



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201435800 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：102135896

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 03 日

(51)Int. Cl. : **G06T15/00 (2011.01)**

G06T1/20 (2006.01)

(30)優先權：2013/03/11 俄羅斯聯邦

2013110494

(71)申請人：L S I 公司 (美國) LSI CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：雅利希奇克 帕維 雅雷課山卓維其 ALISEYCHIK, PAVEL ALEKSANDROVICH

(RU)；馬姿倫科 愛凡 李奧尼多維克 MAZURENKO, IVAN LEONIDOVICH

(RU)；樂登諾芙斯基 雅樂西 雅樂山卓維其 LETUNOVSKIY, ALEKSEY

ALEXANDROVICH (RU)；珮多西科 亞歷山大 亞歷山卓維克 PETYUSHKO,

ALEXANDER ALEXANDROVICH (RU)；柯羅登克 亞歷山大 波麗索維克

KHOLODENKO, ALEXANDER BORISOVICH (RU)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 37 頁

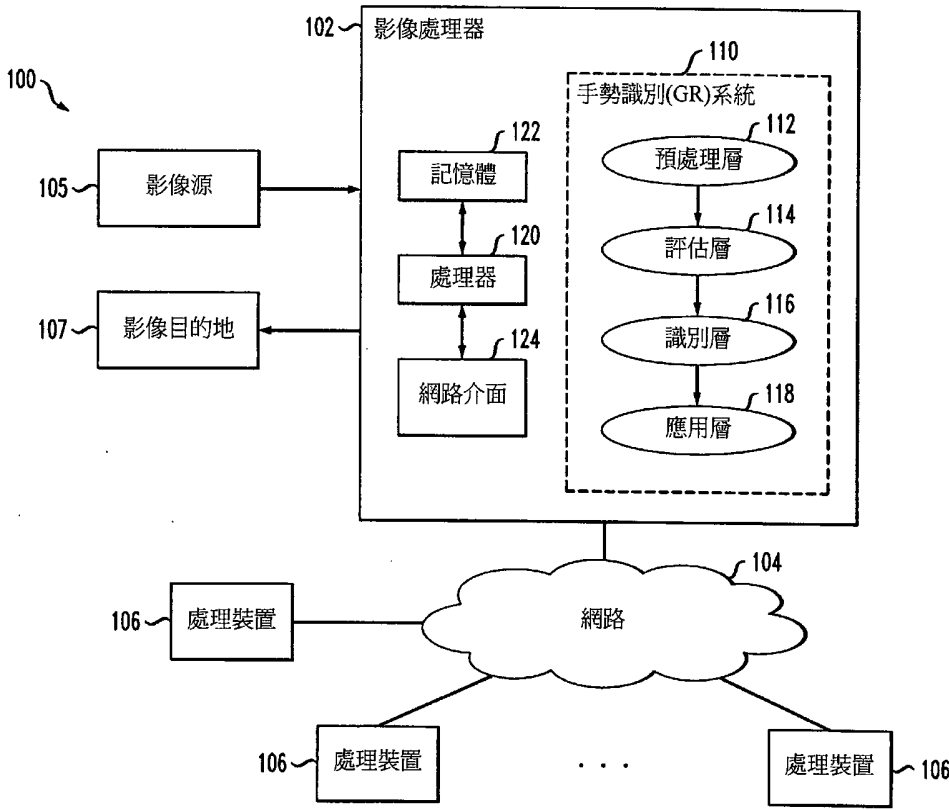
(54)名稱

具有實施不同精確性之軟體及硬體演算法之評估層之影像處理器

IMAGE PROCESSOR WITH EVALUATION LAYER IMPLEMENTING SOFTWARE AND
HARDWARE ALGORITHMS OF DIFFERENT PRECISION

(57)摘要

一種影像處理器包括實施複數個處理層之影像處理電路，該複數個處理層包含至少一評估層及一識別層。該評估層包括一軟體實施部分及一硬體實施部分，其中該評估層之該軟體實施部分經組態以使用一軟體演算法來產生具有一第一精確性位準的第一物件資料，且該評估層之該硬體實施部分經組態以使用一硬體演算法來產生具有低於該第一精確性位準之一第二精確性位準的第二物件資料。該評估層進一步包括一信號組合器，該信號組合器經組態以組合該第一物件資料及該第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至該識別層。僅舉例而言，該評估層可以該影像處理器之一手勢識別系統之一評估子系統的形式實施。



- 100：影像處理系統
- 102：影像處理器
- 104：網路
- 105：影像源
- 106：處理裝置
- 107：影像目的地
- 110：手勢識別(GR)系統
- 112：預處理層
- 114：評估層
- 116：識別層
- 118：應用層
- 120：處理器
- 122：記憶體
- 124：網路介面

圖1



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201435800 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：102135896

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 03 日

(51)Int. Cl. : **G06T15/00 (2011.01)**

G06T1/20 (2006.01)

(30)優先權：2013/03/11 俄羅斯聯邦

2013110494

(71)申請人：L S I 公司 (美國) LSI CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：雅利希奇克 帕維 雅雷課山卓維其 ALISEYCHIK, PAVEL ALEKSANDROVICH

(RU)；馬姿倫科 愛凡 李奧尼多維克 MAZURENKO, IVAN LEONIDOVICH

(RU)；樂登諾芙斯基 雅樂西 雅樂山卓維其 LETUNOVSKIY, ALEKSEY

ALEXANDROVICH (RU)；珮多西科 亞歷山大 亞歷山卓維克 PETYUSHKO,

ALEXANDER ALEXANDROVICH (RU)；柯羅登克 亞歷山大 波麗索維克

KHOLODENKO, ALEXANDER BORISOVICH (RU)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 37 頁

(54)名稱

具有實施不同精確性之軟體及硬體演算法之評估層之影像處理器

IMAGE PROCESSOR WITH EVALUATION LAYER IMPLEMENTING SOFTWARE AND
HARDWARE ALGORITHMS OF DIFFERENT PRECISION

(57)摘要

一種影像處理器包括實施複數個處理層之影像處理電路，該複數個處理層包含至少一評估層及一識別層。該評估層包括一軟體實施部分及一硬體實施部分，其中該評估層之該軟體實施部分經組態以使用一軟體演算法來產生具有一第一精確性位準的第一物件資料，且該評估層之該硬體實施部分經組態以使用一硬體演算法來產生具有低於該第一精確性位準之一第二精確性位準的第二物件資料。該評估層進一步包括一信號組合器，該信號組合器經組態以組合該第一物件資料及該第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至該識別層。僅舉例而言，該評估層可以該影像處理器之一手勢識別系統之一評估子系統的形式實施。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

具有實施不同精確性之軟體及硬體演算法之評估層的影像處理器
IMAGE PROCESSOR WITH EVALUATION LAYER
IMPLEMENTING SOFTWARE AND HARDWARE ALGORITHMS
OF DIFFERENT PRECISION

【技術領域】

本領域大致係關於影像處理且更特定言之係關於在影像處理器中影像資料之處理。

【先前技術】

影像處理在各種不同應用中很重要且此處理可能涉及二維(2D)影像、三維(3D)影像或不同類型之多個影像之組合。舉例而言，可基於藉由經配置使得各相機具有場景之不同視圖之各自相機擷取之多個2D影像而使用三角量測在影像處理器中產生空間場景之3D影像。或者，可直接使用深度成像器(諸如結構光(SL)相機或飛行時間(ToF)相機)產生3D影像。此等及其他3D影像(其等在本文中亦被稱作深度影像)通常用於諸如手勢識別之機器視覺應用中。

在典型的習知配置中，來自影像感測器的原始影像資料通常經歷各種預處理操作。此等預處理操作尤其可包含舉例而言，對比度增強、直方圖均衡化、降噪、邊緣高亮及座標空間變換。經預處理影像資料隨後經歷實施手勢識別或另一機器視覺應用所需之額外處理。

【發明內容】

在一實施例中，影像處理器包括實施複數個處理層之影像處理電路，該複數個處理層包含至少評估層及識別層。評估層包括軟體實

施部分及硬體實施部分，其中評估層之軟體實施部分經組態以使用軟體演算法產生第一精確性位準之第一物件資料，且評估層之硬體實施部分經組態以使用硬體演算法產生低於第一精確性位準之第二精確性位準之第二物件資料。評估層進一步包括信號組合器，該信號組合器經組態以組合第一物件資料及第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至識別層。

評估層可闡釋性地耦合在影像處理器之預處理層與識別層之間，其中預處理層接收來自影像感測器之原始影像資料並將經預處理影像資料提供至評估層，但許多其他配置係可行的。

僅舉例而言，評估層可實施為影像處理器之手勢識別系統之評估子系統之形式。

本發明之其他實施例包含但不限於方法、設備、系統、處理裝置、積體電路及具有體現於其中的電腦程式代碼的電腦可讀儲存媒體。

【圖式簡單說明】

圖1係在一實施例中包括組態有使用預處理、評估、識別及應用層之手勢識別功能性之影像處理器之影像處理系統之方塊圖。

圖2至圖5繪示圖1系統中之影像處理器之例示性評估層之態樣。

圖6至圖8係展示圖1系統中之影像處理器之評估層之各自實施例中之處理操作之各自組之流程圖，其使用頭部追蹤應用作為一實例。

【實施方式】

本文中將結合例示性影像處理系統繪示本發明之實施例，該例示性影像處理系統包括使用多個處理層實施手勢識別功能性之影像處理器或其他類型之處理裝置。但是，應瞭解，本發明之實施例更一般地適用於可受益於更高效影像處理之任何影像處理系統或相關裝置或技術。

圖1展示本發明之實施例中之影像處理系統100。影像處理系統100包括影像處理器102，其接收來自一或多個影像源105之影像並將經處理影像提供至一或多個影像目的地107。影像處理器102亦經由網路104與複數個處理裝置106通信。

雖然在圖1，(該等)影像源105及(該等)影像目的地107被展示為與處理裝置106分開，但是此等源及目的地之至少一子集可至少部分利用處理裝置106之一者或多者實施。因此，影像可從處理裝置106之一者或多者經由網路104提供至影像處理器102用於處理。類似地，經處理影像可由影像處理器102經由網路104傳輸至處理裝置106之一者或多者。此等處理裝置因此可被視作影像源或影像目的地之實例。

給定影像源可包括：舉例而言，3D成像器(諸如SL相機或ToF相機)，其經組態以產生深度影像；或2D成像器，其經組態以產生灰階影像、彩色影像、紅外線影像或其他類型之2D影像。亦可行的是單個成像器或其他影像源可提供深度影像及相應2D影像(諸如灰階影像、彩色影像或紅外線影像)兩者。舉例而言，特定類型之現有3D相機能夠產生給定場景之深度圖以及相同場景之2D影像。或者，提供給定場景之深度圖之3D成像器可配置為鄰近獨立的高解析度視訊攝像機或提供實質相同場景之2D影像之其他2D成像器。

亦應瞭解，給定影像源(如該術語在本文中廣義地使用)可代表併入影像處理器102之至少一部分之成像器之影像感測器部分。舉例而言，一或多個影像源105之至少一者可包括深度感測器，其中該深度感測器係併入影像處理器102之SL相機、ToF相機或其他深度成像器之部分。許多替代配置係可行的。舉例而言，影像源之另一實例係提供影像至影像處理器102用於處理之儲存裝置或伺服器。

給定影像目的地可包括舉例而言，電腦或行動電話之人機介面之一或多個顯示螢幕，或接收來自影像處理器102之經處理影像之至

少一儲存裝置或伺服器。

因此，雖然在圖1中，(該等)影像源105及(該等)影像目的地107被展示為與影像處理器102分開，但是影像處理器102可至少部分與共同處理裝置上之一或多個影像源及一或多個影像目的地之至少一子集組合。因此，舉例而言，給定影像源及影像處理器102可共同實施在相同處理裝置上。類似地，給定影像目的地及影像處理器102可共同實施在相同處理裝置上。

在本實施例中，影像處理器102包括手勢識別(GR)系統110，其使用影像處理器102之多個處理層實施。此等處理層包括在本文中更一般地被稱作影像處理器102之「影像處理電路」之至少一部分。在本實施例中，處理層在圖式中被展示為各別橢圓形且包括預處理層112及複數個更高處理層，該複數個更高處理層包含評估層114、識別層116及應用層118。

在本文中，處理層112、114、116及118亦可被稱作GR系統110之各別子系統。但是，應注意，本發明之實施例不限於手勢識別，而是取而代之可適於用於各種其他機器視覺應用中且在其他實施例中可包括不同數量、類型及配置之層。

此外，在其他實施例中，影像處理器102之處理層之特定者可取而代之至少部分實施在其他裝置上。舉例而言，預處理層112可至少部分實施在包括深度成像器或其他類型之成像器之影像源105中。亦可行的是，應用層118可實施在與評估層114及識別層116分離之處理裝置上，諸如處理裝置106之一者。

此外，應瞭解，影像處理器102本身可包括多個不同處理裝置，使得處理層112、114、116及118使用兩個或更多個處理裝置實施。如本文中所使用，術語「影像處理器」旨在被廣義地解釋以涵蓋此等及其他配置。



預處理層112對來自一或多個影像源105之所接收影像資料執行預處理操作。在本實施例中，假設此所接收影像資料包括接收自深度感測器之原始影像資料，但在其他實施例中，可處理其他類型之所接收影像資料。預處理層112將經預處理影像資料提供至評估層114。

預處理層112中接收自深度感測器之原始影像資料可包含包括各別深度影像之一圖框串流，其中各此深度影像包括複數個深度影像像素。舉例而言，給定深度影像D可以實值之矩陣之形式提供至預處理層112。更特定言之，各此實值可提供深度影像之特定像素之深度值 d_{ij} ，其中i及j指示像素索引且深度值表示至經成像物件之距離。本文中，給定的此深度影像亦被稱作深度圖。

具有索引i,j及深度值 d_{ij} 之給定像素可變換為3D空間中之(x,y,z)座標。此外，若對於給定像素，深度未知，則預定義值u(例如，零)可被用作該像素之深度值。在其他實施例中，可使用各種其他類型之影像資料。

在一些實施例中，產生像素之深度值之感測器亦可提供該等像素之相應可靠性值。舉例而言，由該類型之感測器供應之各像素(i,j)可包括一對 (d_{ij}, r_{ij}) ，其中 $0 \leq r_{ij} \leq 1$ 係深度影像像素可靠性指示符或其他類型之可靠性值。或者，可在預處理層112中基於特定類型之感測器之已知特性估計或以其他方式判定可靠性值。可靠性值可為用於其他處理層之一者或多者中之獨立可靠性矩陣之部分。

再次，上述影像資料類型僅為例示性的且所揭示之技術可適於結合許多不同類型之影像資料串流(其包含具有高圖框速率之串流)使用。

如將在下文結合圖4及圖5更詳細描述，評估層114更特定言之包括軟體實施部分及硬體實施部分，其中評估層之軟體實施部分經組態以使用軟體演算法來產生第一精確性位準的第一物件資料，且評估層

之硬體實施部分經組態以使用硬體演算法來產生低於第一精確性位準之第二精確性位準的第二物件資料。評估層114進一步包括信號組合器，該信號組合器經組態以組合第一物件資料及第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至識別層116。物件資料可具有多個部分，諸如常數部分及變數部分。

舉例而言，物件資料可包括描述一或多個經成像物件之所謂「骨架」資料，其中骨架資料之常數部分包括骨架尺寸，且骨架資料之變數部分包括骨架角度及質量中心位置。在其他實施例中，可使用許多其他類型之物件資料，且此等物件資料無需包括分離的常數部分及變數部分。如熟習此項技術者將瞭解，物件資料或其等之部分可採用不同形式，諸如矩陣或向量形式。如本文中所使用之術語「物件資料」因此旨在被廣泛地解釋為涵蓋（舉例而言）與經預處理影像資料中偵測之一或多個物件相關或另外與其相關的資料。

在本實施例中，識別層116利用由評估層114提供之物件資料以執行高階應用特定影像處理，其被假設包括至少手勢識別，但可額外或替代地包括其他類型之高階應用特定影像處理，諸如活動識別、表情識別及注視追蹤。

在本實施例中，假設應用層118包括至少一手勢識別應用，其利用識別層116之手勢識別輸出，諸如一經成像場景之參數表示。其他類型之經處理影像資料輸出可提供至影像處理器102或相關處理裝置106或目的地107之一或多個應用層。

在上述骨架資料之情況中，此資料由評估層114提供至識別層116，該識別層116依據特定應用層118之要求將當前物件狀態分類。舉例而言，若由應用層實施之手勢識別應用涉及回應於各別不同手部手勢之偵測而產生命令，則識別層116經組態以偵測此等手勢及提供適當分類輸出至應用層。



處理層112、114、116及118可包括影像處理器102之影像處理電路的不同部分，但是給定的此處理層可實施為硬體、韌體及軟體的組合。如本文中所使用之術語「層」因此旨在被廣義地解釋，且可包括舉例而言，專用硬體、處理核心、韌體引擎及相關韌體或通用處理資源及對該等資源執行之相關軟體，以及此等及其他類型之影像處理電路的不同組合。給定GR系統之子系統被假設為處理層之實例，此係因為後一術語在本文中被廣義地利用。

如熟習此項技術者將瞭解，另一習知影像處理積體電路或其他類型之影像處理電路可適當地經修改以實施影像處理器102之處理層112、114、116及118之一者或多者之至少一部分。可用於本發明之一或多個實施例中之影像處理電路之一可行實例係經適當再組態以執行與處理層112、114、116及118之一者或多者相關之功能性之另一習知圖形處理器。

處理裝置106可包括舉例而言，任意組合之電腦、行動電話、伺服器或儲存裝置。一或多個此等裝置亦可包括舉例而言，用於展現由影像處理器102產生之影像之顯示螢幕或其他使用者介面。處理裝置106因此可包括經組態以經由網路104接收來自影像處理器102之經處理影像串流或其他類型之輸出資訊之各種不同的目的地裝置，包含舉例而言，接收來自影像處理器102之此輸出資訊之至少一伺服器或儲存裝置。

「影像目的地」(如該術語在本文中廣義地使用)旨在涵蓋接收源自由影像處理器102處理之一或多個影像之資訊之任何裝置或其部分，諸如接收由GR系統110產生之手勢識別輸出之裝置。因此，影像目的地可接收至少一經處理影像、至少一經處理影像之一部分或源自至少一經處理影像之至少一部分之資訊。

雖然影像處理器102在本實施例中展示為與處理裝置106分開，

但是影像處理器102可至少部分與處理裝置106之一者或多者組合。因此，舉例而言，影像處理器102可至少部分使用處理裝置106之給定一者實施。舉例而言，電腦或行動電話可經組態以併入影像處理器102及(可能地)給定影像源。(該等)影像源105因此可包括與電腦、行動電話或其他處理裝置相關之相機或其他成像器。如前所示，影像處理器102可至少部分與共同處理裝置上之一或多個影像源或影像目的地組合。

在本實施例中，假設影像處理器102使用至少一處理裝置實施且包括耦合至記憶體122之處理器120。處理器120執行儲存在記憶體122中之軟體碼以控制影像處理操作之執行。影像處理器102亦包括支援經由網路104之通信之網路介面124。

處理層112、114、116及118以及處理器120、記憶體122及網路介面124被視作在本文中更一般地被稱作影像處理器102之影像處理電路之實例。

處理器120可包括舉例而言，任意組合之微處理器、特定應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FPGA)、中央處理單元(CPU)、算術邏輯單元(ALU)、數位信號處理器(DSP)或其他類似處理裝置組件，以及其他類型及配置之影像處理電路。

記憶體122儲存由處理器120在實施影像處理器102之功能性之部分(諸如預處理層112及更高處理層114、116及118之部分)時執行的軟體碼。儲存由相應處理器執行之軟體碼之給定的此記憶體係在本文中更一般地被稱作具有體現於其中之電腦程式碼之電腦可讀媒體或其他類型之電腦程式產品之一實例，且可包括舉例而言，任意組合之電子記憶體，諸如隨機存取記憶體(RAM)或唯獨記憶體(ROM)、磁記憶體、光學記憶體或其他類型之儲存裝置。如上文所示，處理器可包括微處理器、ASIC、FPGA、CPU、ALU、DSP或其他影像處理電路之



部分或組合。

從上文描述中應瞭解，本發明之實施例可實施為積體電路之形式。在給定的此積體電路實施方案中，相同晶粒通常在半導體晶圓之表面上以重複型樣形成。各晶粒包含如本文中所述之影像處理器或其他影像處理電路且可包含其他結構或電路。個別晶粒從晶圓上切削或切割，隨後封裝為積體電路。熟習此項技術者將瞭解如何切割晶圓及封裝晶粒以製作積體電路。如此製造之積體電路被視為本發明之實施例。

如圖1中所示之影像處理系統100之特定組態僅係例示性的且在其他實施例中，系統100可包含其他元件來補充或取代具體所示之元件，包含此一系統之習知實施方案中常見之類型之一或多個元件。

舉例而言，在一些實施例中，影像處理系統100實施為處理影像串流以識別使用者手勢之視訊遊戲系統或其他類型之基於手勢之系統。所揭示之技術可類似地適用於需要基於手勢的人機介面之各種其他系統且亦可應用於除手勢識別以外之應用，諸如機器人或其他工業應用中之機器視覺系統。

現將參考圖2至圖8更詳細地描述闡釋性實施例中影像處理器102之操作。應瞭解，結合此等圖式描述之例示性特徵及功能性無需展現在其他實施例中。

首先參考圖2，影像處理器102之一部分200包括耦合至識別層116之評估層114。評估層114接收來自預處理層112之經預處理影像資料202作為其輸入。如前所述，假設此影像資料包括一或多個經預處理深度影像，但可使用其他類型之影像資料。

在本實施例中，評估層114在產生物件資料時實施搜尋-呈現-比較操作。此等操作由評估層114之各別搜尋模組204、呈現模組206及比較模組208執行且涉及如所示之物件資料210A、210B及210C及相關

物件資料變體的處理或產生。將物件資料210A與最佳配合物件資料210B組合以產生輸出的最佳配合物件資料210C用於傳輸至識別層116。在本實施例中，假設物件資料210A包括具有常數部分及變數部分之實數之向量。舉例而言，如前所述，物件資料可包括骨架資料，其具有包括骨架尺寸之常數部分及包括骨架角度及其他可變資料(諸如質量中心位置)之變數部分。

在本實施例中，評估層114進一步包括校準模組212、運動預測模組214及試探模組216。校準模組212使用當前輸出深度影像(其在本文中亦被稱作當前輸入圖框)計算骨架資料之常數部分。其他初始物件參數使用比較模組208及試探模組216判定，該等兩個模組對當前輸入深度影像進行操作。

搜尋-呈現-比較操作通常涉及以由搜尋模組204實施之特定搜尋(其可為梯度搜尋或全面搜尋)，隨後係由各別模組206及208執行之呈現及比較操作所定義之方式改變物件參數。全面搜尋可為亦被稱作窮舉搜尋之類型之搜尋。梯度搜尋或全面搜尋可利用由運動預測模組214提供之運動預測資訊。

在本實施例中，呈現操作產生對應於當前物件參數組之經呈現深度影像。搜尋目標可特徵化為使用指定比較基元(諸如基於距離度量(諸如歐幾里德距離或曼哈頓距離)之最小平方)使經呈現深度影像與當前輸入深度影像之間之距離最小化。換言之，搜尋操作改變物件參數直至使用比較基元將相應所呈現深度影像判定為足夠接近輸入深度影像。經呈現深度影像及輸入深度影像通常被展現為實數之各別矩陣，但是可使用其他影像資料配置。

搜尋-呈現-比較程序的複雜性通常將取決於將判定之物件參數數量或換言之程序之自由度之數量。舉例而言，對於N個自由度，全面搜尋將利用呈現及比較之 k^N 個迭代，其中在此背景下， k 指示針對各



自由度之變體數，而梯度搜尋將利用呈現及比較之 $(N+1) \cdot m$ 個迭代，其中 m 係梯度方向上之步數。梯度搜尋可經組態以各 s 步再計算梯度，其將呈現及比較之迭代數減小至 $(N+1) \cdot m/s + m$ 。

評估層114之給定實施方案中所使用之自由度及迭代的特定數量將隨特定手勢識別應用而改變。舉例而言，頭部追蹤應用(假設頭部為固體物件(例如，剛體))可經組態以使用6個自由度(例如， x 、 y 及 z 維度及3個尤拉角)及緩慢移動(即，較少迭代)。在此類型之應用中，全面搜尋及梯度搜尋兩者即使實施在軟體中，仍可即時操作。作為另一實例，手部追蹤應用可經組態以針對各手使用25個自由度及快速移動(即，許多迭代)。在此類型之應用中，全面搜尋即使實施在硬體中，通常仍無法即時操作，但是梯度搜尋可使用平行性而即時操作。

但是，應注意，可藉由使用試探模組216減小自由度之數量及針對各度之變體數量。此可涉及(舉例而言)計算特定物件參數。

圖3繪示對評估層114中之經預處理影像資料302所執行之處理操作300中的特定者。在本實施例中，處理操作通常被特徵化為包括高階處理操作304及低階影像處理基元306。

如將在下文結合圖5更詳細描述，高階處理操作304通常在評估層114之軟體實施部分中執行，且低階影像處理基元通常在評估層114之硬體實施部分中執行。

在本實施例中，高階處理操作304包含奇點偵測及追蹤、正面偵測及追蹤、邊緣偵測及追蹤以及快速試探(諸如質量中心偵測)。此等例示性操作之各者使用如圖式中所示之輸入影像的不同區域，且因此至少操作之子集可有效經組態以彼此平行地運作。因此，影像處理器102之影像處理電路可包括多處理器系統，其中高階處理操作經平行化。

奇點偵測及追蹤用於識別物件，諸如經成像個體之頭部及手₅

部。此等物件通常被視作識別層116之高度重要特徵。

正面偵測及追蹤可針對不同類型的深度成像器提供不同位準的可靠性。更特定言之，取決於深度成像器類型，所得深度影像之不同部分可含有不同位準之雜訊，使得雜訊位準可在物件之正面與其邊緣之間具有極大變化。舉例而言，SL相機通常提供在正面上具有相對較低雜訊及在邊緣上具有相對較高雜訊的深度影像。在此情況下，所偵測到之正面比所偵測到之邊緣更可靠。

邊緣偵測及追蹤亦可針對不同類型之深度成像器提供不同位準之可靠性。舉例而言，與SL相機相比，ToF相機通常提供較小雜訊之物件邊緣。在此情況中，所偵測到之邊緣比所偵測到之正面更可靠。

有關快速試探，此等通常操作於較大影像區域，且因此需要對影像資料之較少存取。

低階影像處理基元306包含3D基元(諸如仿射或等距變換)、2D基元(諸如曲線追蹤)、比較基元(諸如最小平方比較)、搜尋基元(諸如運動預測或梯度搜尋)及統計基元，及(可能地)其他基元。此等低階處理基元306被高階處理操作304之一者或多者利用。作為一實例，邊緣偵測及追蹤操作可利用曲線追蹤。

如上所示，評估層114經組態以包含軟體實施部分及硬體實施部分。現將參考圖4及圖5更詳細描述此一配置之實例。

首先參考圖4，評估層114包含精確軟體(SW)演算法401及近似硬體(HW)演算法402，其等被假設為評估層之各別軟體實施部分及硬體實施部分之部分。如在各別演算法401及402之背景中所使用，術語「精確」及「近似」係本文中更一般地被稱作各別精確性位準之實例且在其他實施例中，其他類型之精確性位準可用於各別軟體及硬體演算法。精確軟體演算法401及近似硬體演算法402產生各別相對高及相對低精確位準之物件資料。

評估層114進一步包括信號組合器403，該信號組合器403經組態以組合第一物件資料及第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至識別層116。如前所述，物件資料可具有多個部分，諸如常數部分及變數部分。圖式中之元素405、406及407指示將在下文中更詳細描述之不同組之物件資料。

使用精確軟體演算法401產生之第一物件資料更特定言之包括過時但精確資料406，且由近似硬體演算法402產生之第二物件資料包括實際相對資料405。第一物件資料及第二物件資料在信號組合器403中組合以產生實際及精確資料407，該實際及精確資料407被提供至識別層116。在本實施例中，實際及精確資料407即時產生且在識別層中提供針對後續處理之可靠精確性。更特定言之，在本實施例中，物件資料被計算為由軟體演算法401提供之精確延遲資料及由硬體演算法402提供之近似相對資料之總和或其他函數。軟體演算法及硬體演算法通常彼此平行地運行。

歸因於其高精確性位準，軟體演算法401無法即時運行，而是取而代之產生具有特定延時之精確物件資料，在此情況中大約5至10個圖框。近似硬體演算法402以較低精確性位準操作且能夠以較少或無延時地即時運行。其計算實際相對資料405形式之相對物件狀態。此實際相對資料在信號組合器403中被加至如由軟體演算法401計算之過時但精確資料406形式之最後已知精確物件狀態。結果係實際及精確資料407之形式之當前物件狀態。

如上所示，包括由軟體演算法401產生之過時但精確資料406之第一物件資料按大約每5至10個圖框一次的速率更新。在此本背景中，術語「過時」指示相應物件資料涉及一或多個先前圖框而非當前圖框。

應注意，大約每5至10個圖框一次之更新速率可被視作最壞情況

估計之類型，且取決於影像處理器102之能力及組態可使用不同更新速率。舉例而言，若使用更強大的影像處理電路或降低處理操作的複雜性，則更新速率可增大，但仍預期軟體演算法401將無法即時操作。軟體演算法401之速度亦將取決於其他因素，諸如所處理實際影像資料之特性。舉例而言，在一些情況中，全面搜尋可在其第一步驟中判定解決方案。

在本實施例中，包括實際相對資料405之第二物件資料被假設按顯著高於第一物件資料之速率更新且更特定言之按每個輸入圖框更新。因此，在本實施例中，使用軟體演算法401產生之第一物件資料按小於每個輸入圖框一次之速率更新，且使用硬體演算法402產生之第二物件資料按每個輸入圖框一次之速率更新。在其他實施例中，可使用與不同精確性之物件資料相關的其他速率。

圖5展示影像處理器102之一部分500之更詳細視圖且繪示在評估層114中使用精確軟體演算法401、近似硬體演算法402及其他相關處理模組處理經預處理影像資料502之方式。軟體演算法401及硬體演算法402配置在評估層114之各別軟體實施部分504及硬體實施部分506中。在本文中，評估層114之軟體實施部分504及硬體實施部分506亦分別被稱作軟體部分及硬體部分。

結合圖3所述之低階影像處理基元實施在評估層114之部分506中之硬體中。此等低階基元包含舉例而言3D基元508、2D基元509及統計基元510以及搜尋及比較功能性。此允許低階基元被實施在評估層114之部分504中之軟體中之高階處理操作高效地共享。

3D基元508用於執行仿射或等距變換操作(諸如偏移及旋轉)以支援呈現模組206。3D基元亦可支援其他高階處理操作，諸如正面偵測及追蹤。

2D基元509用於支援高階處理操作，諸如邊緣偵測及追蹤。

統計基元510被軟體演算法401及硬體演算法402兩者利用。舉例而言，統計基元510可用於針對影像之不同部分估計誤差位準。

在本實施例中，搜尋-呈現-比較處理在評估層114之軟體部分504與硬體部分506之間分開。更特定言之，圖2之搜尋模組204之功能性被分為實施在各別軟體部分504及硬體部分506中之兩個搜尋模組204A及204B中，其中兩個搜尋模組204A及204B被用於產生相對資料變體512。此外，呈現模組206實施在軟體部分504中且比較模組208實施在硬體部分506中。

實施在軟體部分504中之額外元件包含信號組合器403以及額外信號組合器514及物件模型516。在本實施例中，物件模型516被用於針對呈現模組206提供資料。

雖然未在圖5中明確展示，但是仲裁器可實施在硬體部分506中以控制軟體搜尋模組204A及硬體搜尋模組204B對呈現模組206及比較模組208的存取。此一仲裁器可使用嚴格優先級方法，其中以最高優先級處置來自軟體搜尋模組204A之存取請求。

圖6至圖8展示(闡釋性地)在GR系統110之頭部追蹤應用之背景中，可實施在評估層114中之處理操作組之三個不同實施例。在此等實施例中，假設評估層實施至少頭部偵測及追蹤功能性，但額外或替代類型之高階處理操作可以類似方式組態。亦應瞭解，此等例示性程序之特定步驟、資料及其他特徵僅係例示性的且在其他實施例中可使用額外或替代步驟、資料及其他特徵。

在圖6實施例中，未利用分離的軟體演算法401及硬體演算法402。而是，僅使用軟體演算法401處理當前輸入圖框，該軟體演算法401在步驟604中藉由與3D頭部模型比較而查找頭部位置。如圖式中所示，此程序按每個圖框更新以提供精確頭部位置及定向606。但是，假設利用全面搜尋而非梯度搜尋且因此，以k個圖框之延時產生s

精確頭部位置及定向606，其中通常 $k < 5$ 。再次，延時通常將隨因素(諸如所使用之影像處理電路之類型、處理操作之複雜性及被處理之實際影像資料之特性)而有所變化。注意，在此背景中， k 指的是以圖框數為單位之延時，但是在本文中之另一背景中，相同變數具有不同含義。

在圖7實施例中，軟體演算法401及硬體演算法402兩者用於處理當前輸入圖框702。步驟704大致對應於圖6之步驟604，但僅按每第5個圖框(其亦被稱作「基本」圖框)執行，而非針對每個圖框執行。

假設步驟704由軟體演算法401執行且執行與步驟604相同之全面搜尋方法。針對基本圖框之所得精確頭部位置及定向706按每第5個圖框更新。當前輸入圖框702及精確頭部位置及定向706儲存在歷史緩衝器710中。

進一步假設步驟712由硬體演算法402執行。步驟712應用於包含當前輸入圖框702之各輸入圖框且涉及可能利用快速試探查找前一圖框與當前輸入圖框之間之最佳配合等距變換。前一圖框係從歷史緩衝器710取得之前一圖框資料714之部分。所得等距變換被應用以判定來自前一圖框之相對映射715。如組合步驟716所示，將相對映射715與前一圖框資料714組合以產生精確頭部位置及定向資訊718。

如上所示，圖7實施例按每5個圖框更新精確頭部位置及定向706，其中具有 k 個圖框之延時。誤差累積有限，此係因為誤差在最多 $5+k$ 個圖框內累積。組合之軟體演算法及硬體演算法處理之總延時小於或等於一個圖框，且大致對應於判定最佳配合等距變換及應用針對當前輸入圖框之相對映射所需之時間。此外，評估層114之組態允許步驟704及712異步操作，使得輸出資料718可在基本圖框資料706可用時立即更新。

圖8實施例類似於圖7實施例，其中當前輸入圖框802、步驟

804、812、816、歷史緩衝器810及資料806、814、815及818對應於圖7之各別當前輸入圖框702、步驟704、712、716、歷史緩衝器710及資料706、714、715及718。但是，取代如圖7中查找當前輸入圖框與前一圖框之間之最佳配合等距變換，圖8實施例在步驟812中查找基本圖框與當前圖框之間之等距變換，產生來自基本圖框之相對映射815，其在步驟816中與基本圖框組合。基本圖框僅按每第5個圖框獲得且相應精確頭部及定向806具有 k 個圖框之延時。因此，類似於圖7程序中產生之相應輸出物件資料，圖8程序之輸出處之精確頭部定向及位置818具有有限延時及誤差累積。

圖6至圖8中所示之例示性過程之組合可平行地執行或以其他方式彼此結合執行，其中輸出穩定性指示符用於選擇將使用哪個程序輸出。舉例而言，若用於針對給定基本圖框產生精確頭部位置及定向之全面搜尋程序包含重大誤差，則利用該基本圖框之圖8程序之所有輸出亦將包含重大誤差。因此，輸出驗證模組可併入評估層114中以判定使用多個程序產生之輸出之可靠性及選擇來自特定程序之輸出以結合當前輸入圖框使用。

可靠性判定可舉例而言，基於在使用來自給定程序之頭部位置及定向呈現之頭部與來自預定義頭部模型之頭部位置及定向之間之所計算距離。此一輸出驗證模組防止非所要的誤差傳播且可經組態以即時操作。

上述輸出驗證程序之一可行實施方案係如下：

- 1.使用圖7程序基於前一圖框產生輸出。
- 2.估計步驟1中產生之輸出之可靠性。若可靠性小於預定義臨限，則進入步驟3且否則將步驟1輸出發送至識別層116並退出輸出驗證程序。
- 3.使用圖8程序基於最後基本圖框產生輸出。

4.估計步驟3中產生之輸出之可靠性。

5.基於除最後基本圖框外之基本圖框又或者使用圖8程序產生輸出。

6.估計步驟5中產生之輸出之可靠性。

7.比較來自步驟2、4及6之可靠性估計且選擇具有最高可靠性之輸出用於傳輸至識別層116。

此例示性輸出驗證程序不顯著增大評估層114之延時但允許與物件資料輸出相關之誤差率顯著減小。

如上所示，本發明之實施例可涉及除手勢識別以外之機器視覺應用。舉例而言，本文中所揭示之技術可應用至影像處理應用，其中物件資料參數可被計算為前一狀態與相對偏差之組合或其中處理演算法具有不同複雜性及延時。其他實例包含影像處理應用，其中相對簡單的演算法用於計算多個圖框內具有可靠精確性之物件資料增量。

再次，應強調如本文中所述之本發明之實施例旨在僅為闡釋性。舉例而言，本發明之其他實施例可利用與本文所述之特定實施例中所利用的不同的各種類型及配置的影像處理電路、處理層、處理模組及處理操作實施。此外，本文中在描述特定實施例之背景中進行之特定假設在其他實施例中不一定適用。熟習此項技術者將易於瞭解下列申請專利範圍之範疇內之此等及許多其他替代實施例。

【符號說明】

100	影像處理系統
102	影像處理器
104	網路
105	影像源
106	處理裝置
107	影像目的地



110	手勢識別(GR)系統
112	預處理層
114	評估層
116	識別層
118	應用層
120	處理器
122	記憶體
124	網路介面
200	部分
202	經預處理影像資料
204	搜尋模組
206	呈現模組
208	比較模組
210A	物件資料
210B	物件資料
210C	物件資料
212	校準模組
214	運動預測模組
216	試探模組
300	處理操作
302	經預處理影像資料
304	高階處理操作
306	低階影像處理基元
401	精確軟體(SW)演算法
402	近似硬體(HW)演算法
403	信號組合器

405	實際相對資料
406	過時但精確資料
407	實際及精確資料
204A	軟體搜尋模組
204B	硬體搜尋模組
500	部分
502	經預處理影像資料
504	軟體實施部分
506	硬體實施部分
508	三維(3D)基元
509	二維(2D)基元
510	統計基元
512	相對資料變體
514	信號組合器
516	物件模型
604	步驟
606	精確頭部位置及定向
702	當前輸入圖框
704	步驟
706	針對基本圖框之所得精確頭部位置及定向
710	歷史緩衝器
712	步驟
714	前一圖框資料
715	相對映射
716	組合步驟
718	精確頭部位置及定向資訊



802	當前輸入圖框
804	步驟
806	資料
810	歷史緩衝器
812	步驟
814	資料
815	相對映射
816	步驟
818	精確頭部定向及位置

發明摘要

※ 申請案號： 102135896

※ 申請日： 102. 10. 3

※IPC 分類：G06T15/00 (2011.01)

G06T1/20 (2006.01)

【發明名稱】

具有實施不同精確性之軟體及硬體演算法之評估層的影像處理器

IMAGE PROCESSOR WITH EVALUATION LAYER

IMPLEMENTING SOFTWARE AND HARDWARE ALGORITHMS

OF DIFFERENT PRECISION

【中文】

一種影像處理器包括實施複數個處理層之影像處理電路，該複數個處理層包含至少一評估層及一識別層。該評估層包括一軟體實施部分及一硬體實施部分，其中該評估層之該軟體實施部分經組態以使用一軟體演算法來產生具有一第一精確性位準的第一物件資料，且該評估層之該硬體實施部分經組態以使用一硬體演算法來產生具有低於該第一精確性位準之一第二精確性位準的第二物件資料。該評估層進一步包括一信號組合器，該信號組合器經組態以組合該第一物件資料及該第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至該識別層。僅舉例而言，該評估層可以該影像處理器之一手勢識別系統之一評估子系統的形式實施。

【英文】

An image processor comprises image processing circuitry implementing a plurality of processing layers including at least an evaluation layer and a recognition layer. The evaluation layer comprises a software-implemented portion and a hardware-implemented portion, with the software-implemented portion of the evaluation layer being configured to generate first object data of a first precision level using a software algorithm, and the hardware-implemented portion of the evaluation layer being configured to generate second object data of a second precision level lower than the first precision level using a hardware algorithm. The evaluation layer further comprises a signal combiner configured to combine the first and second object data to generate output object data for delivery to the recognition layer. By way of example only, the evaluation layer may be implemented in the form of an evaluation subsystem of a gesture recognition system of the image processor.



申請專利範圍

1. 一種影像處理器，其包括：
 - 影像處理電路，其實施包含至少一評估層及一識別層之複數個處理層；
 - 該評估層包括一軟體實施部分及一硬體實施部分；
 - 該評估層之該軟體實施部分經組態以使用一軟體演算法來產生具有一第一精確性位準之第一物件資料；
 - 該評估層之該硬體實施部分經組態以使用一硬體演算法產生具有低於該第一精確性位準之一第二精確性位準之第二物件資料；
 - 其中該評估層進一步包括一信號組合器，該信號組合器經組態以組合該第一物件資料及該第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至該識別層。
2. 如請求項1之影像處理器，其中該評估層包括一手勢識別系統之一評估子系統。
3. 如請求項1之影像處理器，其中按一第一速率更新該第一物件資料且按高於該第一速率之一第二速率更新該第二物件資料，且其中該第一速率小於該所接收影像資料之每個輸入圖框一次，且該第二速率係每個輸入圖框一次。
4. 如請求項1之影像處理器，其中該第一物件資料係基於一當前輸入圖框與至少一物件模型之間之一比較而產生，且其中該第二物件資料係基於一當前輸入圖框與至少一先前輸入圖框之間之一比較而產生。
5. 如請求項1之影像處理器，其中該評估層在產生該第一物件資料及該第二物件資料時實施搜尋-呈現-比較操作，其中與該等搜

尋-呈現-比較操作相關之個別搜尋模組具現於該軟體實施部分及該硬體實施部分之各者中，且其中與該等搜尋-呈現-比較操作相關之一呈現模組僅具現於該軟體實施部分中，且與該等搜尋-呈現-比較操作相關之一比較模組僅具現於該硬體實施部分中。

6. 如請求項1之影像處理器，其中該評估層之該軟體實施部分實施複數個高階處理操作，其等包含奇點偵測及追蹤、正面偵測及追蹤、邊緣偵測及追蹤以及諸如質量中心偵測之快速試探之一者或多者，且其中該評估層之該硬體實施部分實施複數個低階影像處理基元，其等包含以下之一者或多者：一3D基元，諸如一仿射或等距變換；一2D基元，諸如曲線追蹤；一比較基元，諸如最小平方比較；一搜尋基元，諸如運動預測或梯度搜尋；以及一統計基元。
7. 一種包括如請求項1之影像處理器之積體電路。
8. 一種方法，其包括：
 - 組態一影像處理器之複數個處理層，其等包含至少一評估層及一識別層；
 - 在該評估層之一軟體實施部分中使用一軟體演算法來產生具有一第一精確性位準之第一物件資料；
 - 在該評估層之一硬體實施部分中使用一硬體演算法來產生具有低於該第一精確性位準之一第二精確性位準之第二物件資料；及
 - 組合該第一物件資料及該第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至該識別層。
9. 一種具有體現其中之電腦程式碼之電腦可讀儲存媒體，其中該電腦程式碼在一處理裝置中執行時導致該處理裝置執行如請求項8之方法。



10. 一種影像處理系統，其包括：

一或多個影像源，其等提供影像資料；

一或多個影像目的地；及

一影像處理器，其耦合至該一或多個影像源及該一或多個影像目的地；

其中該影像處理器包括：

影像處理電路，其實施包含至少一評估層及一識別層之複數個處理層；

該評估層包括一軟體實施部分及一硬體實施部分；

該評估層之該軟體實施部分經組態以使用一軟體演算法來產生具有一第一精確性位準之第一物件資料；

該評估層之該硬體實施部分經組態以使用一硬體演算法來產生具有低於該第一精確性位準之一第二精確性位準之第二物件資料；

其中該評估層進一步包括一信號組合器，該信號組合器經組態以組合該第一物件資料及該第二物件資料以產生輸出物件資料用於傳輸至該識別層。

圖式

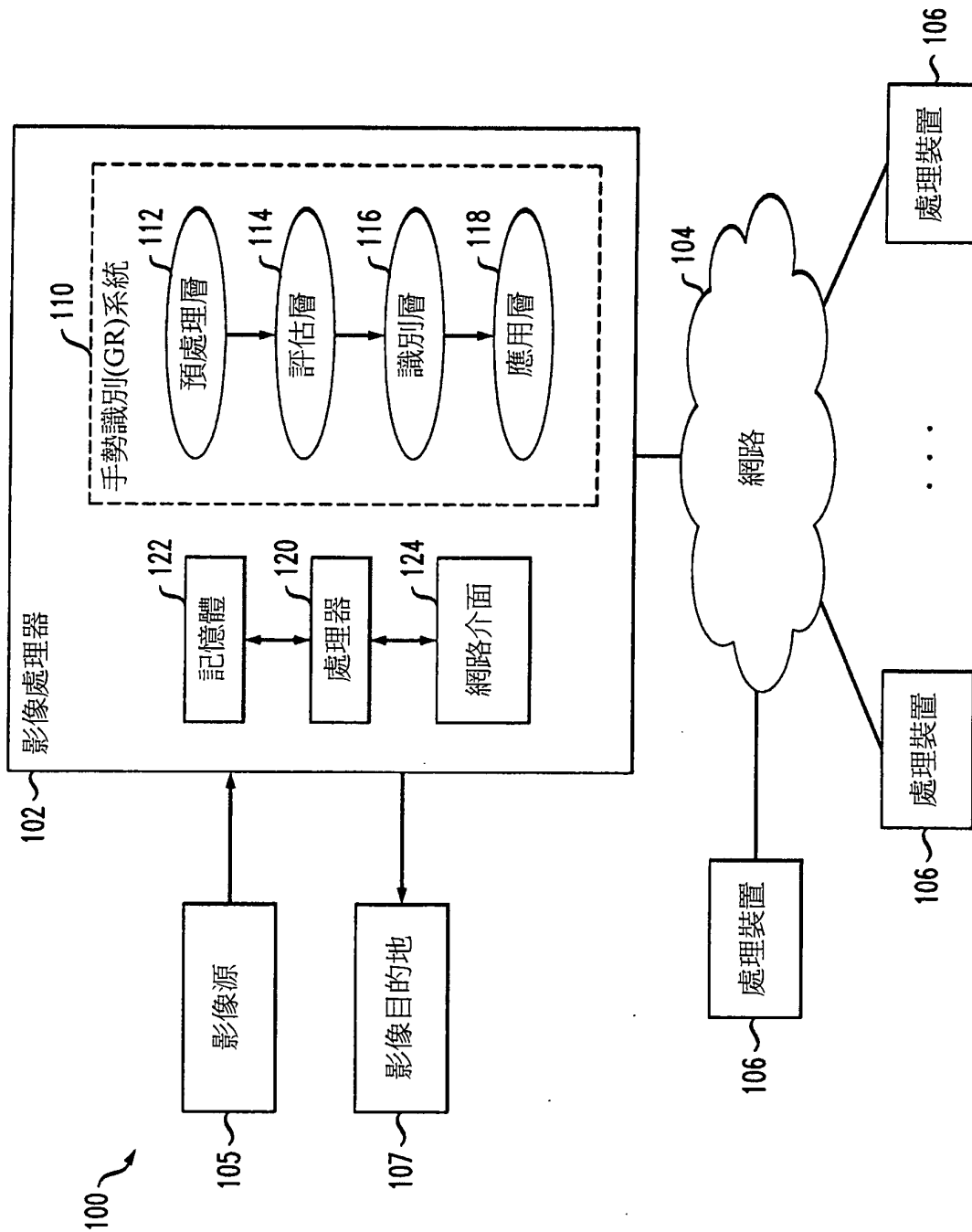


圖1

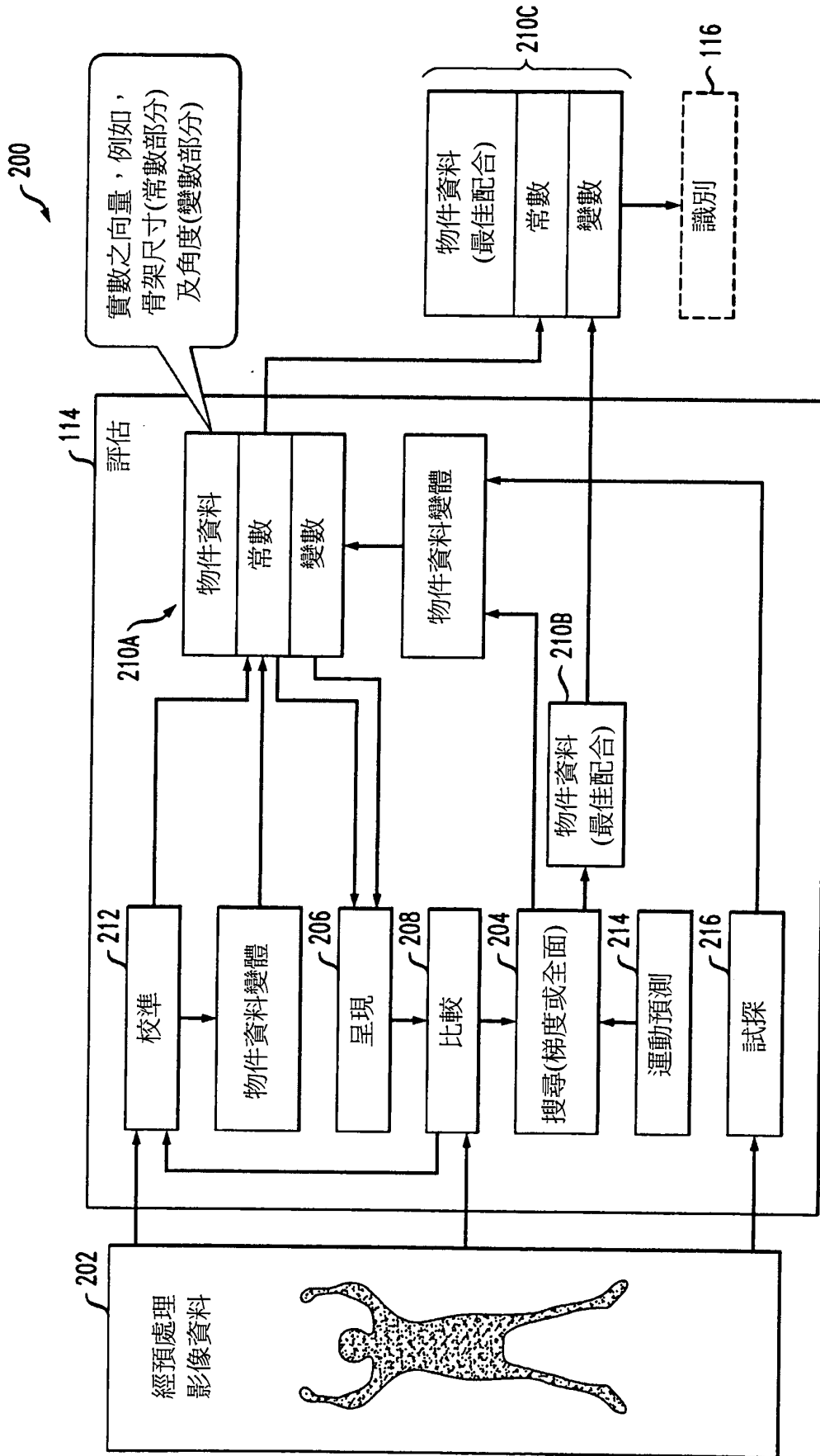


圖2



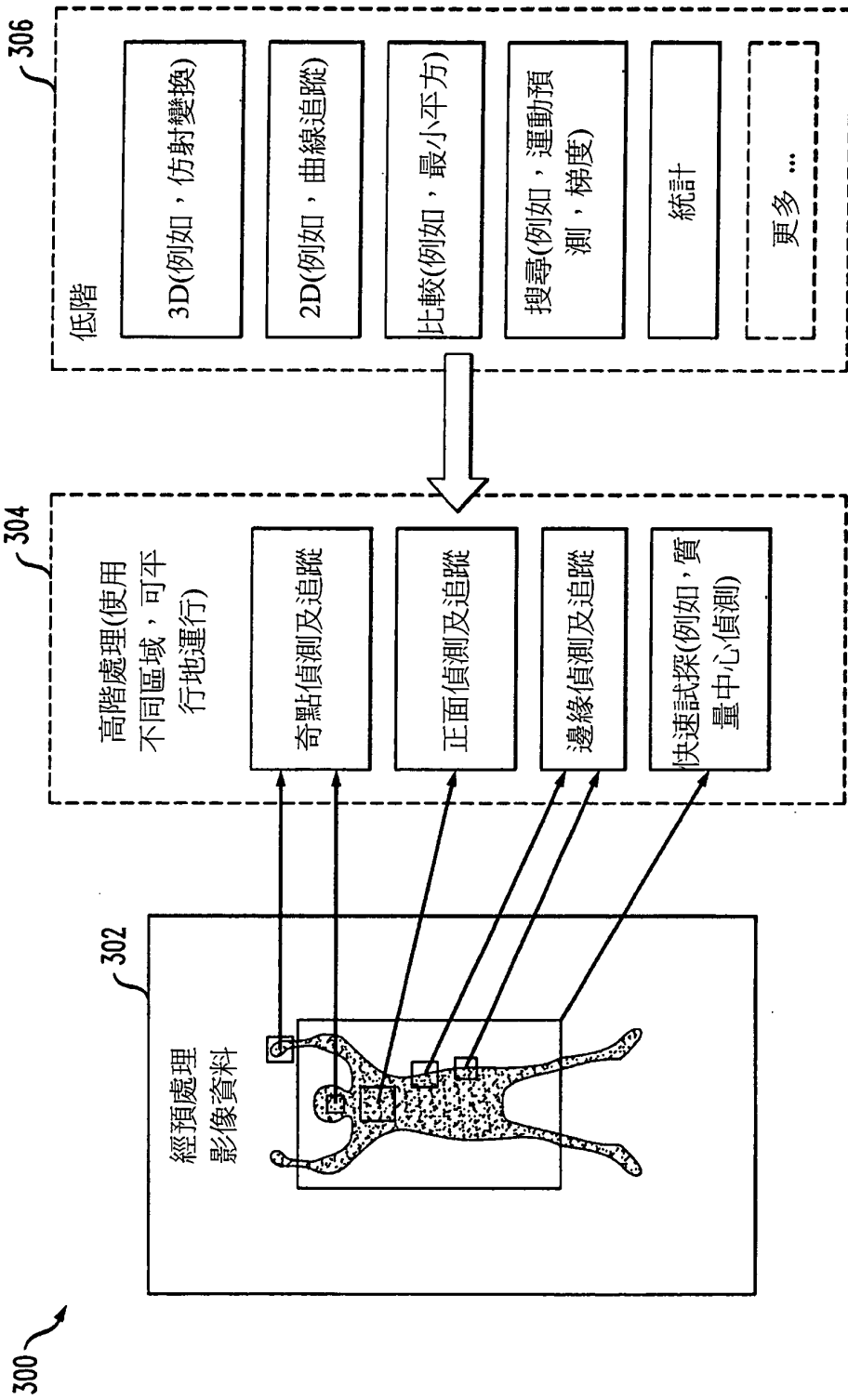


圖3

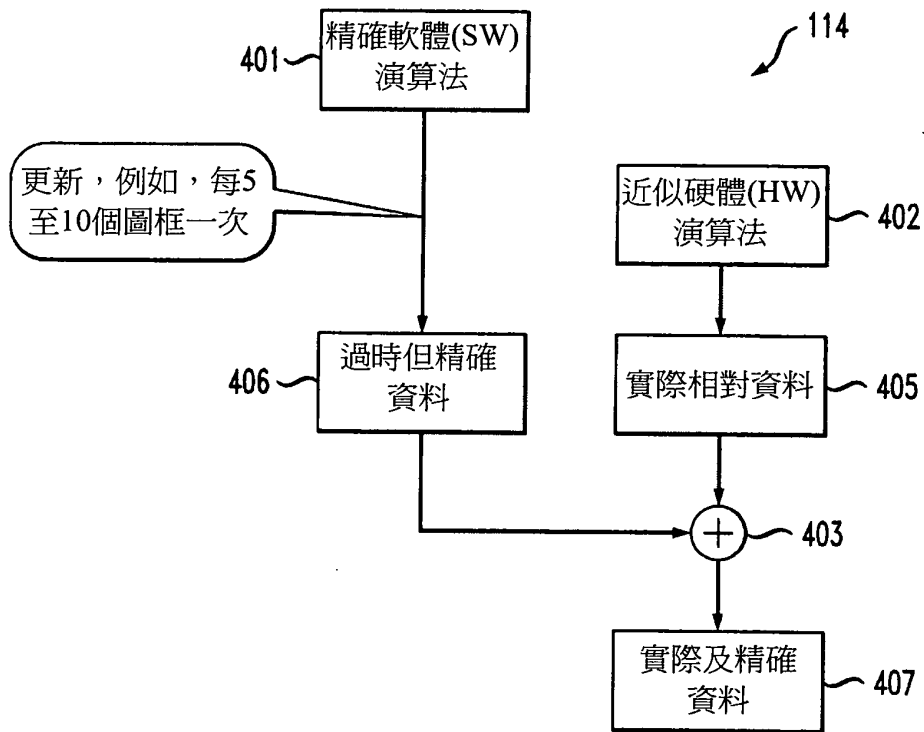


圖4



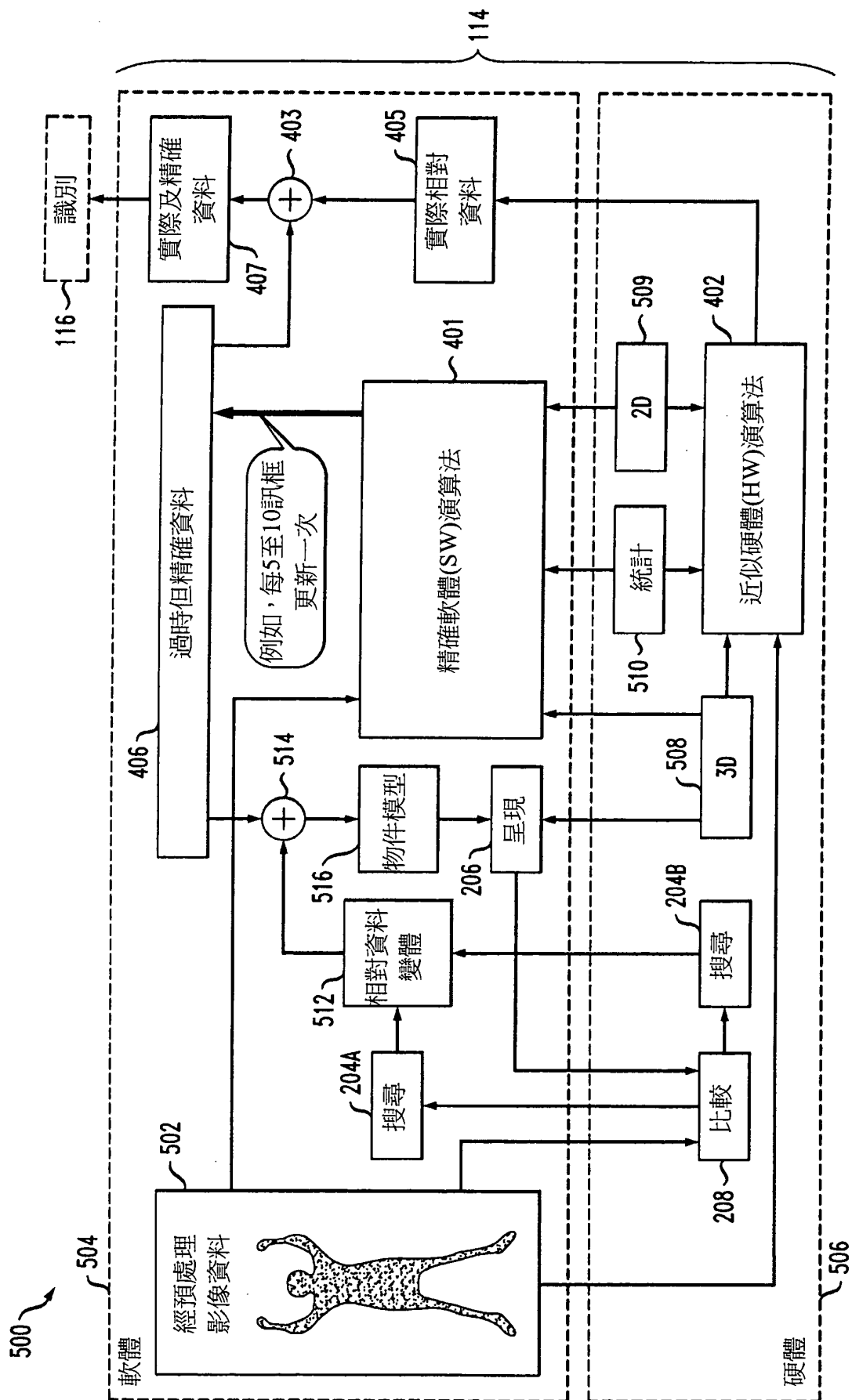


圖5

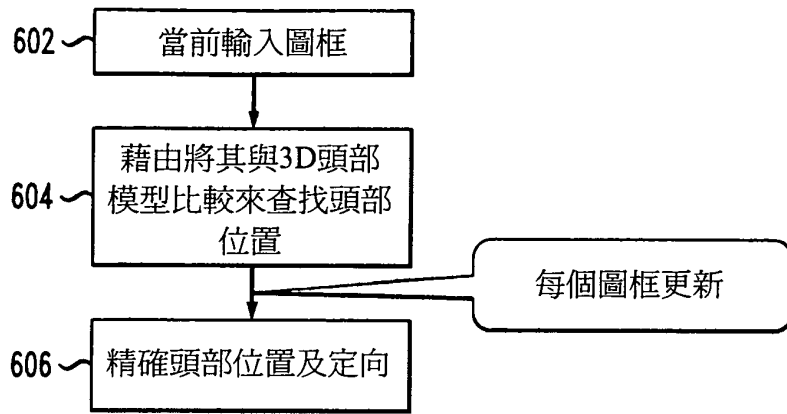


圖6

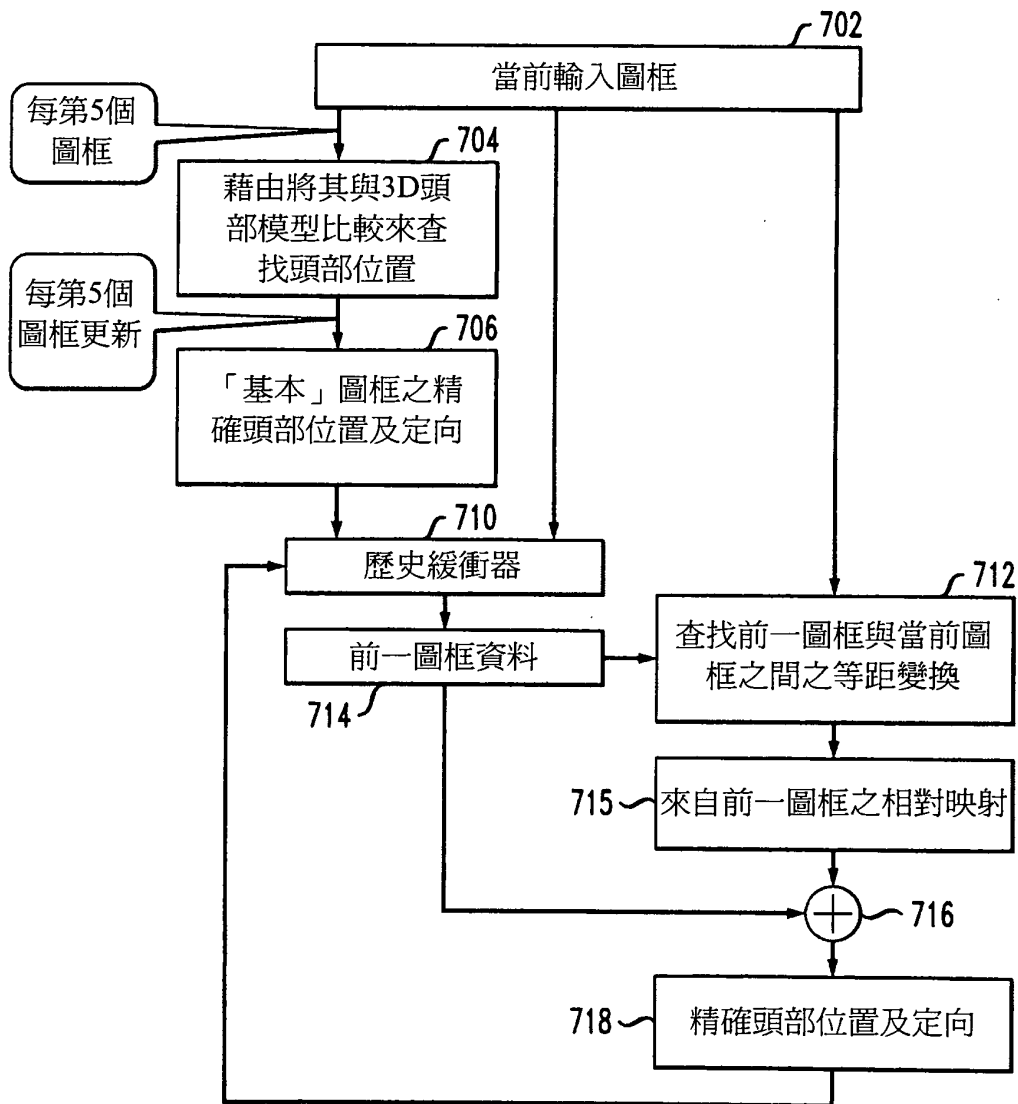


圖7



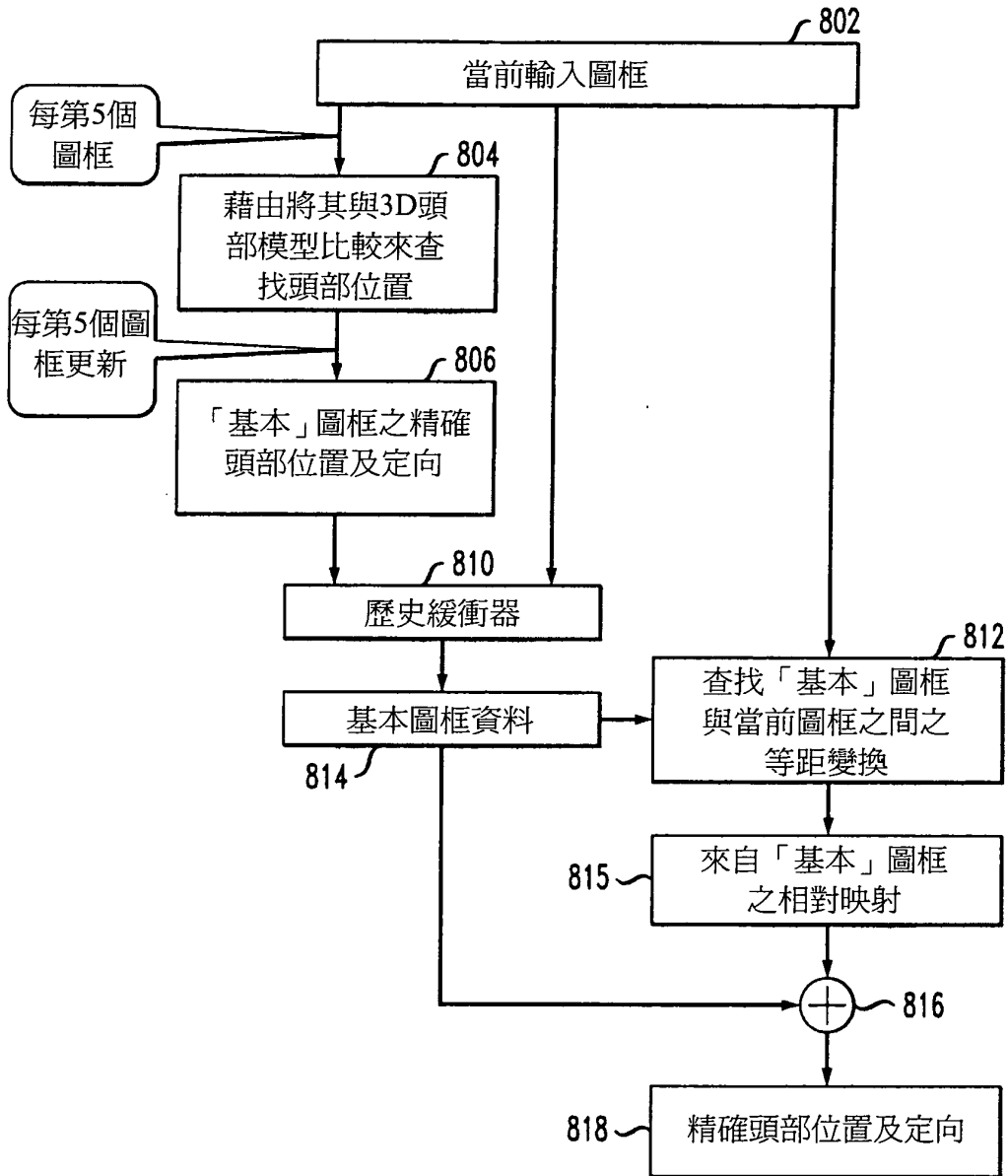


圖8

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	影像處理系統
102	影像處理器
104	網路
105	影像源
106	處理裝置
107	影像目的地
110	手勢識別(GR)系統
112	預處理層
114	評估層
116	識別層
118	應用層
120	處理器
122	記憶體
124	網路介面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）