</b>	<b>10</b>
3.1 資料取得及前置處理 .....	10
3.2 軟體操作 .....	10
3.2.1 匯出地籍線 DXF 檔及實測現況資料 .....	10

3.2.2	將 DXF 及現況資料匯入 Sketchup 軟體 .....	11
3.2.3	將 Sketchup 資料匯入 ARki 程式 .....	13
3.3	實地放樣 .....	14
3.3.1	大安森林公園 .....	14
3.3.2	大安地政事務所 .....	17
3.4	本研究適用範圍及限制 .....	18
3.5	可行性分析 .....	19
3.5.1	位置勘查 .....	19
3.5.2	鑑界成果覆核 .....	20
3.5.3	前置作業時間、效用評估 .....	20
3.5.4	實務執行上設備成本及其可行性分析 .....	21
<b>Chapter 4</b>	<b>結論與建議 .....</b>	<b>23</b>
4.1	結論 .....	23
4.2	建議 .....	23
4.2.1	實務應用於位置勘查及鑑界成果覆核 .....	23
4.2.2	圖根點坐標改採三維 .....	24
4.2.3	三維圖根埋設方案建議 .....	24
4.2.4	結合現行三維地籍產權模型 .....	26
REFERENCE	.....	27

# LIST OF FIGURES

Fig. 1.1	研究流程圖 .....	3
Fig. 3.1	將重測系統匯出為 DXF .....	12
Fig. 3.2	選擇輸出項目 .....	12
Fig. 3.3	Sketchup 軟體操作示意圖 .....	13
Fig. 3.4	定位點圖示 .....	14
Fig. 3.5	Sketchup 軟體畫面示意現場放樣圖 .....	15
Fig. 3.6	AR 與實際三維建物匹配紋理 .....	16
Fig. 3.7	依據 Arki 軟體與全測站實地放樣誤差比較表 .....	17
Fig. 3.8	大安森林公園各點位誤差分佈 .....	17
Fig. 3.9	大安地政事務所實驗場現場實際放樣畫面 .....	18
Fig. 3.10	大安地政事務所各點位誤差分佈 .....	19
Fig. 3.11	地形高程差導致三維匹配偏差示意圖 .....	20

# Chapter 1 前言

本研究結合三維建物模型與擴增實境技術，透過地籍圖及相對定位方式，選定大安森林公園為實驗場域，進行位置勘查測試，以驗證其於地政作業中提升效率與實務執行之可行性。

## 1.1 研究背景與動機

傳統地籍測量與位置勘查作業往往仰賴大量人力進行丈量、放樣與比對，不僅耗時費力，也容易受定位誤差與地形限制影響，降低作業效率與精度。隨著地政業務數位化推動，政府積極發展三維產權模型，期望藉由三維資訊整合，提升地籍管理與不動產登記的透明度與便利性。然而，如何將三維資訊有效應用於實務作業，仍有待突破。

同時，擴增實境（Augmented Reality，下稱 AR）技術的成熟，提供了將虛擬資訊即時疊加於現實場景的解決方案。若能結合地籍圖資與 AR 技術，即可於現場以虛擬方式顯示界址點，並由作業人員配合標桿對應，不僅可縮短勘查時間，也能降低人力與儀器成本。

因此，本研究嘗試建構一套結合三維建物模型與 AR 技術的位置勘查流程。研究將地籍圖 DXF 檔匯入 Sketchup 軟體，整合實測或既有控制點資料，處理後輸出至行動裝置的 AR 應用程式（ARki），於現地抓取定位點後，便能以虛擬標桿精準對應界址點。此方法可有效提升位置勘查的效率與便利性，並為地政業務數位轉型與智慧化提供實務應用案例。

## 1.2 研究目的

本研究旨在建構一套結合三維建物模型與 AR 技術的創新作業流程，使其能

應用於地籍測量與位置勘查，提升作業效率。傳統放樣與界址點查核往往需測量人員反覆操作全測站或全球定位系統（Global Positioning System，下稱 GPS）設備，過程繁瑣且耗時。因此，本研究希望透過數位化與視覺化技術，提供更直觀且高效率的解決方案。

具體而言，首先從 Web 版整合系統匯出地籍圖 DXF 檔，匯入 Sketchup 軟體，並輸入現況測量資料或鄰近控制點，建立具空間參考的三維地籍模型；其次，將模型匯出至行動端 AR 應用程式（ARki），於現場抓取定位點後，系統即可在手機畫面中生成虛擬標桿，標示界址點位置；最後，作業人員攜帶真實標桿進行對應，即能快速完成勘查作業。

綜合上述流程，本研究目的包括：（一）驗證 AR 技術結合地籍圖資於現地操作的可行性；（二）建立可降低人力與時間成本的作業模式；（三）提供地政業務數位轉型的參考案例，為智慧地政與三維產權制度奠定應用基礎。

### 1.3 研究方法及範圍

本研究之方法主要分為三個階段，分別為資料蒐集與前置處理、軟體建模與轉換，以及現地 AR 放樣與驗證。

首先，在資料蒐集與前置處理階段，本研究自各地政事務所 Web 版整合系統匯出研究區域之地籍圖 DXF 檔，並蒐集大安森林公園周邊已知控制點（如建物角點、圖根點）或透過現地量測取得之坐標資料，作為後續比對與定位基礎。由於大安森林公園地形平坦且視野開闊，可有效避免高樓或樹木遮蔽造成的誤差，使定位精度得以控制在 10 公分以內。其次，在軟體建模與轉換階段，本研究將 DXF 地籍資料匯入 Sketchup 軟體，並整合實測點位與既有控制點，建立具有空間參考的三維地籍模型。於 Sketchup 中，可針對欲放樣之界址點進行選取與標示，完成後將

檔案輸出並轉換為可支援行動裝置之格式，匯入至 ARki 應用程式中。此步驟的目的在於，將二維地籍資料轉化為可於現地即時疊加的三維視覺化資訊，為現地放樣建立數位基礎。

最後，在現地 AR 放樣與驗證階段，研究人員於大安森林公園現場操作 ARki 程式，首先透過已知點進行定位，系統即能在行動裝置畫面中顯示虛擬標桿，標示地籍界址點位置。操作人員再攜帶真實標桿與畫面進行對應，即可快速完成位置勘查與界址點確認。本研究將透過重複測試與交叉比對，驗證 AR 放樣結果與傳統測量成果間之差異，以評估此方法在時間成本、操作便利性與精度控制方面的優勢。至於研究範圍，本研究選定大安森林公園作為實驗場域。其原因在於該區域地勢平坦、遮蔽物少，可排除環境因素對定位精度的干擾，有助於檢驗 AR 方法的可行性與穩定性。研究將以公園內數個地籍界址點為測試樣本，進行多次放樣實驗，確保成果具備參考性與實用性。未來若應用於地形較複雜或高樓密集之地區，亦可進一步探討遮蔽環境對精度之影響，作為後續研究延伸。

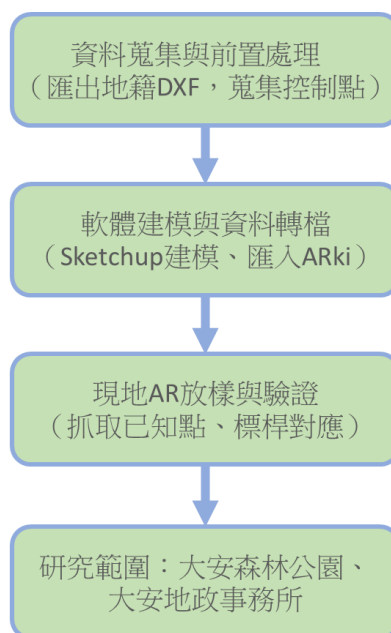


Fig. 1.1 研究流程圖

## Chapter 2 文獻回顧、現況分析與問題檢討

### 2.1 擴增實境 (Augmented Reality, AR)

AR 是一種將虛擬資訊即時疊加於現實環境的技術，透過行動裝置或穿戴式設備，提升人們對空間與資訊的理解與互動體驗。

#### 2.1.1 擴增實境發展歷程

AR 技術自 20 世紀末萌芽以來，已由早期的實驗性概念逐步轉化為各領域的重要應用工具。其核心特徵在於結合真實與虛擬資訊，並透過即時互動與三維建模，讓使用者得以於現實場景中直觀地獲取附加的數位資訊 (Florido et al., 2019)。綜觀其發展脈絡，AR 的演進可大致分為三個階段：技術啟蒙期、應用探索期，以及跨領域融合期 (Muñoz-Saavedra, Miró-Amarante, & Domínguez-Morales, 2020)。

在技術啟蒙期，AR 主要作為概念驗證之研究工具，受限於昂貴的硬體設備與有限的運算能力，應用場域多侷限於實驗室環境。隨著行動裝置的普及與感測器整合技術的進步，包含 GPS、加速計與相機等功能的智慧型手機和平板電腦，使 AR 具備進入大眾市場的潛力。

在進入應用探索期後，AR 技術開始與教育、環境及工程等領域深度結合。其中，「土壤科學混合地圖 AR 案例」將衛星影像、數位高程模型 (Digital Elevation Model, 下稱 DEM) 與土壤剖面資料整合，提供疫情期間學生遠端田野學習的新途徑。研究問卷結果顯示，該系統的高互動性與可視化呈現顯著增進學習理解與興趣 (Sánchez-Díaz et al., 2023)。

進入跨領域融合與落地期，AR 應用逐漸擴展至室內導航與地圖增強。透過粒

子濾波法修正定位誤差，可於 AR 視圖中動態呈現室內地圖資訊，突破以往僅能顯示靜態標籤的限制 (Zhou et al., 2021)。同時，部分研究亦嘗試結合紙本地圖與 AR 技術，運用 QR Code、GeoPDF 或 RFID 技術賦予傳統地圖互動性，並展望智慧眼鏡將成為未來 AR 應用的重要載體 (Florido et al., 2019)。

整體而言，AR 技術的發展展現出由理論概念走向實務應用的清晰脈絡。早期挑戰主要集中於硬體限制與定位精度不足，隨著 5G 通訊、感測技術與人工智慧 (Artificial Intelligence, 下稱 AI) 的進步，AR 在教育、工業與環境監測等領域的應用效能已顯著提升。展望未來，AR 將持續與 AI、DT (Digital Twin, 下稱 DT) 及雲端運算等技術深度整合，並藉由智慧眼鏡與穿戴式裝置實現沉浸式、高精度且跨平臺的混合實境生態系統 (Muñoz-Saavedra et al., 2020; Martínez-Graña et al., 2023)。

### 2.1.2 擴增實境研究趨勢

近十年來，AR 研究呈現快速發展與多元化應用的趨勢，AR 發展自 2010 年起相關研究數量顯著增加，2017 年後逐漸邁入應用深化與整合階段 (Muñoz-Saavedra, Miró-Amarante, & Domínguez-Morales, 2020)。整體而言，AR 研究的主要發展方向可歸納為三項：應用領域拓展、技術整合深化，以及挑戰與未來展望。

首先，在應用領域拓展方面，AR 已廣泛滲透教育、醫療、工業、環境監測與地理資訊系統 (Geographic Information System, 下稱 GIS) 等領域。於教育場域中，AR 被運用於地理科學、工程與醫療訓練，能提供高沉浸式與互動化的學習體驗 (Sánchez-Díaz et al., 2023)。在工業與環境領域，AR 逐步結合感測與空間資訊技術，以支援即時決策與現地操作。例如「智慧河岸維護系統」即整合 AR 與 GIS，使檢查員能即時疊加緩衝帶資訊與風險屬性，提升環境監測與維護效率 (Bishop et

al., 2016)。

其次，在技術整合深化方面，AR 正與 AI、DT 及 5G 通訊技術相結合，形成智慧產業與智慧城市的重要支撐體系 (Martínez-Graña et al., 2023)。對地政產業而言，此一整合趨勢具高度意義。土地管理與都市規劃本質上需整合多源空間資料，AR 技術可將地籍測量成果、土地使用分區及都市更新計畫以三維視覺化方式呈現，使公部門決策與民眾溝通更為直觀與透明。

在地政應用延伸層面，AR 展現出多重潛力。於土地使用與都市更新案件中，AR 可將容積率 (Floor Area Ratio, 下稱 FAR)、建蔽率與計畫管制條件即時投影於現地，促進居民參與與共識形成。於地籍測量與登記業務中，AR 能疊加土地邊界與測量成果，降低爭議並強化透明度，對臺灣頻繁的重劃與都更案件尤具實務價值。此外，結合室內定位 AR (Zhou et al., 2021) 與紙本地圖 AR 互動技術 (Florido et al., 2019)，亦可推展至政府機關地籍圖資查詢或市民導覽服務，進一步實現「虛擬地籍導覽」之概念。

然而，AR 在地政領域的應用仍面臨若干挑戰，如地籍資料屬高度敏感資訊，如何在資料標準化、個資與資料共享之間取得平衡，是 AR 落地應用的核心課題 (Martínez-Graña et al., 2023)。

綜上所述，近十年 AR 研究展現出跨領域應用深化、技術融合強化與精度優化的整體趨勢。未來，AR 有望在土地重劃、都市更新、公眾溝通、地籍測量及空間資訊公開等方面發揮關鍵作用。隨著 AI 與 DT 技術的成熟，AR 將不僅作為輔助可視化工具，更可能成為推動智慧地政與智慧城市治理的核心技術。

### 2.1.3 擴增實境應用領域及未來發展

近年來，AR 已逐步從教育、醫療與工業等領域延伸至 GIS 與地政應用。其核

心價值在於將虛擬資訊即時疊加於現實環境中，協助使用者以更直觀的方式理解空間資訊與決策脈絡。AR 與 GIS 的結合已能顯著提升環境監測與地理分析的效率。例如在地政領域，AR 的應用潛力尤為顯著。於地籍測量與登記方面，AR 可將土地邊界與測量成果即時疊加於現地，減少界址爭議並提升透明度。政府機關亦可結合紙本地圖 AR 技術 (Florido et al., 2019)，建立智慧化的「虛擬地籍導覽系統」，讓民眾透過行動裝置掃描紙本地圖即可獲取最新地籍資訊，提升資訊公開與查詢效率。

展望未來，AR 在地政應用的發展可歸納為：跨技術整合，AR 將與 AI、GIS 及 DT 結合，形成智慧地政核心架構，並支援土地使用模擬與都市更新效益分析 (Martínez-Graña et al., 2023)。其次，精度與資料標準化：高精度定位技術與統一化 GIS 與地籍資料格式，將提升 AR 於土地管理與登記制度中的實務操作性。其三，公眾參與與透明化：AR 以可視化方式呈現複雜的土地政策與都市規劃資訊，有助於縮減政府與民眾間的資訊落差，強化信任與協作。

綜上所述，AR 正逐步成為推動智慧地政與智慧城市治理的關鍵技術。隨著感測器、5G 通訊與智慧穿戴裝置的成熟，AR 將不僅提升地政專業作業之效率與精度，亦能促進公民參與與決策透明化，實現更高效、公正且開放的土地管理模式。

## 2.2 法規層面

### 2.2.1 位置勘查

有關位置勘查業務，係依地籍測量實施規則第 204 條略以：「土地有下列情形之一者，得申請土地複丈（以下簡稱複丈）：……六、鑑界或位置勘查。」、地籍清理條例施行細則第 24 條第 2 項：「……應先向該管登記機關申請土地複丈或勘查。」

及內政部 89 年 9 月 1 日台內地字第 8910270 號函略以：「經設定地上權之土地，於申辦買賣所有權移轉登記時，除地上權人即係承買人之情形者外，應由土地所有權人檢附地上權人放棄優先購買權證明書或視為放棄之證明文件；如未能檢附，應由土地所有權人向地政事務所申請勘查」辦理，並依照土地複丈費及建築改良物測量費收費標準第 2 條計收規費。

位置勘查業務其目的係為約略了解土地位置而現場指示土地概略位置，其申請人資格及應備文件依地籍測量實施規則第 205 條<sup>1</sup>及第 207 條<sup>2</sup>辦理，亦即，位置勘查業務僅係讓申請人約略了解土地大致位置，並無精度要求之規範。

因位置勘查業務僅需確認土地概略位置，本研究雖精度尚未符合土地鑑界規範，但仍可適用於位置勘查業務，可有效提升作業效率、降低作業危險性及讓民眾更直觀地了解土地坐落大略位置。

## 2.2.2 土地鑑界

有關土地鑑界業務，亦依上開地籍測量實施規則第 204 條、第 205 條及第 207 條據以辦理，土地鑑界與位置勘查目的區別在於，土地鑑界係為確定土地界址位置、或有效管理土地使用而測量土地界址之所在。

亦即，土地鑑界有明確之精度規範，其精度規範，因臺北市早期地區多採圖解法重測，有關戶地測量採圖解法測繪者，圖上邊長與實測邊長之差，訂於地籍測量

---

<sup>1</sup> 地籍測量實施規則第 205 條：「申請複丈，由土地所有權人或管理人向土地所在地登記機關或利用網路以電子簽章方式為之。但有下列情形之一者，各依其規定辦理：……」

<sup>2</sup> 地籍測量實施規則第 207 條：「申請複丈，除本規則另有規定外，應提出下列文件：……」

實施規則第 76 條<sup>3</sup>；另有關複丈數值地籍圖面積與登記面積是否相符，則依地籍測量實施規則第 243 條<sup>4</sup>規定檢核。土地鑑界更詳細的作業方式與規範，則規定於辦理圖解法土地界址鑑定作業注意事項中。

隨著上述 AR 的發展與進步，本研究欲將 AR 技術應用於土地鑑界之構想，已非空談，未來倘能納入更多條件及資料，以及 AR 技術的提升，將能有效應用於實務之中，提升各方面之效益。

---

<sup>3</sup> 地籍測量實施規則第 76 條：「戶地測量採圖解法測繪者，圖上邊長與實測邊長之差，不得超過下列限制：一、市地：4 公分+1 公分 $\sqrt{S}$  +0.02 公分 M (S 係邊長，以公尺為單位，M 係地籍圖比例尺之分母)。二、農地：8 公分+2 公分 $\sqrt{S}$  +0.02 公分 M。三、山地：13 公分+4 公分 $\sqrt{S}$  +0.02 公分 M。

<sup>4</sup> 分割土地面積之計算，依下列規定辦理：

一、一宗土地分割為數宗土地，該分割後數宗土地面積之總和，須與原土地面積相符。如有差數，經將圖紙伸縮成數除去後，其增減在下列公式計算值以下者，應按各地號土地面積比例配賦；在下列公式計算值以上者，應就原測量及計算作必要之檢核，經檢核無誤後依第二百三十二條規定辦理。

(一) 1/500 比例尺地籍圖： $(0.10+0.02(4\sqrt{F}))\sqrt{F}$  (F 為一筆土地面積，以平方公尺為單位)。

(二) 1/600 及 1/1,000 比例尺地籍圖： $(0.10+0.04(4\sqrt{F}))\sqrt{F}$ 。

(三) 1/1,200 比例尺地籍圖： $(0.25+0.07(4\sqrt{F}))\sqrt{F}$ 。(四) 1/3,000 比例尺地籍圖： $(0.50+0.14(4\sqrt{F}))\sqrt{F}$ 。

二、前款按各地號土地面積比例配賦之，公式如下：

$$\frac{\text{原面積}}{\text{新面積總和}} \times \text{每號地新計算面積} = \text{每號地配賦後面積}$$

## Chapter 3 實務操作、解決方案及研析

### 3.1 資料取得及前置處理

本研究所需先備資料包括下列幾項：

- 一、案涉地周圍已知三維建物坐標資料：因現行三維地籍產權模型之地籍套繪資料尚有許多技術性問題待解決，故本研究採實地測繪附近建物之坐標，作為已知之建物坐標。
- 二、現行地籍資料：需有精確地籍圖界址界點之坐標，方能依據上開已知建物坐標資料實地放樣界址點。
- 三、已知圖根點位資料：亦需有圖根點位之坐標，方能依定位點坐標於軟體中計算並呈現界址點位置。

### 3.2 軟體操作

本節將簡述本研究所使用之軟體、操作過程及流程圖。

#### 3.2.1 匯出地籍線 DXF 檔及實測現況資料

本研究因需實地放樣，故需地籍及現況相關資料，包括地籍線、界址界點坐標、現況建物坐標等。

本研究首先需至現場，依已知點坐標測繪實驗場附近之建物平面坐標，惟因現行圖根坐標均為二維平面，故仍需依竣工圖或實地現場測繪建物或地上定著物之高度，方能於後續 Sketchup 軟體中建立三維模型。

測繪完成後，可至 Web 系統下載相關地段之重測系統檔，並將現況測繪資料匯入重測系統檔中，選擇所需資料後，將地籍資料匯出為 DXF 檔，該類型檔案可

廣泛應用於各項繪圖軟體，包括 AutoCAD、Sketchup 軟體中。

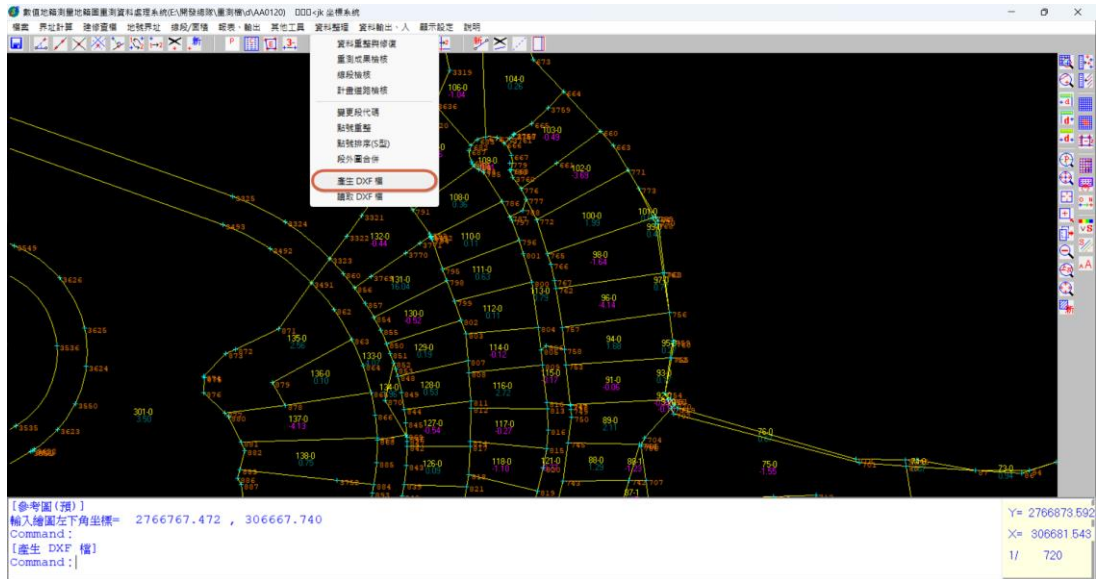


Fig. 3.1 將重測系統匯出為 DXF

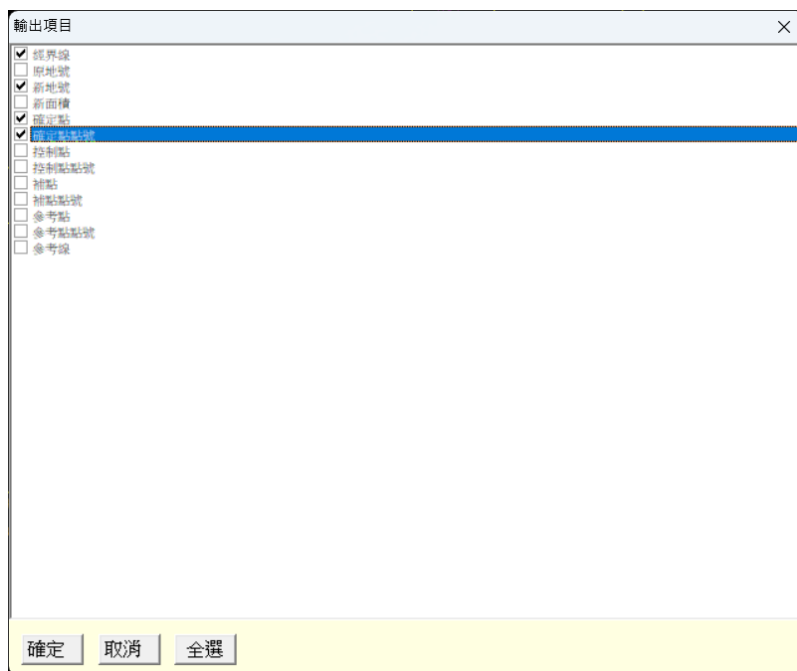


Fig. 3.2 選擇輸出項目

### 3.2.2 將 DXF 及現況資料匯入 Sketchup 軟體

繼上小節匯出 DXF 檔案後，可將 DXF 及現況資料匯入 Sketchup 軟體，因資料為二維平面，需再加入高程資料，以本案大安森林公園實驗場為例，便是依據現

場實測地上物高程資料及形狀，再於 Sketchup 軟體繪製為 3D 模型。

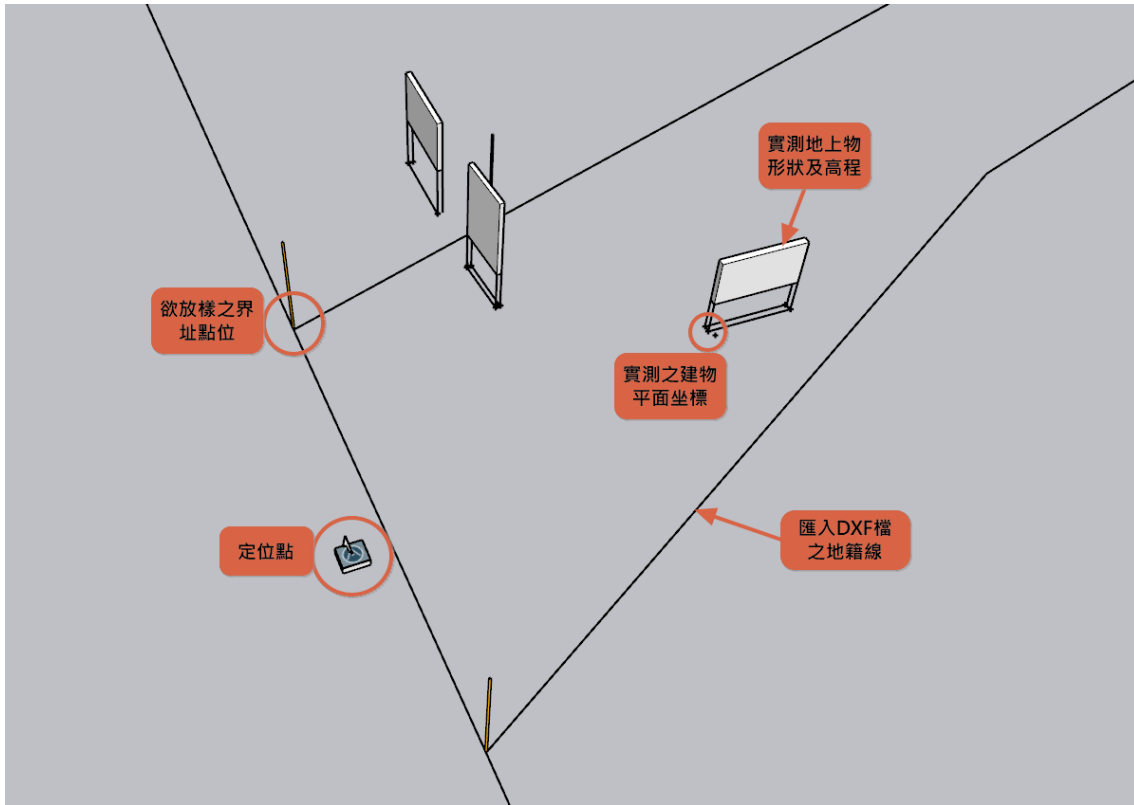


Fig. 3.3 Sketchup 軟體操作示意圖

倘欲採用資料為已領有使照之建物，僅需測定幾個已知點，其餘便可依使用執照所載之形狀及高程進行繪製及建模；此外，倘現今刻正進行之三維地籍建物產權模型已辦竣及已產出成果，且地籍資料精準且完善，亦可直接引用該等地籍測繪資料及建物三維模型，因臺北市建物密集，搭配三維地籍建物產權模型，可獲取非常多可供 AR 抓取之已知建物位置資料。若案涉土地附近已有較多建物位置資料，將能大幅減少外業作業時間及提升作業效率。

另亦須將已知定位圖形匯入，定位點圖形如下圖所示，後續於 ARki 軟體中匹配相對定位點。



Fig. 3.4 定位點圖示

將已知地籍資料及現況資料匯入 Sketchup 完畢後，將資料夾及專案匯出為 fbx 檔案，以供後續可匯入 Arki 軟體使用。

### 3.2.3 將 Sketchup 資料匯入 ARki 程式

依上述步驟產出 fbx 檔後，將專案匯入 ARki 檔案，便可於 AR 中，依據實測資料產出虛擬模型，顯示於螢幕中。

首先需與定位點比對，ARki 軟體會抓取上開定位點圖示紋理，並於虛擬實境中顯示，但因定位點圖示為長方形，因此紋理箭頭方向需特別注意，需與 AR 中箭頭方向一致。

成功抓取定位點後，AR 會依實測資料及先前於 Sketchup 軟體建立之模型，顯示圖示於螢幕，成功匹配後，會產生黃色標竿於螢幕中，再依照黃色標竿顯示位置，拿取實際標竿與黃色標竿尾端比對，即是實際放樣之點位。

### 3.3 實地放樣

#### 3.3.1 大安森林公園

本研究選取實驗場為大安森林公園及大安地政事務所，依上開方式執行放樣，界址點位置即為下圖黃色標竿位置，實際操作是先於現實中擺設定位點，再於手機螢幕中與定位點做匹配。

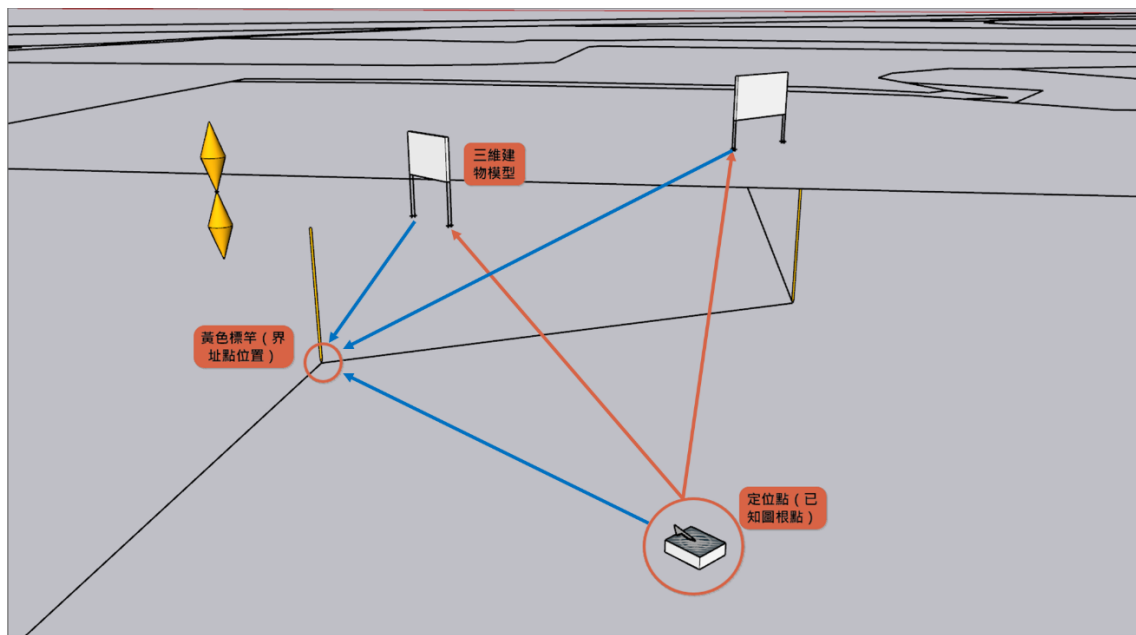


Fig. 3.5 Sketchup 軟體畫面示意現場放樣圖

現場實際放樣手機螢幕如下圖所示，首先須先將定位圖形擺放至已知點位置，ARki 軟體會顯示定位圖形於螢幕中，再依照手機螢幕顯示定位點紋理與實際定位點做匹配，螢幕中同樣會顯示先前匯入 Sketchup 軟體之三維建物或地上物資料，均匹配完成後，將於螢幕顯示黃色標桿，即為界址點位置。



Fig. 3.6 AR 與實際三維建物匹配紋理

完成放樣後，另需做精度分析，本研究針對 4 個不同測站，將用 ARki 軟體實地放樣與全測站實地放樣資料進行比對，其誤差平均為 8.5 公分，標準差為 11.5 公分，因標準差較大，代表實測資料中 ARki 軟體與全測站實地放樣的差值離散程度較高，為了改善並探討原因所在，我們將一些離群值特別挑出來分析，如下圖，點位 154 及 157，與全測站實地放樣相差 3、40 公分，經重複實測放樣與比對後，並無明顯人為操作錯誤，惟該 2 點與其他點位區別在於，與定位點高程差相差較多，為了驗證是否因高程因素導致誤差，因此便再於大安地政事務所室內地形平坦處，高程差幾乎為零之實驗場，再次進行放樣與比對。

距離測試 日期：113/12/16 單位：公尺			
測站	施測點	觀測距離	AR放樣與實測 誤差絕對值
QR4-1	720	18.670	0.120
	721	8.928	0.065
	722	6.087	0.054
	723	5.540	0.003
	724	6.798	0.030
QR4-2	726	5.549	0.037
	727	3.095	0.021
	728	3.070	0.008
	729	2.833	0.010
	730	4.444	0.034
QR4-3	731	9.454	0.125
	733	2.653	0.065
	735	2.410	0.026
QR4-4	154	7.508	0.385
	155	5.313	0.032
	156	4.400	0.025
	157	12.691	0.402
	134	5.591	0.040
	135	2.637	0.008
	136	9.416	0.218
		平均誤差	0.085
		標準差	0.114

Fig. 3.7 依據 Arki 軟體與全測站實地放樣誤差比較表

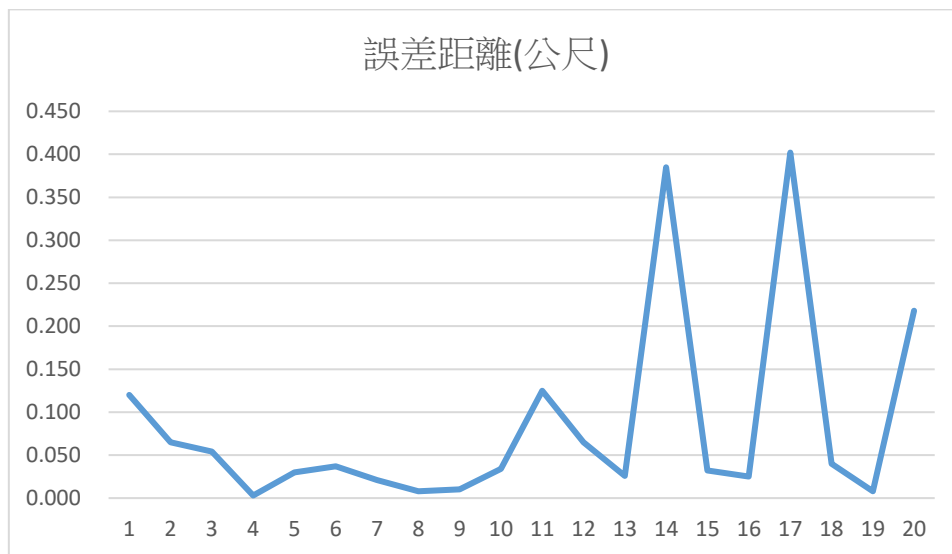


Fig. 3.8 大安森林公園各點位誤差分佈

### 3.3.2 大安地政事務所

因上開大安森林公園實驗場，其定位精度似受高程差影響，致產生一些誤差較大之樣本。為驗證是否為高程差所致，故本研究另選擇大安地政事務所室內作為無高程差比對組，依上述方式及流程進行放樣，ARki 軟體實地放樣與全測站實地放樣資料進行比對結果，排除了高程差問題後，誤差及標準差有顯著改善，如下圖 3.10 所示，誤差值均在 5 公分內，符合地籍測量實施規則第 76 條及第 243 條所定之精度。惟依據實驗結果，縱於地形平坦處放樣，仍可能受距離影響，進而產生誤差，如下圖 3.10，距離超過 10 公尺時，誤差有顯著增加。

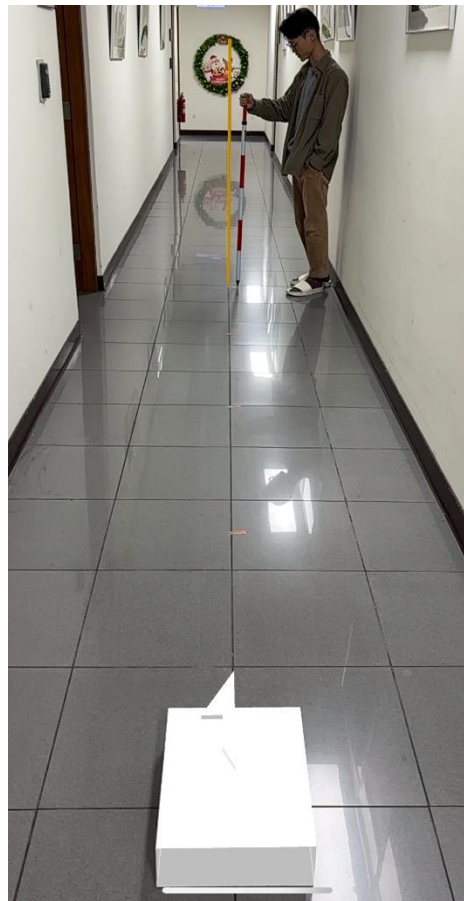


Fig. 3.9 大安地政事務所實驗場現場實際放樣畫面

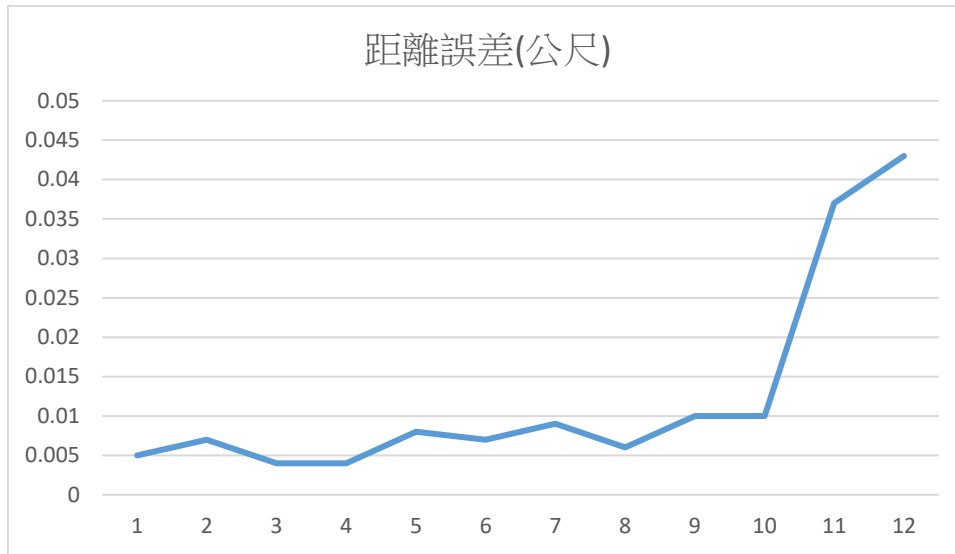


Fig. 3.10 大安地政事務所各點位誤差分佈

### 3.4 本研究適用範圍及限制

本研究因地籍位置資料均為二維平面，倘地形高程差距過大時，現場手機螢幕配對時，亦會產生誤差，因此不建議用於精度要求較高之土地鑑界業務，但仍可用於位置勘查業務。

在手機應用於本研究 AR 與三維空間建模之過程中，其設備精度為研究成果可靠性之重要基礎，有關本研究所使用之手機，其內建之全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)、陀螺儀(Gyroscope)、加速度計(Accelerator)等微機電晶片等感測器設備，精度是否足以符合本研究相關法規之規範，亦有待評估。

既有研究針對行動裝置內建相機與定位定向感測器之精度進行實證分析，指出行動裝置經相機率定後，其內方位參數於同一裝置重複拍攝條件下差異甚小，顯示具良好穩定性；惟不同裝置間仍存在差異，推測與鏡頭裝配誤差及硬體感測器特性有關（周孜恆、王聖鐸，2018）。

就外方位參數而言，上開研究透過 GNSS 與姿態感測器實驗分析指出，行動裝置內建 GNSS 之定位精度整體仍屬近景攝影測量可接受範圍；在姿態角方面，

Pitch 與 Roll 之穩定度佳，而 Compass 則易受周圍磁場干擾而呈現較大變動（周孜恆、王聖鐸，2018）。

綜合上述研究顯示，手機於完成相機率定並配合適當量測流程後，其內外方位參數精度足以支援近景攝影測量之需求。因此，倘本研究未來需於建置三維既有建物產權模型過程中更深入探討行動裝置設備精度議題，建議可參照上開「行動裝置內建相機之內方位及內建定位定向感測器精度分析。」<sup>5</sup>文獻所採用之研究方法，用手機設備進行影像擷取，並透過率定程序與後續空間平差修正，以提升三維重建成果之幾何一致性與量測可靠性，亦驗證行動裝置於地政實務與空間資訊應用上之可行性。

## 3.5 可行性分析

### 3.5.1 位置勘查

本研究依上開實驗場進行分析與比較，統整各項問題後，本研究限制在於，倘實驗場高程差明顯時，因研究資料為二維平面，可能導致三維建物匹配時產生誤差（如下圖），且產生之黃色標竿，會與實際地形產生誤差，譬如懸空、出現在地底等問題。此外，因虛擬標桿與實際對應仍需以人工方式進行比對，故距離亦有限制，依上開分析結果，誤差會隨距離超過 10 公尺而逐漸增加，因此，當放樣場域高程差過大或距離過遠時，本研究可能因此失真。

---

<sup>5</sup> 周孜恆、王聖鐸（2018）。行動裝置內建相機之內方位及內建定位定向感測器精度分析。國土測繪與空間資訊（Taiwan Journal of Geoinformatics）



Fig. 3.11 地形高程差導致三維匹配偏差示意圖

但對於僅需了解土地概略位置、未有精度規範之位置勘查業務，於平坦地形中，亦能發揮其效用，若能獲得足夠多附近建物已知點資料，並建立資料庫，將能大幅減少作業時間，並提升精度，應用於實務位置勘查業務中。

### 3.5.2 鑑界成果覆核

本研究以 ARki 放樣成果之精度及誤差與依照現行儀器實地放樣資料進行比對，在高程差過大及放樣距離於 10 公尺外之範圍，受限於未有高程坐標資料，尚未達到地籍測量實施規則第 76 條及 243 條所訂規範，倘能將高程坐標納入，將能有效提升精度，但對於高程差幾乎為零且放樣距離於 10 公尺內之地區及案件，可用於快速檢查鑑界成果是否具有顯著之錯誤，提升土地鑑界之正確性。

### 3.5.3 前置作業時間、效用評估

就本研究推動之作業模式而言，前置作業階段之時間投入確為重要課題之一。

現階段若欲有效運用手機擴增實境技術結合三維建物模型於測量外業作業中，仍需於初期投入較多時間進行資料蒐集、建置與整合。依本研究實務操作流程，現行作業仍須於每次外業測量時，由承辦人員一併測繪周邊三維建物現況資料，包含建物平面坐標、高程及主要形體資訊，並將相關量測成果統整建檔、檢核後匯入資料庫，以作為後續 AR 定位與放樣之基礎。

然而，就長期作業效益觀之，此類前置投入具有明顯之累積效益。當周邊建物三維資料逐步建置完成並形成資料庫後，後續辦理相鄰或類似案件時，僅需匯入既有三維建物資料，並攜帶行動裝置及定位點至現場，即可進行定位與放樣作業，無須再攜帶大量傳統儀器或重複進行測繪程序，將可大幅縮短作業時間並降低人力成本。此外，透過三維模型之視覺化呈現，亦可提升現場溝通效率，使非專業民眾更易理解土地位置與範圍，進一步提升服務品質。

進一步而言，未來若三維地籍建物產權模型建置成熟並全面應用，亦可與本研究流程整合，直接引用既有三維地籍成果與已知坐標系統，大幅減少現地測繪與資料處理時間，並降低重複作業所造成之成本支出。相關研究亦指出，當已知建物位置資料充足並建立完整資料庫後，將能有效提升作業效率並減少外業時間。

綜上所述，本研究作業模式於初期確實需投入較多前置作業時間，惟隨著資料庫逐步建置完善，其長期效益將顯著展現，不僅可節省外業時間與人力成本，亦有助於提升測量作業效率與整體服務品質，具高度實務推廣價值。

#### 3.5.4 實務執行上設備成本及其可行性分析

本研究推動之作業模式而言，除前置資料建置所需時間投入外，實務推動亦涉及設備成本與整體可行性評估。

首先，就硬體設備而言，本研究需採用蘋果手機(iPhone)作為主要操作載體，

係因本研究使用之 AR 應用程式僅支援 iOS 系統。以目前實務採購價格觀之，中高階機型可滿足 AR 定位與顯示需求，其一次性購置成本相較全測站或其他測量儀器仍屬低廉，且設備體積小、攜帶便利，亦可兼作日常公務使用，具多功能整合之優勢。

其次，就軟體與通訊成本而言，本研究所涉費用主要包括行動通訊費用、ARki 訂閱費用及 SketchUp 建模軟體授權費用。ARki 軟體訂閱費用則屬持續性支出，惟其可支援現地 AR 定位與虛擬標桿放樣功能，為本研究核心作業工具之一；SketchUp 軟體則主要用於三維建模與資料前處理，其費用屬可控範圍，且可供多案件共用，具相當成本效益。

就整體成本效益觀之，本研究作業模式雖於初期需投入一定設備與軟體費用，惟相較傳統作業模式需配置多項測量儀器、人力與交通成本，其整體支出仍具競爭力。尤其當三維建物資料庫逐步建置完成後，後續案件僅需攜帶手機與定位設備即可完成多數作業，將可顯著降低人力配置與儀器使用需求，並縮短外業作業時間，進一步提升整體作業效率與服務品質。

綜合而言，本研究所需設備成本屬合理且可負擔範圍，且隨資料庫與作業流程逐步成熟，其邊際成本將持續下降，整體具備高度制度化推動之可行性與長期效益。

## Chapter 4 結論與建議

### 4.1 結論

依據上開大安森林公園及大安地政事務所實驗場放樣結果而論，若 2 點點位間有地形高程差，本研究精度現階段尚難達地籍測量實施規則第 76 條及 243 條所訂之規範，但對應用於僅須了解概略位置之位置勘查作業，尚能簡化作業並讓民眾能更直觀了解土地具體所在位置。

因現行地籍測量，圖根點均採二維坐標，並無高程資料，為解決地形高程差導致誤差等問題，本研究建議圖根點坐標可改採三維；惟倘依現行圖根點埋設方式，易造成圖根點毀損及誤差，故本研究一併建議三維圖根埋設方案，詳如下述。

### 4.2 建議

#### 4.2.1 實務應用於位置勘查及鑑界成果覆核

依據上開實驗成果，ARki 軟體放樣技術可應用於實務位置勘查，考量現行三維地籍產權模型尚未建置完竣，建議可於現行外業測量時，併同測繪附近建物，作為已知點資料，並建立資料庫，後續有相鄰位置勘查案件時，僅需提前匯入附近已知三維建物資料，攜帶手機及定位點至現場即可，無需再攜帶測距儀、皮尺、噴漆等工具，且有直觀的手機螢幕畫面，可用於向民眾及申請人解釋土地位置坐落，亦能讓非地政專業人士快速理解土地範圍所在。

另外本研究亦可應用於鑑界成果覆核，當鑑界放樣完竣時，倘需確認是否有人工操作錯誤或誤差時，在高程差幾乎為零且放樣距離於 10 公尺內之地區及案件，可將 ARki 放樣成果用於快速檢查鑑界成果是否具有顯著之錯誤，對於土地鑑界成

果多一層檢核及把關。

#### 4.2.2 圖根點坐標改採三維

考量現行地籍測量採用之圖根均為二維坐標，並無高程資料，倘補建之圖根有三維坐標屬性，再依上開資料庫所測設之現況資料，加入三維坐標，對於本研究之精度能具有實質性的提升，依上開研究方法可大幅減少，因地形起伏所造成誤差問題，提高測量精度及現場放樣之精準度。

此外，除本研究應用三維坐標外，亦可應用於都市高密度建成區之測量作業中，三維坐標有助於處理高差複雜之環境條件，如高架設施、立體道路及多層建物等情境，使測量成果更具一致性與延伸性。未來若結合三維產權模型、數值地形模型及三維地籍成果，三維圖根點亦可作為跨系統空間整合之基礎控制架構，進一步支援智慧城市、公共工程管理及空間資訊決策等多元應用。

綜上，本研究認為短期內全面導入三維坐標體系之成本略高，惟隨三維地籍與空間資訊應用逐步成熟，其制度化推動具高度潛力。爰建議未來可採循序推動方式，優先於三維應用需求較高區域試辦，逐步建立三維控制體系，以兼顧實務可行性與長期發展需求。

#### 4.2.3 三維圖根埋設方案建議

續上開提出之方案，若圖根採三維方式建置，因現行圖根點均埋設於地面上，考量交通安全、保存及毀損可能造成之精度及各方面之影響，本研究建議圖根可補建於建物柱體或牆面上，此方案相較於傳統地面之圖根點，其效益及優點在於：首先，可保存較長時間，不易因工程或路面鋪設而減失；其次，隨著圖根點補建數量越來越多，亦可減少承辦人員於現場測量作業找尋圖根點時間，提升效率；其三，現地測量及埋設圖根多位於交通繁忙道路上，依前開方式補建可減少於路邊作業

造成之交通不便及降低危險性。

補建於建物柱體或牆面上，本研究埋設並測設坐標後，建議可將圖根點坐標及成果資料整理並檢送予地政局土地開發總隊（下稱開發總隊），再由開發總隊評估三維圖根點是否符合現行圖根點精度規範，以及是否可匯入並建置於臺北市控制及應用測量成果系統。另有關圖根點之標準規格、是否應統一規格等問題，可於後續再邀集開發總隊研商。

另有關三維圖根埋設方案建議作法如下：

- 一、對於已存在建物：可取得建物所有權人同意書（倘建物為區分所有建物，圖根建置於專有部分時，應取得該建號所有權人同意書；另圖根建置於共有部分時，則需全體共有人同意書），建置方式可採黏貼、埋設或鑲嵌於牆壁中，並由地政機關測量圖根點之三維坐標並定期維護。
- 二、對於興建中建物：為推廣與建設公司、都市更新實施者或起造人合作，可於興建建物牆壁及柱壁時埋設圖根點，埋設完竣後，向地政機關申請測量圖根點坐標，併同辦理《地籍測量實施規則》第 282-1 條<sup>6</sup>及第 282-2 條<sup>7</sup>所規定之建物位置測量及繪製建物位置圖，並於後續辦理建物第一次測量及登記時，即可免繳建物地籍測繪位置資料及依土地複丈費及建築改良物測量費收費標準第 3

---

<sup>6</sup> 地籍測量實施規則第 282-1 條略以：「於實施建築管理地區，依法建造完成之建物，其建物第一次測量，得依使用執照竣工圖說轉繪建物平面圖及位置圖，免通知實地測量。但建物位置涉及越界爭議者，應辦理建物位置測量……建物位置圖應依經實地測繪且由開業之建築師、測量技師或其他依法規得為測量相關簽證之專門職業及技術人員簽證之建物地籍測繪資料轉繪之。……」

<sup>7</sup> 地籍測量實施規則第 282-2 條：「依前條規定轉繪之建物平面圖及位置圖，得由開業之建築師、測量技師、地政士或其他與測量相關專門職業及技術人員為轉繪人。……」

條附表二附註二<sup>8</sup>所規定的「建物位置圖測量費」。

三、對於政府機關之建物：可函詢土地及建物管理機關同意後，由地政機關視需求埋設於適當且通視良好位置。

若上開方案可執行，將解決圖根點位因工程或路面鋪設而滅失問題，隨著時間，當圖根點位補建及埋設數量增加，能大幅減少實地測量時缺乏圖根或找尋不易等問題。

#### 4.2.4 結合現行三維地籍產權模型

倘現行新成屋及既有成屋三維地籍產權模型回溯建置執行計畫建置完竣，且地籍坐標精度符合地籍測量實施規則之要求，建議亦可將三維地籍產權模型結合本研究，並建置已知坐標系統或加入現行臺北市控制及應用測量成果系統，整合已知圖根點及三維建物坐標，將能大幅提升市區已知點數量及多餘觀測，有效提升本研究作業效率及精度。

---

<sup>8</sup> 土地複丈費及建築改良物測量費收費標準第3條附表二附註二：「依據地籍測量實施規則第二百八十二條之一或第二百八十二條之二辦理，未能檢附建物地籍測繪資料者，應加繳建物位置圖測量費，由登記機關現場測量建物位置。」

## REFERENCE

- [1] Bishop, I. D., Pettit, C. J., Sheth, F., & Sharma, S. (2016). Smart maintenance of riverbanks using a standard data layer and augmented reality. *Computers & Geosciences*, *95*, 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.06.014>
- [2] Chung, S. H., Kwon, Y. J., Lee, H. S., & Kim, Y. S. (2021). Design of augmented reality training content for railway vehicle maintenance focusing on the axle-mounted disc brake system. *Applied Sciences*, *11*(20), 9090. <https://doi.org/10.3390/app11209090>
- [3] Florido, E., Martínez-Álvarez, F., Morales-Esteban, A., Reyes, J., & Aznarte-Mellado, J. L. (2019). Review of implementation of augmented reality into the georeferenced analogue and digital maps and images. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *8*(11), 489. <https://doi.org/10.3390/ijgi8110489>
- [4] Kim, J., Choi, C., Lee, D., Park, J., & Kim, H. (2015). BoreholeAR: A mobile tablet application for effective borehole database visualization using an augmented reality technology. *Computers & Geosciences*, *83*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.06.003>
- [5] Martínez-Graña, A. M., Goy, J. L., & Zazo, C. (2023). Mapping the emergent trends in industrial augmented reality. *Electronics*, *12*(8), 1719. <https://doi.org/10.3390/electronics12081719>
- [6] Muñoz-Saavedra, L., Miró-Amarante, L., & Domínguez-Morales, M. (2020). Augmented and virtual reality evolution and future tendency. *Applied Sciences*, *10*(1), 322. <https://doi.org/10.3390/app10010322>
- [7] Sánchez-Díaz, J., Ángeles-Serrano, G., Hernández-Mena, E., López-López, M. R.,

