



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I497449 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 21 日

(21) 申請案號：101150168

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 26 日

(51) Int. Cl. : G06T7/00 (2006.01)

(71) 申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72) 發明人：黃泰惠 HUANG, TAI HUI (TW) ; 石明于 SHIH, MING YU (TW)

(74) 代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲

(56) 參考文獻：

TW 201222278A1

TW 201245666A1

US 2009/0303042A1

審查人員：林文琦

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：2 共 20 頁

(54) 名稱

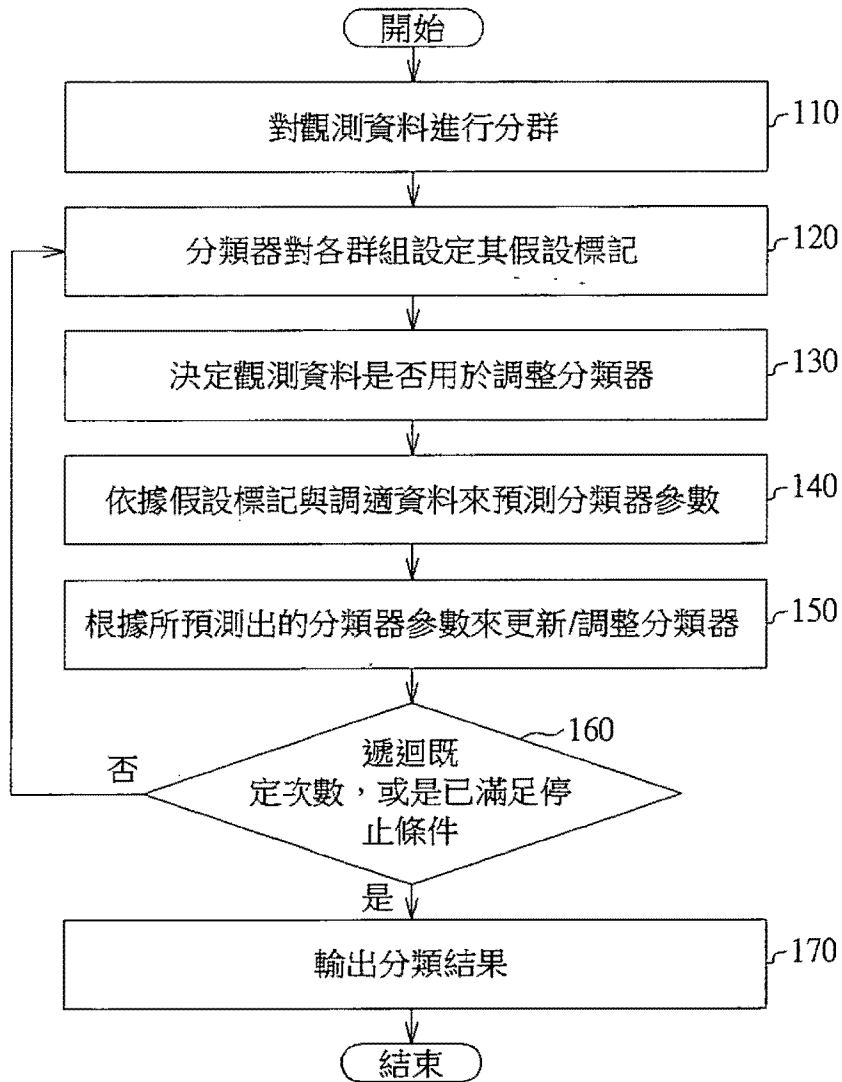
非監督式調適方法與應用其之影像自動分類方法

UNSUPERVISED ADAPTATION METHOD AND IMAGE AUTOMATIC CLASSIFICATION METHOD APPLYING THE SAME

(57) 摘要

對於複數無人工標記觀測資料進行分群，以分成複數群組。根據一分類器，對該些群組分別設定個別假設標記。根據該假設標記，決定每一群組的每一觀測資料是否適用於調整該分類器，將可用於調整該分類器之複數無人工標記觀測資料設定為複數調適資料。依據該假設標記與該些調適資料來更新該分類器。根據更新後的該分類器對複數觀測資料進行分類。

A plurality of non-human-labeled observation data are grouped into a plurality of groups. A classifier labels respective hypothesis labels on each of the groups. It determines whether each non-human-labeled observation data of each group are used in adjusting the classifier based on the hypothesis label. The non-human-labeled observation data used in adjusting the classifier are set as adaptation data. The classifier is dynamically updated based on the hypothesis label and the adaptation data. A plurality of observation data are classified by the updated classifier.



第 1 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101150168

※申請日：101.12.26

※IPC分類：G06T 7/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

非監督式調適方法與應用其之影像自動分類方法

UNSUPERVISED ADAPTATION METHOD AND IMAGE
AUTOMATIC CLASSIFICATION METHOD APPLYING
THE SAME

二、中文發明摘要：

對於複數無人工標記觀測資料進行分群，以分成複數群組。根據一分類器，對該些群組分別設定個別假設標記。根據該假設標記，決定每一群組的每一觀測資料是否適用於調整該分類器，將可用於調整該分類器之複數無人工標記觀測資料設定為複數調適資料。依據該假設標記與該些調適資料來更新該分類器。根據更新後的該分類器對複數觀測資料進行分類。

三、英文發明摘要：

A plurality of non-human-labeled observation data are grouped into a plurality of groups. A classifier labels respective hypothesis labels on each of the groups. It determines whether each non-human-labeled observation data of each group are used in adjusting the classifier based on the hypothesis label.

The non-human-labeled observation data used in adjusting the classifier are set as adaptation data. The classifier is dynamically updated based on the hypothesis label and the adaptation data. A plurality of observation data are classified by the updated classifier.

四、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：

110~170：步驟

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本案是有關於一種非監督式分類調適方法與應用其之影像自動分類方法。

【先前技術】

為維護治安，非常多的道路視訊系統已被佈署。然當有治安案件發生後，辦案人員/警察需調出相關地點時間的錄影資料，然後花費龐大人力和時間於錄影資料中找出破案線索。但往往因此錯失破案的黃金時間，甚至徒勞無功。

有鑑於此，運用電腦視覺分類檢索技術來輔助人力搜尋錄影資料庫已成趨勢。然而，由於所佈署的這些道路視訊系統的攝影機的解析度、涵蓋範圍角度、色偏等特性皆不同。若電腦視覺分類器不能隨不同取像特性的影帶資料而自動調適，則該系統不易有穩定可靠的檢索效果。

為改進電腦分類系統在不同場景和不同照明條件下的分類效能，已有文獻提出監督式調適 (supervised adaptation) 演算法或非監督式調適 (unsupervised adaptation) 演算法，其利用在測試環境下所蒐集的影像資料來調整分類器參數，以配合測試環境的影像參數分佈。

監督式調適演算法要對影像內容進行人工標記 (labeling)，所以其效能較佳，但人力成本相當可觀且實用性不高。非監督式調適演算法雖不對影像內容進行人工標記，但由於有假定標記 (hypothesis labeling) 錯誤的可能性，尤其當測試環境資料和訓練資料顯明不同時，假定標記錯誤的情況將更嚴重，將使得分類效果變差。

故而，目前又有所謂的半監督式調適演算法，其結合上述兩者調適演算法的特色。雖然半監督式調適演算法可有較佳和較穩定的效能，但在實際運用上仍需要人工標記的影像資料，而且亦需兼顧樣本代表性方足以正確提供參考給無人工標記影像資料。

【發明內容】

本案實施例係有關於一種電腦視覺分類方法，其能自動調整分類器參數，以適應不同應用環境條件並維持穩定效能的技術。在自動調整分類參數過程中，無須用人工標記新場景資料。

根據本案之一示範性實施例，提出一種非監督式調適方法。對於複數無人工標記的觀測資料進行分群，以分成複數群組。根據一分類器，對該些群組設定假設標記。根據該假設標記，決定該些群組中每一觀測資料是否可適用於調整該分類器，將可適用於調整該分類器之複數觀測資料設定為複數調適資料。依據該假設標記及該些調適資料來預測該分類器的至少一參數，以調整該分類器。重述上述步驟以遞迴調整該分類器，直到滿足一預設條件為止。

根據本案之另一示範性實施例，提出一種影像自動分類方法。對於複數無人工標記觀測資料進行分群，以分成複數群組。根據一分類器，對該些群組分別設定假設標記。根據該假設標記，決定該些群組中每一觀測資料是否適用於調整該分類器，將可適用於調整該分類器之複數觀測資料設定為複數調適資料。依據該假設標記與該些調適資料來更新該分類器。根據更新後的該分類器對複數觀測

資料進行分類。

為了對本案之上述及其他方面有更佳的瞭解，下文特舉實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

本專利發明提出一種非監督式調適方法與應用其之影像自動分類方法，利用待搜尋的無人工標記影像資料來更新物件影像分類參數，以提升適應不同場景和照明變化的能力。

● 對於連續影像序列(比如，路邊攝影機對同一移動物件所拍攝的連續多張影像)，同一移動物件因為其移動的關係，其在這些影像序列中的所在位置可能不同，由於攝影機自動白平衡或亮度控制的緣故，使得此物件的影像特性在影像序列中可能呈現不穩定的變異。

故而，將此不穩定影像序列當為用以非監督式調適新環境的參考資料時，如果可避免對此影像序列中的此物件給予不一致的假設標記(亦即，理想上，對於影像序列中的同一物件應該給予相同的假設標記)，將可避免降低調適後的分類效能。

● 本案實施例提出一種結合物件關聯性的非監督式場景參數調適方法與應用其之影像自動分類方法，讓具有相同關連性的群組內數筆影像資料共享同一假設標記，以正確地對參考資料設定假設標記。

於本案實施例中，係根據影像的物件紋理、空間位置或顏色特徵或其任意組合，來找出物件關聯(比如，在連續多張影像中找出同一部車輛)。

此外，於本案實施例中，利用多張影像的物件機率模型累計相似分數或多數決的投票機制以預測要給予此影像的假設標記，藉此降低取像條件不穩定變化的影響。

於本案實施例中，根據被觀測資料的物件事前觀測機率來剔除不可靠的調適資料。被剔除的不可靠調適資料將不會用於更新分類參數。

現請參考第 1 圖與第 2A 圖~第 2C 圖。第 1 圖顯示根據本案實施例之非監督式調適電腦視覺物件分類流程圖。第 2A 圖~第 2C 圖顯示根據本案實施例之非監督式調適電腦視覺物件分類之示意圖。當知，第 2A 圖~第 2C 圖乃是用於方便說明本案實施例，當知本案能用於分類其他物件，比如但不受限於，物件外型分類、物件顏色分類、車輛和行人分類等。

如第 1 圖的步驟 110 所示，對於觀測資料進行分群 (grouping)。在本案實施例中，進行分群的方式比如有：依據物件的空間位置及/或紋理及/或顏色等特徵的相似度進行分群。在分群後，群組結果原則上不會變動。

利用空間位置及/或紋理的特徵相似度來進行分群的原因在於，同一資料群組(比如，同一攝影機所拍攝的連續影像)的顏色色調可能會因為攝拍條件改變(比如，自動白平衡或亮度控制的作用)而略有更動，但物件外觀的主要紋理特徵並不改變。

舉例說明，觀察路邊監控攝影機所拍攝的影帶可以發現，當物件從進入攝影範圍至離開攝影範圍的過程中，由於攝影機自動白平衡作用或場域照明不均的緣故，物件的

成像顏色可能會有明顯的變動。比如，以一輛移動中的紅色車子連續影像為例，當此車因移動關係導致至佔據絕大部分的影像畫面時，由於攝影機自動白平衡作用的關係，導致在影像中的該車可能呈現偏藍。如果以通用的顏色分類器來分類的話，則可能將此紅色車輛分類為藍色，而發生錯誤。

以第 2A 圖為例，觀測資料 211~218 各具有不同圖形。利用分群技術，可將這些觀測資料分成數個具有不同特性的群組。如第 2B 圖所示，將觀測資料 211~218 分成比如但不受限於，3 個群組 221~223；其中觀測資料 211~213 屬於群組 221；觀測資料 214~215 屬於群組 222 而觀測資料 216~218 屬於群組 223。

此外，對於具有時間順序的觀測資料，可利用物件影像追蹤(object tracking)演算法來分群。比如，監視攝影機所拍攝的連續影像即保有時間先後順序的關聯性。故而，對於此連續影像，可利用物件追蹤演算法找出在此連續影像中所出現的同一(移動)物件，如此的話，即可將包括同一(移動)物件的連續影像視為是同一群組。

此外，即便是對顏色分類，但仍可根據資料的物件紋理來進行分群。然而，如果單靠紋理來進行分群的話，則有時可能會出錯。比如，數筆連續影像皆含有外型相同但顏色不同的多台車輛。如果單靠物件紋理(亦即車子的線條)來分群的話，則最後的顏色分類結果有可能會將外型相同但顏色不同的這些車輛分為同一顏色類別群組。

於步驟 120 中，根據分類器，對於各群組，設定其假

設標記。分類器乃是於事前利用大量資料訓練所得。在設定假設標記時，乃是對每一群組設定其假設標記。

也就是說，同一群組裡的觀測資料會共享所設定的假設標記。以第 2B 圖為例，分類器對於群組 221~223 分別設定假設標記 231~233，如第 2C 圖所示。

於步驟 130 中，進行驗證，以決定觀測資料是否可適用於調整分類器。在此，驗證方式有多種。

在本案實施例中，求得下列兩筆事前機率： $\Pr(o_i | Label_j)$ 與 $\Pr(o_i | Label_k)$ ，其分別代表標記 $Label_j$ 的統計模型對觀測資料 o_i 的事前機率和其他標記 $\{Label_k\}(k \neq j)$ 的統計模型對觀測資料 o_i 的事前機率中最大者。

為更加說明，以第 2C 圖為例， $\Pr(o_{211} | Label_{231})$ 代表假設標記 $Label_{231}$ 的統計模型對觀測資料 o_{211} 的事前機率， $\Pr(o_{211} | Label_{232})$ 則是 $Label_{232}$ 和 $Label_{233}$ 的統計模型對觀測資料 o_{211} 的事前機率中所找出的最大者，即 $\text{Max}_{k \neq j} \Pr(o_i | Label_k)$ 。

計算 $\Pr(o_i | Label_j)$ 對 $\text{Max}_{k \neq j} \Pr(o_i | Label_k)$ 之比值 R_i ，即

$$R_i = \Pr(o_i | Label_j) / \text{Max}_{k \neq j} \Pr(o_i | Label_k) \circ$$

如果事前機率 $\Pr(o_i | Label_j)$ 小於第一臨界值 ($\Pr(o_i | Label_j) > Thld_1$)，或者是比值 R_i 小於第二臨界值 ($R_i < Thld_2$)，則在後續調整分類器參數時，此筆觀測資料 o_i 被排除(也就是說在後續調整分類器參數時，不考量此筆觀測資料 o_i ，但此筆觀測資料 o_i 仍屬於其原本群組，至於被用於調整分類器參數的觀測資料可被稱為調適資料)。臨界值

$Thld_1$ 和 $Thld_2$ 為常數，其數值在對原分類器完成訓練階段時即已設定好。

另一個驗證方法則是，以觀測資料與假設標記間的距離量測來決定是否要排除此筆觀測資料。以距離量測做為篩選準則的話，求出觀測資料 o_i 與假設標記 $Label_j$ 的樣本集合成員的最近距離 $Dist(o_i | Label_j)$ 。相似地， $\underset{k \neq j}{Min} Dist(o_i | Label_k)$ 代表觀測資料 o_i 與其他標記 $\{Label_k\} (k \neq j)$ 的樣本集合成員的最近距離當中的最小者。

如果 $Dist(o_i | Label_j) > ThldDist_1$ 或者 $DistR_i > ThldDist_2$ ，則排除該筆觀測資料 o_i 於調整分類器參數，其中， $DistR_i = Dist(o_i | Label_j) / \underset{k \neq j}{Min} Dist(o_i | Label_k)$ 。同樣地，臨界值 $ThldDist_1$ 和 $ThldDist_2$ 為常數，其在對原分類器訓練階段時，根據訓練資料(觀測資料)與每一標記類別中樣本集合成員的最近距離的分佈所設定之常數。

在步驟 130 中，將不適合用於調整分類參數的觀測資料給予篩選/排除。比如，以第 2C 圖為例，如果將圓形假設標記設定給群組 223 的話，由於觀測資料 216 為四邊形，故而在步驟 130 中，此觀測資料 216 可能會被篩選/排除。未被篩選/排除的觀測資料則可稱為調適資料，其用於調整分類器參數。

於步驟 140 中，依據假設標記與調適資料來預測分類器參數，亦即預測新的分類器參數。在本案實施例中，預

測分類器參數的細節可不特別限定之。

於步驟 150 中，根據所預測出的新的分類器參數來更新/調整分類器。依本實施例的上述內容，所更新後的分類器之分類效果會提昇。

於步驟 160 中，判定步驟 120 至步驟 150 是否已遞迴執行既定次數，或是已滿足停止條件。比如但不受限於，所有的調適資料在步驟 120 中的事前機率皆大於某預設值的話，則可視為已滿足停止條件。

如果步驟 160 的結果為否的話，則流程回到步驟 120，根據更新後的分類器再次設定該些群組的個別假設標記並重新調整分類器參數，以滿足給定的最佳化準則。如果步驟 160 的結果為是的話，則流程接續至步驟 170，輸出分類結果。

此外，在本案實施例中，比如但不受限於，物件分類器可使用以高斯混和模型 (Gaussian mixture models, GMMs) 為基礎的分類器，在模型訓練階段利用期望值最大化 (Expectation maximization (EM)) 演算法以得到高斯分佈函數之混合加權值，以及物件特徵參數分佈函數之平均值向量和變異數矩陣。高斯分佈函數之平均值向量以最大似然線性回歸方法 (Maximum likelihood linear regression, MLLR) 調適新的環境測試資料。當知，這只是舉例而已，其並非用以限制本案。

綜上所述，本案實施例揭露非監督式調適方法，將複數觀測資料連結成至少一群組 (同一群組內的觀測資料共享同一未知的標記)。利用分類器將每一群組給予一個假設

標記。檢查每一群組中的每一筆觀測資料是否適用於調整分類器參數。基於假設標記來預測分類器參數並調整分類器。重複進行以上步驟，直到遞迴次數已達既定次數或結果滿足停止條件。

此外，本案另一實施例更揭露一種基於上述實施例之影像自動分類方法，包括：對於複數無人工標記觀測資料進行分群，以分成複數群組；根據一分類器，對該些群組分別設定假設標記；根據該假設標記，決定該些無人工標記觀測資料是否適用於調整該分類器，將可用於調整該分類器之複數無人工標記觀測資料設定為複數調適資料；依據該假設標記與該些調適資料來更新該分類器；以及根據更新後的該分類器對複數觀測資料進行分類。此影像自動分類方法之步驟細節可由上述實施例之說明而得以了解，故在其不予重述。

本案實施例之上述方法可利用硬體方式(如處理單元)實施，或是以可程式化的集積電路如微控制器、元件可程式邏輯閘陣列(FPGA, Field Programmable Gate Array)之類的電路來實現。

另外，本案實施例之上述方法亦可以軟體程式來實現。此軟體程式可記錄於記憶媒體(如記憶體、ROM、RAM及之類的媒體、或光學或磁性或其他記錄媒體)。本案實施例之上述方法亦可實現為韌體(firmware)。或者，本案實施例之上述方法可以軟硬體結合之方式實現。

由上述內容可知，本案實施例利用所要搜尋的無人工標記影像資料來更新分類器參數，以適應不同場景和不同

照明條件的變化。故而，本案實施例可免除以人工來標記新場景資料的成本負擔，且能提升自動化檢索/分類大量錄影資料庫的效能。

綜上所述，雖然本案已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本案。本案所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本案之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾。因此，本案之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖顯示根據本案實施例之非監督式調適電腦視覺分類流程圖。

第 2A 圖~第 2C 圖顯示根據本案實施例之非監督式調適電腦視覺分類之示意圖。

【主要元件符號說明】

110~170：步驟

211~218：觀測資料

221~223：群組

231~233：假設標記

七、申請專利範圍：

1. 一種非監督式調適方法，包括：

對於複數無人工標記的觀測資料進行分群，以分成複數群組；

根據一分類器，對該些群組分別設定假設標記；

根據該假設標記，決定該些群組中每一觀測資料是否可用於調整該分類器，將可用於調整該分類器之複數觀測資料設定為複數調適資料；

依據該假設標記及該些調適資料來預測該分類器的至少一參數，以調整該分類器；以及

重述上述步驟以遞迴調整該分類器，直到滿足一預設條件為止；

其中，該分群步驟包括：

根據該些觀測資料的一空間位置特徵、及/或一紋理特徵及/或一顏色特徵的相似度進行分群；及

在分群後，保持該些群組。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之非監督式調適方法，其中，該分群步驟包括：

如果該些觀測資料具有時間順序，利用一物件追蹤演算法來分群。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之非監督式調適方法，其中，同一群組裡的複數觀測資料共享一未知標記。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之非監督式調適方法，其中，該分類器於事前利用資料訓練所得。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之非監督式調適方

法，其中，以該假設標記對該些觀測資料的事前機率來決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之非監督式調適方法，其中，決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器之該步驟包括：

對於每一群組的每一觀測資料，找出該假設標記的一統計模型對該觀測資料的一事前機率；以及

檢查該觀測資料的該事前機率是否小於一第一臨界值，若是，則該觀測資料不用於調整該分類器，若否，則該觀測資料可用於調整該分類器。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之非監督式調適方法，其中，決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器之該步驟包括：

對於每一群組的每一觀測資料，找出該假設標記的一統計模型對該觀測資料的一事前機率，並找出其他非該假設標記對該觀測資料的複數事前機率的一最大者；以及

檢查該假設標記對該觀測資料的該事前機率對非該假設標記對該觀測資料的該些事前機率的該最大者的一比值是否小於一第二臨界值，若是，則該觀測資料不用於調整該分類器，若否，則該觀測資料可用於調整該分類器。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之非監督式調適方法，其中，決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器之該步驟包括：

以該些觀測資料對該些假設標記的一樣本代表資料間的一距離量測來決定該些觀測資料是否可用於調整該

分類器。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之非監督式調適方法，其中，決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器之該步驟包括：

求出每一群組的每一觀測資料與該假設標記的複數樣本集合成員的一最近距離；以及

檢查該最近距離是否大於一第一距離臨界值，若是，則該觀測資料不用於調整該分類器，若否，則該觀測資料可用於調整該分類器。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之非監督式調適方法，其中，決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器之該步驟包括：

求出每一群組的每一觀測資料與該假設標記的複數樣本集合成員的一最近距離，求出該觀測資料與其他非假設標記的複數樣本集合成員的複數最近距離的一最小者；以及

檢查該觀測資料與該假設標記的該最近距離對該觀測資料與該些非假設標記的複數最近距離的該最小者的一比值是否小於一第二距離臨界值，若是，則該觀測資料不用於調整該分類器，若否，則該觀測資料可用於調整該分類器。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之非監督式調適方法，更包括：

判定上述步驟是否已遞迴一既定次數，或是一停止條件已被滿足，以決定是否停止該遞迴調整步驟。

12. 一種影像自動分類方法，包括：

對於複數無人工標記觀測資料進行分群，以分成複數群組；

根據一分類器，對該些群組分別設定個別假設標記；

根據該假設標記，決定該些群組中每一觀測資料是否適用於調整該分類器，將可用於調整該分類器之複數觀測資料設定為複數調適資料；

依據該假設標記與該些調適資料來更新該分類器；以及

根據更新後的該分類器對複數觀測資料進行分類；

其中，該分群步驟包括：

根據該些無人工標記觀測資料的一空間位置特徵、及/或一紋理特徵及/或一顏色特徵的相似度進行分群；及

在分群後，保持該些群組。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之影像自動分類方法，其中，該分群步驟包括：

如果該些無人工標記觀測資料具有時間順序，利用一物件追蹤演算法來分群。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之影像自動分類方法，其中，同一群組裡的複數無人工標記觀測資料共享一未知標記。

15. 如申請專利範圍第 12 項所述之影像自動分類方法，其中，該分類器於事前利用資料訓練所得。

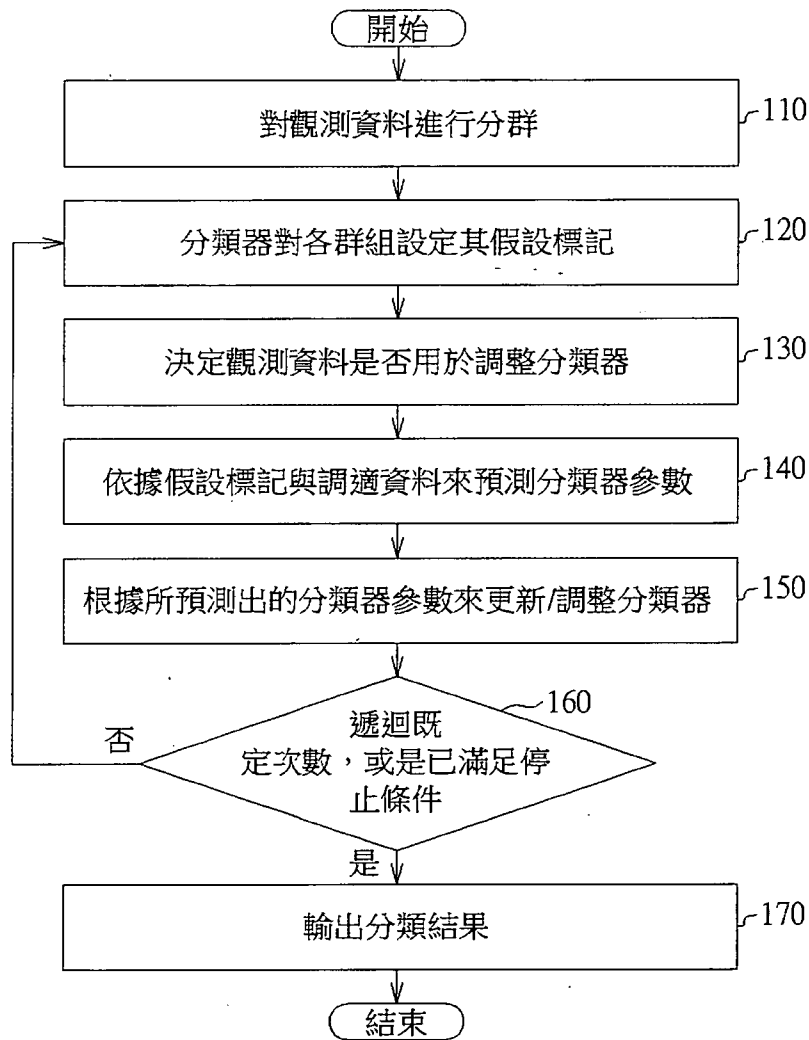
16. 如申請專利範圍第 12 項所述之影像自動分類方法，其中，以該假設標記的一事前機率來決定該些群組中

每一觀測資料是否適用於調整該分類器。

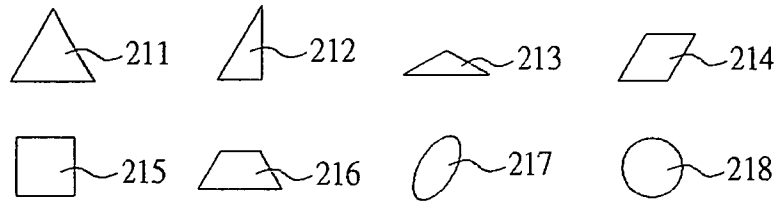
17. 如申請專利範圍第 12 項所述之影像自動分類方法，其中，決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器之該步驟包括：

以該些觀測資料與該些假設標記的樣本代表資料的距離量測來決定該些觀測資料是否可用於調整該分類器。

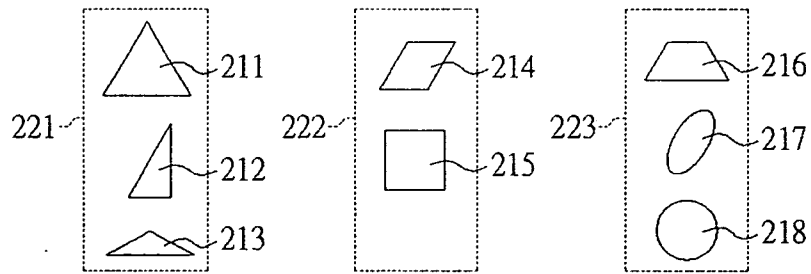
八、圖式：



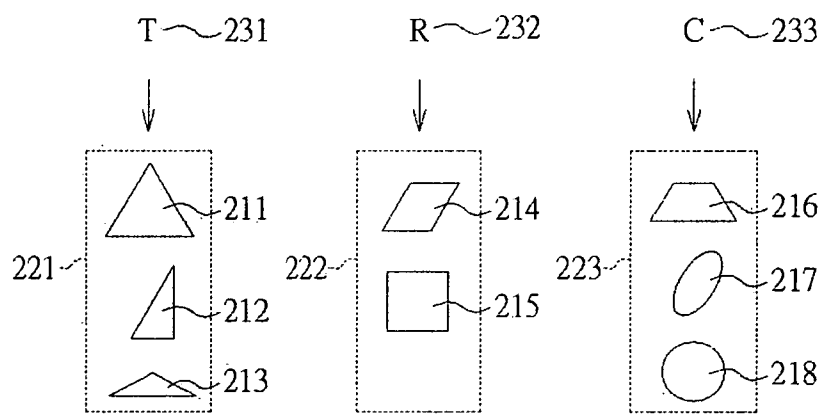
第 1 圖



第 2A 圖



第 2B 圖



第 2C 圖