

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

整合三維房屋模型與二維影像之套合、匹配、及牆面重建
之研究

研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2218-E-009-018-
執行期間：98年10月01日至99年09月30日
執行單位：國立交通大學土木工程學系(所)

計畫主持人：張智安

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：高崇軒
碩士班研究生-兼任助理人員：陳信瑜

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 19 日

中文摘要

三維房屋模型與二維影像之空間套合在空間資訊應用中扮演著重要的角色。空間套合之目的是建立影像空間與物空間的轉換關係。在進行空間套合時，可使用的控制特徵包括控制點、控制線、控制面等。三維房屋模型可以同時提供控制點與控制線，因此可同時使用兩種控制特徵於影像之方位求解。本研究之目的為結合控制點與控制線於二維影像與三維房屋模型之空間套合。研究中分別建立及比較三種不同數學模式的共線條件式，第一種是以控制點為基礎之共線條件式，第二種是以控制線為基礎之共線條件式，第三種是結合控制點與控制線之共線條件式。實驗成果顯示，結合多元控制特徵可有效提升空間套合之精度。

關鍵詞：影像、三維房屋模型、套合。

Abstract:

Space registration of 2-D image and 3-D model data is an important task for geoinformation applications. Space registration connects the spatial relationship between the image space and object space. It can be implemented by using the different control entities like control points, control lines, control surfaces, etc. The 3-D model provides both point and line features. Hence, we establish a procedure of image orientation determination by integrating these features. The objective of this investigation is to combine the point and linear features in space registration. The proposed scheme utilizes collinearity equations in the orientation determination. In this investigation, we compare three kinds of collinearity equations. The first one is a point-based formulation. The second one is line-based equations. The last one is a join equations which combine the point and line features. The experimental results indicate that the proposed scheme is flexible and reliable.

Key words: image, 3-D building models, registration.

一、前言

三維房屋模型與二維影像之空間套合是模型細部重建的首要工作(Jacobs, 1997; Jacobs,

1999)。為達到空間套合之目的，需量測模型與影像之共同特徵位置，利用此控制特徵對影像成像時的位置及姿態進行定位(Bioret, et al., 2009; Haala and Bohm, 2003; Cipolla, et al., 2004; Karjalainen et al., 2006; Tan, et al., 2008)。

模型與影像之空間套合可以從幾個方面進行討論，從資料獲取面來討論，在良好的觀測條件下，當影像可涵蓋完整的模型，在遮蔽干擾不嚴重時，可以取得分佈良好且大量之控制特徵進行方位求解，此時的方位求解將會取得良好的成果。受到現場取樣的條件限制，許多時候會受到遮蔽干擾，亦間接影響定位的精度。在獲取近景影像時，可結合數位相機及全球定位系統，在拍攝影像的同時，亦可以得到成像的位置坐標。由於是使用 GPS 進行定位，無法取得拍攝時的姿態角資訊，此外，受到都市區建築物的影響，GPS 位置的精度亦會受到影響，因此所記錄的位置坐標，無法滿足模型細部重建的精度需求。此時，GPS 所提供的位置座將做為方位計算的初始值，使方位求解更加穩定(Rau, et al., 2006)。

接著從控制特徵進行討論，傳統的方位求解，多使用控制點做為控制特徵，原因是控制點有較佳的幾何控制力。除了控制點，控制線或控制面亦被使用在方位求解的研究中(Grussenmeyer and Khalil, 2002; Schenk, 2004)。Jaw and Perng, (2008)利用地形圖的線形特徵，以控制線對航照影像進行方位求解；Habib, et al., (2007)使用控制平面對航照影像進行方位解算，過去的文獻經由實驗證明控制線或控制面的可行性。然而以往的研究多使用單一類別的控制特徵，對於結合不同類別之控制特徵的研究較缺乏探討。三維房屋模型普遍使用多面體表示，即三維模型使用多邊形平面組成，平面是由線段所組成，線段則是由節點所構成，因此三維房屋模型具有多元的幾何特徵，包含點、線、面。在現場取樣的條件限制下，結合各類可獲取的幾何特徵將有助方位求解。

二、研究目的

本計畫以三年為期，整合三維房屋模型與二維影像進行套合、匹配、及牆面重建工作。本次

報告為第一年成果報告，第一年研究目標為建立三維房屋模型與二維影像之多元幾何特徵套合模式，研究重點使用幾何特徵融合的方式，建立以多元幾何特徵為控制之精密套合模式。

三、研究方法

本研究的主要研究工作包含以下幾個部分：建立控制點方位求解模式、建立控制線方位求解模式、結合控制點及控制線之聯合平差模式、及精度分析。本研究流程如圖 1，並詳述各部分內容如下。

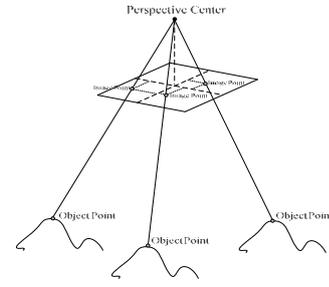


圖 2. 控制點求取方位參數示意圖

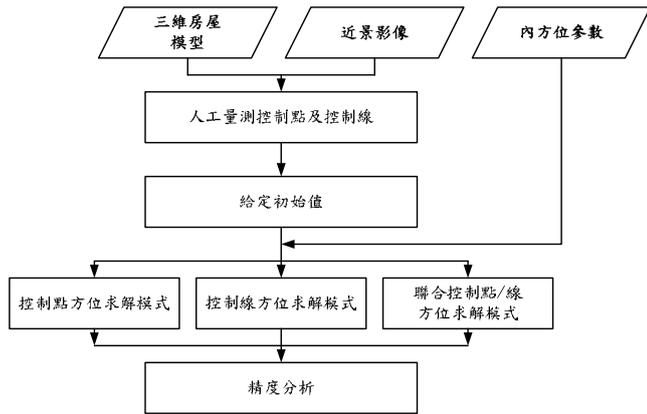


圖 1. 研究流程圖

3.1 建立控制點方位求解模式

控制點普遍使於用攝影測量領域。使用成像中心、影像坐標、及物空間坐標共直線的特性，可建立物像空間之關係，共線條件式如方程式(1)所示(Grussenmeyer and Khalil, 2002)。使用共線式求解方位之物理意義如圖 2 所示，每一個控制點可以建立一條直線，藉由多條直線交會於攝影中心的特性，可求解影像之外方位參數。

$$x = -f \frac{m_{11}(X - X^c) + m_{12}(Y - Y^c) + m_{13}(Z - Z^c)}{m_{31}(X - X^c) + m_{32}(Y - Y^c) + m_{33}(Z - Z^c)}$$

$$y = -f \frac{m_{21}(X - X^c) + m_{22}(Y - Y^c) + m_{23}(Z - Z^c)}{m_{31}(X - X^c) + m_{32}(Y - Y^c) + m_{33}(Z - Z^c)}$$
(1)

$$V_p = B_p \Delta_p - L_p \quad (2)$$

其中， (x, y) 為影像坐標； (X, Y, Z) 為物空間坐標； (X^c, Y^c, Z^c) 為成像位置； $(m_{11}, m_{12} \dots m_{33})$ 為旋轉角所構成之矩陣元素； f 為焦距； V_p 為控制點殘差矩陣； B_p 為未知數設計矩陣； Δ_p 為方位參數矩陣； L_p 為控制點常數矩陣。

3.2 建立控制線方位求解模式

除了控制點外，也可使用控制線進行方位求解。研究中將控制直線以參數化表示，將參數化直線方程式代入共線條件式，使用控制線配合最小二乘法求解外方位參數及直線尺度參數(Schenk, 2004)。控制線之共線式如方程式(3)所示。使用控制線之共線式求解方位之物理意義如圖 3 所示，每一條控制線可產生一個三角平面，多個平面交會於成像中心，利用此特性可求解外方位參數。

$$x = -f \frac{m_{11}(p + s^*a - X^c) + m_{12}(q + s^*b - Y^c) + m_{13}(s - Z^c)}{m_{31}(p + s^*a - X^c) + m_{32}(q + s^*b - Y^c) + m_{33}(s - Z^c)}$$

$$y = -f \frac{m_{21}(p + s^*a - X^c) + m_{22}(q + s^*b - Y^c) + m_{23}(s - Z^c)}{m_{31}(p + s^*a - X^c) + m_{32}(q + s^*b - Y^c) + m_{33}(s - Z^c)}$$
(3)

$$V_l = [B_{l1} \quad B_{l2}] \begin{bmatrix} \Delta_p \\ \Delta_l \end{bmatrix} - L_l \quad (4)$$

其中， (x, y) 為影像坐標； (X, Y, Z) 為物空間坐標； (X^c, Y^c, Z^c) 為成像位置； $(m_{11}, m_{12} \dots m_{33})$ 為旋轉角所構成之矩陣元素； f 為焦距； (p, q, a, b) 為直線參數； s 為直線尺度參數； V_l 為控制線殘差矩陣； (B_{l1}, B_{l2}) 為未知數設計矩陣； Δ_p 為方位參數矩陣； Δ_l 為直線尺度參數矩陣； L_l 為控制線常數矩陣。

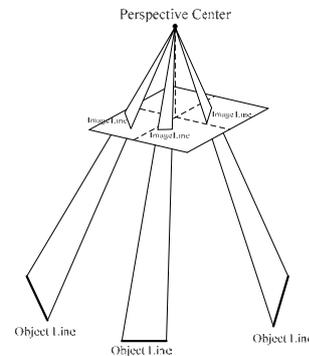


圖 3. 控制線求取方位參數示意圖

3.3 結合控制點及控制線之聯合平差模式

本項工作結合控制點及控制線建立聯合平差模式，同時獲取控制點及控制線，並利用此混合模式進行空間套合。本研究結合方程式(2)及方程式(4)，進行聯合平差，以求解方位參數，聯合平差如方程式(5)所示。此模式的優點是可以有效的結合各類控制特徵，同時求解方位參數。使用控制點及控制線方位求解之物理意義如圖 4 所示，使用控制點產生的直線及控制線產生的三角面進行交會，以求解外方位參數。

$$\begin{bmatrix} V_p \\ V_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_p & 0 \\ B_{l1} & B_{l2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta_p \\ \Delta_l \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} L_p \\ L_l \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中， (V_p, V_l) 為控制點及控制線殘差矩陣； (B_p, B_{l1}, B_{l2}) 為未知數設計矩陣； Δ_p 為方位參數矩陣； Δ_l 為直線尺度參數矩陣； (L_p, L_l) 為控制點及控制線常數矩陣。

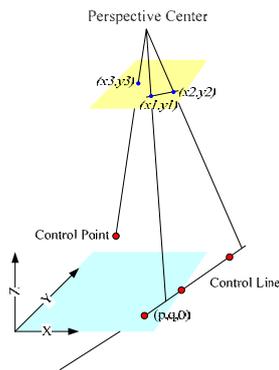


圖 4. 整合控制點/線求取方位參數示意圖

四、研究成果

研究中分別使用模擬及真實資料進行分析。

4.1 模擬資料分析

為了對這三種模式進行完整的分析比較，研究的第一步是產生模擬資料，在可控制的條件下進行分析比較。已知內外方位參數，利用共線條件式，模擬控制點及控制線特徵，模擬時影像坐標之中誤差設定為 0.5 個像元，物空間坐標之中誤差設定為 0.5 公尺，並使用亂數產生不同數量

及分佈之控制特徵。圖 5 為控制點及控制線模擬成果示意圖。此外，並產生獨立檢核點做為檢核使用。

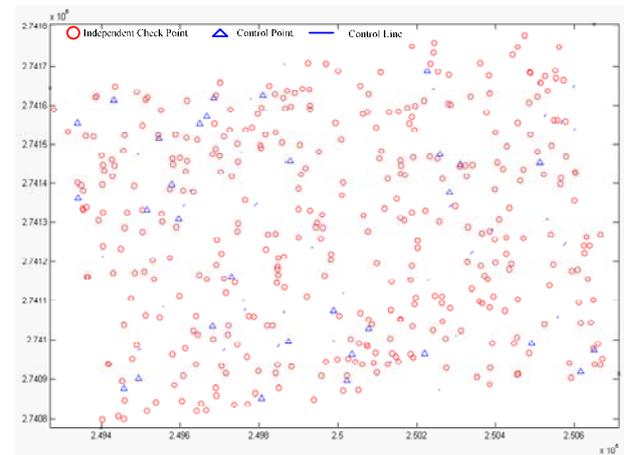


圖 5. 模擬資料

表 1 整理三種模式的實驗成果，第一組成果使用全部 38 個控制點進行方位重建，372 個獨立檢核點的均方根誤差為 0.62 及 0.88 像元；第二組成果使用全部 41 條控制線進行方位重建，同樣一組檢核點的均方根誤差為 0.87 及 1.01 像元；比較成果一及成果二可知，控制點較控制線有更佳的控制力。結合所有控制點及控制線，檢核點精度可提升為 0.38 及 0.56 像元。

表 1. 模擬資料成果總表

Unit: pixel	Point	Line	Point+Line		
No. GCP	38	0	1	3	38
No. GCL	0	41	41	41	41
No. ICP	372	372	372	372	372
Mean Sample	0.44	0.44	0.41	0.27	0.03
Mean Line	0.68	0.08	0.06	-0.05	0.37
RMSE Sample	0.62	0.87	0.86	0.79	0.38
RMSE Line	0.88	1.01	1.00	1.00	0.56
$\sigma \omega$	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004
$\sigma \varphi$	0.0004	0.0005	0.0005	0.0005	0.0003
$\sigma \kappa$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
σX_c	0.5045	0.6916	0.6835	0.6815	0.3845
σY_c	0.6903	0.6939	0.6857	0.6809	0.4859
σZ_c	0.1596	0.1871	0.1842	0.1840	0.1142

4.2 真實資料分析

除模擬資料分析外，亦使用真實資料進行分析，實驗資料包含三種不同類別之影像：航空垂直攝影影像、航空傾斜攝影影像及地面近景攝影影像。表 2 整理三組實驗資料的相關參數。

表 2. 實驗資料相關參數

	測區 1	測區 2	測區 3
影像類別	航空垂直影像	航空傾斜影像	地面近景影像
感測器	Ultracam-D	NikonD2X	NikonP6000
空間解析度	12cm	12cm	1cm
影像比例尺	1/12000	1/21500	1/1700
控制點	10	10	4
控制線	10	10	7
檢核點	25	12	3
房屋模型來源	1/10000 立體影像，屋角點坐標中誤差 30cm		

測區 1 位於新竹科學園區，研究中進行數位航空影像及三維房屋模型之空間套合，影像及控制特徵之分布如圖 6 所示，控制點及檢核點主要量測在房屋角點，控制線則分布於房屋的邊界線。對應之房屋模型如圖 7 所示，其中不同色階代表不同的高度。



圖 6. 控制點及控制線套疊航空垂直攝影影像

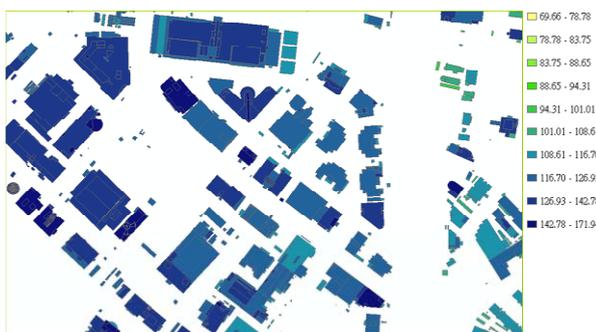


圖 7. 航空垂直攝影對應之三維房屋模型

表 3 整理三種模式的實驗成果，首先使用 10 個控制點進行方位重建，25 個獨立檢核點的均方根誤差為 1.87 及 2.26 像元；第二組成果使用全部 10 條控制線進行方位重建，同樣一組檢核點的均方根誤差為 2.49 及 2.86 像元；結合所有控制點及控制線，檢核點精度為 2.17 及 2.56 像元，航照影像空間解析度為 12 公分，因此精度約為 30 公分，由於房屋模型中誤差約為 30cm，成果與房屋模型品質相關。

表 3. 航空垂直攝影成果總表

Unit: pixel	Point	Line	Point+Line		
No. CP	10	0	1	10	10
No. CL	0	10	10	1	10
No. ICP	25	25	25	25	25
Mean Sample	0.86	1.05	1.36	0.86	1.09
Mean Line	-0.92	-1.77	-1.67	-0.89	-1.35
RMSE Sample	1.87	2.49	2.46	1.87	2.17
RMSE Line	2.26	2.86	2.79	2.24	2.54

測區 2 位於台北市，研究中進行傾斜航空影像及三維房屋模型之空間套合，影像及控制特徵之分布如圖 8 所示，控制點及檢核點分布於房屋角點，控制線則分布於房屋牆面邊界垂線。對應之房屋模型如圖 9 所示。

表 4 整理三種模式的實驗成果，首先使用 10 個控制點進行方位重建，10 個獨立檢核點的均方根誤差為 1.73 及 2.81 像元；第二組成果使用全部 10 條控制線進行方位重建，同樣一組檢核點的均方根誤差為 2.24 及 2.98 像元；結合所有控制點及控制線，檢核點精度提升為 1.72 及 2.68 像元。

表 4. 航空傾斜攝影成果總表

Unit: pixel	Point	Line	Point+Line	
No. CP	10	0	3	10
No. CL	0	10	10	10
No. ICP	12	12	12	12
Mean Sample	0.17	0.44	0.34	0.21
Mean Line	0.49	-0.59	0.74	0.48
RMSE Sample	1.73	2.24	2.02	1.72
RMSE Line	2.81	2.98	2.62	2.68

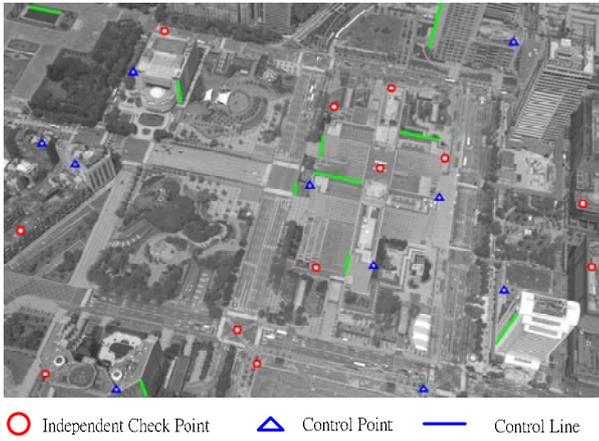


圖 8. 控制點及控制線套疊航空傾斜攝影影像

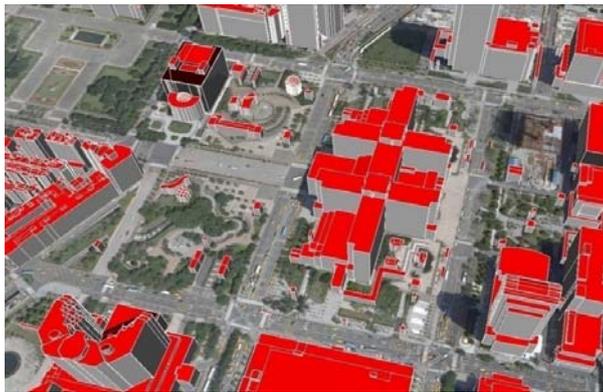


圖 9. 航空傾斜攝影對應之三維房屋模型

測區 3 位於中壢市，近景影像使用 Nikon D2X 拍攝而得，圖 10 為測試影像及控制特徵之分布。三維房屋模型的屋頂面使用航照立體對影影像量測而得，房屋模型的屋腳由數值地形圖內插而得，房屋模型如圖 11 所示。



圖 10. 控制點及控制線套疊地面近景攝影影像

表 5 整理三種模式的實驗成果，首先使用 4 個控制點進行方位重建，3 個獨立檢核點的均方根誤差為 14.44 及 9.20 像元；第二組成果使用全

部 7 條控制線進行方位重建，同樣一組檢核點的均方根誤差為 16.75 及 6.13 像元；結合所有控制點及控制線，檢核點精度提升為 15.56 及 6.45 像元。由於房屋模型中誤差約為 30cm，影像空間解析度為 1cm，因此檢核點成果反映房屋模型的品質。

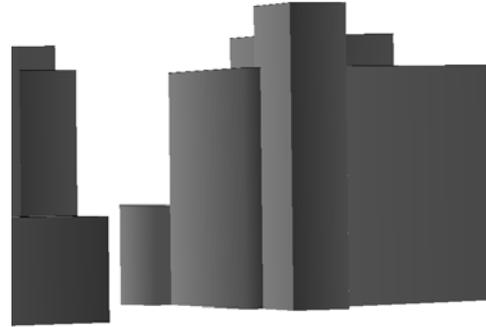


圖 11. 地面近景攝影影像對應之三維房屋模型

表 5. 地面近景影成果總表

Unit: pixel	Point	Line	Point+Line
No. CP	4	0	4
No. CL	0	7	7
No. ICP	3	3	3
Mean Sample	5.82	9.53	7.76
Mean Line	0.42	-1.17	0.17
RMSE Sample	14.44	16.75	15.56
RMSE Line	9.20	6.13	6.45

五、結論與建議

本研究目的為結合控制點與控制線於二維影像與三維房屋模型之空間套合。研究中分別建立及比較三種不同的空間套合方法，包含使用控制點之共線式、使用控制線之共線式、及結合控制點及控制線之共線式。研究中分別使用模擬資料及真實資料進行完整之分析比較，真實資料包含航空垂直攝影、航空傾斜攝影及地面近景攝影之影像。實驗結果顯示，結合多元控制特徵可有效的提升影像與模型之套合精度。本研究之建議條列如下：(1)使用控制線應考量線段的方向性，線段間接近正交可得較佳的控制力，(2)套合精度與模型的品質相關，若模型品質佳則套合精度相對提升。

參考文獻

- Bioret, N., Moreau, G. and Servières, M., 2009. Pose computation based on correspondence between 2D GIS and street images, *Intelligent Systems and Automation: 2nd Mediterranean Conference on Intelligent Systems and Automation (CISA'09)*, 1107: 169-174.
- Cipolla, R., Robertson, D. and Tordoff, B., 2004. Image-based localization, In *Proceedings of International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, pp. 22–29.
- Grussenmeyer, P. and Al Khalil, O., 2002. Solutions for exterior orientation in photogrammetry: a review. *Photogrammetric Record*, 17(100): 615-634.
- Haala, N. and Böhm, J., 2003. A multi-sensor system for positioning in urban environments, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58: 31– 42.
- Habib, A., Ghanma, M., Morgan, M. And Ai-Ruzouq, R., 2005. Photogrammetric and lidar data registration using linear features, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 71(6): 699–707.
- Jacobs, D., 1997. Matching 3-D models to 2-D images, *International Journal of Computer Vision*, 21(1/2): 123-153.
- Jaw, J.J. and Perng, N.H., 2008. Line feature correspondence between object space and image space. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 74(11): 1521-1528.
- Jacobs, D., 1999. 3-D to 2-D pose determination with regions, *International Journal of Computer Vision*, 34(2/3): 123-145.
- Karjalainen, M., Hyypä, J. and Kuittinen, R., 2006. Determination of exterior orientation using linear features from vector maps. *Photogrammetric Record*, 21(116): 329-341.
- Rau, J.Y., Teo, T.A., Chen, L.C., Tsai, F., Hsiao, K.H., and Hsu, W.C., 2006, Integration of GPS, GIS and Photogrammetry for texture mapping in photo-realistic city modeling, *Lecture Notes in Computer Science*. Vol.4319.pp.1283-1292.
- Schenk, T., 2004. From point-based to feature-based aerial triangulation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58(5-6): 315-329.
- Tan, Y. K. A., Kwoh, L. K. and Ong, S. H., 2008. Texture mapping of 3-D building models using pose estimation of digital photographs, In *Proceedings of the 29th Asian Conference on Remote Sensing*, Nov. 10-14, Colombo, Sri Lanka, CD-ROM.

國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：99年7月11日

計畫編號	NSC 98—2218—E—009—018—		
計畫名稱	整合三維房屋模型與二維影像之套合、匹配及牆面重建之研究		
出國人員姓名	張智安	服務機構及職稱	國立交通大學土木工程學系 助理教授
會議時間	99年7月4日至 99年7月7日	會議地點	奧地利 維也納
會議名稱	(中文) 國際航遙測學會百週年紀念會及第七技術委員會研討會 (英文) ISPRS Centenary / Symposium Technical Commission VII		
發表論文題目	(中文) 結合控制點及控制線於三維房屋模型與二維影像之空間套合 (英文) The registration of 3-D models and a 2-D image using point and line features		

一、參加會議經過

1910年國際航遙測學會(International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS)於奧地利維也納成立，今年是ISPRS成立100週年，因此選定維也納舉辦100週年紀念會，同時舉辦第七技術委員會之研討會(ISPRS Symposium Technical Commission VII)。本次紀念會及研討會主辦單位為國際航遙測學會，協辦單位為維也納技科大學(Vienna University of Technology)。舉行地點亦為維也納技科大學，時間為本(2010)年7月4日至7月7日，會議議程包含百週年紀念會及研討會兩個部份。

百週年紀念會主要議程為ISPRS的歷史、現在及展望。Prof. Gottfried Konecny的講題為『History of ISPRS，演講內容從15世紀達文西的透視投影、18世紀的光學攝影、19世紀的攝影測量，至20世紀的遙感探測，其演說對整個學門的發展歷史做了完整且詳細的報導。Dr. Lawry Jordan是ESRI Director for Imagery，講題為『GeoImagery: A New Paradigm for Geoinformatics，其演講內容從遙測影像使用者的角度出發，對遙測影像各個面向的應用進行說明。最後是由Prof. Norbert Pfeifer對未來發展進行專題討論，其演講題目為『Future Development in ISPRS's Area of Interest，內容從感測器、方法及應用這個層面進行分析。另外，大會也邀請Prof. Franz Josef Radermacher對全球化議題進行演說，其內容對全球環境及經濟問題提出重要的觀點，也強調各領域合作的重要性。

第七技術委員會研討會每兩年舉行一次，本次之論文總數為187篇，安排於18場口頭報告及9場海報。論文主題包括：(1)遙測應用、(2)遙測系統、(3)全球觀測系統、(4)變遷及分類、(5)微波遙測、(6)高光譜資料分析、(7)影像處理與圖形識別、(8)資料融合、(9)光達資料處理，及(10)幾何處理。內容涵蓋許多遙測相關的重要領域。

第七技術委員會研討會的 Invited Speeches 分別是 7 月 5 日上午及 7 日上午，2 個場次共有 5 場演講，演講者包含 Prof. W. Paul Menzel、Prof. Shaun Quegan、Prof. Shunlin Liang、Prof. Michele Crosetto, 及 Prof. Michael Doneus。演講者的講題多著重在全球化的議題上，強調全球化的重要性，並討論遙測技術在全球化議題上扮演的角色，如全球觀測系統、全球地形模型等等。

本人的論文口頭報告時間是 7 月 5 日上午『場次，該場次包括多篇資料融合相關之論文，約有 100 人參與，會後與多位專家學者交流，對各類資料的融合及各類方法的融合有進一步的討論。研討會中，有多場論文宣讀單元與本人之研究重點數位城市有密切的關係。本人也經由這些論文報告中，得到許多數位城市相關的資訊，並與多位專家學者交流，著實獲益良多。

二、與會心得

1. 本次研討會最大收穫是對遙測的歷史、現在及展望有更多不同角度的思考。
2. 對全球化議題有更深入的认识，並思考遙測技術應如何在全球化議題上做出貢獻。
3. 全波形光達是光達系統的重要發展之一，這類資料記錄完整的掃描資料，對於了解地表特性有很大的潛力。

三、考察參觀活動(無是項活動者略)

無

四、建議

無

五、攜回資料名稱及內容

- (1) Proceedings of ISPRS Symposium Technical Commission VII, CD-Rom
- (2) 100 Years of the ISPRS

六、其他

無研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：張智安		計畫編號：98-2218-E-009-018-					
計畫名稱：整合三維房屋模型與二維影像之套合、匹配、及牆面重建之研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	1	1	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	1	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （本國籍）	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p style="text-align: center;">無</p>
---	--------------------------------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

階段性研究成果已發表於國際航遙測學會第七技術委員會之研討會，研究成果之期刊論文及專利申請亦同時撰寫中。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

研究中提出一整合的數學模式，可有效的套合向量式模型與網格式影像。研究目的為提升影像與模型之空間套合精度，在有限的控制特徵下，結合各類可獲取的控制特徵進行影像與模型之套合，由於空間套合所需的控制特徵更具彈性，因此具有更高的實務應用價值。隨著數位行動裝置的普及化，及數位城市之發展，未來可望將此模式延伸發展為即時運算模組，向量式模型由數位城市提供，網格式影像由行動裝置獲取，藉此提供更盡富的適地性服務。