

2010建築數位化技術工作坊

— 數位典藏與數位學習國家型科技計畫 拓展臺灣數位典藏計畫 —

林宜君

國立成功大學建築學系
博士後研究員

hsiao_na@hotmail.com

2010.7.29

2010建築數位化技術工作坊

— 數位典藏與數位學習國家型科技計畫 拓展臺灣數位典藏計畫 —

建築數位化技術

- 國際文化紀念物與歷史場所委員會 (ICOMO) 下設置若干專業國際科學委員會 (international scientific committees) 。
- 其中，建築攝影測量國際委員會 (CIPA) 為1968年國際古蹟遺產理事會與國際攝影測量與遙感學會 (ISPRS) 聯合創建，致力於將測量相關學科的方法和技術應用於文化遺產的測繪與檔案記錄。發展至今，已涵蓋多項技術與方法，名稱改為“ CIPA Heritage Documentation ”，即針對世界遺產進行測繪和建立紀錄檔案的科學委員會。



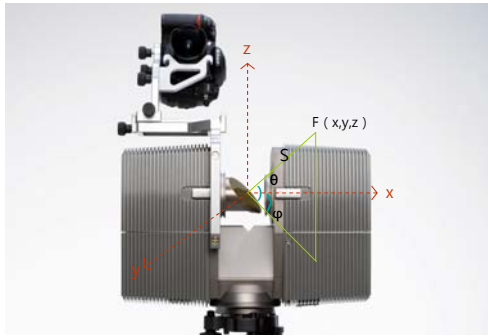
3D Laser Scan技術

- 3D雷射掃瞄研發自70年代即開始萌芽 (Jennifer and Jeff 1999) , 最初是由美國的航太總署NASA所研發 , 為一種非常笨重的基本光達 (LiDAR) 測量的設備。
- Boehler, W., Heinz, G. and Marbs, A., 2001. **The Potential of Non-contact Close Range Laser Scanners for Cultural Heritage Recording**, Proceedings of CIPA International Symposium, Potsdam, Germany

3/ ■

3D Laser Scan系統

3D雷射掃瞄儀的主要構造為一部快速準確的雷射掃瞄系統 , 內含一組可導引雷射光以等角速度掃瞄的反射稜鏡 ; 雷射測距儀可主動發射雷射光 (laser beam) , 同時接收自「自然物表面」反射之訊號進行測距 , 針對每一掃瞄點可測得測站至掃瞄點的斜距 , 配合掃瞄的水平與垂直方向角 , 可推求得每一掃瞄點與測站之三度空間相對坐標差 (劉燈烈 , 2004 : 8) 。



4/ ■

點雲 (point cloud)

- 使用3D雷射掃瞄儀掃瞄目標物，可獲得大量點數據，稱為「點雲 (point cloud)」。掃瞄所得到的點雲是由帶有三維坐標的點所組成，透過坐標轉換可將不同角度的點雲資料拼接成為立體的點雲圖形。
- 點雲 (point cloud) 為透過3D雷射掃瞄儀所取得之資料型式。掃瞄資料以點的形式記錄，每一個點包含有三維坐標，有些可能含有色彩資訊 (R,G,B) 或物體反射面強度 (Wikipedia · 2010)。
- 點雲是一種類影像的向量數據，再經過模型化處理，可以獲得高精度點位資料。
優點：
 - 1) 可以在點雲中進行空間量測；
 - 2) 利用點雲建立模型；
 - 3) 利用儀器的CCD相機可採集掃瞄目標物的紋理。

5/ ■

3D雷射掃瞄儀應用於建築維護項目

- 傳統測繪輔助 (平、立、剖面圖)
- 建築破壞紀錄與量測
- 變形監測
- 修復評估與模擬
- 古蹟遺址考古紀錄
- 典藏與展示

6/ ■

SAN GIOVANNI DECOLLATO TURIN, ITALY. 1720

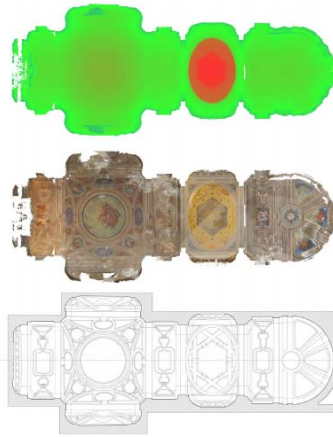
BOCCONCINO, M., MARCHIS, E., PIUMATTI, P., VITALI, M., INTEGRATION OF DIGITAL TECHNIQUES FOR THREE-DIMENSIONAL SURVEY: THE CASE STUDY OF THE BAROQUE CHURCH OF "SAN GIOVANNI DECOLLATO " IN TURIN (ITALY) ", CIPA 2009 XXII International Symposium, Kyoto, Japan.



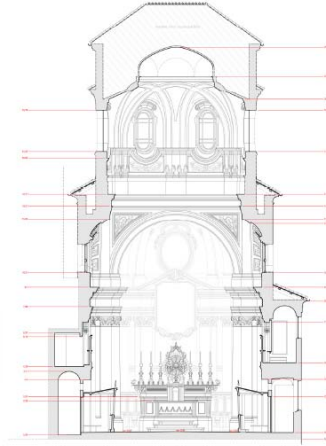
不同站位套疊後之點雲模型



利用點雲資料繪製線性資料

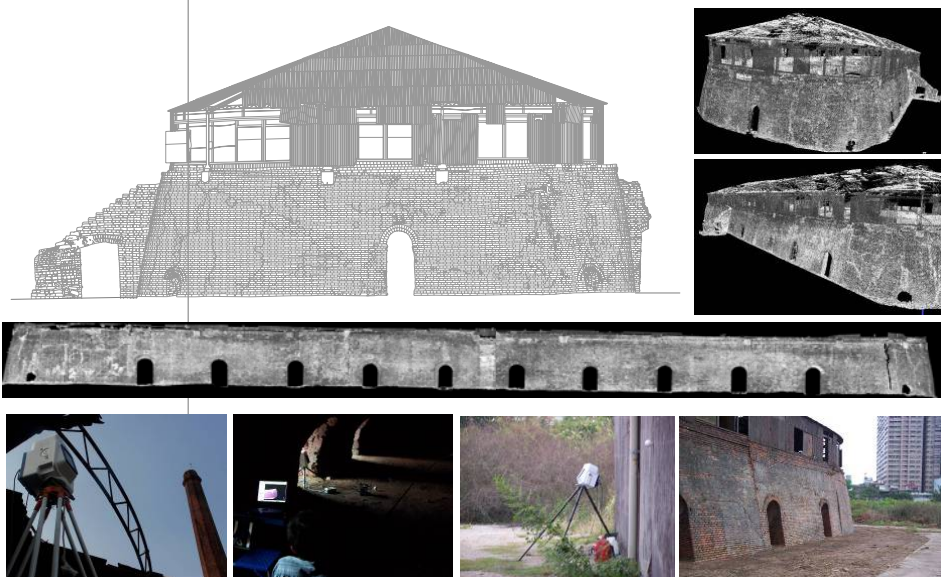


教堂穹頂以3D點雲正射投影表示



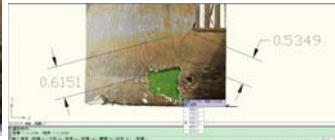
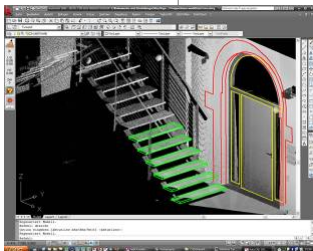
利用點雲建立模型所繪製之教堂神壇剖面圖

臺灣煉瓦株式會社高雄工場 (唐榮中都磚窯廠) · 高雄. 1913



陳清吉洋樓 · 金門金沙. 1931

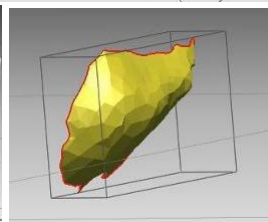
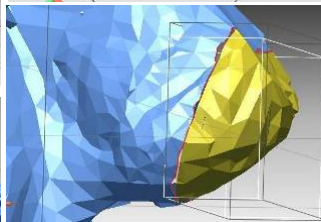
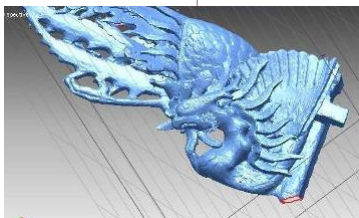
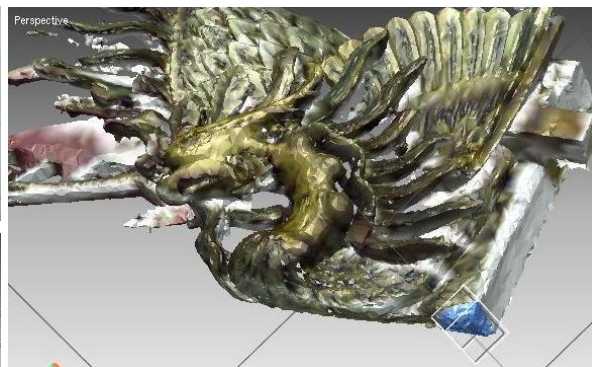
國立金門大學 吳宗江老師 提供



9/

傳統大木構件

吳宗江、林宜君、徐明權 (2006.05) 〈三維雷射掃描技術應用於傳統建築木雕裝飾數位保存之研究〉(2006年文化資產維護研究所第六屆文化山海觀研討會論文集)·雲林科技大學·雲林·P.12摘要。



臺灣煉瓦株式會社高雄工場（唐榮中都磚窯廠），高雄. 1913



北向 西向 南向 東向



建置後續3D基準點比對模式，利用固定的基準點即為坐標轉換比對法。未來只要基準點不受破壞，即可精確快速的資料比對。



22nd CIPA Symposium

CANGZHOU IRON LION, CHINA. 953

YONG, X., CHEN, Z., MA, Q., 3D LASER SCANNING AND DIGITAL RECORDING OF DISEASE FOR CHINA CANGZHOU IRON LION, CIPA 2009 XXII International Symposium, Kyoto, Japan.



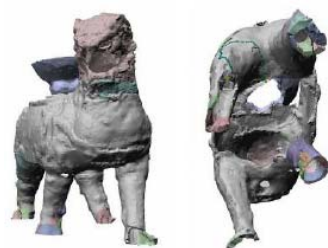
滄州鐵獅子舊照片 (Thomas T. Read, 1907~1910)



保存現況 (2009)



外部掃描



不同顏色代表不同的片段



滄州鐵獅子原貌推測

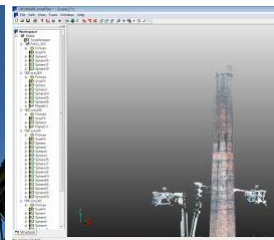
女王頭 · 野柳公園



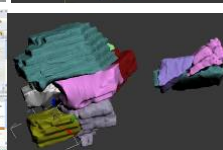
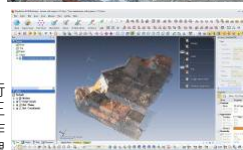
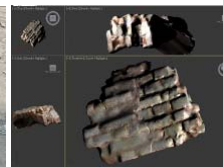
地質特殊景觀，
以3D雷射掃描儀獲取點雲數位資料，再經由CNC加工翻製仿真女王頭。

<http://magazines.sina.com.tw/article/20091109/2362173.html>

臺灣煉瓦株式會社高雄工場（唐榮中都磚窯廠）· 高雄. 1913



採用逆向工程作業方式，針對點雲進行三角化作業即mesh建模組成完整的三角面煙囪碎塊。以高密度彩色點雲製作三角面模型貼圖，模擬組合煙囪碎塊



Cumhuriyet Street, Turkey

GULEC KORUMAZ, A., YILDIZ, F., KARASAKA, L., LASERSCANNING IN REVITALIZATION PROJECTS FOR HISTORICAL STREETS, CIPA 2009 XXII International Symposium, Kyoto, Japan.



Aya Elena 教會教士議院



Cumhuriyet 街景



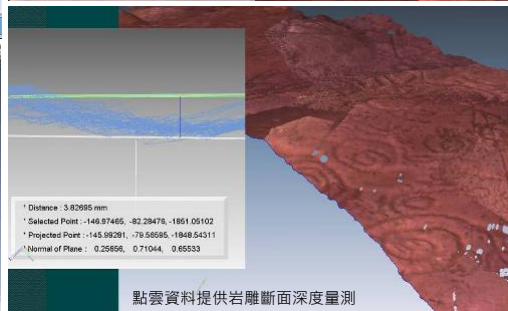
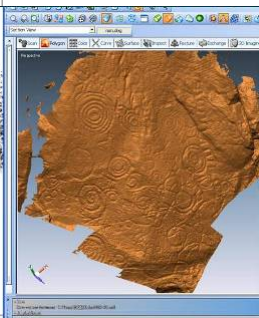
Aya Elena 教會教士議院點雲資料



Cumhuriyet 街景點雲資料，所創建三維模型提供歷史城市額外的閱讀分析。

孤巴察娥·萬山岩雕

吳宗江、徐明福 (2005)：萬山岩雕3D雷射掃描數位模型建置探討，高雄縣第三級古蹟萬山岩雕94年探勘調查成果發表會，pp.141-153。

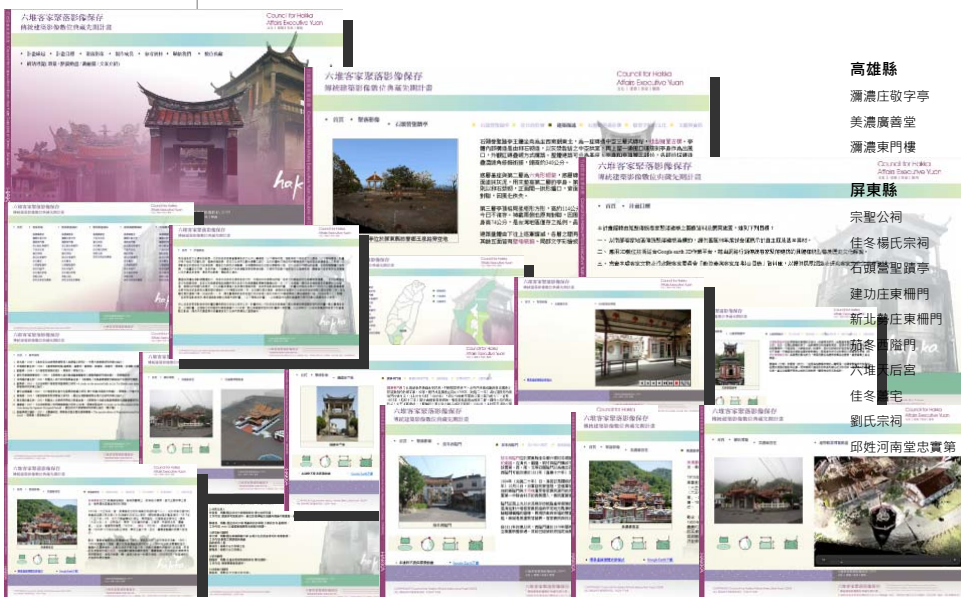


點雲資料提供岩雕斷面深度量測

台灣府城城垣小東門段殘蹟，臺南. 1788



六堆客家聚落影像保存



三重崇德居·臺北. 1925



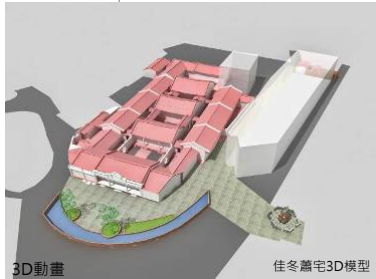
望安花宅·澎湖



加值應用 3D模型及上載Google Earth

佳冬蕭宅 (Hsiao Family House, Chia-tung) 位於屏東縣佳冬鄉六根村。這是蕭光明於1875~1880所興建的宅第。1895年的抗日戰爭中，蕭光明率眾抵抗，雙方在步月樓爆發激戰，死傷慘烈。建築空間格局為二廳二橫屋平面，空間平面自面闊大致可分成中軸、過廊及橫屋三部分。中軸縱深空間自前而後依序為門樓、禾坪、前廳、天井、間房。天井左右兩側銜接過廊通達左堂及右堂。

Built by Kuang-ming Hsiao from 1875 to 1880, Hsiao Family House is situated in Liu-kken Village in Chia-tung Township, Pingtung County. During the year of the battle against Japan in 1895, Kuang-ming Hsiao lead people to defend the invaders, it brought up sharp fighting in Pu-yueh Tower and caused a large casualty. The layout plan presents two halls and two wings. From the east to the west, the house is divided into three parts: main halls in the center, corridor, and wings by the side. The divisions following the central axis from front to rear are entrance gate, front yard, front hall, courtyard and back hall. The wings on the both sides of the courtyard are connected with the corridor.



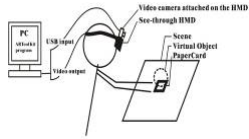
21/

加值應用 雷射切割機 (EZ laser) 、三軸雕刻機 (CNC Router) 、快速成型機 (RP)

聶聶有限公司 孫可為 提供



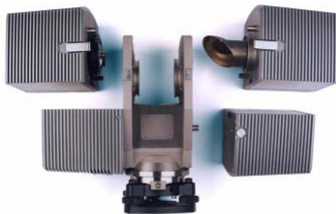
加值應用 擴增實境 augmented reality (AR)



	A	B	C	D	E
Card pattern					
Meaning	Building Ontology	Structural	Class status	Location	Yin and Yang
3D represented model					

Chien-Hsu Chen, Min-fu Hsu, Yi-Ruei Lee, Ke-Wei Sun, Yi-Chun Lin, Wen-Hen Lee (2009.10)
 " Applying augmented reality (AR) to visualize the history of traditional architecture in Taiwan " , CIPA 2009 XXII International Symposium, Kyoto, Japan.

FARO Photon



FARO Photon 模組化掃描儀

外業硬體

- 掃描距離 0.6-76m
- 距離精度 ±2mm / 25m
- 內建PC : Intel Celeron 600 MHz · 512 MB RAM · 80GB HD 儲存掃描資料
- 掃描速度 120,000 point / sec.
- 掃描角度 : 水平角度 360° ; 垂直角度 320°
- 電池模組 : 可使用 6 個小時電池 (4Kg)
- 儀器自重 14.5Kg

內業軟體

- FARO Scene
- RealWorks Survey 等相容軟體

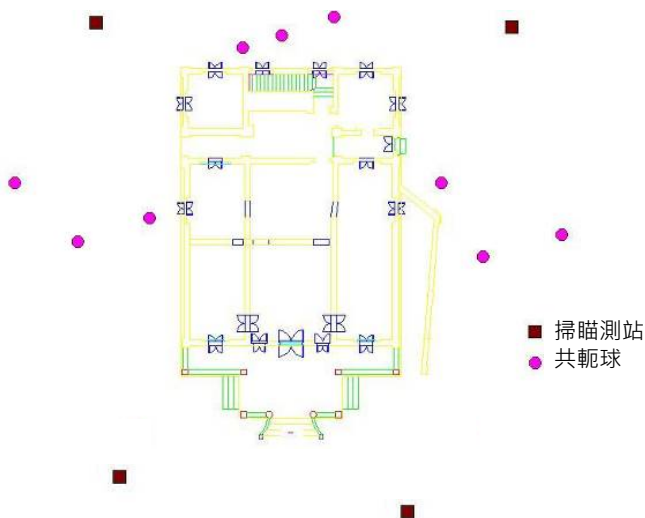
FARO Photon 配件



3D雷射掃描外業作業

全區作業規劃

- 1) 佈點：踏勘歷史建築物後於適當位置擺設共軛基準點三點以上，作為不同測站掃描之基準，並作為3D模型建模及未來結構物變形分析之重要依據。
- 2) 採用目前可靠度最佳之3D共軛掃描球 (Sphere) 自動套疊法處理，精準的套疊3D點雲模型，將可免除規標式平面套疊非真正3D之誤差，及特徵點選擇法之人為誤差對整體3D模型之影響。



3D雷射掃描外業作業

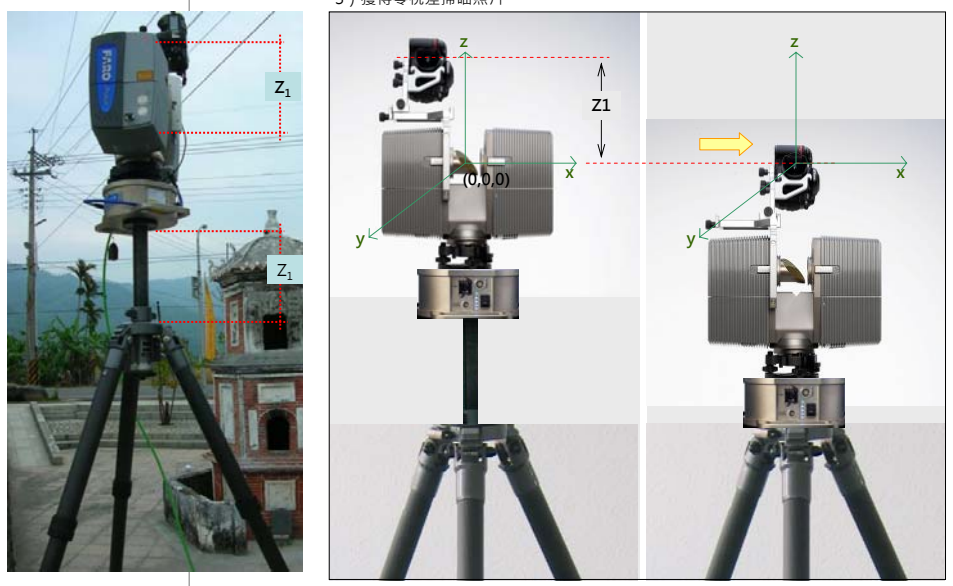
掃瞄作業

- 1) 擺設共軛基準點，使用半徑6cm共軛球；
- 2) 進行標的物與共軛基準點掃瞄；
- 3) 單一測站工作結束，將Nikon D200數位照相機置於掃瞄儀上，通過掃瞄儀軟體控制進行拍攝彩色數位照片（若僅需獲得單色點雲資訊者，可忽略此一步驟）；
- 4) 搬站進行另一角度之觀測站位掃瞄。



同軸彩色照片

- 1) 調整照像機與鏡子軸同軸
- 2) 調降三腳架垂直高度與鏡子軸垂直同位置
- 3) 獲得零視差掃瞄照片



3D雷射掃描內業作業

1. 共軛特徵點套合
 - a. 自動設定共軛球特徵點套合
 - b. 手動設定共軛球特徵點套合
 - c. 無共軛球時自設共軛特徵點套合
2. 自動批次作業濾除雜點
3. 簡化灰階點雲資料
4. 彩色照片校正與彩色圖片套合 (點雲彩色化)
5. 簡化彩色點雲資料
6. 匯出點雲原始資料

29/ ■

Object modeling (structuring)

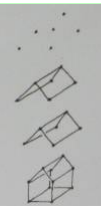
+Geometrical



+Topological

+Semantical

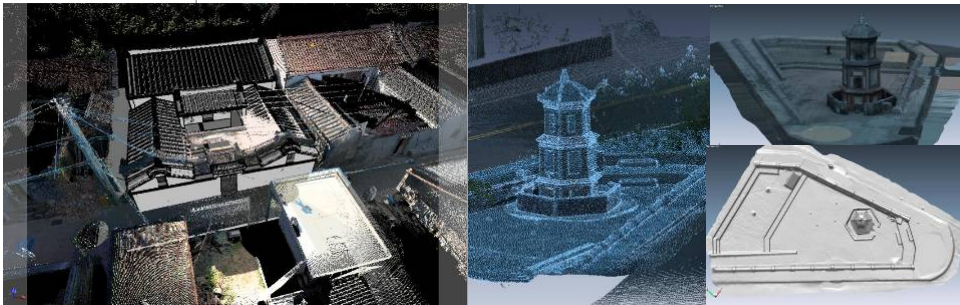
- Point cloud
- Line model
- Surface model
- Volume model
- Others (body, scene models)



30/ ■

點雲建模方式

1. 點雲資料CAD軟體建模：AutoCAD、3D MAX、Maya
 - AutoCAD 2011後版本支援點雲資料操作驅動
 - Pointcloud繪製2D、3D圖
 - 3D MAX、Maya使用Studio Clouds
2. Mesh後資料建模：逆向軟體 (RapidForm)、3D MAX
3. 自動化點雲建模軟體 clearedge 3d
4. FARO 點雲 PlugIn for SketchUp



屏東縣佳冬鄉楊厝宗祠





Conclusions, perspectives

- + New tools available for documentation and analysis of Heritage :
Sensors, processing software, visualization/ animation, GIS
- + World is 3D, but change ➡ 3D/ 4D modeling with embedded attributes
- + Perception of heritage will change with new technologies (Google Earth)

Armin Gruen
Professor, Swiss Federal Institute of technology Zurich
**From Architectural Photogrammetry to Heritage Modeling — A
Paradigm Change**
CIPA 2009 XXII International Symposium, Kyoto, Japan.