



(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 I816511 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：111130629

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 15 日

(51)Int. Cl. : G06K9/62 (2022.01)

G06T5/40 (2006.01)

G06N3/08 (2006.01)

(71)申請人：國立高雄大學(中華民國) NATIONAL UNIVERSITY OF KAOHSIUNG (TW)

高雄市楠梓區高雄大學路 700 號

(72)發明人：賴正齡 LAI, CHENG-LING (TW)；吳志宏 WU, CHIH-HUNG (TW)；張志鴻
CHANG, CHIH-HUNG (TW)；曾令燊 TSENG, LING-SHEN (TW)；陳詣翰 CHEN,
YI-HAN (TW)

(74)代理人：黃耀霆

(56)參考文獻：

TW I705413B

TW 201639310A

CN 102282818B

CN 104835158A

US 6987474B2

WO 2016197979A1

WO 2021184707A1

審查人員：吳家豪

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：4 共 27 頁

(54)名稱

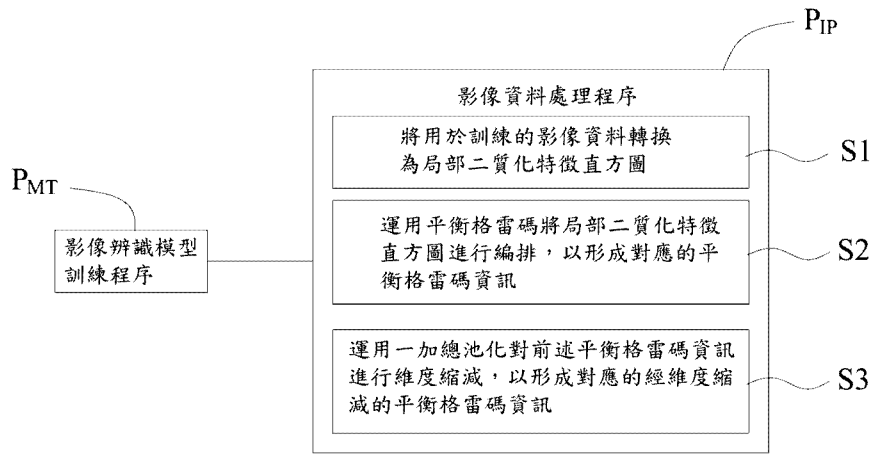
運用平衡格雷碼之影像辨識方法

(57)摘要

一種運用平衡格雷碼之影像辨識方法，用以解決習知影像辨識法無法在資料降維後有效保留紋理特徵的問題。係包含：一影像資料處理程序，將用於訓練的影像資料轉換為局部二質化特徵直方圖；運用平衡格雷碼編排，以形成對應的平衡格雷碼資訊；運用一加總池化進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊；及一影像辨識模型訓練程序，基於卷積神經網路所建立的一影像辨識模型，運用所述影像資料處理程序將用於訓練的影像資料轉換為對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊來訓練該影像辨識模型，以獲取經訓練的影像辨識模型。

A method for image recognition using balance grey code is adapted for solving the problem that the conventional image recognition method cannot effectively keep texture features after data dimensionality reduction. The method comprising an image data processing procedure and an image recognition model training procedure. In the image data processing procedure, transforming the image data to be trained into HBLP (Histogram(s) of the Local Binary Pattern); rearranging the HBLP by BGC (Balanced Gray Code) to form corresponding BGC information; making dimensionality reduction for the BGC information by sum pooling to form a corresponding BGC information with dimensionality reduction. In the image recognition model training procedure, based on an image recognition model established by CNN (Convolutional Neural Network), training the image recognition model by the BGC information with dimensionality reduction transformed through the image data processing procedure so as to obtain a trained image recognition model.

指定代表圖：



符號簡單說明：

P_{IP}:影像資料處理程序

P_{M_T}:影像辨識模型訓練程序

S1,S2,S3:步驟

【第 1 圖】



I816511

【發明摘要】

【中文發明名稱】 運用平衡格雷碼之影像辨識方法

【英文發明名稱】 Method for image recognition using balance grey code

【中文】

一種運用平衡格雷碼之影像辨識方法，用以解決習知影像辨識法無法在資料降維後有效保留紋理特徵的問題。係包含：一影像資料處理程序，將用於訓練的影像資料轉換為局部二質化特徵直方圖；運用平衡格雷碼編排，以形成對應的平衡格雷碼資訊；運用一加總池化進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊；及一影像辨識模型訓練程序，基於卷積神經網路所建立的一影像辨識模型，運用所述影像資料處理程序將用於訓練的影像資料轉換為對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊來訓練該影像辨識模型，以獲取經訓練的影像辨識模型。

【英文】

A method for image recognition using balance grey code is adapted for solving the problem that the conventional image recognition method cannot effectively keep texture features after data dimensionality reduction. The method comprising an image data processing procedure and an image recognition model training procedure. In the image data processing procedure, transforming the image data to be trained into HBLP (Histogram(s) of the Local Binary Pattern); rearranging the HBLP by BGC (Balanced Gray Code) to form corresponding BGC information; making dimensionality reduction for the BGC information by sum pooling to form a corresponding BGC information with

dimensionality reduction. In the image recognition model training procedure, based on an image recognition model established by CNN (Convolutional Neural Network), training the image recognition model by the BGC information with dimensionality reduction transformed through the image data processing procedure so as to obtain a trained image recognition model.

【指定代表圖】 第 1 圖

【代表圖之符號簡單說明】

P_{IP}:影像資料處理程序

P_{MT}:影像辨識模型訓練程序

S1,S2,S3:步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】 運用平衡格雷碼之影像辨識方法

【英文發明名稱】 Method for image recognition using balance grey code

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種影像辨識方法，尤其是一種運用平衡格雷法之影像辨識方法。

【先前技術】

【0002】 在習知影像辨識技術中，通常以影像的紋理特徵（Texture Pattern）搭配卷積神經網路（CNN，Convolutional Neural Networks）所構成的深度學習架構，進行影像辨識模型的訓練與建立。特別是，運用局部二元化特徵（LBP，Local Binary Pattern）的方式行成訓練影像資料來進行訓練；所述局部二元化特徵的方式可分成經局部二元化特徵編碼的影像與局部二元化特徵的直方圖。其中，雖然局部二元化特徵的直方圖的訓練效果理論上是較好的，但局部二元化特徵的直方圖具有維度龐大的情形，且現有降低維度的方法無法有效保留局部二元化特徵中具有重要紋理特徵的問題。

【0003】 有鑑於此，習知的影像辨識方法確實仍有加以改善之必要。

【發明內容】

【0004】 為解決上述問題，本發明的目的是提供一種運用平衡格雷法之影像辨識方法，係可達成提升影像辨識準確率的效果者。

【0005】 本發明全文所記載的元件及構件使用「一」或「一個」之量詞，僅是為了方便使用且提供本發明範圍的通常意義；於本發明中應被解讀為包

括一個或至少一個，且單一的概念也包括複數的情況，除非其明顯意指其他意思。

【0006】 本發明全文所述之「電腦 (Computer)」，係指具備特定功能且以硬體或硬體與軟體實現的各式資料處理裝置，特別是一處理器或具有一處理器的電腦以處理分析資訊及/或產生對應控制資訊，例如：電子控制器、伺服器、雲端平台、虛擬機器、桌上型電腦、筆記型電腦、平板電腦或智慧型手機等，係本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解。另，可包含對應的資料接收或傳輸單元，以進行所需資料的接收或傳輸。另，可包含對應的資料庫／儲存單元，以儲存所需資料。特別是，除非另外特別排除或矛盾，所述「一電腦」可以分別是基於分散式系統架構中的「多個電腦的集合」，係包含或代表多個電腦間之資訊串流處理的過程、機制及結果。

【0007】 本發明的運用平衡格雷碼之影像辨識方法，係透過一電腦執行，包含：一影像資料處理程序，將用於訓練的影像資料轉換為局部二質化特徵直方圖；運用平衡格雷碼將局部二質化特徵直方圖進行編排，以形成對應的平衡格雷碼資訊；運用一加總池化對前述平衡格雷碼資訊進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊；及一影像辨識模型訓練程序，基於卷積神經網路所建立的一影像辨識模型，運用所述影像資料處理程序將用於訓練的影像資料轉換為對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊，並運用該經維度縮減的平衡格雷碼資訊訓練該影像辨識模型，以獲取經訓練的影像辨識模型。

【0008】 據此，本發明的運用平衡格雷碼之影像辨識方法，藉由運用經平衡格雷碼編排且經池化進行維度縮減的局部二質化特徵直方圖作為訓練用的影像資料（即為經維度縮減的平衡格雷碼資訊），進行一影像辨識模型的訓練，以獲得具有更準確辨識率的影像辨識模型。

【0009】其中，該影像辨識模型具有一訓練網路架構，該訓練網路架構具有一特徵擷取網路與一分類網路；該特徵擷取網路具有 9 層卷積層，且初始層為一第一卷積層；該分類網路具有 3 層全連接層。如此，透過該訓練網路架構，能達成有效訓練該影像辨識模型的功效。

【0010】其中，用於訓練的影像資料包含一第一輸入資料與一第二輸入資料；所述第一輸入資料包含一第一子資料、一第二子資料及一第三子資料；該第一子資料是 RGB 影像資料，用於輸入該辨識模型的該訓練網路架構；該第二子資料是該第一子資料輸入該辨識模型的該特徵擷取網路的第一卷積層後，對應個別 R、G、B 通道所形成的第一局部二質化特徵直方圖；該第三子資料是該第一子資料輸入該辨識模型的該特徵擷取網路的第一卷積層後，對應個別 R、G、B 通道所形成的第二局部二質化特徵直方圖，並經平衡格雷碼編排且經加總池化進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊；該第二輸入資料是該第一子資料對應個別 R、G、B 通道所形成的第三局部二質化特徵直方圖。如此，透過該第一輸入資料與該第二輸入資料（包含該第一至第三子資料）的資料態樣與配置，可達成提升影像辨識模型的辨識準確率。

【0011】其中，該第一局部二質化特徵直方圖與該第三局部二質化特徵直方圖各分別具有一第一半徑 R 及一第一取樣點 P，該第二局部二質化特徵直方圖具有一第二半徑 R' 及一第二取樣點 P'；該第二半徑 R' 大於該第一半徑 R，該第二取樣點 P' 多於該第一取樣點 P。如此，透過該第一至該第三局部二質化特徵直方圖之半徑與取樣點差異的組合，可達成提升影像辨識模型的辨識準確率。

【0012】其中，該第一局部二質化特徵直方圖、該第二局部二質化特徵直方圖及該第三局部二質化特徵直方圖各可經批量歸一化後，再輸入至該訓

練網路中的分類網路。如此，透過該第一至該第三局部二質化特徵直方圖資料態樣之差異與應用，可達成提升影像辨識模型的辨識準確率。

【圖式簡單說明】

【0013】

〔第 1 圖〕 本發明一較佳實施例的方法流程示意圖。

〔第 2 圖〕 本發明一較佳實施例的模型架構與資料串流示意圖。

〔第 3 圖〕 本發明一比較範例的模型架構與資料串流示意圖。

〔第 4 圖〕 本發明另一比較範例的模型架構與資料串流示意圖。

【實施方式】

【0014】 為讓本發明之上述及其他目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉本發明之較佳實施例，並配合所附圖式作詳細說明。

【0015】 請參照第 1 圖所示，其係本發明運用平衡格雷法之影像辨識方法的一較佳實施例，係運作於一電腦內，包含一影像資料處理程序 P_{IP} (Procedure for Image Processing) 與一影像辨識模型訓練程序 P_{MT} (Procedure for Model Training)。

【0016】 所述影像資料處理程序 P_{IP} 包含以下步驟 S1 至 S3，以將用於訓練的影像資料轉化成經平衡格雷碼 (Balanced Gray Code) 編排且經池化 (Pooling) 進行維度縮減的局部二質化特徵直方圖 (HLBP, Histogram of the Local Binary Pattern)。

【0017】 步驟 S1：將用於訓練的影像資料轉換為局部二質化特徵直方圖 (HLBP, Histogram of the Local Binary Pattern)。該影像資料的格式可為一 RGB 影像資料、一 L 影像資料、一 LLL 影像資料、一 RGBL 影像資料及

一 RGBLLL 影像資料中之一者或多者。所述 RGB 影像資料表示原始彩色影像（可計量為一個影像通道）；所述 L 影像資料表示原始彩色影像所形成的格雷影像（可計量為一個影像通道）；所述 LLL 影像資料表示對應各別 R、G、B 通道所形成的三個格雷影像（可計量為三個影像通道）；所述 RGBL 表示各別 R、G、B 通道的影像與該 L 影像資料（可計量為四個影像通道）；所述 RGBLLL 表示各別 R、G、B 通道的影像與該 LLL 影像資料（可計量為六個影像通道）。較佳地，該待訓練影像資料的格式為該 RGBLLL 影像資料。其中，將影像資料轉換為二質化特徵直方圖的技術，是本發明領域中具有通常知識者可理解，故不再贅述。

【0018】步驟 S2：運用平衡格雷碼（BGC，Balanced Gray Code）將局部二質化特徵直方圖進行編排，以形成對應的平衡格雷碼資訊。由以下表一至表三所呈現局部二質化特徵直方圖的未經處理、經一般格雷碼（BRGC，Binary Reflect Gray Code）編排、經平衡格雷碼編排的結果，可說明所述平衡格雷碼的意義。其中，表一至表三於位元 1 與 0 之間使用區別色塊，以利觀察各位元的跳變／轉換次數。

【0019】表一：未經處理的局部二質化特徵直方圖的屬性

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
特徵	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
對應二元碼 排列狀態	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

【0020】表二：經一般格雷碼編排的局部二質化特徵直方圖的屬性

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
特徵	0	1	3	2	6	7	5	4	12	13	15	14	10	11	9	8

對應二元碼 排列狀態	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

【0021】 在訊號處理領域中，有一種編碼方式為格雷碼（Gray Code），其特點為使相鄰兩個數字的漢明距離（Hamming Distance）為 1，即相鄰兩個數字僅相差 1 個位元。表二所示即是一般格雷碼用於局部二質化特徵直方圖的編排結果，相對表一可解決空間上相鄰特徵不相似的問題。

【0022】 表三：經平衡格雷碼編排的局部二質化特徵直方圖的屬性

序號		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
特徵		0	1	3	7	15	11	9	8	12	13	5	4	6	14	10	2
對應二元碼 排列狀態	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	4	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
	8	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0

【0023】 表三所示即為所述平衡格雷碼用於局部二質化特徵直方圖的編排結果，除了相鄰數字之漢明距離為 1，每一個位元的跳變次數也維持平衡（每一位元總跳變次數近似）；如此，在後續步驟 S3 中，進行池化縮減維度時，可使位元特徵較均勻且平等的簡化，而可提升盡可能保留重要特徵的效果。相對表二所使用的一般格雷碼，由於每個位元的跳變次數不同（對應二元碼為 1、2、4、8 的跳變次數分別為 8、4、2、1），因此在進行池化縮減維度時，將造成位元特徵不平等的犧牲，而較易造成重要特徵的丟失。

【0024】 步驟 S3：運用一加總池化（Sum Pooling）對前述平衡格雷碼資訊進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊。值得注意的是，本發明是在運用平衡格雷碼編排局部二質化特徵直方圖後，再運用該加總池化法使經編排後局部二質化特徵直方圖維度縮減。如此，使相鄰且近

似的特徵彼此加總，且特徵總和仍然為輸入影像之像素個數，因此可反應近似特徵的屬性，而可避免特徵被犧牲的問題。相較原始未經處理的局部二質化特徵直方圖，其相鄰特徵間的位元差異較大，如特徵 3 與特徵 4 之間有 3 個位元不同，若直接套用加總池化，反而會干擾特徵匯總的正確性。

【0025】為詳細說明本發明方法之特性，以下針對未經處理、經一般格雷碼編排及經平衡格雷碼編排的局部二質化特徵直方圖（HLBP），再經池化合併的結果，分別呈現如下列表四至表六。

【0026】表四：未經處理的 HLBP 再經池化合併的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
特徵	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
pool(2)	000x		001x		010x		011x		100x		101x		110x		111x	
pool(4)	00xx				01xx				10xx				11xx			

【0027】表五：經一般格雷碼編排的 HLBP 再經池化合併的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
特徵	0000	0001	0011	0010	0110	0111	0101	0100	1100	1101	1111	1110	1010	1011	1001	1000
pool(2)	000x		001x		011x		010x		110x		111x		101x		100x	
pool(4)	00xx				01xx				11xx				10xx			

【0028】表六：經平衡格雷碼編排的 HLBP 再經池化合併的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
特徵	0000	0001	0011	0111	1111	1011	1001	1000	1100	1101	0101	0100	0110	1110	1010	0010
pool(2)	000x		0x11		1x11		100x		110x		010x		x110		x010	
pool(4)	0xxx				1xxx				x10x				xx10			

【0029】詳言之，一局部二質化特徵直方圖（HLBP）是依序地表示由 $0 \sim (2^P - 1)$ 的所有局部二質化特徵（LBP）的編碼（Number）的有序向量（Ordered Vector）；其中， 2^P 中的「2」表示位元的 2 進位制， 2^P 中的「P」表示影像特徵像素的位元數量，且對應表四至表六，P 等於 4。

【0030】在表四中，於局部二質化特徵直方圖中，兩連續局部二質化特徵(LBP)的代碼(Code)可能無法表示局部二質化特徵的紋理特徵(Textures)。舉例而言，在所述二進位制的局部二質化特徵的代碼(Binary LBP Code)中，表示數字 10 的代碼 1010 與鄰近數字 9 的代碼 1001 的代碼之間具有 2 個位元的差異，但表示數字 10 的代碼 1010 與鄰近數字 11 的代碼 1011 之間具有 1 個位元的差異；表示數字 10 的代碼 1010 與鄰近數字 9 的代碼 1001 的代碼之間具有 2 個位元的差異，但表示數字 3 的代碼 0011 與鄰近數字 4 的代碼 0100 之間具有 3 個位元的差異。因此，直接對未經處理的局部二質化特徵直方圖池化，可能會刪除重要的紋理特徵，或合併兩個不相關的紋理特徵而破壞特徵的多元性。

【0031】在表四至表六中，分別對應其局部二質化特徵直方圖而呈現池化結果，並以合併鄰近二特徵的池化結果(pool(2))及合併鄰近四特徵的池化結果(pool(4))呈現，特別是在合併鄰近四特徵的池化結果中，表四(未經處理)所保留的特徵是 00xx、00xx、01xx、10xx、11xx，表五(經一般格雷碼編排)所保留的特徵是 00xx、01xx、11xx、10xx，表六(經平衡格雷碼編排)所保留的特徵是 0xxx、1xxx、x10x、xx10。其中，「x」表示有差異的部分，且越多 x 代表保留越多訓練特徵。換言之，由表四至表六的比較可理解，經平衡格雷碼編排的局部二質化特徵直方圖(即為前述平衡格雷碼資訊)，在維度縮減/池化作用後(即為前述經維度縮減的平衡格雷碼資訊)可保留最大程度的樣本多樣性。

【0032】在一第一範例中，假設有兩筆影像資料 A1、B1 分別具有對應的局部二質化特徵，針對未經處理、經一般格雷碼編排及經平衡格雷碼編排再經池化合併的結果，分別呈現如下列表七至表九。其中，以數字 1 表示具有特徵，以數字 0 標示不具特徵；以灰底色顯示可區別影像資料 A1、B1 的

特徵欄位。

【0033】 表七：未經處理的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A1 特徵	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
B1 特徵	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
pool(2)	A1 特徵	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	B1 特徵	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pool(4)	A1 特徵	1			1			1			0					
	B1 特徵	1			1			1			0					

【0034】 由表七可知，影像資料 A1、B1 在未經處理狀態下，在池化／維度縮減前及在合併鄰近二特徵的池化結果中，可辨識欄位皆有 4 欄，使影像資料 A1、B1 為可區辨的。惟，在合併鄰近四特徵的池化結果中，不具有可區辨欄位，亦即，維度縮減後已無合適類別屬性可進行分類，而無法區辨影像資料 A1、B1 間的差異。

【0035】 表八：經一般格雷碼編排的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A1 特徵	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
B1 特徵	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
pool(2)	A1 特徵	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	B1 特徵	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
pool(4)	A1 特徵	1			1			0			1					
	B1 特徵	1			1			0			1					

【0036】 由表八可知，影像資料 A1、B1 在經一般格雷碼編排狀態下，在池化／維度縮減前及在合併鄰近二特徵的池化結果中，可辨識欄位皆有 4 欄，使影像資料 A1、B1 為可區辨的。惟，在合併鄰近四特徵的池化結果中，不具有可區辨欄位，亦即，維度縮減後已無合適類別屬性可進行分類，而無

法區辨影像資料 A1、B1 間的差異。

【0037】表九：經平衡格雷碼編排的影響資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
A1 特徵	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
B1 特徵	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
pool(2)	A1 特徵	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1				
	B1 特徵	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1					
pool(4)	A1 特徵	1			0			0			1						
	B1 特徵	0			1			0			1						

【0038】由表九可知，影像資料 A1、B1 在經平衡格雷碼編排狀態下，在池化／維度縮減前、在合併鄰近二特徵的池化結果中及在合併鄰近四特徵的池化結果中，可辨識欄位分別有 4 欄、2 欄、2 欄，使影像資料 A1、B1 皆為可區辨的。

【0039】在一第二範例中，類似前述表七至表九，假設有兩筆影像資料 A2、B2 分別具有對應的局部二質化特徵，針對未經處理、經一般格雷碼編排及經平衡格雷碼編排再經池化合併的結果，分別呈現如下列表十至表十二。

【0040】表十：未經處理的影響資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
A2 特徵	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
B2 特徵	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
pool(2)	A2 特徵	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1				
	B2 特徵	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0				
pool(4)	A2 特徵	1			1			1			1						
	B2 特徵	1			1			1			1						

【0041】表十一：經一般格雷碼編排的影響資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

	A2 特徵	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	B2 特徵	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
pool(2)	A2 特徵	1		0		1		0		0		1		1		0	
	B2 特徵	0		1		1		1		1		0		0		1	
pool(4)	A2 特徵	1				1				0				1			
	B2 特徵	1				1				0				1			

【0042】由表十、表十一可知，影像資料 A2、B2 在未經處理狀態下及在經一般格雷碼編排狀態下，且在池化／維度縮減前及在合併鄰近二特徵的池化結果中，可辨識欄位皆有 7 欄，使影像資料 A2、B2 為可區辨的。惟，在合併鄰近四特徵的池化結果中，皆不具有可區辨欄位，而無法區辨影像資料 A2、B2 間的差異。

【0043】表十二：經平衡格雷碼編排的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
A2 特徵	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
B2 特徵	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	
pool(2)	A2 特徵	1		0		0		0		0		1		1			
	B2 特徵	0		0		0		1		1		1		1			
pool(4)	A2 特徵	1				0				0				1			
	B2 特徵	0				1				1				1			

【0044】由表十二可知，影像資料 A2、B2 在經平衡格雷碼編排狀態下，在池化／維度縮減前、在合併鄰近二特徵的池化結果中及在合併鄰近四特徵的池化結果中，可辨識欄位分別有 7 欄、4 欄、3 欄，使影像資料 A2、B2 皆為可區辨的。

【0045】在一第三範例中，類似前述表七至表九，假設有兩筆影像資料 A3、B3 分別具有對應的局部二質化特徵，針對未經處理、經一般格雷碼編排及經平衡格雷碼編排再經池化合併的結果，分別呈現如下列表十三至表十五。

【0046】 表十三：未經處理的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A3 特徵	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
B3 特徵	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
pool(2)	A3 特徵	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0				
	B3 特徵	0	1	0	1	1	0	0	1							
pool(4)	A3 特徵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	B3 特徵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

【0047】 表十四：經一般格雷碼編排的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A3 特徵	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
B3 特徵	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
pool(2)	A3 特徵	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1			
	B3 特徵	0	1	1	0	0	0	1	0	1						
pool(4)	A3 特徵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	B3 特徵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

【0048】 由表十三、表十四可知，影像資料 A3、B3 在未經處理狀態下及在經一般格雷碼編排狀態下，在池化／維度縮減前的可辨識欄位有 11 欄，在合併鄰近二特徵的池化結果中的可辨識欄位有 4 欄，使影像資料 A3、B3 為可區辨的。惟，在合併鄰近四特徵的池化結果中，皆不具有可區辨欄位，而無法區辨影像資料 A3、B3 間的差異。

【0049】 表十五：經平衡格雷碼編排的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A3 特徵	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0
B3 特徵	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
pool(2)	A3 特徵	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1					
	B3 特徵	0	0	0	1	0	0	1	1							

pool(4)	A3 特徵	1	1	1	1
	B3 特徵	0	1	0	1

【0050】 由表十五可知，影像資料 A3、B3 在經平衡格雷碼編排狀態下，在池化／維度縮減前、在合併鄰近二特徵的池化結果中及在合併鄰近四特徵的池化結果中，可辨識欄位分別有 11 欄、3 欄、2 欄，使影像資料 A2、B2 皆為可區辨的。

【0051】 在一第四範例中，類似前述表七至表九，假設有兩筆影像資料 A4、B4 分別具有對應的局部二質化特徵，針對未經處理、經一般格雷碼編排及經平衡格雷碼編排再經池化合併的結果，分別呈現如下列表十六至表十八。

【0052】 表十六：未經處理的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A4 特徵	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
B4 特徵	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
pool(2)	A4 特徵	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	B4 特徵	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pool(4)	A4 特徵	1			1			1			1					
	B4 特徵	1			1			1			1					

【0053】 表十七：經一般格雷碼編排的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A4 特徵	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
B4 特徵	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1
pool(2)	A4 特徵	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	B4 特徵	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pool(4)	A4 特徵	1			1			1			1					
	B4 特徵	1			1			1			1					

【0054】 表十八：經平衡格雷碼編排的影像資料特徵再經池化的結果

序號	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
A4 特徵	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	
B4 特徵	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	
pool(2)	A4 特徵	1		1		1		0		1		0		1		1	
	B4 特徵	1		1		1		1		1		0		1		1	
pool(4)	A4 特徵	1				1				1				1			
	B4 特徵	1				1				1				1			

【0055】由表十六至表十八可知，影像資料 A4、B4 在未經處理狀態下、在經一般格雷碼編排狀態下及在經平衡格雷碼編排狀態下，在池化／維度縮減前的可辨識欄位有 3 欄，在合併鄰近二特徵的池化結果中的可辨識欄位有 1 欄，使影像資料 A4、B4 為可區辨的。惟，在合併鄰近四特徵的池化結果中，皆不具有可區辨欄位，而無法區辨影像資料 A4、B4 間的差異。

【0056】由前述第一範例至第四範例（對應表七至表十八）可知，經平衡格雷碼編排的影像資料雖然也會發生維度縮減以後無法進行分類的現象，但其特徵相同的機率是最小的。詳言之，由表六可知，在 4 位元的資料型態中，經平衡格雷碼編排的資料所保留的特徵是 00xx、00xx、01xx、10xx、11xx，而具有 10 個可變特徵 x 及對應的 2^{10} 的特徵組合；因此，其在合併鄰近四特徵的池化結果中，特徵相同機率為 $\left(\frac{1}{2}\right)^{10}$ 。基於同樣條件，對照一般格雷碼編排的資料型態，由表四、五可知，未經處理的資料及經一般格雷碼編排的資料具有 8 個可辨特徵 x 及對應的 2^8 的特徵組合；因此，其在合併鄰近四特徵的池化結果中，特徵相同機率為 $\left(\frac{1}{2}\right)^8$ 。換言之，在 4 位元的資料型態且在合併鄰近四特徵的池化結果的情形中，平衡格雷碼能產生維度縮減的多樣性是未經處理的資料及經一般格雷碼編排的資料的 4 倍。換言之，平衡格雷碼能保留更多特徵多樣性，而可達成保留影像辨識用的重要紋理特徵之功效。特別是，基於上述平衡格雷碼的機制，可理解的是，在更多位元下進行維度縮減，具有能夠保

留更多的樣本多樣性的效果。

【0057】基於卷積神經網路所建立的一影像辨識模型，運用所述影像資料處理程序將用於訓練的影像資料轉換為對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊（即是經平衡格雷碼編排且經池化進行維度縮減的局部二質化特徵直方圖作為訓練用的影像資料），並運用該經維度縮減的平衡格雷碼資訊訓練該影像辨識模型，以獲取經訓練的影像辨識模型。

【0058】詳言之，所述影像辨識模型具有對應的一訓練網路架構，該訓練網路架構係基於 ResNet 網路架構方塊所組成。在一範例中，所述訓練網路架構具有一特徵擷取網路與一分類網路；較佳地，該特徵擷取網路具有 9 層卷積層，且初始層為一第一卷積層；該分類網路具有 3 層全連接層；對應的訓練網路架構可呈現如下列表十九。

【0059】表十九：影像辨識模型所使用的訓練網路架構

	類型／層	特性
特徵擷取網路	Convolutional	濾波器尺寸 64
	MaxPool	池化縮減尺度 2
	Res. Block	濾波器尺寸 64
	Res. Block	濾波器尺寸 64
	MaxPool	池化縮減尺度 2
	Res. Block	濾波器尺寸 128
	Res. Block	濾波器尺寸 128
	AvgPool	池化縮減尺度 2
分類網路	全連接層	節點數 1024
	全連接層	節點數 1024
	全連接層	節點數 10

【0060】如第 2 圖所示本發明之模型架構與資料串流示意圖，搭配前述

影像辨識模型的訓練網路架構，用於訓練的影像資料包含：一第一輸入資料 In1 與一第二輸入資料 In2。所述第一輸入資料 In1 包含多一第一子資料 SD1、一第二子資料 SD2 及一第三子資料 SD3。該第一子資料 SD1 是 RGB 影像資料，用於輸入該辨識模型的該訓練網路架構。該第二子資料 SD2 是該第一子資料 SD1 輸入該辨識模型的該特徵擷取網路的第一卷積層後，對應個別 R、G、B 通道所形成的第一局部二質化特徵直方圖 $HLBP-1_{(R,P)}$ 。該第三子資料 SD3 是該第一子資料 SD1 輸入該辨識模型的該特徵擷取網路的第一卷積層後，對應個別 R、G、B 通道所形成的第二局部二質化特徵直方圖 $HLBP-2_{(R',P')}$ ，並經平衡格雷碼編排且經加總池化 (SumPool) 進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊。該第一局部二質化特徵直方圖 $HLBP-1_{(R,P)}$ 及該第二局部二質化特徵直方圖 $HLBP-2_{(R',P')}$ 係可經批量歸一化 (Batch Normalization) 後，再輸入至該訓練網路中的分類網路。該第二輸入資料 In2 是該第一子資料 SD1 對應個別 R、G、B 通道所形成的第三局部二質化特徵直方圖 $HLBP-3_{(R,P)}$ ，該第三局部二質化特徵直方圖 $HLBP-3_{(R,P)}$ 係可經批量歸一化後，再輸入至該訓練網路中的分類網路，以獲取經訓練的影像辨識模型，並命名為 NetHLBP2。其中，該第一局部二質化特徵直方圖 $HLBP-1_{(R,P)}$ 與第三局部二質化特徵直方圖 $HLBP-3_{(R,P)}$ 各分別具有一第一半徑 R 及一第一取樣點 P，該第二局部二質化特徵直方圖 $HLBP-2_{(R',P')}$ 具有一第二半徑 R' 及一第二取樣點 P'；該第二半徑 R' 大於該第一半徑 R，該地二取樣點 P' 多於該第一取樣點 P。

【0061】如第 3 圖所示，基於前述影像辨識模型的訓練網路架構，若搭配該第一輸入資料 In1 中的該第一子資料 SD1 與該第二輸入資料 In2，所對應獲取的影像辨識模型命名為 NetHLBP0。

【0062】如第 4 圖所示，基於前述影像辨識模型的訓練網路架構，若搭

配該第一輸入資料 In1 中的該第一子資料 SD1、該第二子資料 SD2 及該第二輸入資料 In2，所對應獲取的影像辨識模型命名為 NetHLBP1。

【0063】針對本發明所提出影像辨識模型運用平衡格雷碼編排且經池化進行維度縮減的局部二質化特徵直方圖的訓練成效，與其他 CNN（卷積神經網路）模型的訓練成效比較係呈現如下列表二十。其中，本發明的模型的訓練、驗證，以及與其他 CNN 模型成效之比較，係使用 STL10 資料集（為像素尺寸 96×96 的彩色影像資料集）之各類別中 500 張訓練影像與 800 張測試影像，且不使用資料擴增提昇樣本變異性的方式進行。

【0064】表二十：本發明之模型與其他 CNN 模型之訓練成效比較

模型名稱	訓練		驗證	
	平均準確度	標準差	平均準確度	標準差
本發明較佳實施例 NetHLBP2	100	0.00	71.08	0.24
NetHLBP0	77.87	2.99	61.63	0.41
NetHLBP1	99.78	0.33	68.85	0.45
AlexNet	99.97	0.06	51.82	0.80
DenseNet-121	99.98	0.03	62.68	0.50
MobileNet V2	98.68	0.22	53.15	0.94
ResNet-18	99.97	0.08	52.30	0.79
ResNeXt-50-32x4d	99.91	0.05	51.92	0.51
ShuffleNet V2	99.53	0.27	46.92	0.92
SqueezeNet 1.0	100	0.00	60.01	1.10
VGG-13	100	0.00	60.78	1.37

【0065】綜上所述，本發明的運用平衡格雷碼之影像辨識方法，藉由運用經平衡格雷碼編排且經池化進行維度縮減的局部二質化特徵直方圖作為訓練用的影像資料（即為經維度縮減的平衡格雷碼資訊），進行一影像辨識模型的訓練，以獲得具有更準確辨識率的影像辨識模型。另，透過用於訓練的

影像資料的資料態樣（第一輸入資料與第二輸入資料，且第二輸入資料包含第一至第三子資料）輸入對應辨識模型進行訓練，有助於提升影像辨識模型的辨識準確率。

【0066】 應注意的是，本發明的精神主要在於平衡格雷碼與維度縮減的運用，因此，本發明之影像辨識模型的訓練網路架構雖是運用 ResNet 的相關技術，惟本發明技術領域中具有通常知識者可理解，本發明可包含運用其他 CNN 網路架構實現之影像辨識模型。

【0067】 雖然本發明已利用上述較佳實施例揭示，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者在不脫離本發明之精神和範圍之內，相對上述實施例進行各種更動與修改仍屬本發明所保護之技術範疇，因此本發明之保護範圍當包含後附之申請專利範圍所記載的文義及均等範圍內之所有變更。又，上述之數個實施例或範例能夠組合時，則本發明包含任意組合的實施態樣。

【符號說明】

【0068】

In1:第一輸入資料

In2:第二輸入資料

HLBP-1_(R,P):第一局部二質化特徵直方圖

HLBP-2_(R,P):第二局部二質化特徵直方圖

HLBP-3_(R,P):第三局部二質化特徵直方圖

SD1:第一子資料

SD2:第二子資料

SD3:第三子資料

P_{IP}:影像資料處理程序

P_{MT}:影像辨識模型訓練程序

S1,S2,S3:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種運用平衡格雷碼之影像辨識方法，係透過一電腦執行，包含：

一影像資料處理程序，將用於訓練的影像資料轉換為局部二質化特徵直方圖；運用平衡格雷碼將局部二質化特徵直方圖進行編排，以形成對應的平衡格雷碼資訊；運用一加總池化對前述平衡格雷碼資訊進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊；及

一影像辨識模型訓練程序，基於卷積神經網路所建立的一影像辨識模型，運用所述影像資料處理程序將用於訓練的影像資料轉換為對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊，並運用該經維度縮減的平衡格雷碼資訊訓練該影像辨識模型，以獲取經訓練的影像辨識模型。

【請求項 2】 如請求項 1 之運用平衡格雷碼之影像辨識方法，其中，該影像辨識模型具有一訓練網路架構，該訓練網路架構具有一特徵擷取網路與一分類網路；該特徵擷取網路具有 9 層卷積層，且初始層為一第一卷積層；該分類網路具有 3 層全連接層。

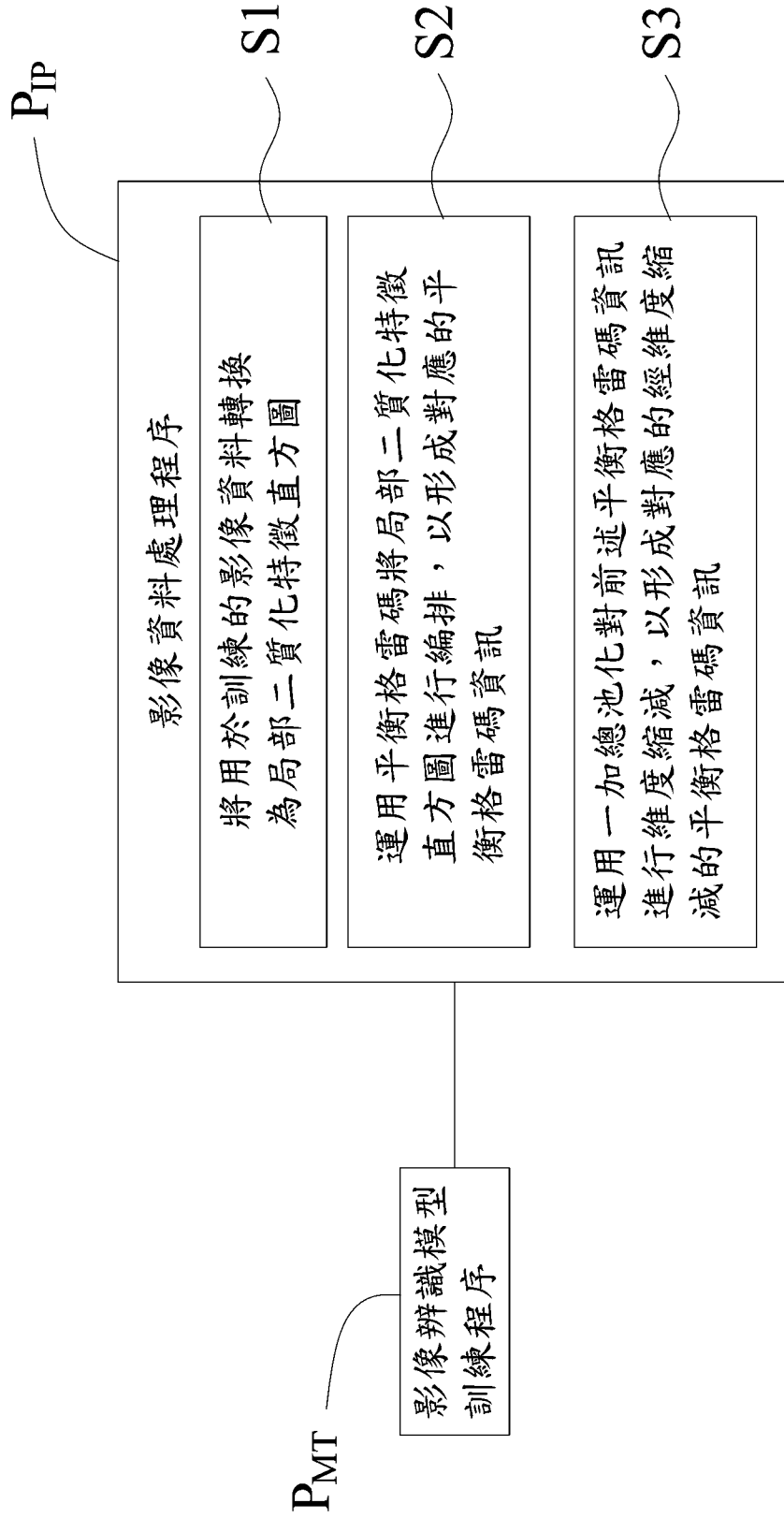
【請求項 3】 如請求項 2 之運用平衡格雷碼之影像辨識方法，其中，用於訓練的影像資料包含一第一輸入資料與一第二輸入資料；所述第一輸入資料包含一第一子資料、一第二子資料及一第三子資料；該第一子資料是 RGB 影像資料，用於輸入該辨識模型的該訓練網路架構；該第二子資料是該第一子資料輸入該辨識模型的該特徵擷取網路的第一卷積層後，對應個別 R、G、B 通道所形成的第一局部二質化特徵直方圖；該第三子資料是該第一子資料輸入該辨識模型的該特徵擷取網路的第一卷積層後，對應個別 R、G、B 通道所形成的第二局部二質化特徵直方圖，並經平衡格雷碼編排且經加總池化進行維度縮減，以形成對應的經維度縮減的平衡格雷碼資訊；該第二輸入資料是

該第一子資料對應個別 R、G、B 通道所形成的第三局部二質化特徵直方圖。

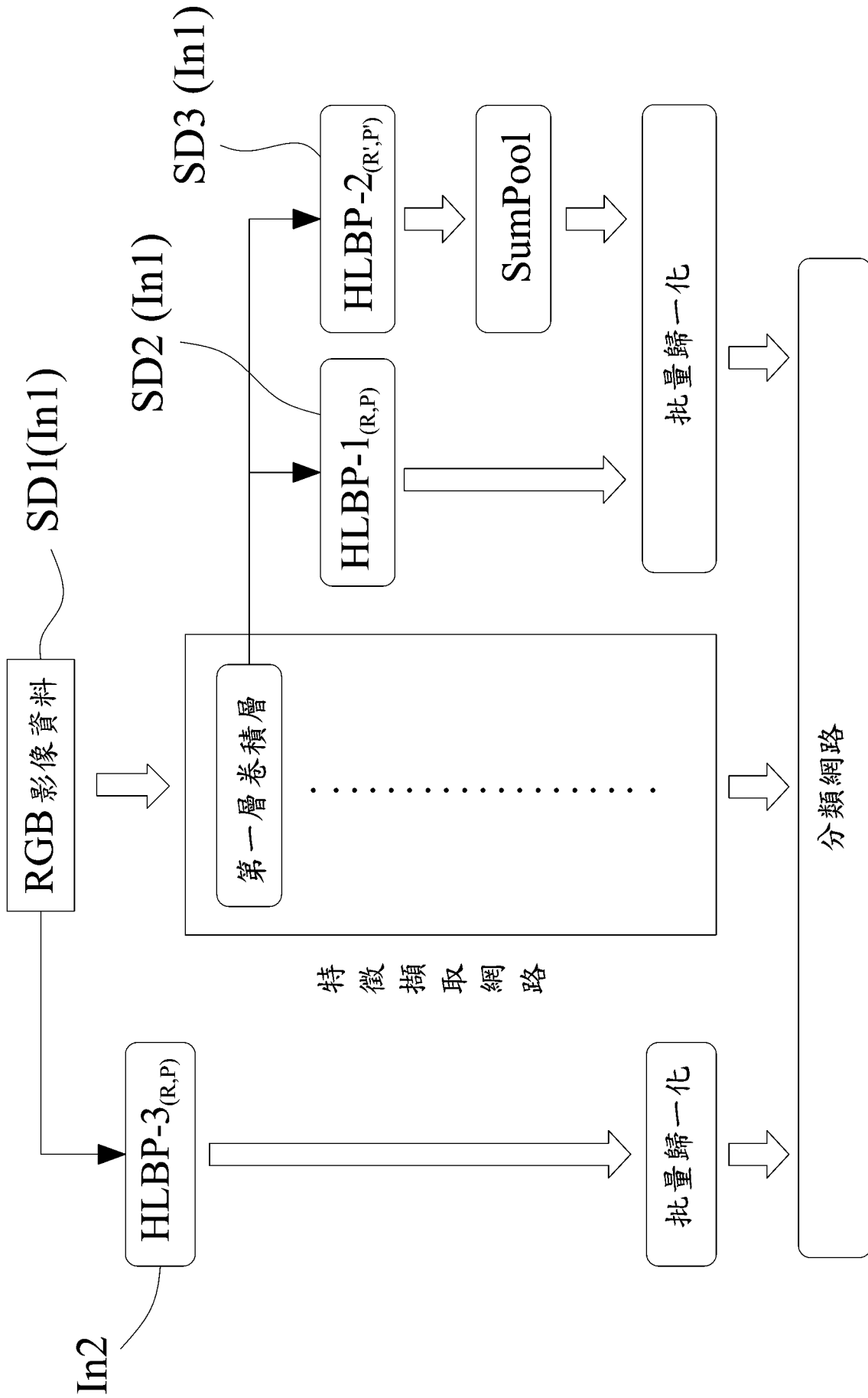
【請求項 4】 如請求項 3 之運用平衡格雷碼之影像辨識方法，其中，該第一局部二質化特徵直方圖與該第三局部二質化特徵直方圖各分別具有一第一半徑 R 及一第一取樣點 P ，該第二局部二質化特徵直方圖具有一第二半徑 R' 及一第二取樣點 P' ；該第二半徑 R' 大於該第一半徑 R ，該地二取樣點 P' 多於該第一取樣點 P 。

【請求項 5】 如請求項 3 之運用平衡格雷碼之影像辨識方法，其中，該第一局部二質化特徵直方圖、該第二局部二質化特徵直方圖及該第三局部二質化特徵直方圖各可經批量歸一化後，再輸入至該訓練網路中的分類網路。

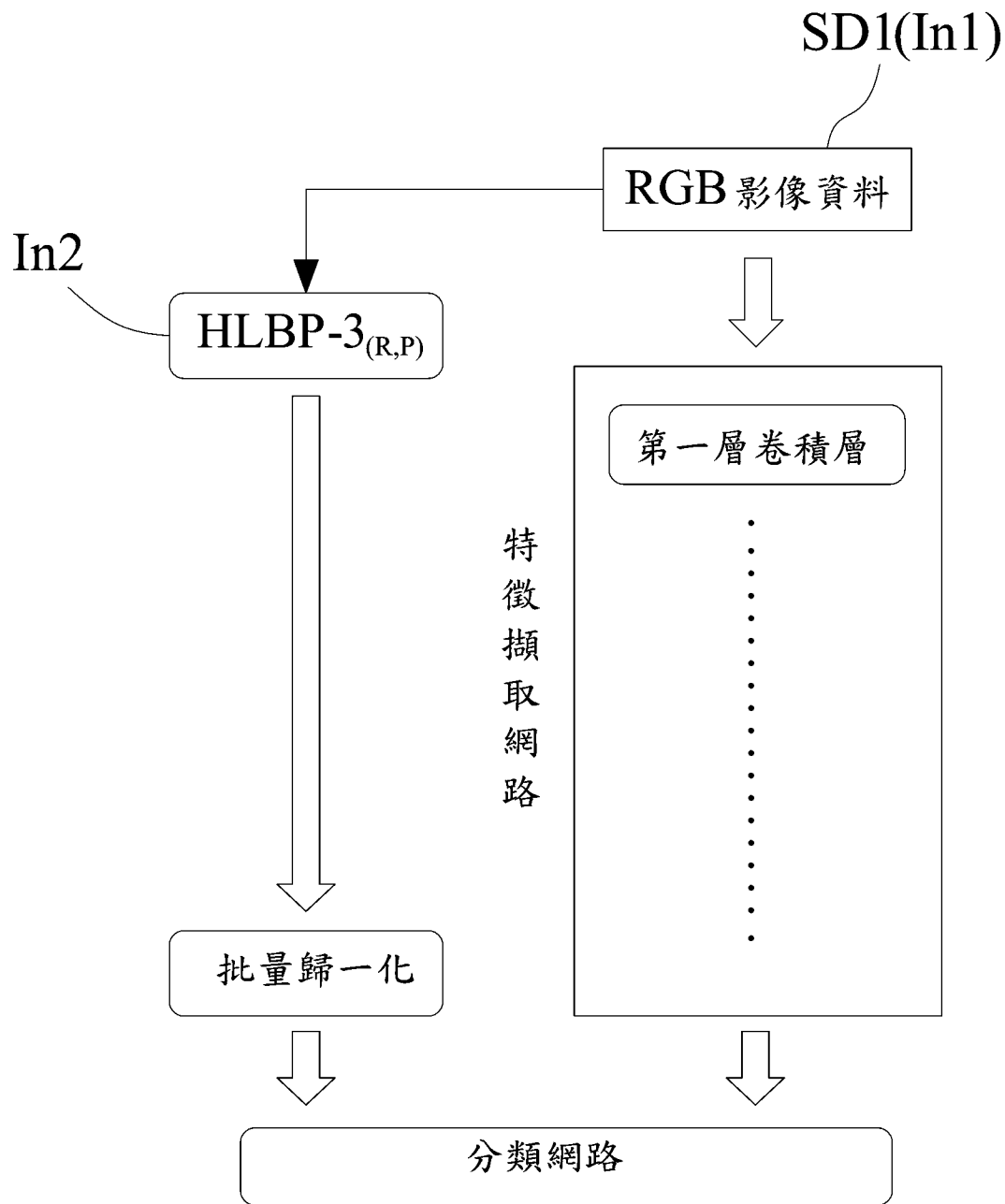
【發明圖式】



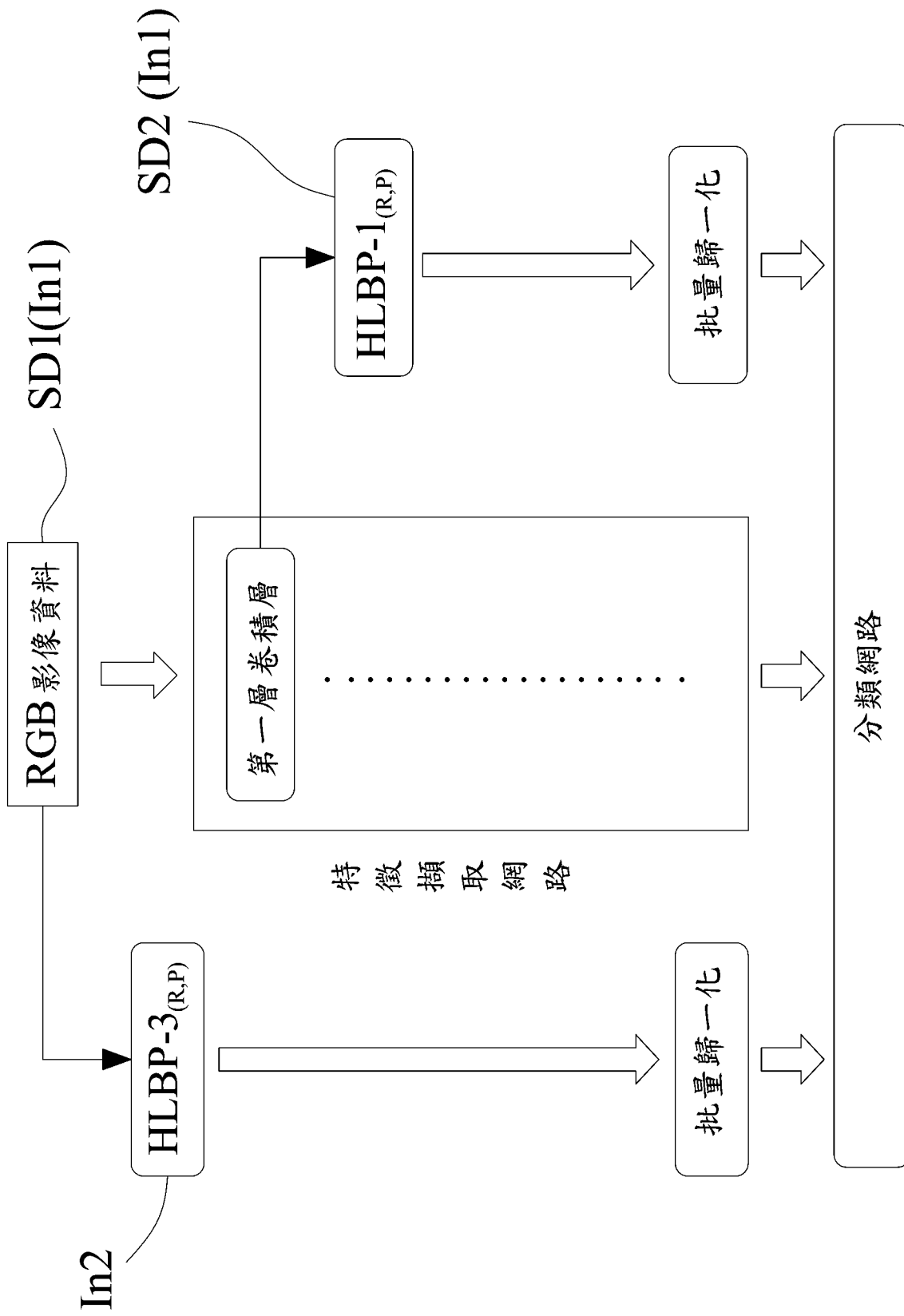
【第 1 圖】



【第 2 圖】



【第 3 圖】



【第 4 圖】