



(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 I841402 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：112119867

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 05 月 29 日

(51)Int. Cl. : G06T7/00 (2017.01)

G06F18/00 (2023.01)

G01N33/50 (2006.01)

(71)申請人：美科實業股份有限公司(中華民國) MACROHI CO., LTD. (TW)

新北市中和區橋和路 29 號 6 樓

(72)發明人：鍾昕燁 JHONG, SIN-YE (TW)；夏至賢 HSIA, CHIH-HSIEN (TW)；陳俊偉 CHEN, CHUN-WEI (TW)

(74)代理人：陳思源

(56)參考文獻：

US 2023/0101556A1

審查人員：陳奕昌

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：8 共 30 頁

(54)名稱

頭髮特徵分析方法與系統

(57)摘要

一種頭髮特徵分析方法與系統，該頭髮特徵分析方法包括以下步驟：先擷取一頭皮區域的高放大率圖像和低放大率圖像，接著對這兩種圖像進行預處理。接下來，將已預處理的高放大率圖像和低放大率圖像輸入至人工智慧模型中，同時檢測該頭皮區域中的頭髮毛囊並計算頭髮寬度。之後，經由人工智慧模型分析後的高放大率圖像和低放大率圖像，可計算出至少一頭髮特徵。其中，該人工智慧模型可以採用 R-CNN 模型或 R-CNN 模型的變體。

A method and system for analyzing hair characteristics are provided. The method includes the steps of capturing high magnification and low magnification images of a scalp region, and performing preprocessing on these images. The preprocessed high magnification and low magnification images are then input into an artificial intelligence model to simultaneously detect hair follicles and calculate hair width in the scalp region. Hair characteristics are then calculated based on the analyzed high magnification and low magnification images. The artificial intelligence model can be an R-CNN model or a variant thereof.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:頭髮特徵分析系統

110:圖像擷取裝置

120:預處理模組

130:人工智慧模型

140:分析模組

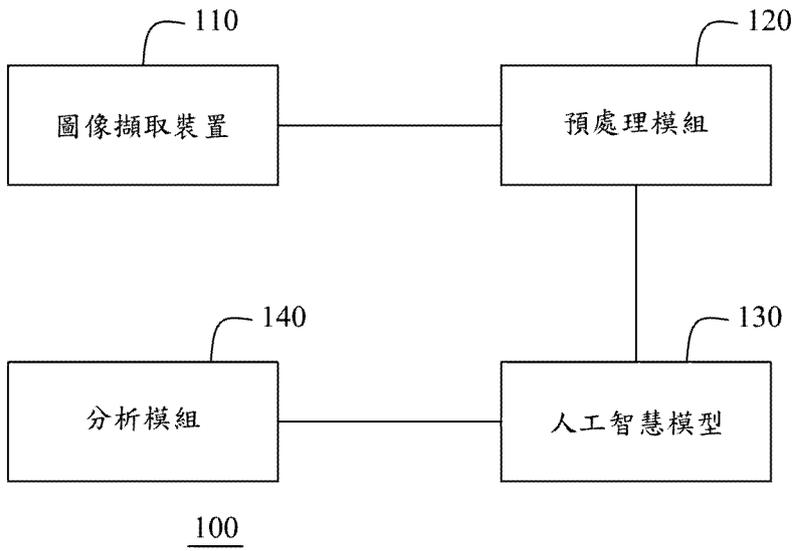


圖1A

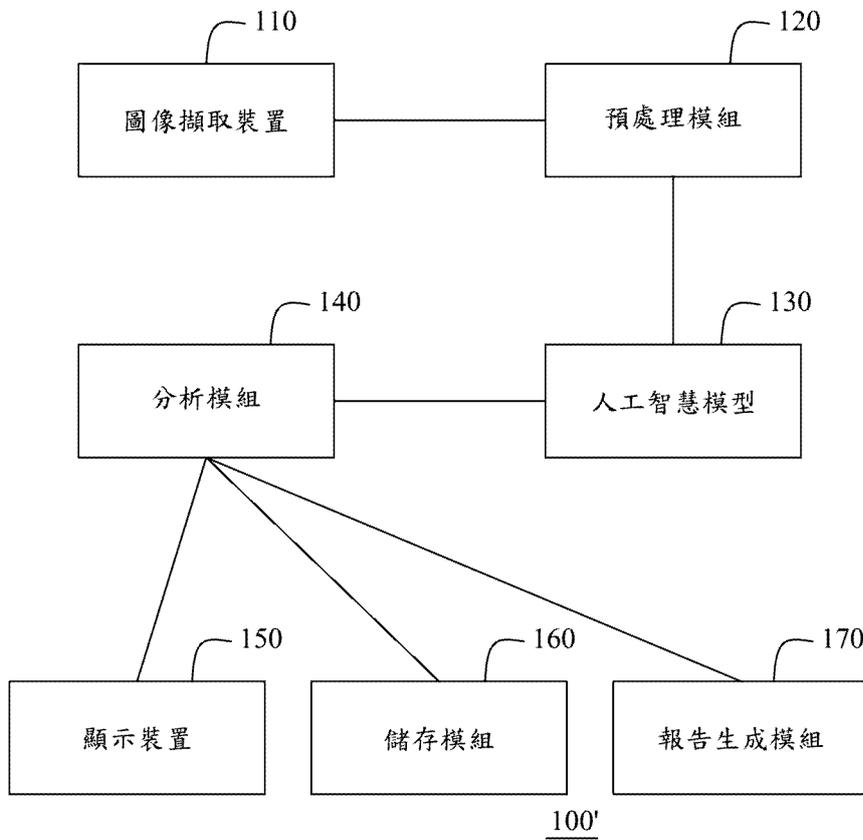


圖1B



I841402

【發明摘要】

【中文發明名稱】 頭髮特徵分析方法與系統

【英文發明名稱】 METHOD AND SYSTEM FOR ANALYZING HAIR

CHARACTERISTICS

【中文】

一種頭髮特徵分析方法與系統，該頭髮特徵分析方法包括以下步驟：先擷取一頭皮區域的高放大率圖像和低放大率圖像，接著對這兩種圖像進行預處理。接下來，將已預處理的高放大率圖像和低放大率圖像輸入至人工智慧模型中，同時檢測該頭皮區域中的頭髮毛囊並計算頭髮寬度。之後，經由人工智慧模型分析後的高放大率圖像和低放大率圖像，可計算出至少一頭髮特徵。其中，該人工智慧模型可以採用 R-CNN 模型或 R-CNN 模型的變體。

【英文】

A method and system for analyzing hair characteristics are provided. The method includes the steps of capturing high magnification and low magnification images of a scalp region, and performing preprocessing on these images. The preprocessed high magnification and low magnification images are then input into an artificial intelligence model to simultaneously detect hair follicles and calculate hair width in the scalp region. Hair characteristics are then calculated based on the analyzed high magnification and low magnification images. The artificial intelligence model can be an R-CNN model or a variant thereof.

【指定代表圖】 圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

100：頭髮特徵分析系統

110：圖像擷取裝置

120：預處理模組

130：人工智慧模型

140：分析模組

【發明說明書】

【中文發明名稱】 頭髮特徵分析方法與系統

【英文發明名稱】 METHOD AND SYSTEM FOR ANALYZING HAIR

CHARACTERISTICS

【技術領域】

本發明是指一種頭髮分析系統與方法，特別是指一種頭髮分析系統與方法，其使用人工智慧模型分析頭髮特徵，如頭髮直徑、細髮密度比率和總髮密度比率。

【先前技術】

頭髮脫落是一個常見的問題，影響著全球數百萬人。分析頭髮特徵，如頭髮直徑、細髮密度比率和總髮密度比率，對於診斷頭髮脫落、評估其嚴重程度和確定適當的治療方案至關重要。傳統的頭髮分析方法依賴於手動檢查，這可能耗時、費力且容易出現人為錯誤。此外，這些方法可能缺乏準確性和重復性，因為結果可能因檢查者的經驗和技能而有所不同。另外，近期計算機視覺和人工智慧的進展使自動化頭髮分析系統的開發成為可能。這些技術通常利用機器學習算法處理和分析頭皮區域的圖像，檢測頭髮毛囊並計算頭髮寬度。

因此，如何利用人工智慧模型，來滿足頭髮分析任務的特定要求，以在檢測頭髮毛囊和計算頭髮寬度方面提供更準確、一致的結果，最終有助於更有效地診斷和治療脫髮問題，便是值得本領域具有通常知識者去思量地。

【發明內容】

本發明之目的是提供一種利用人工智能模型來分析頭髮特徵的方法和系統，來滿足頭髮分析任務的特定要求，以在檢測頭髮毛囊和計算頭髮寬度方面提供更準確、一致的結果。

基於上述目的與其他目的，本發明提供一種頭髮特徵分析方法，包括以下步驟：先擷取一頭皮區域的高放大率圖像和低放大率圖像，接著對這兩種圖像進行預處理。接下來，將已預處理的高放大率圖像和低放大率圖像輸入至人工智慧模型中，同時檢測該頭皮區域中的頭髮毛囊並計算頭髮寬度。之後，經由人工智慧模型分析後的高放大率圖像和低放大率圖像，可計算出至少一頭髮特徵。其中，該人工智慧模型可以採用 R-CNN 模型或 R-CNN 模型的變體。

基於上述目的與其他目的，本發明還提供一種頭髮特徵分析系統，其包括：一圖像擷取裝置、一預處理模組、一人工智慧模型、及一分析模組。其中，圖像擷取裝置用於擷取頭皮區域的一高放大率圖像和一低放大率圖像，而預處理模組用於對這些圖像進行預處理。人工智慧模型可以同時檢測頭髮毛囊並計算頭髮寬度，並且該模型可以是 R-CNN 模型或 R-CNN 模型的變體。此外，分析模組用於接收經過人工智慧模型分析後的圖像並計算至少一項頭髮特徵。

如上述之頭髮特徵分析方法或系統，其中人工智慧模型是一個 HTC 加強模型，該模型是從混合任務級聯模型進行修改而來，並具有以下特點：該模型使用全局特徵增強模組替換了混合任務級聯模型中的語義分割模組，並將全局特徵增強模組的精煉語義特徵與多個框架分支相連接。此外，該模型還引入了框架-遮罩增強模組，將其與上述框架分支和至少一個遮罩分支相連接。

如上述之頭髮特徵分析方法或系統，HTC 加強模型具有多個特點。其中，全局特徵增強模組包括多個具有不同核大小的卷積層，以提取多尺度特徵。在一實施例中，HTC 加強模型在每個階段都設有該框架分支和該遮罩分支，且該框架-遮罩增強模組的個數為多個，每一個框架-遮罩增強模組連接在每個階段的該框架分支和該遮罩分支之間。此外，在另一實施例中，該 HTC 加強模型

在每個階段都設有框架分支但只有一個遮罩分支，而且該框架-遮罩增強模組連接於最後一個框架分支和該遮罩分支之間。

綜上所述，通過引入 R-CNN 模型或其變體，本發明的頭髮分析方法和系統能夠更準確和一致地檢測頭髮毛囊並計算頭髮寬度，這有助於更有效地診斷和治療脫髮問題。

為讓本之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

下文將根據附圖來描述各種實施例，所述附圖是用來說明而不是用以任何方式來限制範圍，其中相似的標號表示相似的組件，並且其中：

圖 1A 顯示了本發明之一個頭髮特徵分析系統的第一實施例。

圖 1B 繪示了本發明之頭髮特徵分析系統的第二實施例。

圖 2 所繪示為擷取頭皮區域的高放大率和低放大率圖像及預處理的步驟之流程圖。

圖 3A 繪示了混合任務級聯模型的示意圖。

圖 3B 繪示了本發明之 HTC 加強模型的示意圖。

圖 4A 繪示了全域特徵增強模組的示意圖。

圖 4B 所繪示為框架-遮罩增強模組的示意圖。

圖 5 所繪示為 HTC 加強模型的另一實施例的示意圖。

圖 6 繪示了本發明之頭髮特徵分析方法的流程圖。

圖 7A 至圖 7C 顯示出在實際操作中頭髮特徵分析系統所輸出的實景圖像。

圖 8 所繪示為視覺化的頭髮分析結果。

【實施方式】

參照本文闡述的詳細內容和附圖說明是最好理解本發明。下面參照附圖會討論各種實施例。然而，本領域技術人員將容易理解，這裡關於附圖給出的詳細描述僅僅是為了解釋的目的，因為這些方法和系統可超出所描述的實施例。例如，所給出的教導和特定應用的需求可能產生多種可選的和合適的方法來實現在此描述的任何細節的功能。因此，任何方法可延伸超出所描述和示出的以下實施例中的特定實施選擇範圍。

請參閱圖 1A，圖 1A 顯示了本發明之一個頭髮特徵分析系統的第一實施例。此頭髮特徵分析系統 100 包括一圖像擷取裝置 110、一預處理模組 120、一人工智慧模型 130、和一分析模組 140。其中，圖像擷取裝置 110 負責擷取頭皮區域的高放大率圖像和低放大率圖像。在這個實施例中，圖像擷取裝置 110 可以同時擷取一個頭皮區域的高放大率圖像和低放大率圖像。透過同時擷取高放大率和低放大率圖像，能夠取得兩種不同圖像的互補資訊，有助於提高頭髮寬度和密度測量的準確性和可靠性。這些圖像提供了頭髮毛囊和頭髮寬度的詳細資訊，這些資訊對於分析頭髮特徵至關重要。預處理模組 120 負責對擷取的高放大率和低放大率圖像進行預處理，包括降噪、調整大小、標準化或其他圖像增強技術。此外，預處理模組 120 還可以評估圖像的品質，如果判定圖像品質不佳，則可以命令圖像擷取裝置 110 重新擷取圖像或通知頭髮特徵分析系統 100 的操作者重新擷取圖像。

人工智慧模型 130 負責同時從預處理過的高放大率和低放大率圖像中檢測頭髮毛囊並計算頭髮寬度。此人工智慧模型 130 可以為 R-CNN 模型或其他 R-CNN 模型的變體，關於何謂 R-CNN 模型的變體於後將會有更詳細的介紹。另外，分析模組 140 負責根據人工智慧模型 130 的輸出來分析圖像並計算頭髮特徵。利用人工智慧模型 130 提供的資訊，分析模組 140 可以進行更進一步的分析，計算該頭皮區域之頭髮特徵，並為頭髮護理提供個性化的建議，以了解頭

髮的健康狀況、發現與頭髮有關的潛在問題。這種人工智慧模型 130 和分析模組 140 之間的協作確保了對頭髮健康和特性的全面準確評估。

接著，請參照圖 1B，圖 1B 繪示了本發明之頭髮特徵分析系統的第二實施例。除了上述的圖像擷取裝置 110、預處理模組 120、人工智慧模型 130 和分析模組 140 之外，第二實施例的頭髮特徵分析系統 100'進一步包含其他元件，例如用於向使用者展示分析圖像和計算頭髮特徵的顯示裝置 150、用於將分析圖像和計算頭髮特徵儲存到資料庫中的儲存模組 160、以及用於基於計算出的頭髮特徵生成報告的報告生成模組 170。在第二實施例中，報告生成模組 170 是基於計算出的頭髮特徵所生成的一份全面的報告。該報告可能包含各種類型的信息，例如圖表、統計數據摘要和數據的書面解釋，且該報告也可以與他人分享、列印或以數位格式保存以進一步進行分析或記錄。

請參考圖 2，圖 2 所繪示為擷取頭皮區域的高放大率和低放大率圖像及預處理的步驟之流程圖。在步驟 S210 中，擷取裝置 110 擷取頭皮區域的高放大率和低放大率圖像。高放大率圖像提供有關毛囊的詳細資訊，而低放大率圖像提供了頭髮密度和分布的整體視圖，有助於後續的處理和分析。在步驟 S220 中，預處理模組 120 對已擷取的高放大率和低放大率圖像進行預處理，例如噪音消除、調整大小和正規化等，以提高圖像品質並協助後續分析。在步驟 S230 中，預處理模組 120 評估已預處理圖像的品質。如果圖像品質不足以進一步處理，系統將進入步驟 S240；否則，流程將進入步驟 S250。

在步驟 S240，預處理模組 120 會命令圖像擷取裝置 110 自動重新拍攝圖像或通知頭髮特徵分析系統 100 的操作者手動重新拍攝圖像。當新的圖像被拍攝後，流程返回至步驟 S220 進行預處理。在步驟 S250 中，經過預處理後的高放大率和低放大率圖像被傳送至人工智慧模型 130。之後，流程繼續進行頭髮特徵分析，相關內容將於後面的段落進行描述。

請參照圖 3A，圖 3A 繪示了混合任務級聯模型的示意圖，混合任務級聯模型 (Hybrid Task Cascade, HTC) 在以下或簡稱 HTC 模型。HTC 模型 300 是一個強大的深度學習模型，在物體檢測和分割任務方面表現優異。HTC 模型 300 包含多個階段，每個階段都包含一個用於邊界框檢測的框架分支 310 和一個用於實例分割(instance segmentation)的遮罩分支 320。HTC 模型 300 還包括一個用於處理整個圖像的語義分割模組 330，在本實施例中是採用完全卷積的模型 (fully convolutional model) 構建。語義分割模組 330 基於是基於特徵金字塔網絡 (Feature Pyramid Network) 340 的輸出來進行構建。然後，區域建議網絡 (Region Proposal Network) 350 生成一組區域提議 (region proposals)。為了將多層次的特徵融合起來，語義分割模型 330 將中層特徵與包含全局信息的更高層次特徵和包含局部信息的更低層次特徵結合起來。在 HTC 模型 300 中，每個階段的框架分支 310 和遮罩分支 320 都會以從骨幹網路 (亦即：區域提議網絡 350) 中提取出的特徵作為輸入，同時也會利用語義分割模組 330 的語義特徵。這種語義特徵與感興趣區域池化操作 (ROI pooling operation) 或感興趣區域對齊操作 (ROI Align operation) 提取的特徵融合，增強了 HTC 模型 300 在目標檢測和分割任務中的性能。

綜合來說，HTC 模型 300 是使用特徵金字塔網絡 340 從輸入圖像中提取出多尺度特徵。然後，區域建議網絡 350 生成一組區域提議。每個階段對區域提議進行精煉，輸出檢測到的物體的最終邊界框坐標，並為精煉邊界框中的每個檢測到的物體預測二元遮罩。語義分割模組 330 提供額外的空間上下文以改善在混亂的背景中檢測和分割物體。HTC 模型 300 的輸出包括檢測到的多個頭髮毛囊和多根頭髮，隨後由分析模組 140 用於計算各種頭髮特徵，例如平均頭髮直徑、細髮密度比和總髮密度比。關於混合任務級聯模型的更詳細敘述，可以

參照 “Hybrid Task Cascade for Instance Segmentation” 這篇論文 (<https://arxiv.org/abs/1901.07518>)。

請參照圖 3B，圖 3B 繪示了本發明之 HTC 加強模型的示意圖。在此 HTC 加強模型 400 中，將原本 HTC 模型 300（圖 3A 中所示）中的語義分割模組 330 替換為全局特徵增強模組(global feature enhance module)430。此外，HTC 加強模型 400 還包括至少一框架-遮罩增強模組(box-mask enhance module)460。此框架-遮罩增強模組創建了一個更強的連接方式，將框架分支 310 和遮罩分支 320 之間的關係加強，從而潛在地提高了實例分割的結果。因此，HTC 加強模型 400 更適合用於頭髮特徵分析系統 100 中所需的同時檢測頭髮毛囊和計算頭髮寬度。也就是說，HTC 加強模型 400 保持了原始 HTC 模型 300 的優點，但引入了針對頭髮分析而增加或修改的技術特徵。亦即，通過將語義分割模組 330 替換為全局特徵增強模組 430 並添加框架-遮罩增強模組 460，HTC 加強模型 400 可以有效地處理與頭髮毛囊檢測和頭髮髮絲分割相關的獨特挑戰，從而最終帶來改進的頭髮分析結果。

請參照圖 4A，圖 4A 繪示了全域特徵增強模組的示意圖。全域特徵增強模組 430 是為了增強從特徵金字塔網絡 340 中提取的全域特徵，將其整合到 HTC 加強模型 400 中，從而提高 HTC 加強模型 400 的性能。在本實施例中，特徵金字塔網絡 340 的輸出首先與一個 13x13 卷積層 432 連接。這個 13x13 卷積層 432 負責從特徵金字塔網絡 340 中捕捉複雜且詳細的全域特徵。此 13x13 卷積層 432 的輸出連接到一個 3x3 卷積層 434，此 3x3 卷積層 434 是用於從輸入（亦即：13x13 卷積層 432 的輸出）中提取和精煉局部特徵，增強全域特徵的表示。隨後，3x3 卷積層 434 的輸出連接到一個 1x1 卷積層 436。這個 1x1 卷積層 436 充當瓶頸，減少特徵的維度和壓縮信息，同時保留關鍵特徵。此 1x1 卷積層 436 的輸出是連接到全局平均池化層(global average pooling layer) 438。全局平均池

第7頁，共 13頁(發明說明書)

化層 438 計算輸入特徵圖的平均值，生成一個捕捉全局上下文信息的緊湊表示 (compact representation)。然後輸出生成的特徵圖，並用於提高 HTC 加強模型 400 在檢測頭髮毛囊和計算頭髮寬度方面的性能。通過將全局特徵增強模塊 430 納入 HTC 加強模型 400 中，頭髮特徵分析系統 100 可以更好地分析頭髮特徵，並提供有關頭髮健康和個性化髮護建議的有價值的見解。

請參照圖 4B，圖 4B 所繪示為框架-遮罩增強模組的示意圖。框架-遮罩增強模組 460 旨在創建一個更強的連接，將框架分支 310 和遮罩分支 320 結合，從而有可能提高實例分割結果的品質。在此實施例中，框架-遮罩增強模組 460 包括一個全連接層 462、一個重塑層(reshape layer) 464 和一個 13x13 卷積層 466。全連接層 462 連接到框架分支 310 的其中一個輸出層，輸出維度例如為 $N \times 4096$ ，其中 N 代表檢測到的邊界框的數量。全連接層 462 的功能是捕捉來自框架分支 310 的特徵，這可以改進遮罩分支 320 的預測效果。

之後，經由重塑層 464 將全連接層 462 輸出張量從 $N \times 4096$ 轉換為 $N \times 256 \times 14 \times 14$ 。此操作使張量能夠與接下來的 13x13 卷積層 466 所需的尺寸匹配。重塑層 464 將重塑後的輸出連接到 13x13 卷積層 466，而 13x13 卷積層 466 則連接到遮罩分支 320。通過以這種方式將框架分支 310 的特徵連接到遮罩分支 320，這樣框架-遮罩增強模組 460 能使遮罩分支 320 的預測更準確。

以下，將介紹框架-遮罩增強模組的兩種配置方式的實施例。在其中一實施例中，如圖 3B 所示，在 HTC 加強模型 400 的每個階段的框架分支 310 和遮罩分支 320 之間放置了一個框架-遮罩增強模組 460。這種設計有助於在每個階段將更準確的邊界框信息傳播到遮罩預測過程中。通過納入框架-遮罩增強模組 460，HTC 加強模型 400 能夠生成更精確的遮罩預測，並實現邊界框和遮罩之間更好的對齊。

接著，請參照圖 5，其所繪示為 HTC 加強模型的另一實施例的示意圖。遮罩分支 320' 放置在最後一個框架分支 310 之後，並使用框架-遮罩增強模組 460 來連接它們。這種設計的重點是在 HTC 加強模型 400' 的最後一階段中改善遮罩預測，這樣可以使用最精煉的邊界框信息。通過使用框架-遮罩增強模組 460 將最後的框架分支 310 與遮罩分支 320' 連接起來，HTC 加強模型 400' 可能會生成更精確的實例遮罩，與檢測到的邊界框更好地對齊。

以下，將對本發明之頭髮特徵分析方法進行綜合性描述。請參考圖 6，圖 6 繪示了本發明之頭髮特徵分析方法的流程圖。本發明中的頭髮特徵分析方法包括幾個步驟。首先，在步驟 S610 中，擷取一頭皮區域的一高放大率圖像和一低放大率圖像。之後，在步驟 S620 中，所擷取的圖像由預處理模組 120 預處理，包括調整大小、正規化和擴增等各種技術，以準備輸入圖像供人工智慧模型 130 使用。接著，在步驟 S630 中，預處理後的圖像輸入人工智慧模型 130，此人工智慧模型 130 使用 HTC 加強模型 400，以同時進行頭髮毛囊檢測和計算頭髮寬度。接下來，在步驟 S640 中，分析模組 140 對人工智慧模型 130 的輸出進行後處理。之後，在步驟 S650 中，將分析模組 140 的結果輸出。

在此，我們將對步驟 S640 和步驟 S650 進行更詳細介紹，先介紹步驟 S640。在人工智慧模型 130 從預處理的圖像中同時檢測該頭皮區域中的多個頭髮毛囊與多根頭髮寬度後，分析模組 140 接收人工智慧模型 130 所輸出的資訊，分析模組 140 基於這些資訊將頭髮分割，每根頭髮的中間段被選為寬度計算的基礎。然後，通過分析所選擇的頭髮段，確定與髮寬對應的像素數量。之後，分析模組 140 代表髮寬的像素計數轉換為現實世界的測量尺度（例如微米）以提供準確的髮寬。此外，分析模組 140 還計算細髮密度比率，即細髮（即直徑小於一定閾值的頭髮）與總頭髮數的比例。這個指標可幫助評估頭髮強度(hairstrength)，並識別可能的頭髮稀疏或斷裂問題。另外，分析模組 140 還

第9頁，共 13頁(發明說明書)

計算總頭髮密度比率，即所檢查的頭皮區域中頭髮毛囊總數與面積之比，這個參數有助於識別頭髮掉落或稀疏的程度。

一旦分析模組 140 計算出這些頭髮特徵，頭髮特徵分析系統 100 就進行步驟 S650，將結果呈現給用戶。在步驟 S650 中，顯示裝置 150 顯示分析後的圖像和計算的頭特徵，為用戶提供了一個視覺化的頭髮分析結果（如圖 8 所示）。此外，儲存模組 160 將分析後的圖像和計算得出的頭髮特徵儲存在資料庫中，方便隨時檢索和比較結果。這個功能可以用於追蹤頭髮健康進展或評估頭髮護理治療的有效性。此外，報告生成模組 170 根據計算出的頭髮特徵生成報告。這份報告可能包括頭髮分析結果的摘要、個性化的頭髮護理建議以及用戶頭髮健康相關的任何其他信息。報告可以列印、發送電子郵件或以其他方式與用戶共享，供參考和討論。

請參閱圖 7A 至圖 7C，圖 7A 至圖 7C 顯示出在實際操作中頭髮特徵分析系統所輸出的實景圖像。由這些實景圖像可知本發明之人工智慧模型 130 展示了其準確識別頭髮毛囊和頭髮的能力，可作為人工智慧模型 130 在檢測和分析頭髮相關特徵方面的有效性實證證據。須注意的是，圖 7A 至圖 7C 的實景圖像，是人工智慧模型 130 包括 HTC 加強模型 400 時的輸出結果。在圖 7A 中，人工智慧模型 130 能夠有效區分單個頭髮毛囊與周圍的皮膚和頭髮的髮絲，凸顯其檢測頭髮毛囊位置的精度。這種準確檢測頭髮毛囊的能力使頭髮特徵分析系統 100 能夠提供可靠的頭髮密度和分布測量。

圖 7B 展示了人工智慧模型 130 識別單根頭髮的能力。在有效識別單根頭髮的情況下，便可精確計算每根頭髮的寬度，這樣就可以提供用戶有關頭髮健康的有價值信息，例如平均髮徑、細髮密度比率和總頭髮密度比率。圖 7C 展示了人工智慧模型 130 成功地分割了單根頭髮和頭髮毛囊，也證實了 HTC 加強模型 400 在物體檢測和實例分割任務中的有效性。這種分割使頭髮特徵分析系統 100 能夠同時檢測頭髮毛囊並計算頭髮寬度，從而使分析結果改善。圖 7A 至圖 7C 所示的這些實景圖像提供了一個有力的視覺證明，證明了人工智慧模型 130 準確檢測和分析頭髮毛囊和頭髮的能力，同時展示了本發明之頭髮特徵分析系統 100 在真實環境中的實用性和有效性。

在上述的實施例中，人工智慧模型 130 是使用 HTC 模型和 HTC 加強模型為實施例，但人工智慧模型 130 也可使用 R-CNN 模型。當人工智慧模型 130 為 R-CNN 模型時，其第一步將是為輸入圖像中的毛囊生成潛在的邊界框或區域建議。可以使用選擇性搜索演算法或其他區域建議演算法並基於顏色、紋理和大小決定感興趣區域(regions of interest)。接著，對於每一感興趣區域，R-CNN 模型將應用預先訓練的卷積神經網絡(CNN)來提取有意義的特徵，卷積神經網絡將有助於識別毛囊和頭髮的模式和特徵，使模型能夠準確地識別和分段它們。特徵提取後，會對每一感興趣區域應用分類器以確定是否包含毛囊。分類器例如為支持向量機(supportvectormachine)，其使用上一步中提取的特徵來進行決策。再來，邊界框回歸是與分類步驟並行進行，其將優化所提出邊界框的坐標以更好地框選毛囊，提高毛囊檢測和分割的準確性。之後，R-CNN 模型便可將輸出的資料傳給分析模型 140，以進行後續的處理。

另外，人工智慧模型 130 還可以使用其他 R-CNN 模型的變體，例如：級聯 R-CNN 模型或遮罩 R-CNN 模型。其中，級聯 R-CNN 模型可以參考“Cascade R-

CNN: High Quality Object Detection and Instance Segmentation”這篇論文(<https://arxiv.org/abs/1906.09756>)，而遮罩 R-CNN 模型則可以參考“Mask R-CNN”這篇論文(<https://arxiv.org/abs/1703.06870>)。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

- 100、100'：頭髮特徵分析系統
- 110：圖像擷取裝置
- 120：預處理模組
- 130：人工智慧模型
- 140：分析模組
- 150：顯示裝置
- 160：儲存模組
- 170：報告生成模組
- S210-S250、S610-S650：流程圖步驟
- 300：HTC 模型
- 310：框架分支
- 320、320'：遮罩分支
- 330：語義分割模組
- 340：特徵金字塔網絡
- 350：區域建議網絡

- 400、400'：HTC 加強模型
- 430：全局特徵增強模組
- 432、434、436、466：卷積層
- 438：全局平均池化層
- 460：框架-遮罩增強模組
- 462：全連接層
- 464：重塑層

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】

一種頭髮特徵分析方法，包括：

擷取一頭皮區域的一高放大率圖像和一低放大率圖像，該高放大率圖像提供該頭皮區域中的頭髮毛囊的詳細資訊，而該低放大率圖像提供該頭皮區域中的頭髮密度和分布的整體視圖；

對該高放大率和該低放大率圖像進行預處理；

將已預處理的該高放大率圖像和該低放大率圖像輸入到一個人工智慧模型中，同時檢測該頭皮區域中的多個頭髮毛囊與多根頭髮寬度；

經由人工智慧模型分析後的該高放大率圖像和該低放大率圖像來計算出至少一頭髮特徵；

其中，該人工智慧模型包括 R-CNN 模型或 R-CNN 模型的變體；其中該人工智慧模型是一 HTC 加強模型，該 HTC 加強模型從一混合任務級聯模型進行修改而成，該 HTC 加強模型具有以下特點：

將該混合任務級聯模型中的一語義分割模組替換為全局特徵增強模組；

將來自該全局特徵增強模組的一精煉語義特徵與多個框架分支相連接；

引入至少一框架-遮罩增強模組，連接上述框架分支和至少一遮罩分支。

【請求項 2】

如請求項 1 所述的頭髮特徵分析方法，其中全局特徵增強模組包括多個具有不同核大小的卷積層，以提取多尺度特徵。

【請求項 3】

如請求項 1 所述的頭髮特徵分析方法，其中該 HTC 加強模型在每個階段都設有該框架分支和該遮罩分支，且該框架-遮罩增強模組的個數為多個，每一框架-遮罩增強模組連接在每個階段中的該框架分支和該遮罩分支之間。

【請求項 4】

如請求項 1 所述的頭髮特徵分析方法，其中該 HTC 加強模型在每個階段都設有該框架分支但僅設有一遮罩分支，該框架-遮罩增強模組配置在最後一個框架分支與該遮罩分支間，且該框架-遮罩增強模組連接最後一個框架分支和該遮罩分支。

【請求項 5】

如請求項 1 所述的頭髮特徵分析方法，其中該頭髮特徵包括平均頭髮直徑、細髮密度比率、或總髮密度比率。

【請求項 6】

一種頭髮特徵分析系統，包括：

一圖像擷取裝置，用於擷取一頭皮區域的一高放大率圖像和一低放大率圖像，該高放大率圖像提供該頭皮區域中的頭髮毛囊的詳細資訊，而該低放大率圖像提供該頭皮區域中的頭髮密度和分布的整體視圖；

一預處理模組，用於預處理所擷取的該高放大率圖像和該低放大率圖像；

一人工智慧模型，依據所述預處理所擷取的該高放大率圖像和該低放大率圖像同時計算頭髮寬度並檢測頭髮密度和分布，其中人工智慧模型包括 R-CNN 模型或 R-CNN 模型的變體；

一分析模組，用於接受該人工智慧模型所分析後的圖像和計算出至少一頭髮特徵；

其中該人工智慧模型是一 HTC 加強模型，該 HTC 加強模型從混合任務級聯模型進行修改而成，該 HTC 加強模型具有以下特點：

將該混合任務級聯模型中的一語義分割模組替換為全局特徵增強模組；

將來自該全局特徵增強模組的一精煉語義特徵與多個框架分支相連接；

引入一框架-遮罩增強模組，連接上述框架分支和至少一遮罩分支。

【請求項 7】

如請求項 6 所述的頭髮特徵分析系統，其中全局特徵增強模塊包括多個具有不同核大小的卷積層，以提取多尺度特徵。

【請求項 8】

如請求項 6 所述的頭髮特徵分析系統，其中該 HTC 加強模型在每個階段都設有該框架分支和該遮罩分支，且該框架-遮罩增強模組的個數為多個，每一框架-遮罩增強模組連接在每個階段中的該框架分支和該遮罩分支之間。

【請求項 9】

如請求項 6 所述的頭髮特徵分析系統，其中該 HTC 加強模型在每個階段都設有該框架分支但僅設有一遮罩分支，該框架-遮罩增強模組配置在最後一個框架分支與該遮罩分支間，且該框架-遮罩增強模組連接最後一個框架分支和該遮罩分支。

【發明圖式】

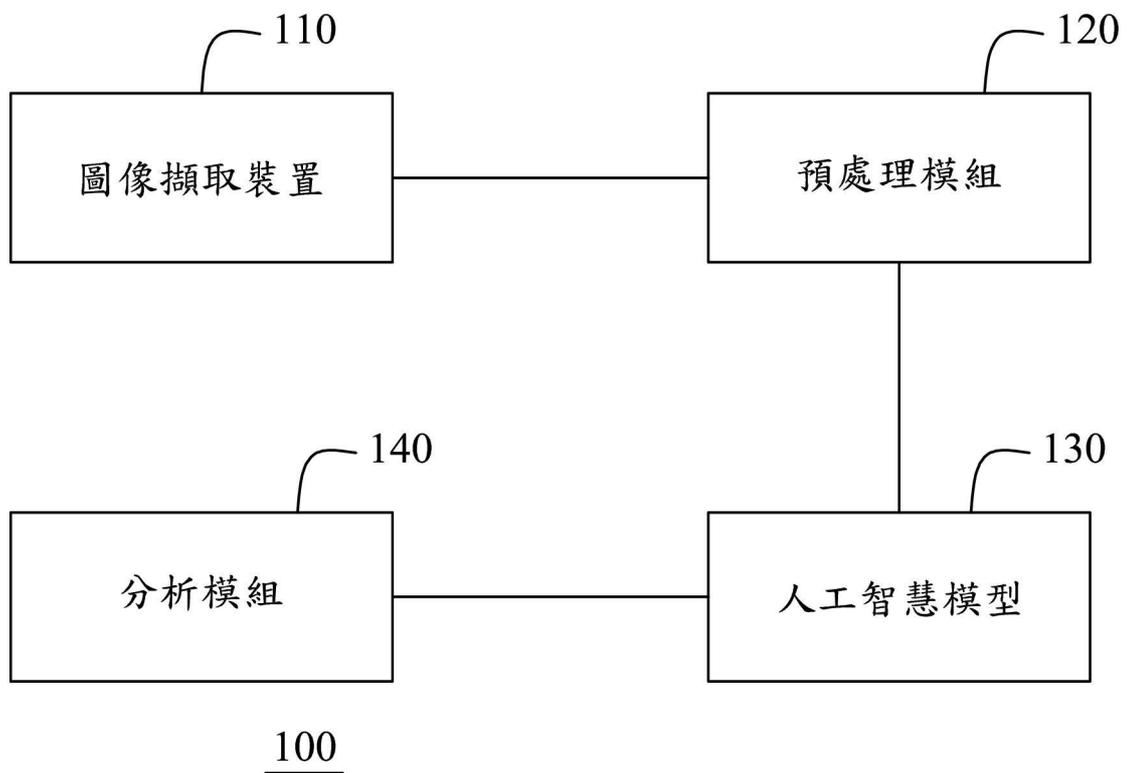


圖1A

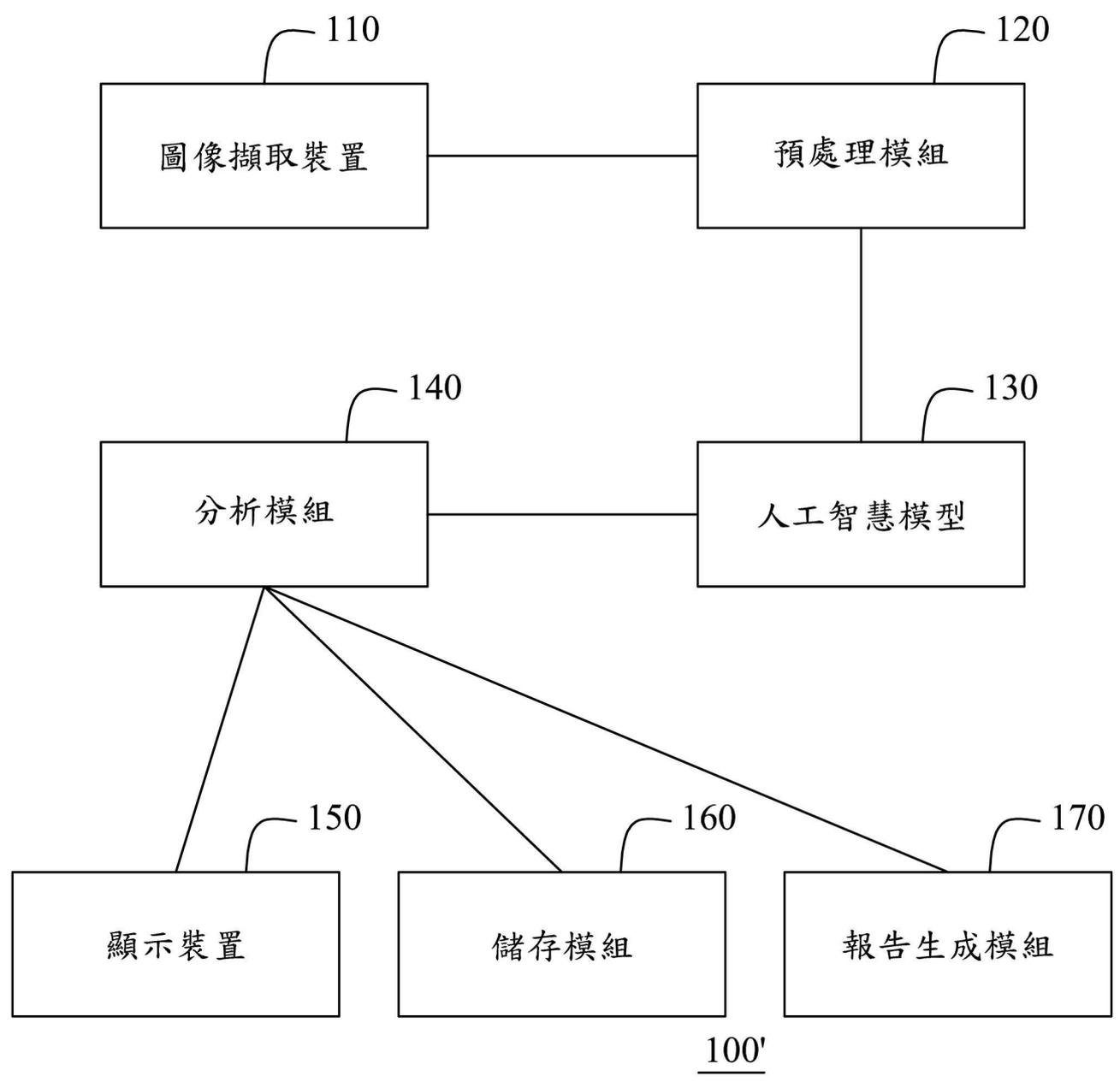


圖1B

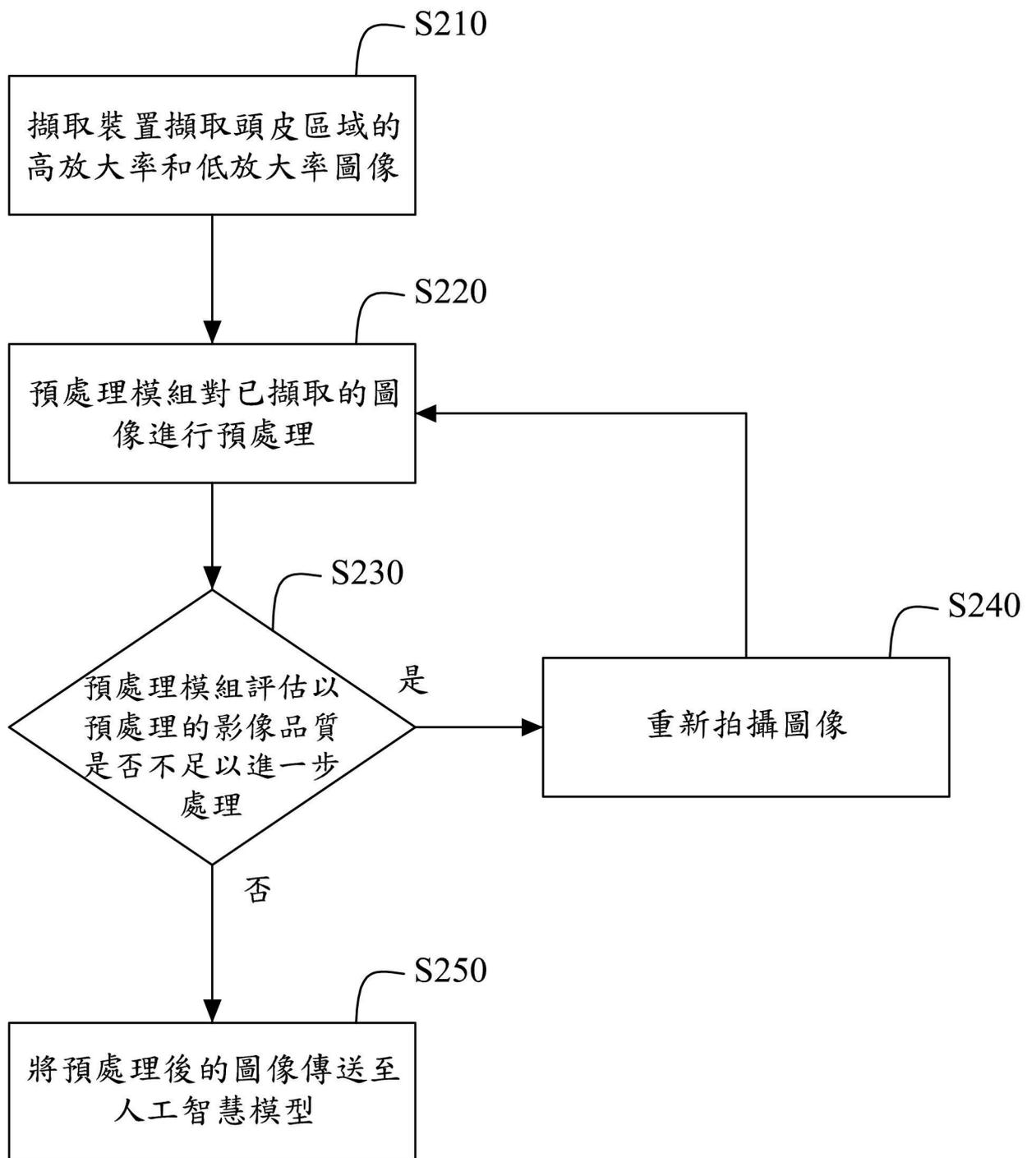


圖2

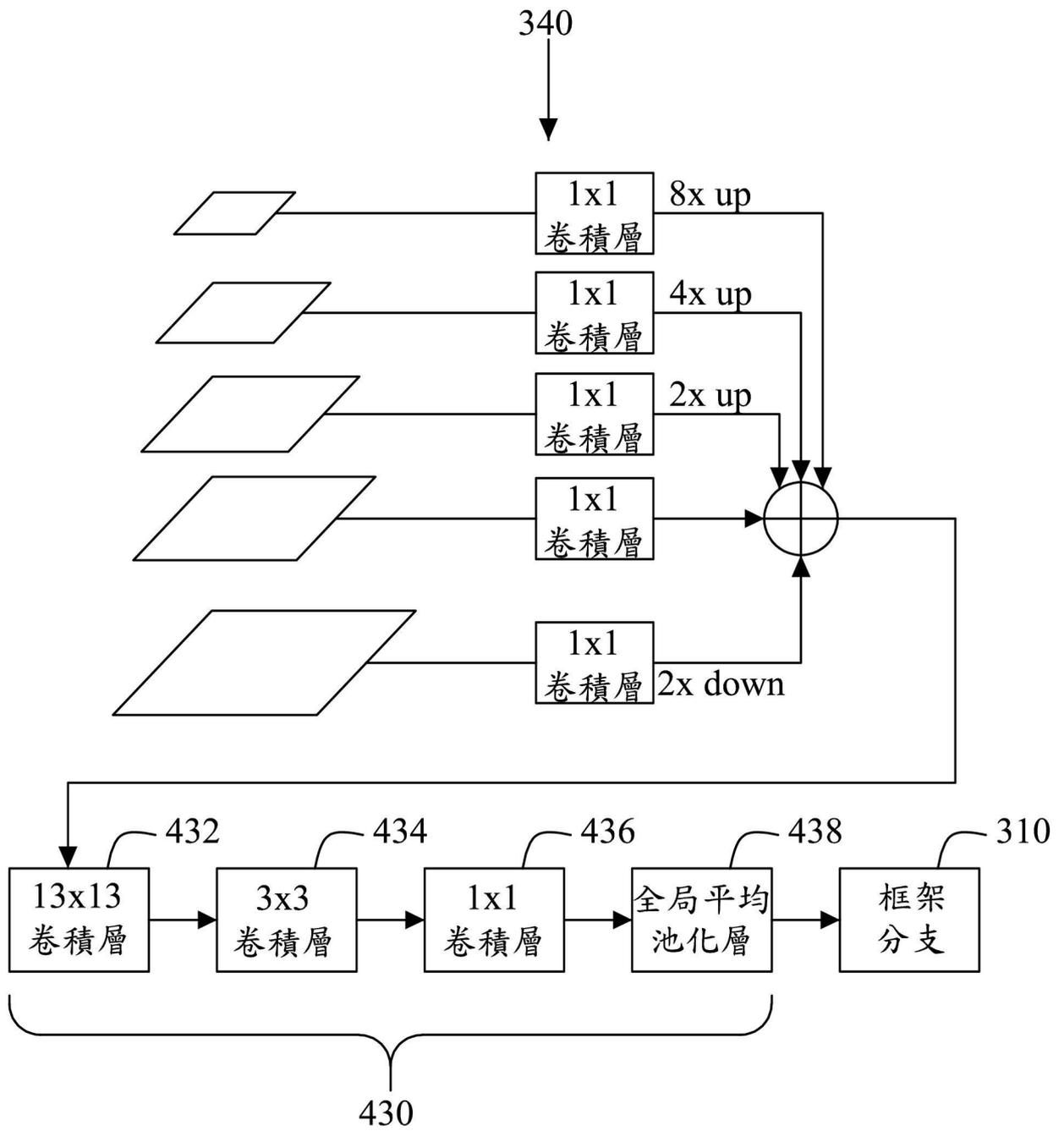


圖 4A

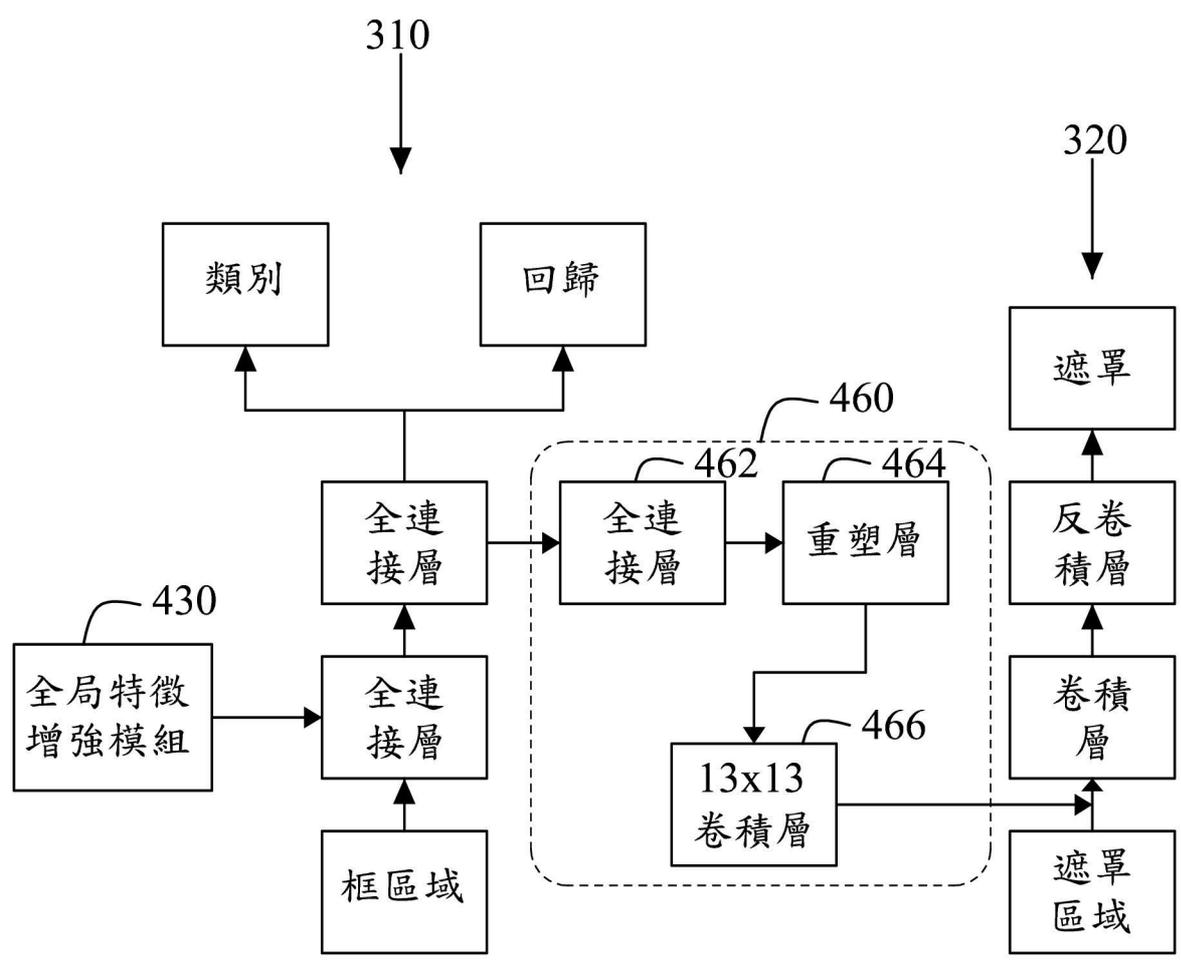


圖4B

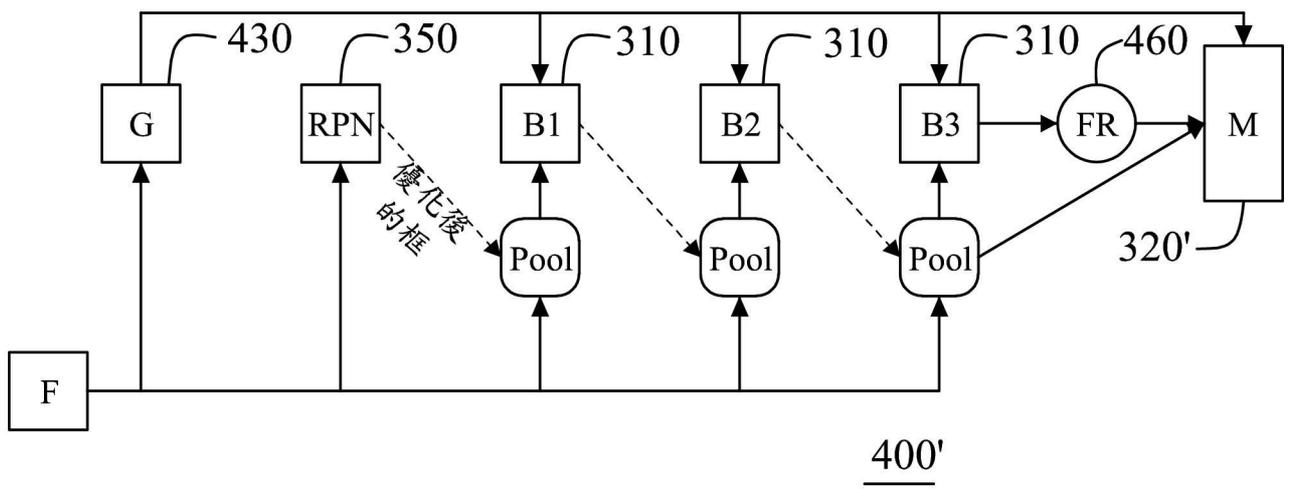


圖5

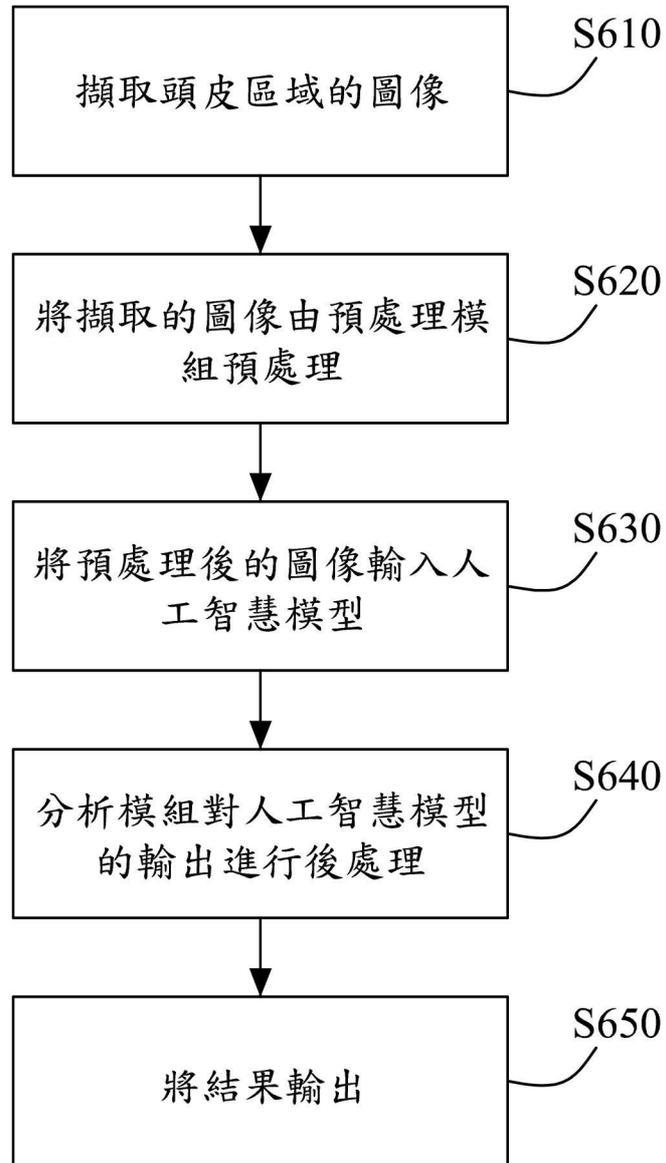


圖6

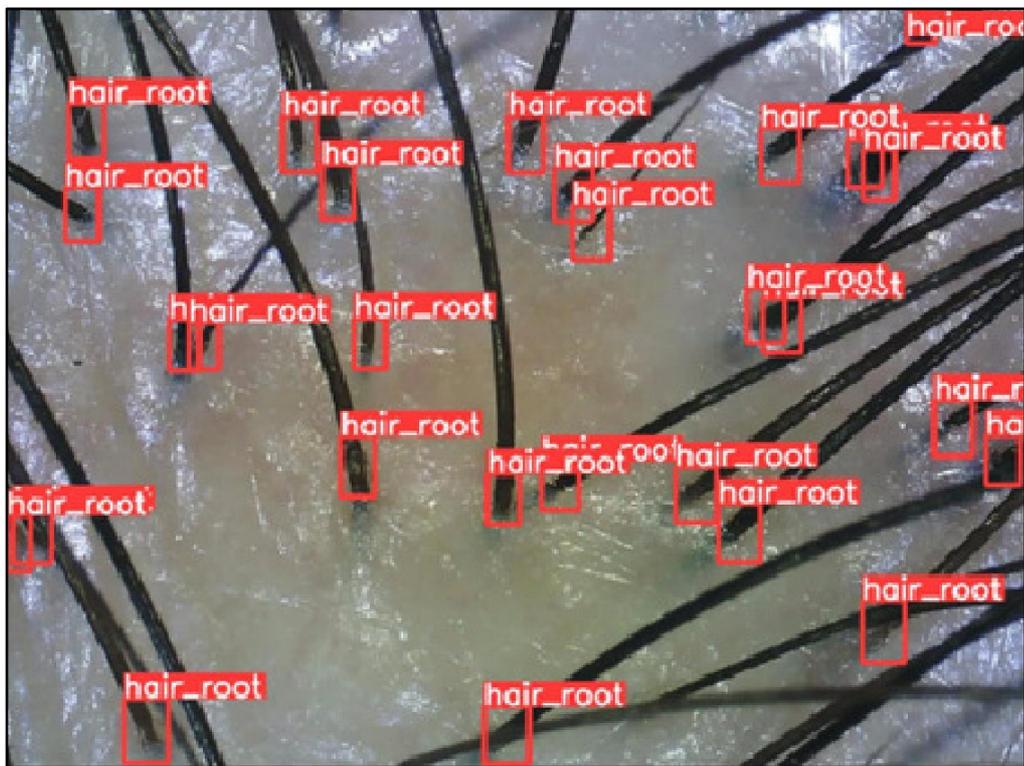


圖7A

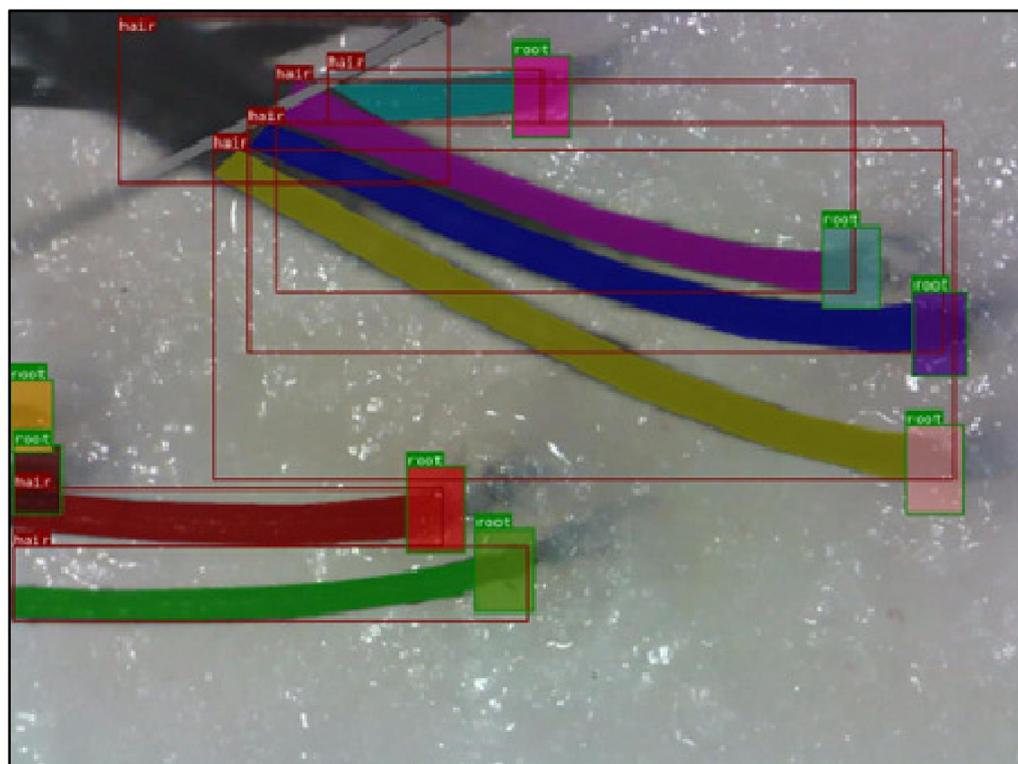


圖7B

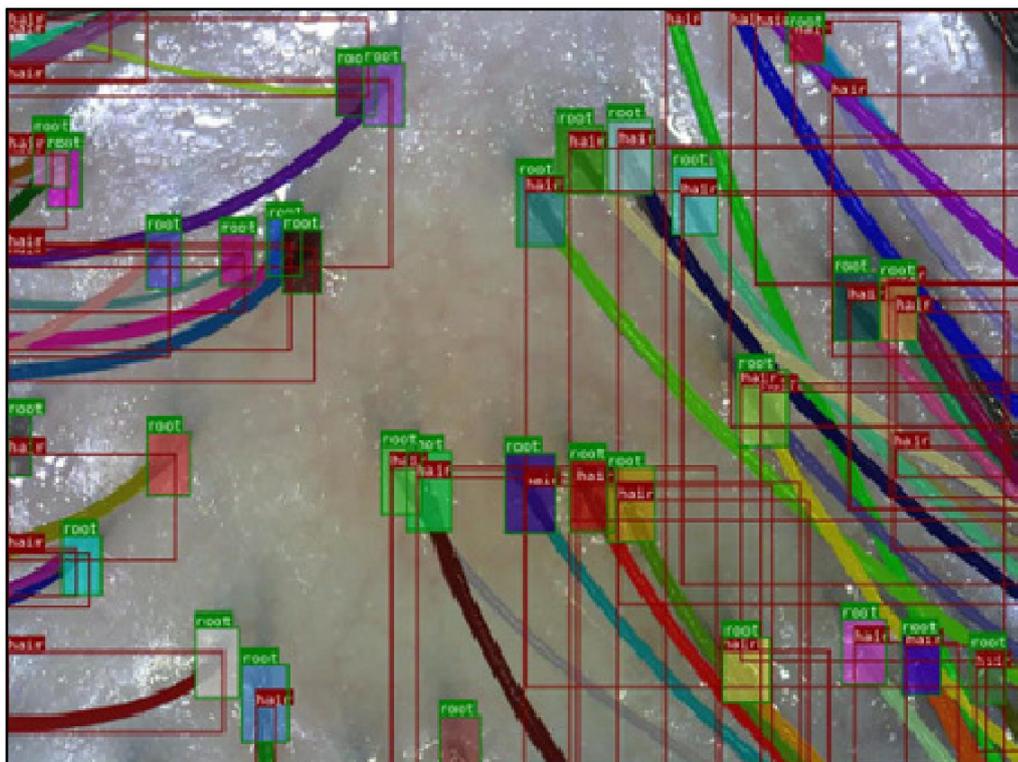


圖7C

ScalpX		通知	上一頁	首頁	設定	登出	門市名稱	帳號名稱	
患部區-1	髮漩區	毛囊炎		-		-			
落髮分析結果						按一次為選取，在按一次為取消		分析結果參考	標準值參考
檢測部位	高倍率(近焦)	平均髮徑(μm)	分析結果	低倍率(遠焦)	細髮密度比	分析結果	總髮量密度(每平方公分)	分析結果	外觀照
原生髮區		95	-		8.29%	-	97.14	-	
部位1 頂部區		89	正常		25.33%	輕微	102.21	正常	
部位2 左側		92	輕微		10.17%	中度	88.62	正常	
部位3 右側		32	重度		57.37%	重度	120.30	正常	

圖8