

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 30134367

※ 申請日期： 30.9.07

※IPC 分類：G06F

G06T 1/50 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

提供補繪與誤差計算特徵之地理空間模型化系統及相關之方法

GEOSPATIAL MODELING SYSTEM PROVIDING INPAINTING AND
ERROR CALCULATION FEATURES AND RELATED METHODS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商賀利實公司

HARRIS CORPORATION

代表人：(中文/英文)

史考特 T 米昆

MIKUEN, SCOTT T.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國佛羅里達州美爾鉢市西那沙路1025號

1025 WEST NASA BOULEVARD, MELBOURNE, FL 32919, U. S. A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 派翠克 凱莉
KELLEY, PATRICK
2. 馬克 拉米斯
RAHMES, MARK
3. 史帝芬 康奈帝
CONNETTI, STEPHEN
4. 哈蘭 亞提斯
YATES, HARLAN

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.
3. 美國 U.S.A.
4. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年09月28日；11/863,377

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於資料模型化領域，並且具體而言，本發明係關於模型化系統(諸如地理空間模型化系統)及相關之方法。

【先前技術】

地理空間地區之地形模型可用於許多應用。舉例而言，地形模型可使用於飛行模擬裝置器(flight simulator)中並且用於計劃軍事任務。另外，舉例而言，人造結構(例如，城市)之地形模型非常有利於諸如通訊天線佈置(cellular antenna placement)、都市規劃(urban planning)、災難準備與分析(disaster preparedness and analysis)及地圖繪製等應用中。

當前已使用各種製作地形模型之類型及方法。一種常見的地形模型係數位高程地圖(digital elevation map, DEM)。DEM係由電腦以自動化方式產生之地理空間地區的樣本矩陣表示。在DEM中，座標點被製成相對應於高度值。典型地，DEM被用於模型化地勢，其中介於不同高程(例如，山谷、山脈等等)之間的轉變通常係彼此平滑。即，DEM典型地模型化地勢成為複數個彎曲表面並且因此掩飾彎曲表面之間的任何不連續性。因此，在典型DEM中，地勢上無任何單獨物體存在。

一種特別有利的3D站點模型化產品係本發明受讓人Harris Corp的RealSite[®]。可使用RealSite[®]以登錄關注之地

理空間地區的重疊影像，並且使用立體空中與天底點 (stereo and nadir view) 技術擷取高解析度DEM。RealSite[®] 提供用於製作具有精確紋理與結構邊界之地理空間地區 (包括城市) 之三維(3D)地形模型的半自動化處理程序。另外，RealSite[®] 模型係地理空間精確的。即，模型內任何給定點的位置非常高精確度地對應於地理空間地區中的實際位置。舉例而言，用於產生RealSite[®] 模型的資料可包括航空與衛星攝影、電光、紅外線及光雷達(light detection and ranging；LIDAR)。

Harris Corp.的另一類似系統係LiteSite[®]。LiteSite[®] 模型提供自LIDAR與IFSAR影像自動化擷取地面、樹葉及都市數位高程模型(DEM)。可使用LiteSite[™]以產生建築物與地勢的可呈現、地理空間精確、高解析度3-D模型。

頒予給Rahmes等人的美國專利第6,654,690號(該案亦讓與給本發明受讓人且其全文以引用的方式併入本文中)揭示一種用於依據高程相對於位置的隨機空間資料來製作包括地勢與建築物之地區的地形模型之自動化方法。該方法包括：處理隨機空間資料以產生符合預先決定位置格線的高程相對於位置之網格化資料；處理網格化資料以區別建築物資料與地勢資料；及實行對建築物資料的多邊形擷取，以製作包括地勢與建築物之地區的地形模型。

在許多情況中，用以產生地理空間或其它模型所使用的資料中將有空缺或空隙。空缺不利地影響所得模型的品質，並且因此希望若可能，則在處理資料時補償空缺。一

一般而言，使用各種內插技術以用於填充資料欄位中的缺失資料。一種此類技術係sinc內插法，其假設訊號被限帶。雖然此做法良好地適合通訊與音訊訊號，但是可能非良好地適合3D資料模型。另一做法係多項式內插法。此做法有時候難以實施，此係因為對於提供所要精確度所必需的較高階多項式，運算耗用可變成過度繁重。

一項額外內插做法係仿樣內插法(spline interpolation)。雖然此做法提供相對高重新建構精確度，但是此做法在實施於3D資料模型中可能有問題，此係因為難以解析整個模型的全域仿樣(global spline)，並且因為所需的矩陣可係病態的(ill-conditioned)。此等習知技術的一項進一步缺點在於，此等習知技術傾向於有模糊邊緣內容，其在3D地形模型中可係一顯著的問題。

頒予給Criminisi等人的美國專利案第6,987,520號中提出另一種填充影像內區域的做法。該案揭示一種以模範為基礎之填充系統，其識別用以取代影像中之目的地區域的適當填充材料，並且使用此材料來填充目的地區域。進行此做法以減輕或最小化用以填充影像中之目的地區域所需的手動編輯量。影像資料之圖磚(Tile)係自目的地區域之鄰近區或某其它來源"借用"，以產生用以填入該區域的新影像資料。可藉由使用者輸入(例如，由使用者選擇影像區域)或藉由其它手段(例如，說明待取代之彩色或特徵)來指定目的地區域。此外，藉由示範性圖磚填充目的地區域的順序可經組態以使用一種類型的等強線驅動之影像取樣處

理程序(isophote-driven image-sampling process)來強調線性結構與複全紋理之連續性。

關於諸如DEM之地理空間模型，已嘗試各種做法以解決歸因於空缺而造成的誤差辨識及校正。C. Gold編輯《4th ISPRS Workshop on Dynamic & Multi-dimensional GIS (2005年英國威爾斯Pontypridd)》第42-46頁由Gousie發表之題為"Digital Elevation Model Error Detection and Visualization"的文獻中提出一項此類做法。此文獻提出兩種視覺化DEM中誤差的方法。一種方法開始於均方根誤差(root mean square error; RMSE)並且接著醒目提示DEM中含有超過臨限值之誤差的地區。一種第二方法運算局域曲率(local curvature)並且在DEM中顯示不符(discrepancy)。該等視覺化方法係三維且係動態，給予觀看者以任何角度旋轉表面以檢驗任何部分之選項。

在2006年3月《Photogrammetric Engineering & Remote Sensing》第213-216頁由Grohman等人發表之題為"Filling SRTM Voids: The Delta Surface Fill Method"的文獻中提出另一實例。此文獻論述一種用於填充SRTM數位高程資料中空缺之技術，其意欲提供優於傳統做法(諸如填充與羽化(Fill and Feather; F&F)方法)的改良。在F&F做法中，空缺被可用的最精確數位高程來源所取代("填充")，而且移除空缺特有之周圍偏差(perimeter bias)。接著，界面被羽化為SRTM，平滑轉變以緩和任何突然的變化。F&F做法在兩個表面非常緊密在一起並且僅以最小地形變異

(topographic variance)偏差相分離時最理想。差異表面填充(Delta Surface Fill; DSF)處理程序用填充來源貼地點(fill source post)來取代空缺，該等填充來源貼地點被調整為在空缺界面處發現的SRTM值。此處理程序引起填充更緊密地模擬原始SRTM表面，同時仍然維持填充包括的有用資料。

儘管此等先前技術做法可一定應用中提供優點，並且可能希望用於地理空間及其它模型空間中的誤差偵測與校正的進一步改進。

鑑於【先前技術】所述，因此本發明的目的是提供一種具有增強型特徵呈現選項之地理空間模型化系統及相關之方法。

【發明內容】

此項及其它目的、特徵及優點係藉由一種地理空間模型化系統所提供，該地理空間模型化系統可包括：一地理空間模型資料儲存裝置；及一處理器。該處理器可與該地理空間模型資料儲存裝置協作，以用於：識別一地理空間模型資料集合內的局域化誤差區域；計算該地理空間模型資料集合的一整體誤差值；及補繪該等局域化誤差區域之至少一者並且重新計算該整體誤差值。當該整體誤差值係低於一誤差臨限值時可停止補繪。

具體而言，該處理器可進一步：判定相關聯於各個局域化誤差區域之各自局域化誤差值，並且依據其各自局域化誤差區域來排定該等局域化誤差區域優先順序以用於補

繪。舉例而言，該處理器可自最高局域化誤差值至最低局域化誤差值來排定該等局域化誤差區域之優先順序。另外，該處理器可反覆補繪該局域化誤差區域，其係以該最高局域化誤差值直到該局域化誤差值低於該誤差臨限值進行反覆補繪，並且如果該整體誤差值非低於該誤差臨限值，則該處理器用下一最高局域化誤差值反覆補繪該局域化誤差區域。

該地理空間模型化系統可進一步包括一顯示器。就其本身而論，該處理器可與該地理空間模型資料儲存裝置及該顯示器協作，以顯示該地理空間模型資料集合連同指示該等局域化誤差區域的誤差指示邊界。舉例而言，該等誤差指示邊界可包括有色透明幾何形狀。此外，每一局域化誤差值可包括一局域化均方根誤差(RMSE)值；及該整體誤差值可包括一整體均方根誤差(RMSE)值。

該補給可包括：自至少一局域化誤差區域之外部反覆傳播輪廓資料至該至少一局域化誤差區域中。舉例而言，此可依據至少一紊流流體流方程式(turbulent fluid flow modeling equation)以及依據模範補繪來完成。

一種地理空間模型化方法態樣可包括：識別一地理空間模型資料集合內的局域化誤差區域；及依據該等局域化誤差區域計算該地理空間模型資料集合的一整體誤差值；該方法可進一步包括：反覆補繪該等局域化誤差區域之至少一者以及重新計算該整體誤差值，並且當該整體誤差值係

低於一誤差臨限值時停止補繪。

一種電腦可讀取媒體，該電腦可讀取媒體可具有電腦可執行指令以引起一電腦執行步驟，包括：識別一地理空間模型資料集合內的局域化誤差區域；及依據該等局域化誤差區域計算該地理空間模型資料集合的一整體誤差值；該等步驟可進一步包括：反覆補繪該等局域化誤差區域之至少一者以及重新計算該整體誤差值，並且當該整體誤差值係低於一誤差臨限值時停止補繪。

【實施方式】

現在將參考用以呈現本發明較佳具體實施例的附圖來詳細說明本發明。然而，本發明可運用許多不同形式予以具體化，並且不應視為限於本文中提出的具體實施例。而是，提供這些具體實施例以徹底且完整發表本發明，並且將本發明的範疇完整傳達給熟悉此項技術者。整份說明書中相似的數字代表相似的元件，及在替代具體實施例中會使用原標記法來標示相似的元件。

請先參考圖1至圖7，一種所繪示之地理空間模型化系統30包括一地理空間模型資料儲存裝置31、一處理器32及(選用地)一顯示器33。該地理空間模型資料儲存裝置31儲存地理空間模型資料，舉例而言，諸如數位高程模型(DEM)、數位表面模型(DSM)及/或三角不規則網路(TIN)資料。一般而言，此類模型資料係使用系統(諸如上文所述之 RealSite™ 與 LiteSite™ 站點模型化產品)自"未經處理(raw)"資料捕捉(諸如 LIDAR、合成孔徑雷達(synthetic

aperture radar ; SAR)、攝影、電光、紅外線等等)予以產生，如熟悉此項技術者所知。地理空間模型資料集合可藉由另一來源予以產生並且提供給該處理器32以供額外處理操作(待於下文描述)，或在其它具體實施例中，處理器可產生地理空間模型資料集合。

舉例而言，以背景來說，運用典型先前技術做法，當自數位高程模型(DEM)自動產生3D站點模型時，通常有需要手動(即，人員操作者)潤飾，其係歸因於諸如下列因素：雜訊資料；閉塞；邊界條件(被部分截斷等等)；演算法限制等等。但是，手動潤飾站點模型(其可能非常大型)可極度耗費時間。另外，在大型模型中定位需要編輯的地區亦可能冗長乏味且困難。

相同議題存在於手動站點模型建立本身中。在生產過程中，手動編輯係相對長且昂貴的步驟，係此因為製作模型者(即，使用者或操作者)通常必須以3D呈現模型、定位問題地區、尋找問題地區在2D空間中的相關性，以及接著在2D影像空間中進行校正。具體而言，手動模型產生及手動潤飾自動化模型兩者典型依賴於影像以產生多邊形。多邊形的高度係藉由依據影像中的線索進行計算予以獲得，或重新定位多邊形至另一影像。待固定之地區的位點典型係完全由製作模型者(即，"以眼睛")進行並且取決於製作模型者對細節的注意力。換言之，此引入使用者誤差的可能性。

就其本身而論，在自動化處理程序及手動處理程序兩者

中，能夠尋找模型中的此類問題地區，並且具有相對快速且有效率做法以用少量或減少的操作者人力來校正問題區域，可節省顯著的時間量與成本。因此，根據一項態樣，該系統30可有利地實行增強的誤差偵測及校正操作。

具體而言，開始於方塊70，於方塊71，該處理器32與該地理空間模型資料儲存裝置31有利地協作，以識別一地理空間模型資料集合內的複數個局域化誤差區域；並且於方塊72，計算DEM 40'的整體誤差值。圖2繪示其中含有誤差之示範性DEM 40。圖3繪示DEM之替代誤差視圖40'；以及圖4繪示誤差DEM內的特定局域化誤差區域41'。即，該處理器32有利地分開DEM 40內具有相對高誤差值之地區與具有相對低誤差值之地區，以判定該等局域化誤差區域41'。舉例而言，可使用各種做法來計算DEM 40內的局域化誤差區域41'之該等誤差值以及整體DEM誤差值，包括總誤差(total error)、局域均方根誤差(RMSE)、最大誤差(maximum error)、均方誤差(MSE)、相對於整體DEM之MSE、相對於整體DEM之RMSE等等，如熟悉此項技術者所知。

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - a_i)^2}{n}$$

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

$$MSE_{Group} = \frac{\sum_{i=1, i \in Group}^n (e_i - a_i)^2}{n}$$

$$RMSE_{Fixed} = \sqrt{MSE_{DEM} - \sum_{Group \in Fixed} MSE_{Group}}$$

在方塊 73，該處理器 32 進一步補繪該等局域化誤差區域 41' 之一或多者，以修復或以其它方式校正其缺失、隱匿等等之部分。具體而言，此可藉由自一給定局域化誤差區域 41' 之外部傳播輪廓資料至該區域中來完成，如熟悉此項技術者所知。舉例而言，此可使用各種做法來完成，諸如補繪演算法 (inpainting algorithm)，並且具體而言，流體流動模型化演算法 (fluid-flow modeling algorithm)，諸如 Navier-Stokes 方程式等等。

另一做法係實行模範補繪 (exemplar inpainting)，其涉及自 DEM 40 (或不同資料集合) 內的補片 (patch) 之 "剪下 (cutting)" 及 "貼上 (pasting)"，以提供用於損毀或空缺資料之最佳匹配，如熟悉此項技術者所知。在一些具體實施例中，可用反覆方式來完成補繪，如熟悉此項技術者所知。關於可使用之示範補繪做法的進一步細節於共同申請中美國專利申請案第 11/458,811 號及第 11/858,247 號中提出，彼等案均已讓渡給本發明受讓人並且特此以引用方式併入本文。

可用各種方式來選擇待補繪的一或多個局域化誤差區域 41'。根據圖 8 所示之示範性具體實施例中，依據該等局域化誤差區域 41' 之各別誤差值來排定該等局域化誤差區域 41' 的補繪優先順序 (方塊 80')。即，在計算該等局域化誤差區域 41' 之誤差後，依據誤差來排定該等局域化誤差區域 41' 的補繪優先順序。舉例而言，可按最大誤差、相對誤差等等來排序該等誤差，並且接著自最高誤差值至最低誤差

值一次選擇一個用於補繪的區域41'，如熟悉此項技術者所知。但是，應注意，在其它具體實施例中，可按不同順序來選擇待補繪的區域41'之順序，或每次可補繪一個以上區域。

於方塊74至75，該處理器32在該(等)局域化誤差區域41'之補繪後重新計算DEM 40'之整體誤差值，以判定該整體誤差值是否係低於一誤差臨限值。若整體誤差值係低於誤差臨限值，則在方塊76，該處理器32停止對當前局域化誤差區域41'之補繪，因此終止圖7所示之方法。否則，該處理器32返回補繪相同或不同區域41'，直到使整體誤差值低於誤差臨限值。

在自最高誤差值至最低誤差值一次補繪一個局域化誤差區域的示範性具體實施例中，如果在重新計算整體誤差值後整體誤差值非係低於誤差臨限值，則在方塊81'，該處理器32判定局域化誤差區域的誤差值是否係低於誤差臨限值(此誤差臨限值可相同於或不同於整體誤差值的誤差臨限值)。若否，則該處理器32返回至相同的局域化誤差區域41'以進行更多補繪操作。否則，在方塊82'，該處理器32移至下一局域化誤差區域41'(即，在待補繪之排列中具有下一最高誤差值之區域)。

參考圖4中所示之實例將進一步明白上述內容。此處，有具有範圍自1.72018 m RMSE (最高)至1.58867 m RMSE (最低)之誤差值的七個經識別之誤差區域41'，並且誤差DEM 40'的整體誤差值係1.81043 m。對於此實例所選擇的

誤差臨限值係 1.6 m，但是應注意，在其它具體實施例中，若適合，可使用其它誤差臨限值。據此，該處理器 32 將首先選擇具有 1.72018 m RMSE 誤差值的局域化誤差區域 41' 以進行補繪，並且接著補繪此區域直到 DEM 41' 之誤差值係小於 1.6 m RMSE，或直到整體誤差值係小於 1.6 m RMSE。如果前者發生於後者之前，則該處理器 32 順著移動以補繪具有 1.67647 m RMSE 的下一誤差區域 41' 等等，直到誤差 DEM 40' 的整體誤差值係小於 1.6 m RMSE。

系統 30 之另一特殊有利特徵在於，一旦選擇該等局域化誤差區域 41'，在方塊 83'，該處理器 32 可選用地顯示該地理空間模型資料集合連同誤差指示邊界 46（其識別顯示器顯示器 33 上的迷失建築物 45 或其它物體/地區，如圖 5A 之 TIN 40A（未含邊界）及圖 5B 之 TIN 40B（含邊界）所示。此允許使用者精確地最佳視覺化，其中建築物 45 等等係地理空間模型資料集合內的問題點。在圖解之實例中，該等誤差指示邊界 46 係幾何形狀。另外，這些形狀係透明或半透明，以允許與指示符相關聯的物體仍然可由此被看見。在圖解之實例中，該等幾何形狀係圓柱形狀或半圓柱形狀（即，局部圓柱狀），其提供對於大體矩形建築物的所要視覺對比。但是，亦可使用其它形狀/指示符。在一定具體實施例中，該等指示符 46 亦可被著色，以指示誤差嚴重性（例如，紅色-橙色-黃色-白色指示最高至最低誤差值）。

上文所述之系統 30 及方法的一定優點在於，其提供自動化模型問題地區定位及排定優先順序。在一些實施方案

中，此做法可完全自動化，而不需要手動搜尋地理空間模型資料集合內的問題地區。另外，可有益地排定應先解決之地區的結果之優先順序。

現在將參考圖9至圖12來說明另一態樣，現在說明一種系統30'及相關聯之方法，用於協助使用者更易於取代地理空間模型資料集合之局域化誤差區域41'內的建築物45。開始於方塊110，於方塊111，處理器32'與地理空間模型資料儲存裝置31'及顯示器33'協作以顯示地理空間模型資料，地理空間模型資料包括相對應於各自建築物45的一或多組資料點群組。可選擇一給定建築物資料點群組以進行處理，諸如，藉由處理器32'自動選擇點群組，或藉由使用者運用使用者輸入裝置34'(其可係滑鼠、搖桿、鍵盤等等)手動選擇，如熟悉此項技術者所知。

在一項示範性自動化具體實施例中，於方塊120'，可使用上文所述之局域化誤差區域41'誤差值排定優先順序(即，依據誤差計算)來建構一佇列，以建立一用於必須校正之建築物的佇列，並且處理器32'可依建築物在佇列中的順序(例如，自最高誤差值至誤差值)來取得建築物。舉例而言，可使用上文所述之做法(例如，RMSE等等)來實行誤差計算，如上文進一步論述所述。另外，亦可對2D或3D資料集合有利地實行彼等誤差計算，如熟悉此項技術者所知。替代做法為，一旦顯示誤差指示邊界/形狀46，使用者可手動選擇(運用使用者輸入裝置34')待校正的一所要建築物資料點群組。也可使用其他適合的選擇做法，如熟

悉此項技術者所知。

應注意，在本文中，"3D"意欲涵蓋真實三維模型資料及所謂的2½或2.5D模型資料。更具體而言，許多DEMS或其它地理空間模型資料集合有時候稱為"2.5D"，此係因為彼等者包括非必然存在於原始資料捕捉中的所呈現之建築物圍牆等等，並且因此未提供如同似乎人眼觀看場景一樣的完全精確之3D影像。但是，為了清楚論述，"3D"意欲涵蓋本文中的兩者案例。

對於所選擇的建築物資料點群組，接著在方塊112，處理器32'有利地顯示複數個不同使用者可選擇之建築物形狀100a-100d (圖10)。即，處理器32'呈現複數個可能之建築物形狀給使用者，致使使用者可快速選擇最佳擬合於所選擇之點群組的形狀。具體而言，複數個使用者可選擇之不同建築物形狀100a-100d具有相關聯之不同各自特徵細節層級。

一般而言，對於每一建築物45，使用者依據介於視覺相似程度與可接受誤差之間的權衡來決定待選擇之建築物形狀100a-100d，其將取決於一給定地理空間模型資料集合的特定誤差參數，如熟悉此項技術者所知。一旦使用者已選擇一所要建築物形狀(即，運用使用者輸入裝置34')，接著在方塊113，處理器32'可有利地用該所選擇之建築物形狀來取代該給定建築物資料點群組，並且可據此更新資料集合(即，於地理空間模型資料儲存裝置31'中保存變更)，因此終止圖11所示之方法(方塊114)。

在圖解之實例中，具有最小或最低特徵細節層級(並且相應地，相關聯之最高誤差值)的形狀係大體矩形建築物或"劃界"方框100a。另一方面，形狀100d具有最高特徵細節層級(即，最低誤差值)，其係因為形狀100d係一對一匹配該建築物資料點群組。即，形狀100d包括原始資料集合中所存在的所有細節。形狀100b及100c分別具有介於形狀100a與形狀100d之最高與最低細節層級之間變化的細節層級，如圖10所示。

該複數個使用者可選擇之建築物形狀100a-100d可概念上視為可能之建築物形狀"工具箱"，使用者可自工具箱快速選擇一給定形狀，以更精確地反映出正被呈現在模型中之實際建築物45的真正或"現實"形狀。可使用此形狀100a-100d之工具箱來替代如上文所述之補繪建築物。即，使用上文所述之做法，處理器32'可依據相關聯的誤差值來依序選擇待校正之建築物資料點群組，並且接著提呈每一建築物的各自建築物形狀給使用者，以取代迷失資料點群組，直到地理空間模型資料集合之整體誤差下降至低於誤差臨限值(或局域化誤差臨限值低於誤差臨限值)。當然，在其它具體實施例中，若希望，使用者可僅手動取代所要建築物點群組，而不需使用誤差臨限值。

此外，可提呈多個層級建築物形狀或工具箱給使用者。舉例而言，可提呈第一集合四個建築物形狀100a-100d給使用者，並且依據所選擇之形狀，處理器32'可提供細節層級(或誤差值)較接近第一所選擇形狀的另一集合四個形狀

等等。因此，使用者可"向下鑽研(drill-down)"複數個形狀層級，以獲得最為所要之匹配。另外，通過每一連續層級可能之形狀，處理器32'可加入進一步細節或特徵至形狀，諸如屋頂斜度(roof pitch)等等。此可有利於協助節省處理時間，此係由於處理器32'不需要沿大範圍可能誤差值產生多個形狀，而是可迅速聚焦於使用者所關注的較窄誤差範圍並且僅產生此範圍內建築物形狀，如熟悉此項技術者所知。

系統30'及相關聯之方法的一定優點在於，彼等者提供自動化問題解析，包括在螢幕上提呈給使用者的相對完全範圍自動建立之選項(即使用者可選擇之建築物形狀)，其範圍自建築物方框100a直至原始點雲狀100d。另外，此做法可有利地允許使用者依據使用者需求"迅速"製作自訂化解決方案。

請額外參考圖13至圖17，現在說明另一有利之地理空間模型化系統30''及相關之方法，其允許使用者相對迅速且容易地實行3D模型之手動誤差校正，而不需要轉譯至2D影像空間。舉例而言，下文之做法可結合上文所述之方法一起使用，致使如果無法補繪一局域化誤差區域至其誤差值低於誤差臨限值之點，或無法為使用者提呈一適合之建築物形狀，則使用者可"手動"校正迷失之物體，諸如建築物。應注意，本文中引用之"建築物"意欲包括廣範圍之人造結構(例如，房子、體育場、比賽場、儲槽、橋樑等等)，而非僅僅高樓建築物，然而為了引用之簡化及清

楚，整份說明書中使用"建築物"。

具體而言，開始於方塊170，在提出之具體實施例中，於方塊171，處理器32''與地理空間模型資料儲存裝置31''、使用者輸入裝置34''及顯示器33''協作以在顯示器上顯示3D地理空間模型資料集合。另外，回應於使用者輸入裝置34''，在DEM 140中使用者選擇之建築物地區四周顯示一建築物邊界141(方塊172)；於方塊173，產生選擇之建築物地區內的高度值之長條圖。在提出之實例中，DEM 140係"未經處理"，原因在於尚未對其實行誤差校正。

接著於方塊174，依據高度值之長條圖，處理器32''可有利地判定建築物高度。舉例而言，建築物高度可係基於峰值長條圖值。具體而言，建築物高度可被選擇作為符合預先決定集合之統計準則的第一或首要高度叢集(自長條圖之最小值開始)的中心。舉例而言，此做法可有利地選擇較不易受來自用於建築物邊緣四周之資料集合點的雜訊邊緣貼地點(noisy edge post)誤差影響的建築物高度，如熟悉此項技術者所知。

一旦判定建築物高度，接著於方塊175，依據使用者選擇之建築物地區141及所判定之建築物高度產生建築物形狀；並且於方塊176，依據建築物形狀取代使用者選擇之建築物地區內的資料點，因此終止所示之方法(方塊177)。即，處理器32''呈現具有使用者選擇之建築物地區141之輪廓及所判定之建築物高度的新建築物形狀。

在圖15中，在透過LiteSite® Automated Building Vector

處理程序執行原始輸入之後，首先繪示DEM 140' (圖式左側)。舉例而言，DEM 140'包括具有矮建築物、邊界條件/誤差、閉塞及雜訊的地區。

藉由比較，在圖15之右側繪示使用上文所述之做法手動潤飾的DEM 140''版本。此校正之DEM 140''花費使用者約兩分鐘時間以實行所示之誤差校正操作(藉由受訓練之操作者)，其高於必需的處理(即，CPU)時間。但是，相較於完全自動化誤差校正所需的處理時間，此CPU處理時間相對微不足道。圖16A及圖16B分別係圖15之自動化校正DEM 140'及手動校正DEM 140''的相對應模擬3D視圖140A'及140B'。如模擬視圖所示，在產生之建築物145B'中的手動潤飾結果未包括於完全自動化DEM 140'中(即，除了該處提呈之建築物145A'外)。

取決於給定實施方案及對於特定地理空間模型資料集合的特定誤差/精確度需求，簡單地使用誤差校正的完全自動化做法係可接受，此係因為其提供顯著優點基本未經校正DEM 140的改良。但是，在需要進一步精確度情況下，可有利地使用上文所述之3D手動誤差校正做法(其在本文中稱為"手動"，此係因為其需要某使用者涉入以繪製使用者選擇之建築物地區141，然而處理程序之其餘部分可實際上係自動化)，以取代完全自動化誤差校正或作為完全自動化誤差校正之補充。顯著地，上文所述之手動做法所消耗的時間極少於典型當前手動模型編輯工具，其需要轉譯或重新定位至相對應之2D視圖、使用者推測建築物高度

值等等，這對於使用者可能係非常耗時。

據此，系統30''及相關聯之方法可有利地允許直接繪製於DEM上等等，以作為額外品質控制選項。此做法不需要使用者涉入以獲得手動繪製建築物之高度，即，處理器32''有利地依據使用者選擇之建築物地區141以自動化方式來為使用者進行此動作。就其本身而論，不需要實行消耗時間的重新定位至2D影像，如同許多先前技術以影像為基礎之誤差校正技術。另外，由於可在所顯示之3D DEM或其它3D資料模型上直接校正問題地區，所以不需要衛星或航空參考影像，其可提供額外時間與成本節省。

上文所述之系統及方法的其它優點可包括：節省3D模型化產品之品質控制階段的時間與成本；更具彈性且可對給定集合需求進行驗證的自動化3D模型建立；潛在地減少發出含被忽略問題地區的最終產品的機會；及減少對所產生之模型的重做。

上文所述之地理空間模型方法態樣亦可體現於電腦可讀取媒體中，該電腦可讀取媒體具有用以引起一電腦上文所述之步驟的電腦可執行指令，如熟悉此項技術者所知。

【圖式簡單說明】

圖1繪示根據本發明一項示範性具體實施例之地理空間模型化系統的概要方塊圖。

圖2及圖3繪示圖1之系統對其實行誤差偵測與校正的數位高程模型(DEM)及相對應之誤差DEM。

圖4繪示圖3之誤差DEM的螢幕列印以及識別局域化誤差

區域之相對誤差的相關聯表格。

圖 5A 及圖 5B 分別繪示含有及未含指示局域化誤差區域的誤差指示邊界的圖 2 之 DEM 的三角不規則網路 (triangulated irregular network ; TIN) 表示。

圖 6A 及圖 6B 分別繪示圖 5A 及圖 5B 之 TIN 之一部分的更詳細視圖。

圖 7 及圖 8 係說明用於識別及補繪地理空間模型資料中局域化誤差區域的地理空間模型化方法的流程圖。

圖 9 繪示提供使用者可選擇建築物形狀選項之圖 1 之系統之替代具體實施例的概要方塊圖。

圖 10 繪示圖 9 之系統所顯示的一系列建築物形狀。

圖 11 及圖 12 係說明提供使用者可選擇建築物形狀選項之替代地理空間模型化方法的流程圖。

圖 13 繪示用於基於使用者選擇之建築物地區及所判定之高度值來產生建築物形狀的圖 1 之系統之替代具體實施例的概要方塊圖。

圖 14 係含有待用所產生之建築物形狀所取代的建築物邊界地區的 DEM 之螢幕列印。

圖 15 係完全自動化產生之後及透過藉由圖 13 之系統的手動/自動化做法潤飾的圖 14 之 DEM 的螢幕列印之比較。

圖 16A 及圖 16B 分別繪示完全自動化版本及潤飾版本的圖 15 之 DEM 的 3D 顯示視圖。

圖 17 繪示用於基於使用者選擇之建築物地區及所判定之高度值來產生建築物形狀的之地理空間模型化方法之另一

替代具體實施例的流程圖。

【主要元件符號說明】

30, 30', 30''	地理空間模型化系統
31, 31', 31''	地理空間模型資料儲存裝置
32, 32', 32''	處理器
33, 33', 33''	顯示器
34', 34''	使用者輸入裝置
40, 40', 140, 140', 140''	數位高程地圖 (DEM)
40A	三角不規則網路 (TIN)(未含邊界)
40B	三角不規則網路 (TIN)(含邊界)
41'	局域化誤差區域
45	建築物
46	誤差指示邊界/形狀(指示符)
100a-100d	建築物形狀
140A', 140B'	模擬3D視圖
141	使用者選擇之建築物地區(建築物邊界)
145A', 145B'	建築物

五、中文發明摘要：

一種地理空間模型化系統(30)可包括：一地理空間模型資料儲存裝置(31)及一處理器(32)。該處理器(32)可與該地理空間模型資料儲存裝置(31)協作，以用於：識別一地理空間模型資料集合內的局域化誤差區域；計算該地理空間模型資料集合的一整體誤差值；及補繪該等局域化誤差區域之至少一者以及重新計算該整體誤差值，並且當該整體誤差值係低於一誤差臨限值時停止補繪。

六、英文發明摘要：

A geospatial modeling system (30) may include a geospatial model data storage device (31) and a processor (32). The processor (32) may cooperate with the geospatial model data storage device (31) for identifying a plurality of localized error regions within a geospatial model data set, calculating an overall error value for the geospatial model data set, and inpainting at least one of the localized error regions and re-calculating the overall error value, and stopping inpainting when the overall error value is below an error threshold.

十、申請專利範圍：

1. 一種地理空間模型化系統，其包括：
 - 一地理空間模型資料儲存裝置；及
 - 一處理器，其與該地理空間模型資料儲存裝置協作，以用於
 - 識別一地理空間模型資料集合內的複數個局域化誤差區域，
 - 計算該地理空間模型資料集合的一整體誤差值，及
 - 補繪該等局域化誤差區域之至少一者以及重新計算該整體誤差值，並且當該整體誤差值係低於一誤差臨限值時停止補繪。
2. 如請求項1之地理空間模型化系統，其中該處理器進一步：計算相關聯於各個局域化誤差區域之各自局域化誤差值，並且依據其各自局域化誤差區域來排定該等局域化誤差區域之優先順序以用於補繪。
3. 如請求項2之地理空間模型化系統，其中該處理器自最高局域化誤差值至最低局域化誤差值來排定該等局域化誤差區域之優先順序。
4. 如請求項3之地理空間模型化系統，其中該處理器反覆補繪該局域化區域，其係以該最高局域化誤差值進行反覆補繪直到該局域化誤差值低於該誤差臨限值，並且如果該整體誤差值非低於該誤差臨限值，則該處理器用下一最高局域化誤差值反覆補繪該局域化誤差區域。
5. 如請求項1之地理空間模型化系統，其進一步包括一顯

示器；及其中該處理器與該地理空間模型資料儲存裝置及該顯示器協作，以顯示該地理空間模型資料集合連同指示該等局域化誤差區域的誤差指示邊界。

6. 如請求項1之地理空間模型化系統，其中每一局域化誤差值包括一局域化均方根誤差(RMSE)值；及其中該整體誤差值包括一整體均方根誤差(RMSE)值。

7. 一種地理空間模型化方法，其包括：

識別一地理空間模型資料集合內的複數個局域化誤差區域；

計算該地理空間模型資料集合的一整體誤差值；及

補繪該等局域化誤差區域之至少一者以及重新計算該整體誤差值，並且當該整體誤差值係低於一誤差臨限值時停止補繪。

8. 如請求項7之地理空間模型化方法，其進一步包括：計算相關聯於各個局域化誤差區域之各自局域化誤差值，並且依據其各自局域化誤差區域來排定該等局域化誤差區域之優先順序以用於補繪。

9. 如請求項7之地理空間模型化方法，其中排定優先順序包括：自最高局域化誤差值至最低局域化誤差值來排定該等局域化誤差區域之優先順序。

10. 如請求項8之地理空間模型化方法，其中補繪包括：反覆補繪該局域化區域，其係以該最高局域化誤差值進行反覆補繪直到該局域化誤差值低於該誤差臨限值，並且

如果該整體誤差值非低於該誤差臨限值，則用下一最高局域化誤差值反覆補繪該局域化誤差區域。

十一、圖式：

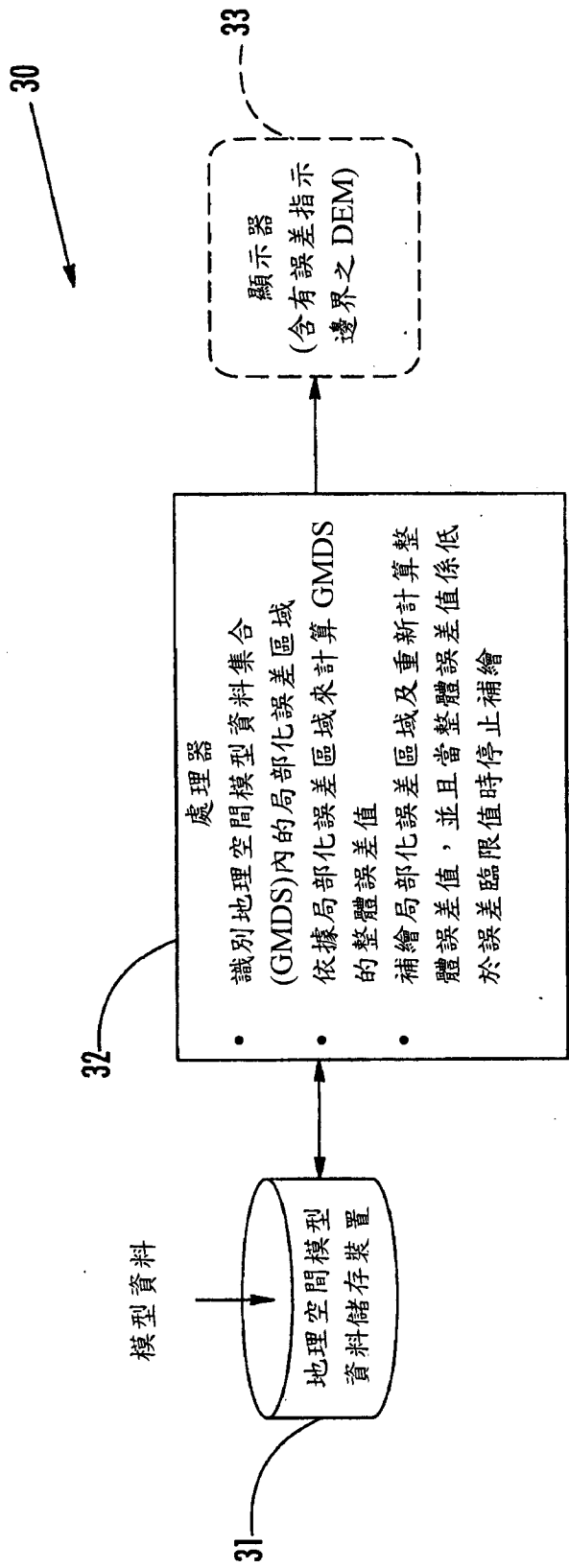


圖 1

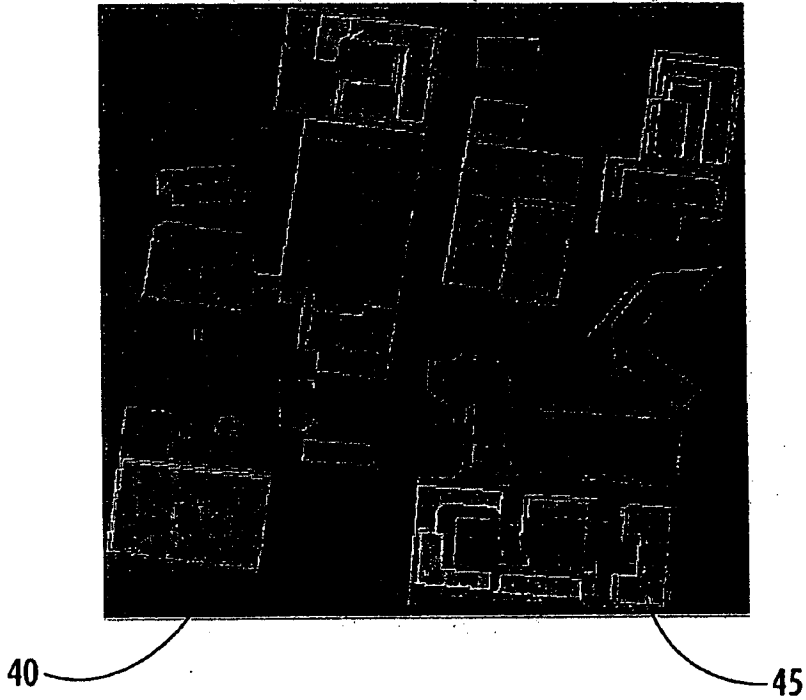


圖 2

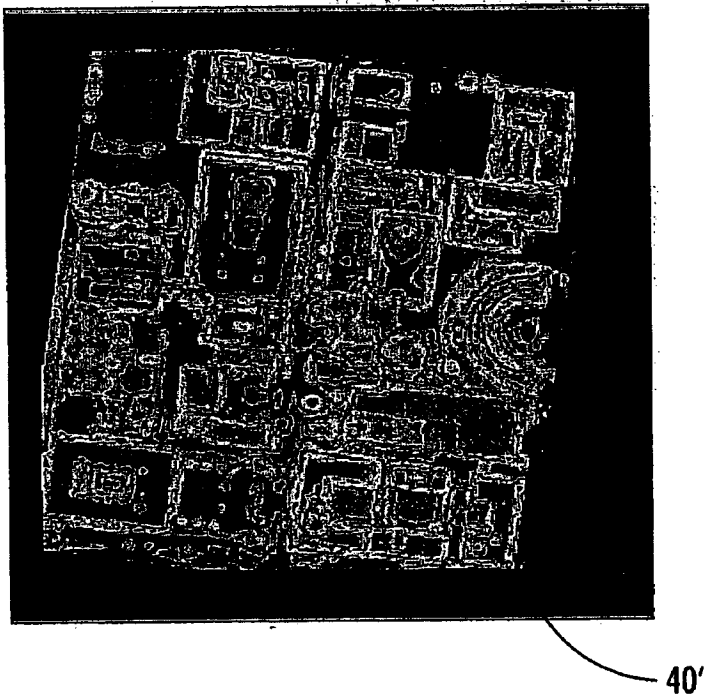


圖 3

目標：

-NET RMSE < 1.6M

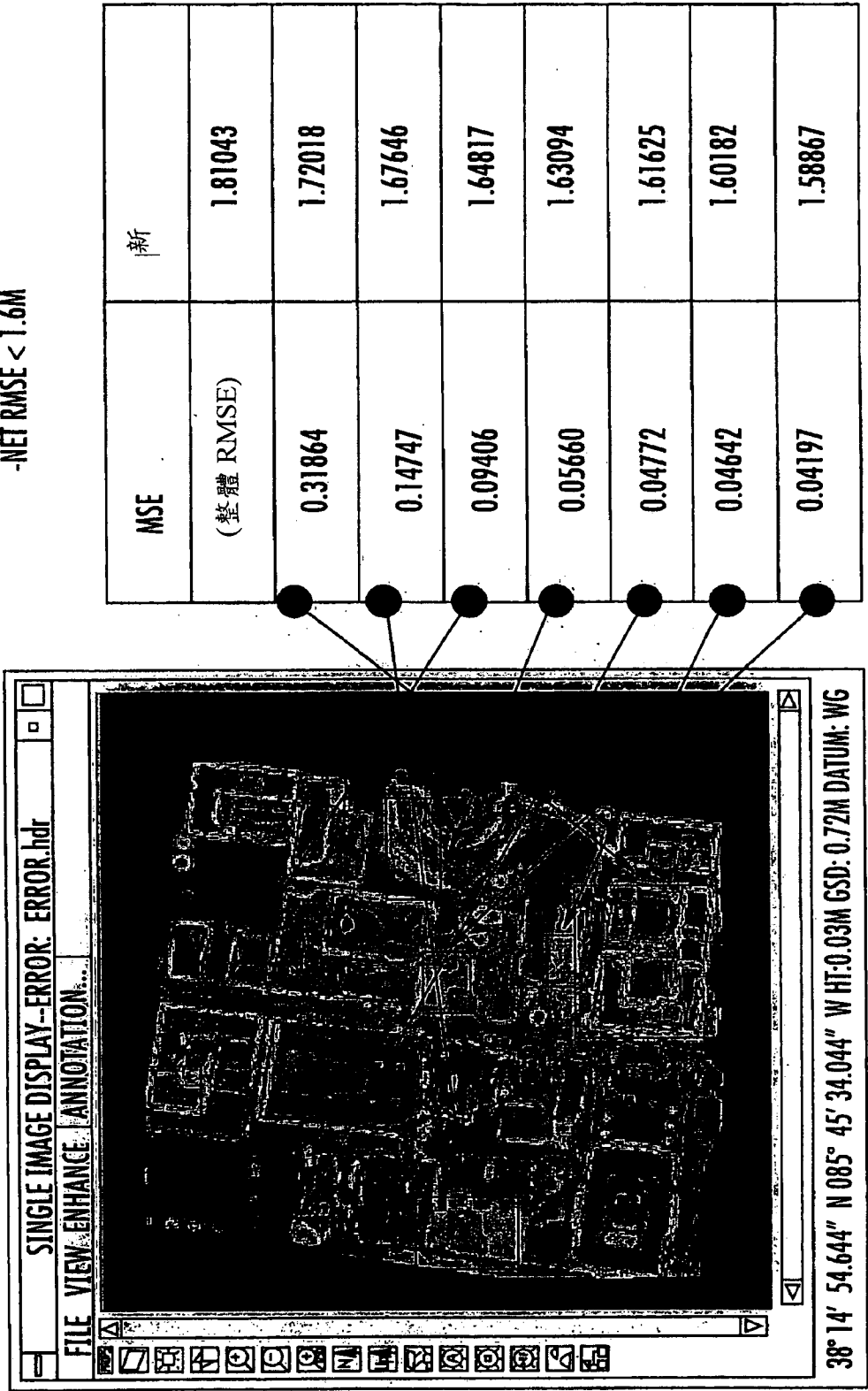


圖 4

4/15

40A

45

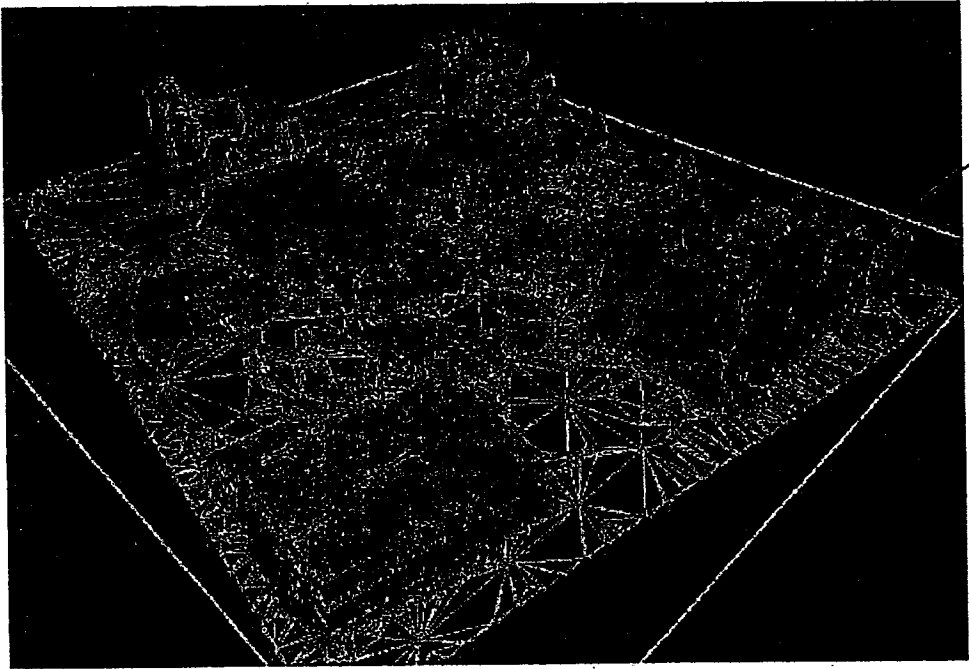


圖 5A

40

45

46

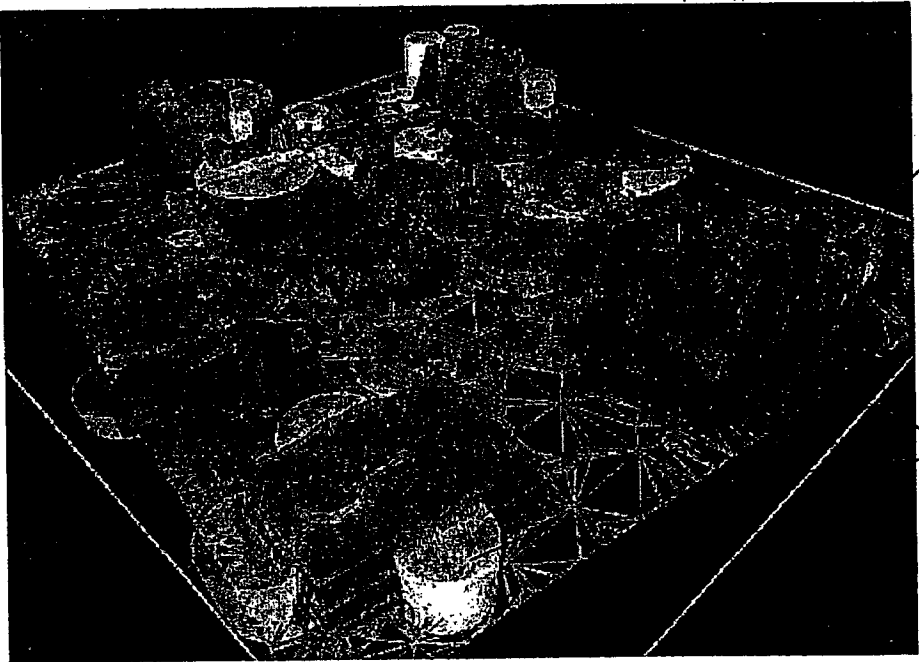


圖 5B

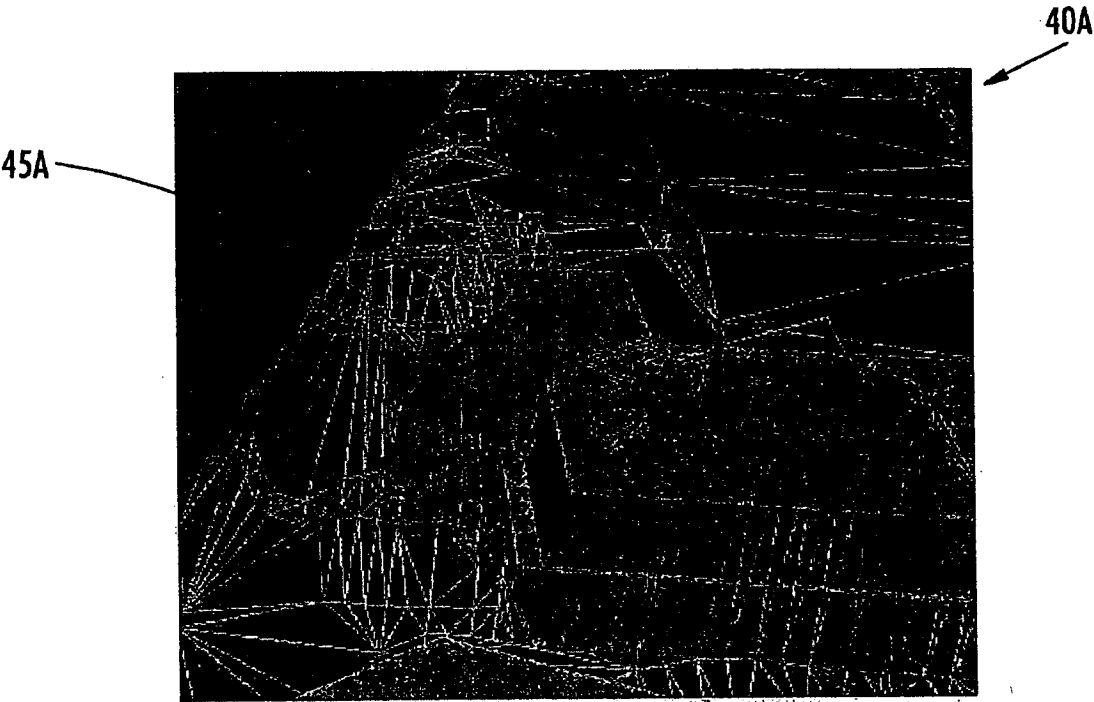


圖 6A

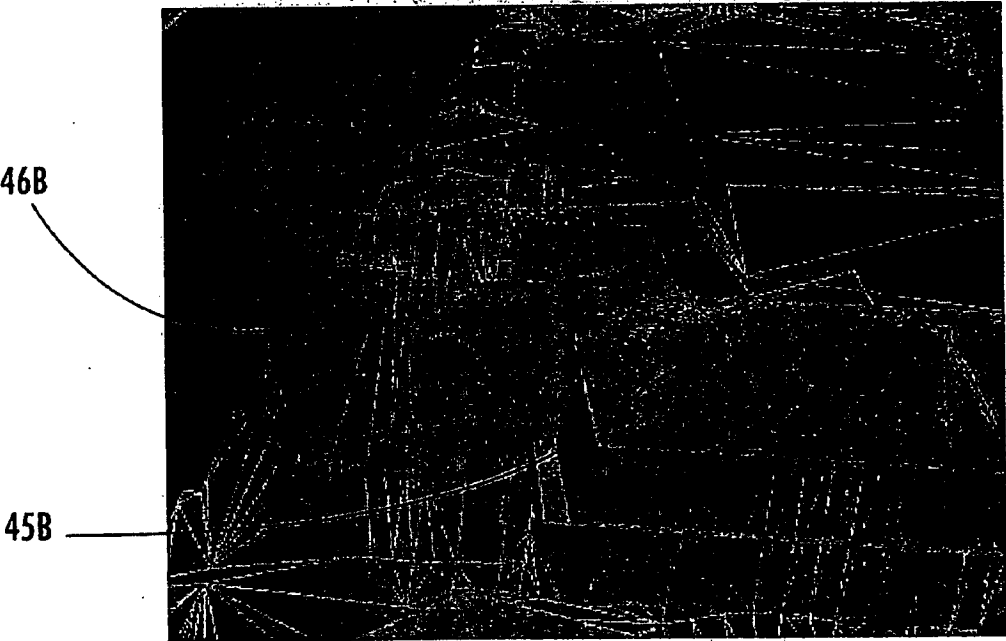


圖 6B

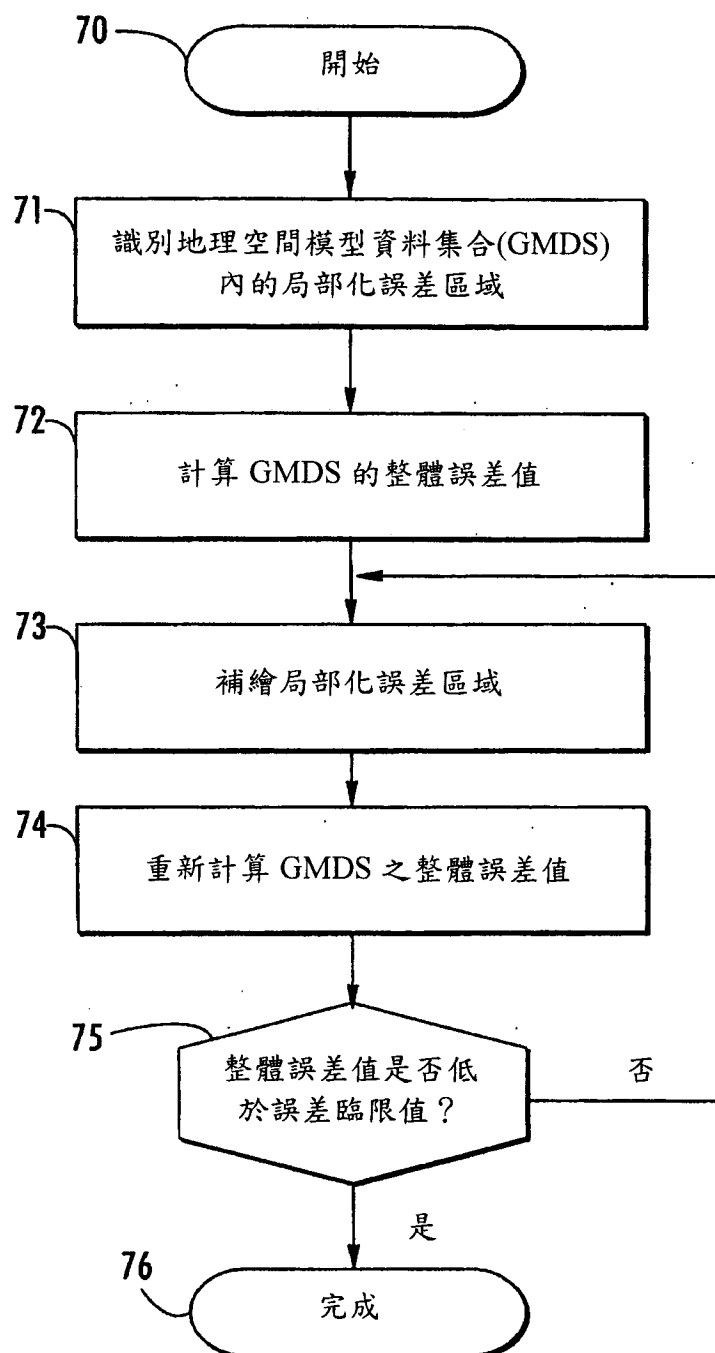


圖 7

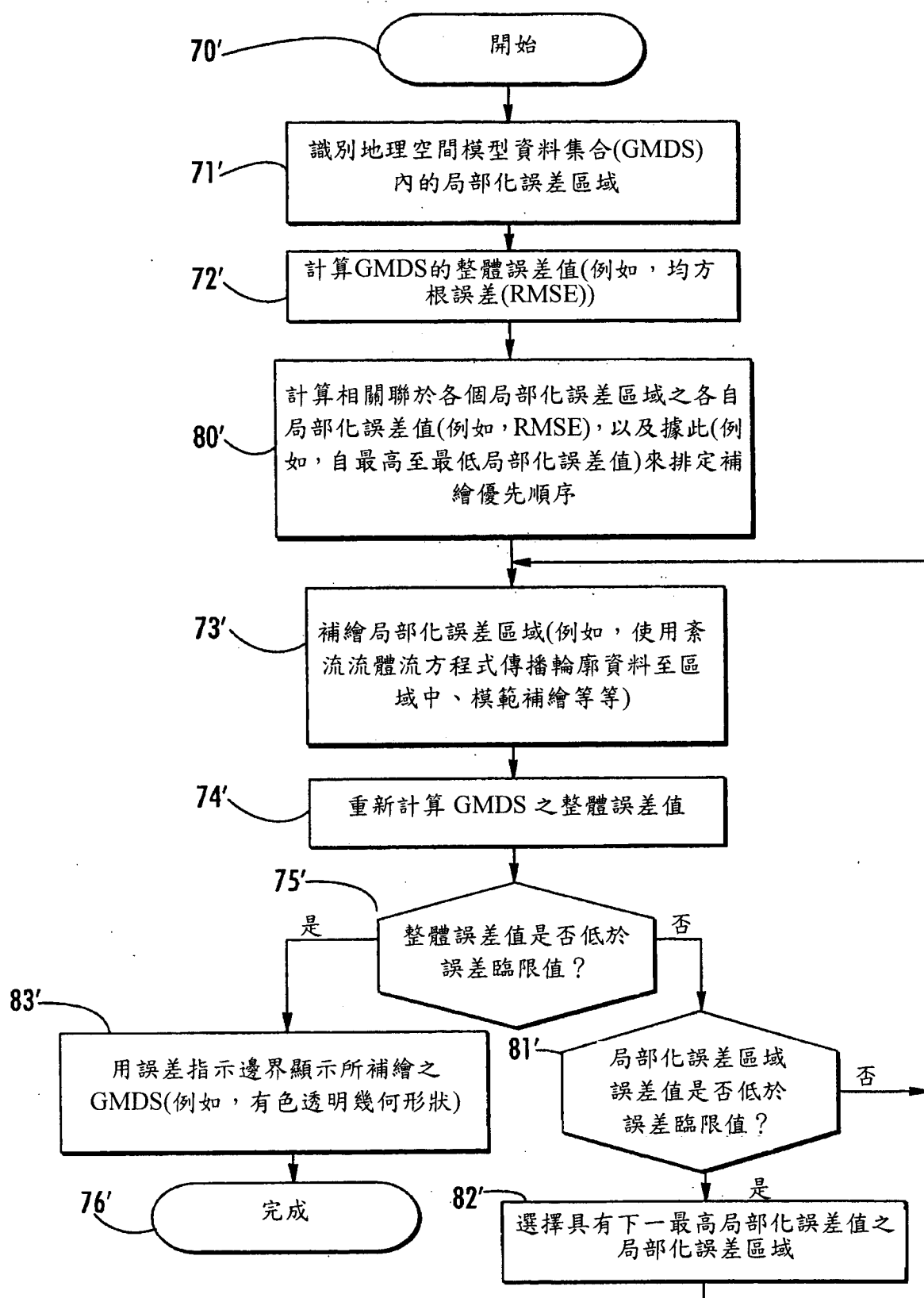


圖 8

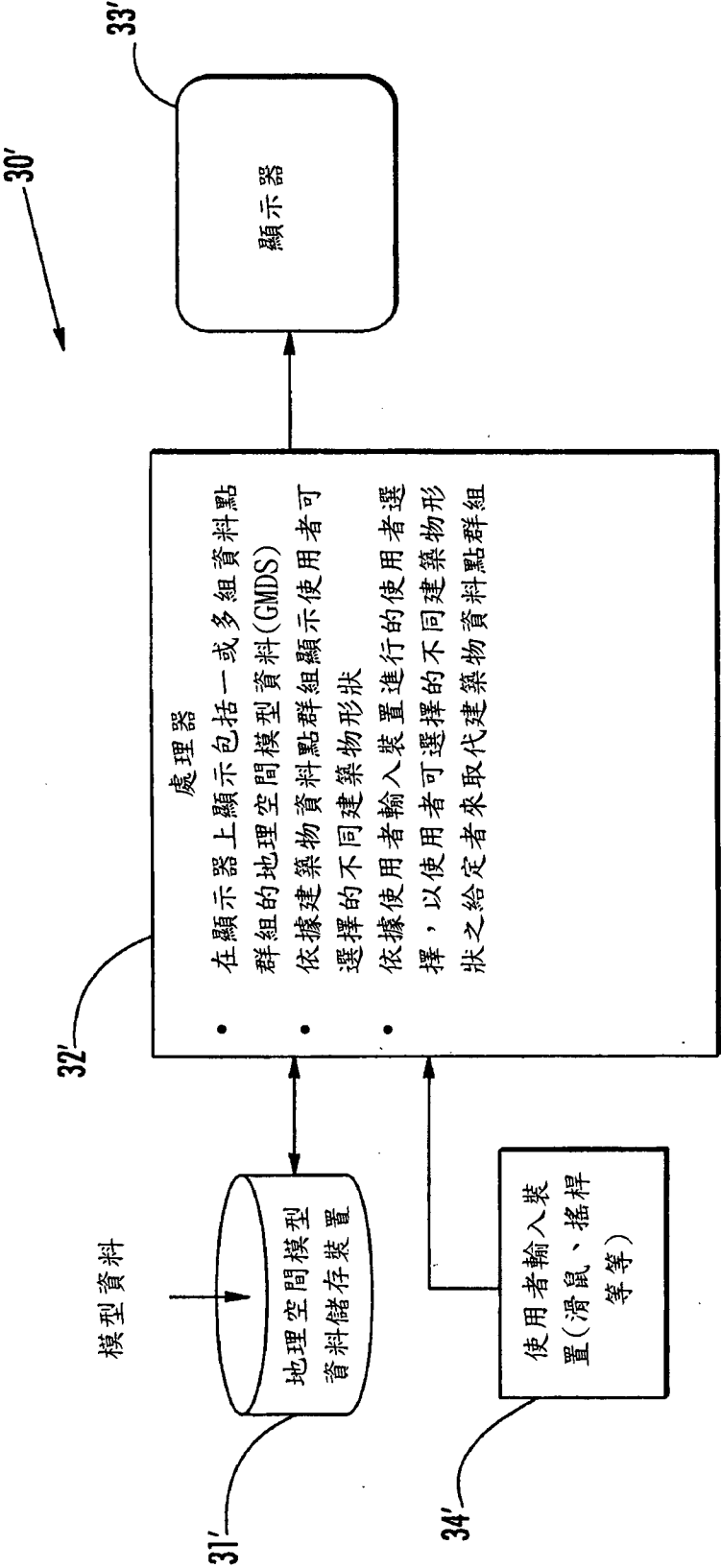


圖 9

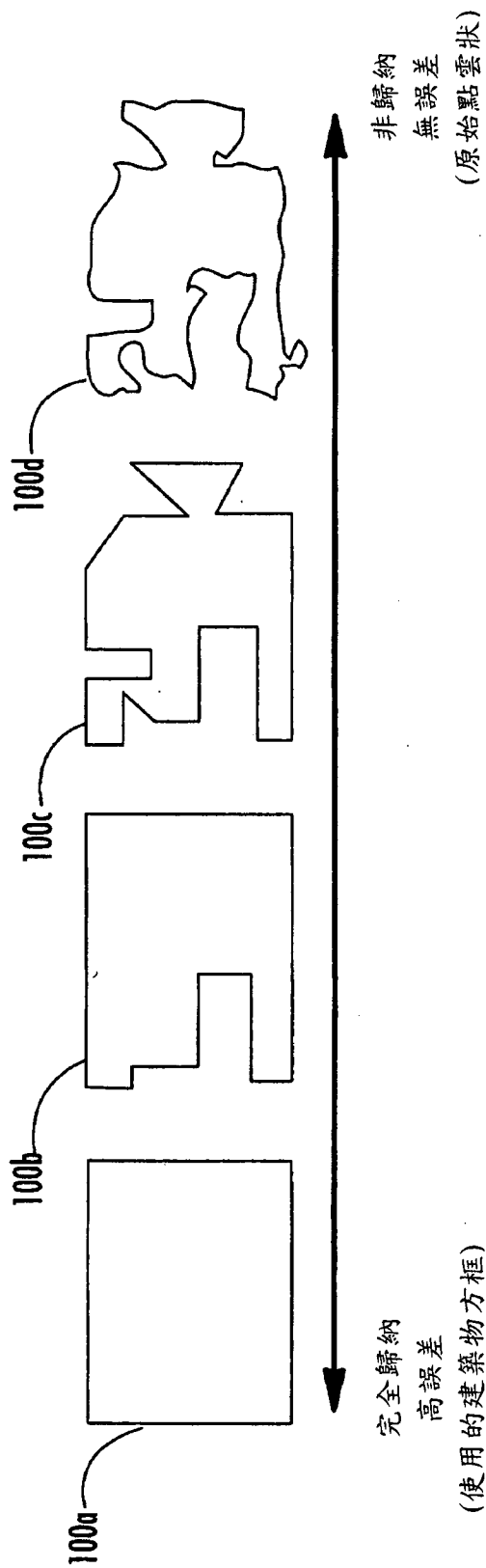


圖 10

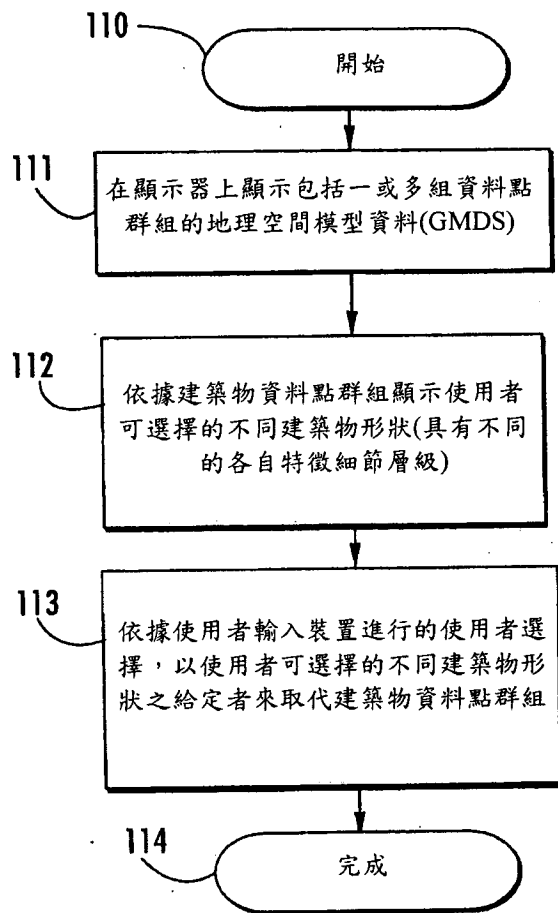


圖 11

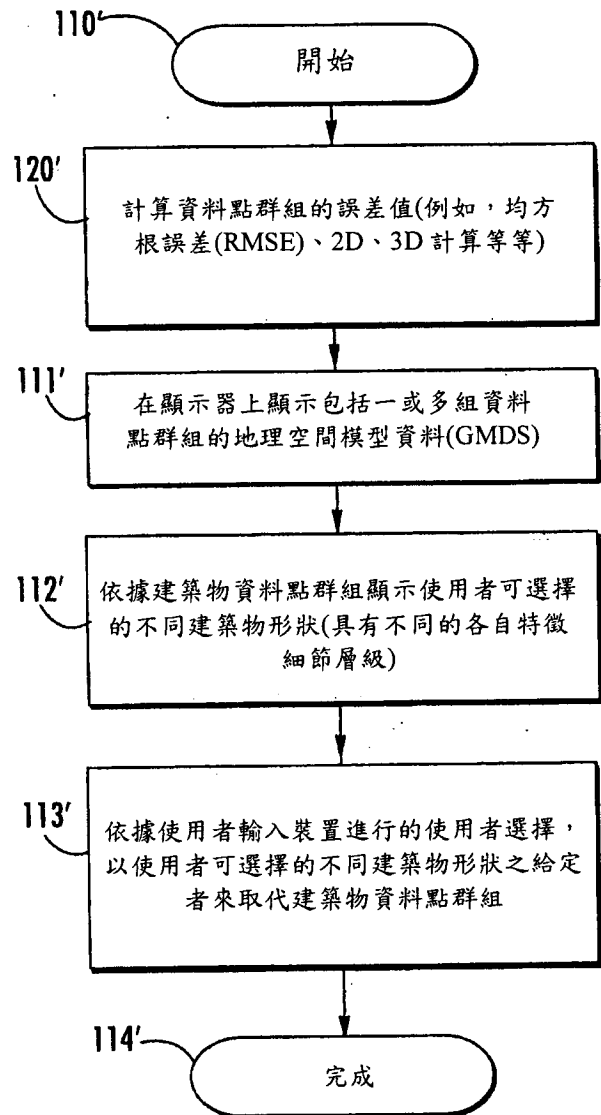


圖 12

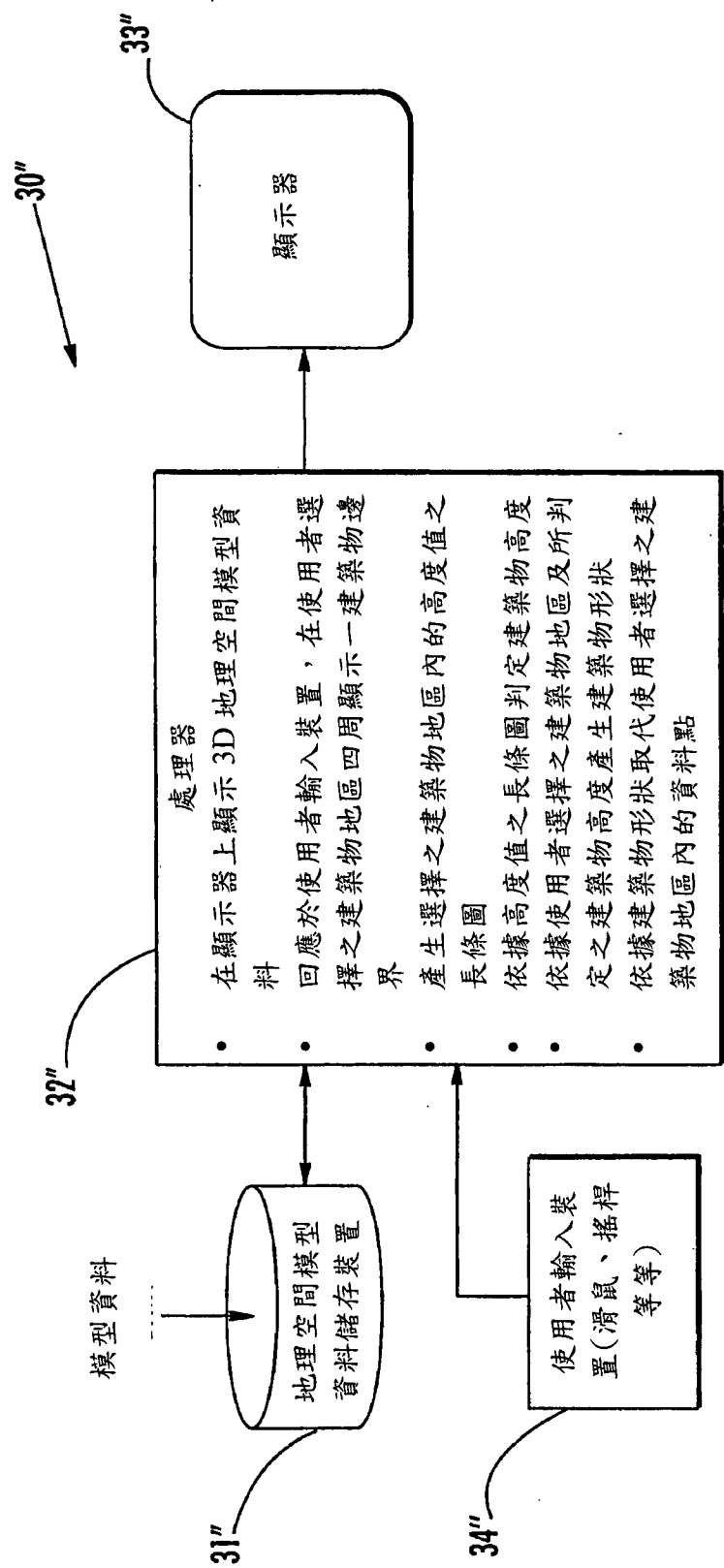


圖 13

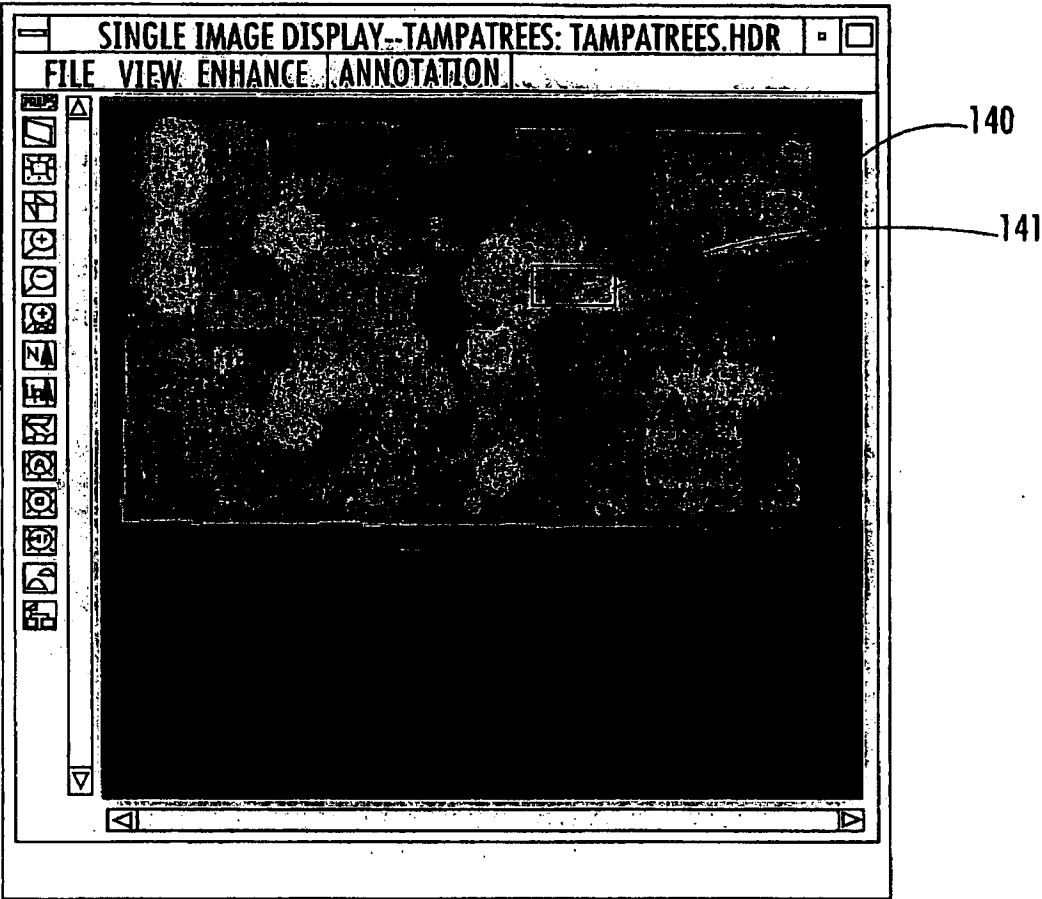
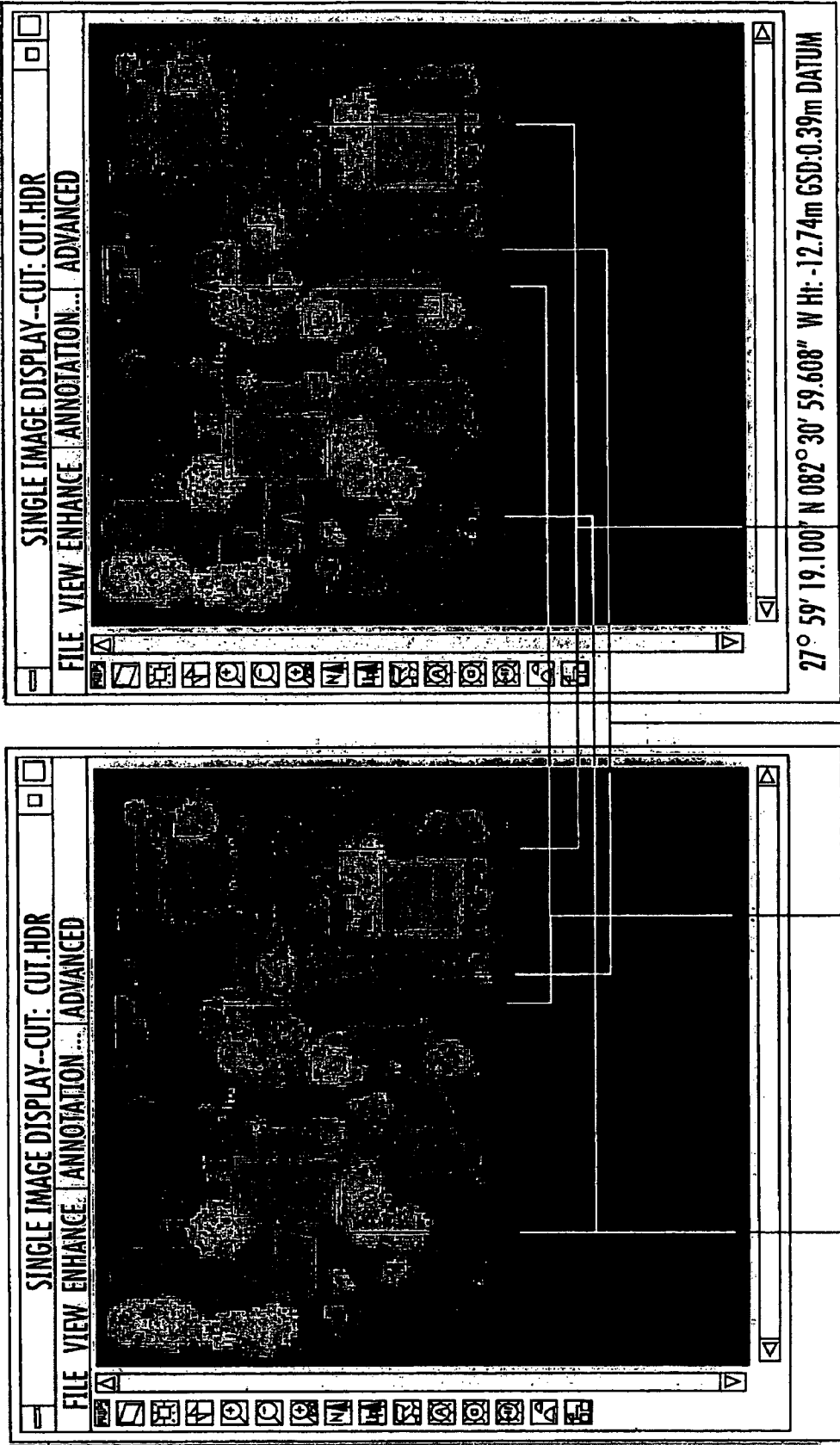


圖 14

140"

140"



雜訊

閉塞

邊界條件

矮建築物

圖 15

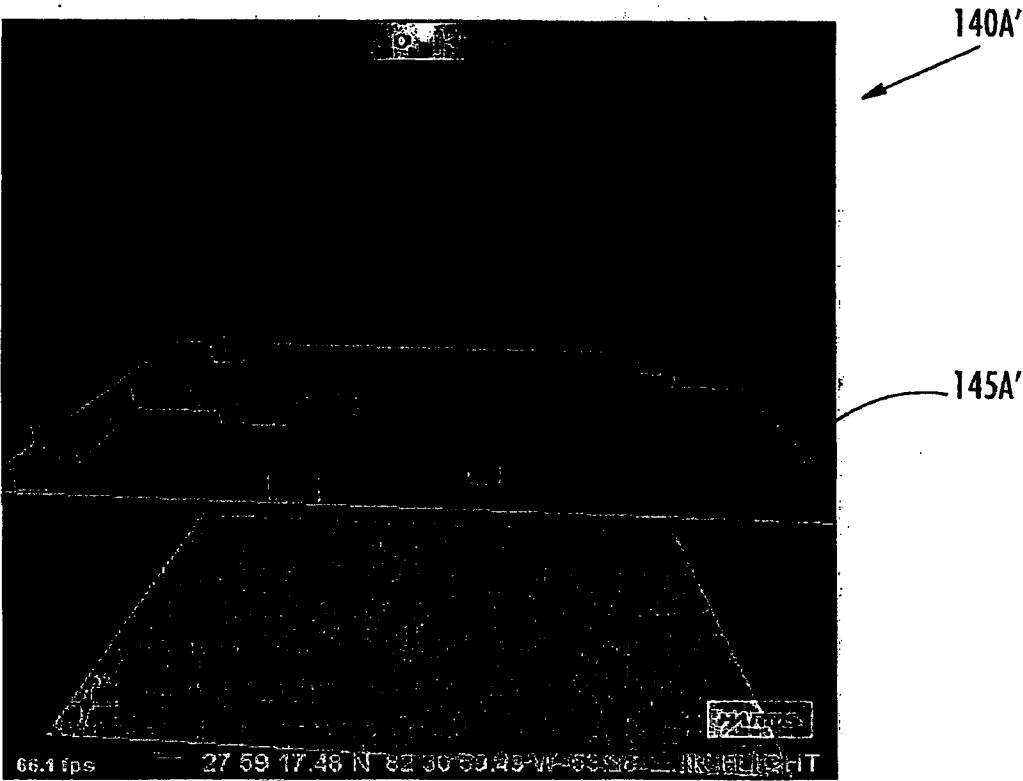


圖 16A

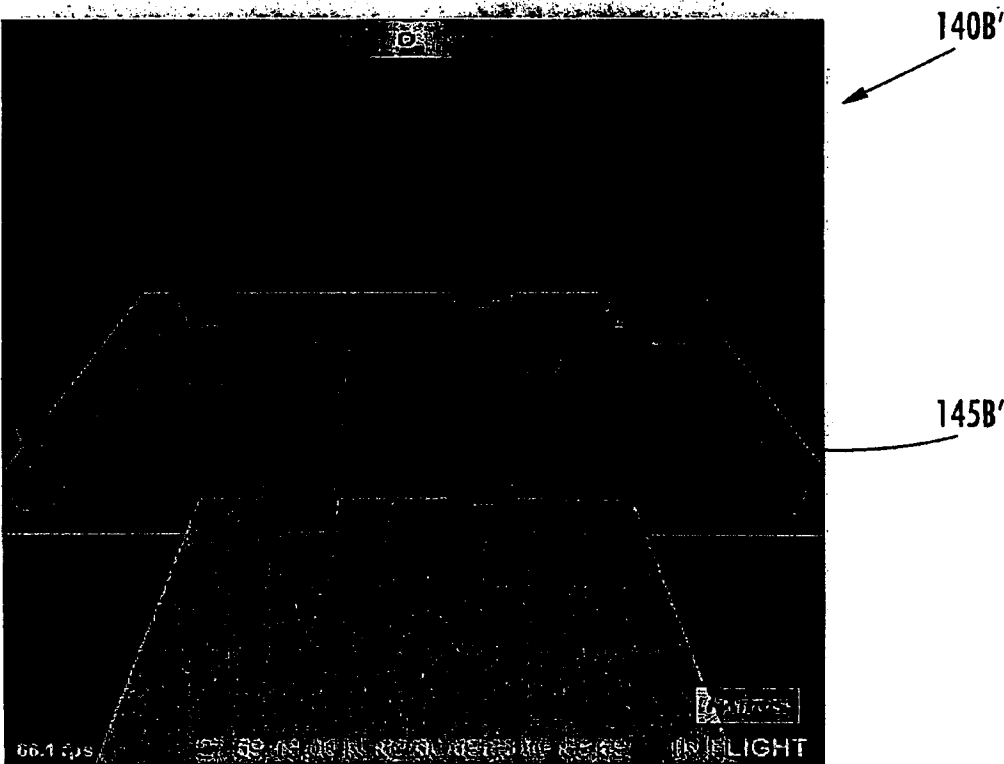


圖 16B

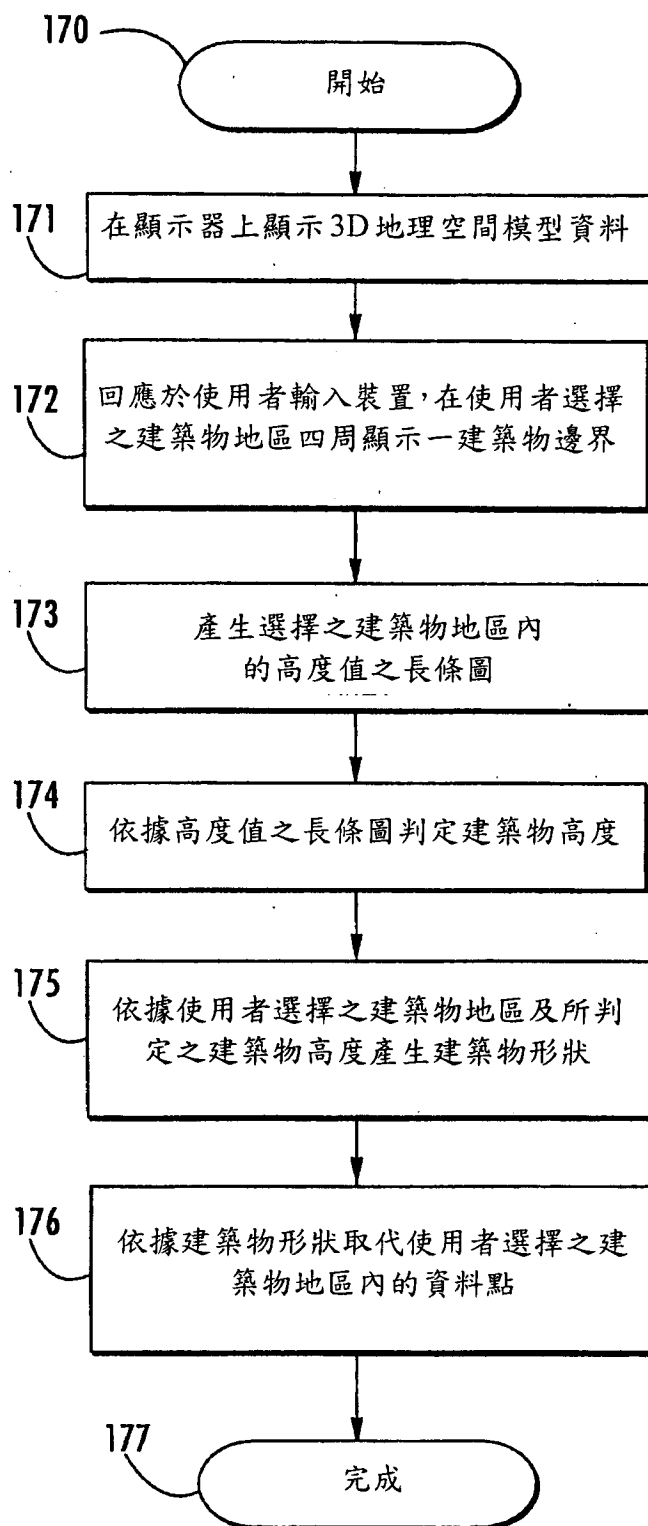


圖 17

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)