

### 三、研究計畫內容（以中文或英文撰寫）：

(一) 研究計畫之背景。請詳述本研究計畫所要探討或解決的問題、研究原創性、重要性、預期影響性及國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述等。如為連續性計畫應說明上年度研究進度。

#### 一、計畫之背景及開發動機

近年來，受到新冠疫情影響，人們就醫習慣也逐漸改變，相比 2019 年，去年 2021 年全台門診人次減少了 6000 萬次。隨著科技日新月異的進步，行動醫療、遠距照護是未來的趨勢，在減少人員移動下，對病毒擴散、減少碳排放等都有幫助。如何在非侵入式的方法下量測更多的生理數據，是目前許多研究的主要目標。

貧血是一個全球性的公共衛生問題，對人類健康產生重大影響。世界衛生組織 (WHO) 估計約有 20 億人患有貧血症，其定義為血紅蛋白(hemoglobin, Hb)濃度低於閾值[1]。正常情況下，Hb>9-10 g/dl 不會出現明顯症狀，因為人體會執行代償機制，例如增加輸出的血量，通過這種方式釋放的氧氣量組織幾乎保持不變。當代償不能保證足夠劑量的氧氣時，就會出現疲勞、面色蒼白、易怒、心率加快、失眠、頭痛等多種症狀。不管其病因如何，由於嚴重程度的貧血會損害細胞並造成從重要器官損傷到可能危及生命的狀況的損害，在許多情況下，必須根據 Hb 對貧血患者進行輸血，然而這種數值可以每天波動的幅度很大。貧血是通過測量血紅蛋白水平來評估的，血紅蛋白是紅細胞中的一種蛋白質，是貧血最可靠的指標，因為 Hb 為身體的所有細胞提供氧氣。臨床上診斷貧血的標準臨床方法主要依賴於抽血監測血液 Hb 的濃度。頻繁的抽血會導致患者的不適，甚至進一步前往化驗室的費用相當可觀。

許多研究對估計貧血的身體部位的蒼白提出了討論。例如 Aggarwal 研究了手掌蒼白對貧血診斷的有效性[3]。還有通過提取皮膚中的 Hb 和黑色素來研究皮膚顏色和紋理分析是否貧血[4]。除此之外，也有了先前的研究報告了皮膚與 Hb 之間關係的研究[5]。也因此有些研究比較了手掌皮膚和結膜蒼白來診斷貧血的準確度[6]，發現結膜蒼白的敏感性高於手掌蒼白。多年來，醫生通常通過觀察眼瞼結膜來估計人的貧血情況。這種做法在許多地區仍然普遍存在，甚至在無法輕易抽血測血紅素的地區更是成為唯一辨別貧血的標準。在一些文獻中，根據結膜蒼白的評估，在貧血和非貧血患者之間達到了十分高的準確度[7]。然而另一篇文獻卻指出了結膜蒼白評估受觀察者的強烈影響[8]。

此外，黃疸也稱為高膽紅素血症是由於過量膽紅素的積累導致身體組織出現黃色變色。只有當膽紅素過多時才會發生膽紅素沉積，這是產生增加或排泄受損的跡象[9]。黃疸的不同原因發生的頻率因年齡、地理和社會經濟階層等多種因素而異[10]。黃疸的出現是臨床醫師判斷肝功能是否變差的不可或缺的重要症狀之一[11, 12]。正常血清膽紅素水平大約落在 1~1.5mg/dl；然而，黃疸的臨床表現是鞏膜黃疸（眼鞏膜周圍發黃）或者是皮膚上的顏色有改變，只有當黃疸水平超過 3 mg/dl 時才能夠有明顯的表現[13]。鞏膜又由於其高彈性蛋白含量，鞏膜對膽紅素具有高親和力[14]。也因此如果能夠早期的發現鞏膜的黃疸，對於及早投與抗病毒性肝炎的藥物，或者是停止使用肝毒性的藥物時機來說，是非常重要的一个預警的環節。

#### 解決方案

有鑑於上述討論，就眼睛的量測，如何研製出可以辨識結膜蒼白與鞏膜發黃的程度，對貧血與黃疸進行非侵入性的專業評估，對於病患有很大的助益。為了進一步實踐數位醫療暨遠距照護，本計畫希望能夠藉由 AI 圖像演算法結合智慧型手機，製作行動醫療 App，使用非侵入式的方法讓貧血

或是黃疸病情可簡易的被監測，可防止再病情進一步變嚴重之前，能夠早期偵測，早期提醒患者接受進一步的治療。擬透過本計畫來研究開發 AI 演算法進行量測校正與估測，期能達到居家就可以即時監測，得到精確的量測結果。除此之外，在現階段的醫療行為的演進，我們也預見到了高齡化的社會具有就醫上的不方便性，也因此未來若將此計畫研製之非侵入性量測技術導入智慧手機後，亦可大幅增進資訊收集與回報功能，譬如說:如果患者端沒有在固定的時間之內回報，我們可以在緊急聯絡人端發送相關警訊，通知緊急聯絡人病患有可能發生預期外的風險（因為嚴重貧血導致的暈厥或者是休克，肝功能直線的上升近一步誘發之後的肝腦病變與意識不清，讓患者無法定期的回傳自身健康資訊）。

本計畫擬研製之貧血與黃疸偵測技術將整合到現今社會幾乎人手一支的智慧型手機中，藉由簡明扼要的 APP 介面，可以一目瞭然患者現階段的黃疸與貧血數值。

## 二、國內外研究暨產業現況、發展趨勢分析

### (一)國內外研究發展方向

#### 行動醫療 APP 量測貧血、黃疸之相關文獻

在國外的相關研究方面，我們可分別從貧血與黃疸來討論：

就貧血現階段的發展，有研究指出可以在手機鏡頭旁額外裝置特殊的光源[16]，運用手指上的微血管成相色素，經演算過後與血紅素的絕對值進一步的比對與校正，如圖 1-1 所示，然而，此發法因需要額外的光源模組，容易造成使用上的不便性。

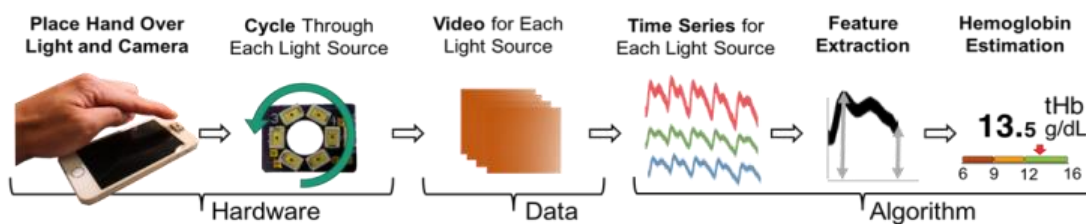


圖 1-1 用手指來偵測血色素的狀況示意圖[15]

在近年來的演進之下，逐漸地想要直接偵測可比較精準確定貧血狀況的下眼瞼的顏色來診斷貧血的部分，讓手機的鏡頭可以針對下眼瞼的色澤做出精確的比對分析，如同圖 1-2 所示，至於色澤的白平衡部分，可藉由眼白的部分來校正貧血的程度，並且以此避開需要用色卡校正的部分。然而，此方法還是容易受到環境光影響到其判別的結果，當然也無法適用於研究環境外的其他手機上使用。

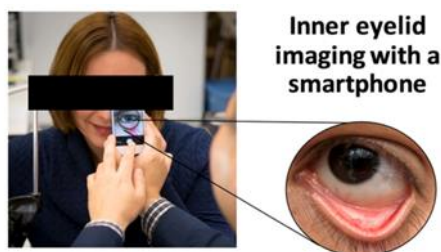


圖 1-2 直接用下眼瞼的色澤診斷貧血的嚴重程度示意圖[18]

如圖 1-4 所示，Shaun Collings 等人[17]使用兩款智慧型手機來進行眼瞼的拍攝，以及搭配色卡來進行環境光的校正，利用數位影像來估測病人貧血的狀況，而另一普渡大學 Young L. Kim 的研究團隊開發一種使用智能手機的人眼皮圖像[18]，評估血液血紅蛋白水平的方法，無需抽血即可執行最常見的臨床檢測之一的功能，可以幫助減少實體就診的需求，使不便實體就診的患者更為輕省，其結果表 CM03A

表明，使用智慧手機開發的預測誤差，與臨床血液測量的誤差在 5% 到 10% 之內。

### Sensitivity and specificity of anaemia detection using consumer camera and a smartphone

To assess the diagnostic utility of conjunctival EI analysis, we first had to select an EI threshold that would produce the most clinically useful tool with regards to sensitivity and specificity.

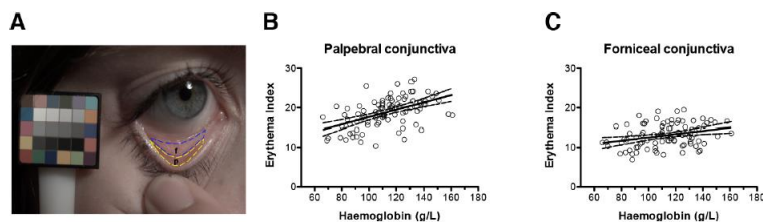


圖 1-3. 行動醫療 APP 於智慧型手機之貧血量測[17]

Robert G. Mannino 等人則於 Nature 期刊上發表利用智慧型手機拍攝影像的方式[19]，實現非侵入式量測貧血的行動醫療 APP，而其拍攝的目標則是指甲，透過分析指甲的顏色進而推算出貧血的相關數值，拍攝完影像後可以選擇要分析的指甲目標，同樣使用影像處理相關的演算法來實現需求。



圖 1-4. Robert G. Mannino 等人於 Nature 期刊上發表之行動醫療 APP[19]

由上述文獻可得知智慧型手機之數位影像已大量使用於醫療感測，但是大多數的實例在環境光的消除以及影像拍攝的方式都有能夠改進的地方，例如大多數的研究在擷取影像的同時，需要患者手持校正色卡進行拍攝，以求取相對顏色的比較與去除背景光的干擾，但是因為色卡的保存與收納對於患者會造成不便，實際使用上也容易因色卡的保持狀況或拍攝角度差異而造成估計的誤差。又如：拍攝眼瞼時需要作出下拉眼瞼的動作同時又要使用手機後鏡頭進行拍攝，這對使用者來說十分不便，若同時要拿色卡對影像作校正，勢必就需要有第二人來協助拍攝。環境光是影響影像判斷的重要因素之一，如何獲得不受光源影響的影像，是行動醫療 APP 重大的課題。此外，如何能夠用於計畫實驗研究之外的手機，走進臨床端使用更是重要且挑戰的議題。

因此本計畫擬研製能夠實際使用於臨床上且方便獨居者使用的行動醫療 APP，一個人就能使用智慧型手機鏡頭拍攝準確的影像，於環境光校正方面擬設計出不需要額外色卡，能適用於大多數市面上流行的智慧型手機，與醫療相關單位合作，發展具臨床端使用價值之成果。

關於黃疸的成像部分，BiliScreen[16] 使用智慧手機的內置鏡頭來收集人眼的照片。鞏膜(或白色眼睛的一部分)是使用計算機視覺從圖像中提取的。描述鞏膜顏色的特徵然後通過回歸模型生成和分析以獲得膽紅素估計值。由於不同的照明條件可以改變同一場景的顏色，Biliscreeen 使用了第一個附件是一個頭戴式的盒子(圖 1-5a)，其類似於頭戴式 VR 顯示器，能同時阻擋環境照明並提供受控的內部照明閃光。第二個附件是一副印有彩色方塊的紙眼鏡，便於校準(圖 1-5b)。



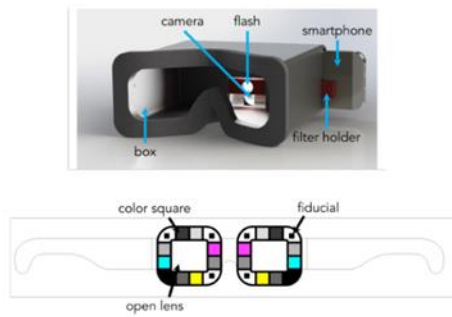


圖 1-5(a)[16]

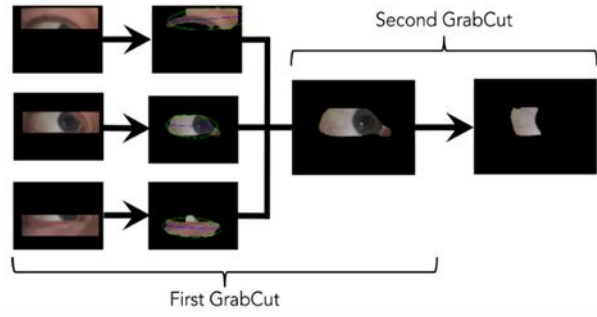


圖 1-5(b)[16]

### 環境光中的自動白平衡校正

白平衡是拍攝和錄影中用於確保在不同照明條件下顏色準確呈現的過程，白平衡校正是圖像處理中重要的步驟。在一般室內環境當中光線可能包含多種色溫不同(光譜不同)的光源，導致最終圖像中的顏色失真，自動白平衡校正是一種透過圖像中的顏色以匹配參考白點來校正顏色失真。可利用許多各種技術來完成，例如：分析環境中的顏色並調整色彩平衡以消除任何色偏；或者使用機器學習演算法[20]，根據場景中的顏色和照明條件預測適當的白平衡校正。可以提高最終圖像的準確性。

白平衡校正是個老議題，現今幾乎生活中的每個相機皆處處可見，容易做但卻不容易做到很精準，近年來由於人工智慧的發展，又掀起了更高端穩健的白平衡方法。例如作者 Mahmoud Afifi 等人利用 DNN 模型進行白平衡校正，其方法是 GridNet 的 DNN 架構，由三個主要單元組成：殘差、下採樣和上採樣。DNN 處理使用不同白平衡設置渲染的串聯圖像，無論輸入圖像的數量如何，第一個殘差單元都有八個輸出通道。前三列中的殘差將輸入特徵的維度減少了兩倍，並將輸出通道的數量加倍，而最後三列中的上採樣單元將輸入特徵的維度增加了兩倍。該方法在三個不同的數據集上進行了評估：Cube+ 數據集、一組來自 MIT-Adobe 5K 數據集的混合光源場景，以及作者生成的綜合測試集。

該方法在三個不同的數據集上進行了評估：Cube+ 數據集、一組來自 MIT-Adobe 5K 數據集的混合光源場景，以及作者生成的綜合測試集。其結果使用 MSE、MAE、 $\Delta E$  2000 方法進行比較。其中使用不同的白平衡設置對模型進行訓練。表現最好的結果以黃色和粗體字體突出顯示，而第二和第三好的結果以綠色和紅色字體表示。

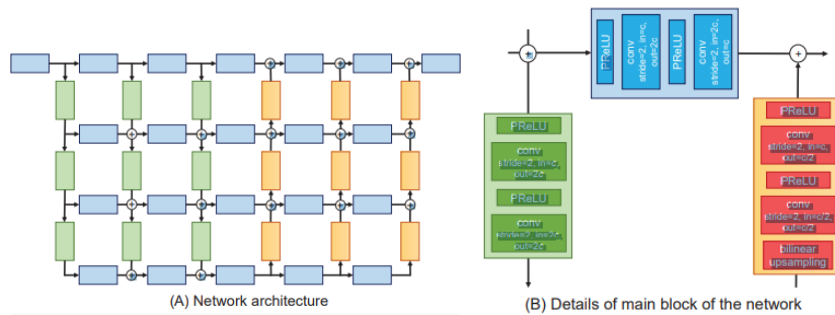


圖 1-6. 作者 Mahmoud Afifi 等人所採用模型架構示意圖[20]

Method	MSE				MAE				$\Delta E$ 2000				Size
	Mean	Q1	Q2	Q3	Mean	Q1	Q2	Q3	Mean	Q1	Q2	Q3	
FC4 [47]	371.9	79.15	213.41	467.33	6.49°	3.34°	5.59°	8.59°	10.38	6.6	9.76	13.26	5.89 MB
Quasi-U CC [17]	292.18	15.57	55.41	261.58	6.12°	1.95°	3.88°	8.83°	7.25	2.89	5.21	10.37	622 MB
KNN WB [7]	194.98	27.43	57.08	118.21	4.12°	1.96°	3.17°	5.04°	5.68	3.22	4.61	6.70	21.8 MB
Interactive WB [6]	159.88	21.94	54.76	125.02	4.64°	2.12°	3.64°	5.98°	6.2	3.28	5.17	7.45	<b>38 KB</b>
Deep WB [5]	<b>80.46</b>	15.43	33.88	<b>74.42</b>	<b>3.45°</b>	1.87°	2.82°	<b>4.26°</b>	<b>4.59</b>	2.68	3.81	<b>5.53</b>	16.7 MB
<b>Our results</b>													
$p = 256, WB = \{t, f, d, c, s\}$	235.07	54.42	83.34	197.46	6.74°	4.12°	5.31°	8.11°	8.07	5.22	7.09	10.04	5.10 MB
$p = 128, WB = \{t, f, d, c, s\}$	176.38	16.96	35.91	115.50	4.71°	2.10°	3.09°	5.92°	5.77	3.01	4.27	7.71	5.10 MB
$p = 64, WB = \{t, f, d, c, s\}$	<b>161.80</b>	9.01	<b>19.33</b>	90.81	4.05°	1.40°	<b>2.12°</b>	4.88°	4.89	2.16	<b>3.10</b>	6.78	5.10 MB
$p = 64, WB = \{t, f, d, c, s\}, w/o L_s$	189.18	11.10	23.66	112.40	4.59°	1.57°	2.41°	5.76°	5.48	2.38	3.50	7.80	5.10 MB
$p = 64, WB = \{t, f, d, c, s\}, w/shuff.$	197.21	24.48	55.77	149.95	5.36°	2.60°	3.90°	6.74°	6.66	3.79	5.45	8.65	5.10 MB
$p = 64, WB = \{t, d, s\}$	168.38	<b>8.97</b>	19.87	105.22	4.20°	<b>1.39°</b>	2.18°	5.54°	5.03	<b>2.07</b>	3.12	7.19	5.09 MB

圖 1-7. 作者 Mahmoud Afifi 等人實驗結果比較 [20]

另外，白平衡對於不同情境下也許採取不同的對策，例如用於增強水下圖像基於傳統的統計方法性能有限，而水下的影像基於深度學習的方法得到很好的效果，但計算成本很高，因此作者 Ziyuan

Xiao, Yina Han 等人提出的 USLN 使用統計數據來指導圖像增強，並顯著降低所需的網絡容量，同時實現最先進的性能。首先根據圖像的平均值和最大值使用統計數據來平衡圖像中的顏色，然後在多個顏色空間中調整直方圖分佈。最終的增強圖像是通過組合來自每個顏色空間的增強圖像獲得的。USLN 似乎在 MSE、PSNR 和 SSIM 方面取得了良好的結果。完整模型的性能優於消融模型，這表明模型中的每個模組（雙統計白平衡、多色空間拉伸和殘差增強）都對模型的整體性能做出了貢獻。

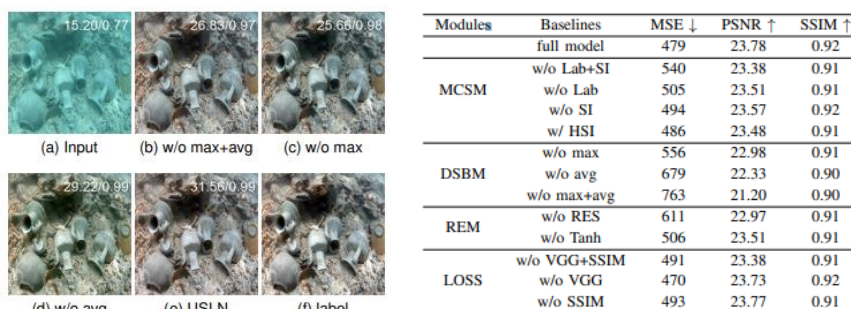


圖 1-8. Ziyuan Xiao 等人提出的 USLN 與各方法比較結果比較[21]

### 本實驗室過往相關研究成果

有鑑於方便且隨身攜帶量測之需求，本實驗室曾以“皮膚量測”為出發點，於 109 年度科技部計畫「結合人工智慧與光譜感測晶片於低成本、可攜式、穩健且精確皮膚光譜與顏色量測技術研製」之研究成果中已利用晶片型光譜感測器探討皮膚顏色之量測，內容包含：

#### 1. 完成皮膚光譜與顏色量測技術平台：

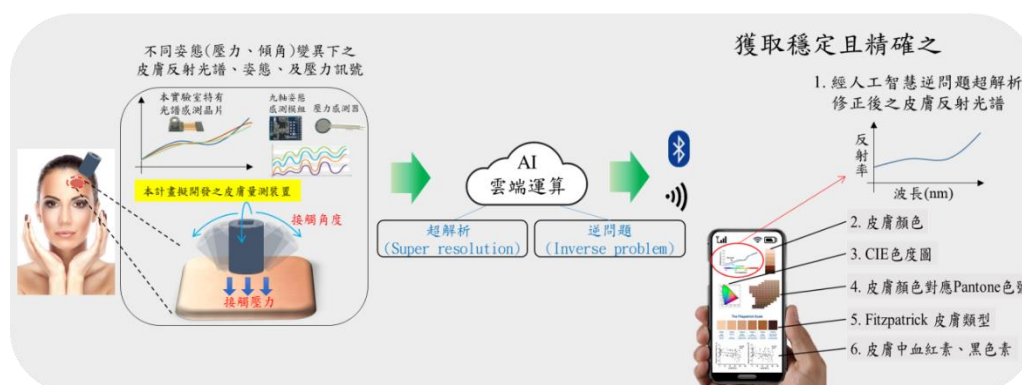


圖 1-9.本實驗室開發結合人工智慧與光譜感測晶片於精確皮膚光譜與顏色量測技術平台示意圖

此開發相關項目於 2019 民生電子研討會榮獲“最佳口頭報告獎”，其研究成果亦於 2022 年發表於 Sensors 期刊：“Developing low-cost mobile device and Apps for accurate skin spectrum measurement via low-cost spectrum sensors and deep neural network technology” Sensors, vol. 22, no. 22, pp. 8844-8857, Nov., 2022.[21]。有鑑於人工智慧技術目前之蓬勃發展與應用潛力，如圖 1-9 所示，此工作項目使用人工智慧逆問題(Inverse problem)演算法進行提升皮膚量測光譜之穩定性，分析接觸式皮膚量測模組之量測變因(如溫度、量測傾角、接觸壓力等)，首先以國立臺北科技大學學園為主，利用研製之隨身型皮膚量測裝置(附加額外感測模組：溫度感測器、九軸姿態感測模組與壓力感測器)於各式量測變因下收集數據，其中包含不同姿態變異下之皮膚反射光譜、溫度、姿態、及壓力感測訊號，以及正常參考姿態下之膚色反射光譜。以及利用基於卷積神經網路(CNN-based)架構於逆問題(Inverse problem)[M. T. McCann, 2017] 之演算法，藉以提昇皮膚量測光譜之穩定性。

## 2. 已完成機器學習超解析演算法於皮膚量測應用下，提昇皮膚量測光譜之解析度：

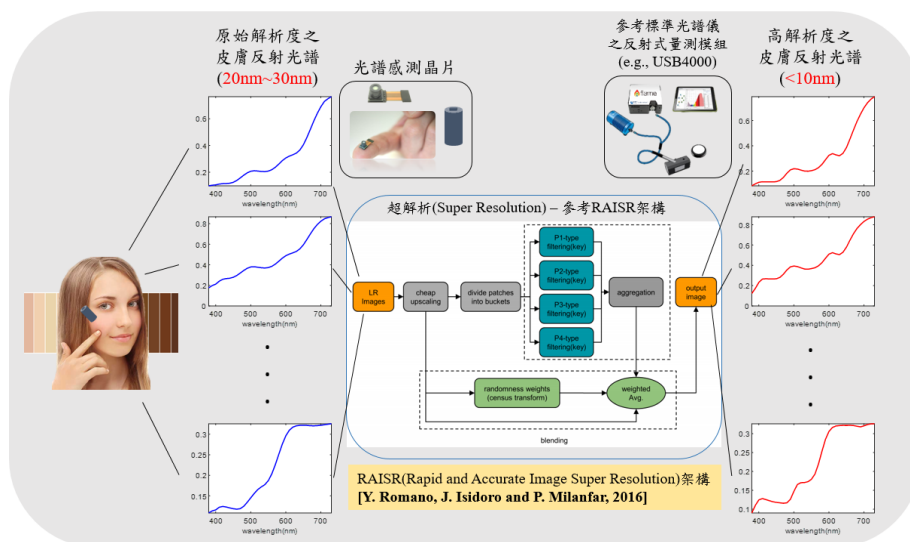


圖 1-10. 利用超解析演算法於皮膚量測應用下提升皮膚量測光譜解析度

本工作項目使用人工智慧超解析(Super resolution)演算法進行提升皮膚量測光譜之解析度，首先以國立臺北科技大學校園為主，基於研製之隨身型皮膚量測裝置暨參考儀器(如 USB4000 光譜儀+HL2000 鹵素燈光源+Ocean Optics 反射光纖)收集訓練所需之皮膚反射光譜數據，其中又分為原始解析度(約 20nm~30nm)以及高解析度(<10nm)之皮膚反射光譜，利用 Google 於 2016 年提出的一項新技術，基於機器學習於圖像超解析 RAISR(Rapid and Accurate Image Super Resolution)架構[Y. Romano, J. Isidoro and P. Milanfar, 2016] 之演算法，其優點在於其效能超過普遍超解析度解決方案，同時速度提升大約 10 至 100 倍，我們使用其於 GitHub 上提供之 MATLAB 原始碼來探討於皮膚量測應用下提升皮膚量測光譜解析度。

## 3. 微型光譜儀感測技術：

本實驗室過往有豐富的感測技術開發經驗，在本計畫中所需的環境光量測(以便作為環境光消除演算法開發之資訊)以及物件的光譜量測(以便做後續各手機各鏡頭的量測校準)，可利用本實驗室過往與韓國新創公司 nanolambda Inc.開發的微型光譜儀來協助完成。此開發的新式的微型化光譜感測器其利用光譜感測晶片，能提供隨身型光譜量測方案，解決傳統光譜儀體積大與成本高的問題，達到小尺寸且低成本的目標。透過全波長之光譜感測訊號，本計畫可獨特地簡易且快速檢測暨收集環境光資訊，提供高穩健度、高精確度之光譜訊號，做為演算法開發中的 ground truth 資訊，亦可作為人工智慧模型訓練的輸入/輸出參數，近一步探討於影像白平衡演算法開發。

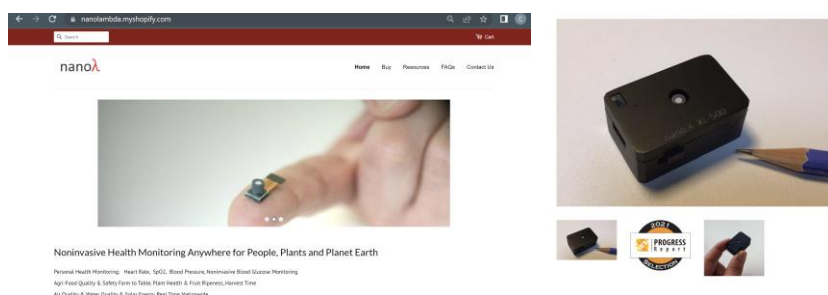


圖 1-11. 本實驗室與韓國新創公司 nanolambda Inc.發展之微型光譜感測器示意圖

## 本計畫初步進行結果

### 本實驗室已與新國民醫院和雙和醫院合作進行 IRB 試驗初步收集臨床數據

如何採集大量且具多樣性的資料是相當重要的課題，目前本實驗室已與國內的兩家醫院展開合作  
表 CM03A



(附件一)，初步實行 IRB 試驗進行數據採集，如圖 1-10.所示，目前對於眼睛影像與黃疸貧血量測數據收集已有一些初步心得，讓本計畫有了一個良好的開始。除了進入洗腎室，我們也在新國民醫院的健檢中心製作招募受測者的海報，收集多樣化數據以利未來蒐集數據時能夠保持資料的平衡性與多樣性。



圖 1-12.(a)於新國民醫院進行 IRB 試驗(b)招募受測者海報

### 目前已初步進行眼結膜色澤與貧血分析

我們已將蒐集到目前的資料進行初步的分析，擷取眼瞼的部分進行貧血與 RGB 的關聯性分析，其初步結果如圖 1-13.，可看出根據眼部影像的 RGB 值與貧血分類(有無貧血)是有高關連性的，尤其平均值與中位數的分布更是有高度相關性，結果正面，期待未來將可收集更多數據，利用這些數據進一步進行神經網路模型訓練，得到穩健且精確之模型。

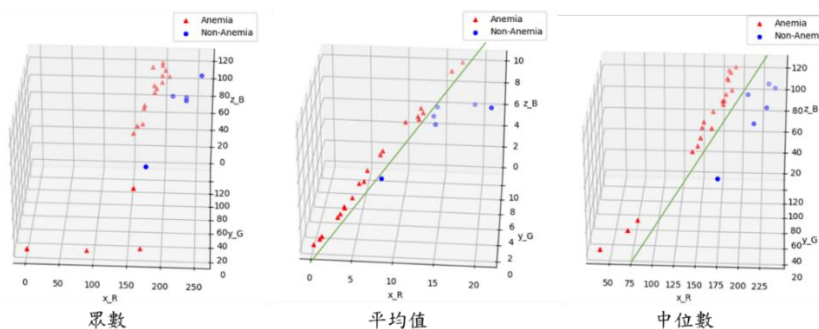


圖 1-13.貧血初步分析結果

### 三、計畫目標：

在此計畫中，如圖 2-1 所示，我們擬以黃疸、貧血的數值預測做為開端，結合類神經網路辨識及校色演算法技術，開發使用者能獨立方便使用的、能在不同手機廠牌上運行且具精簡、有效 AI 模型之行動醫療 APP。

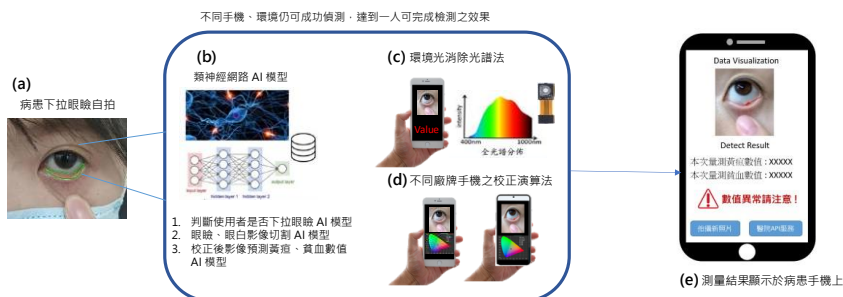


圖 2-1. 本計畫擬研製之黃疸、貧血量測系統示意圖

為了能夠使計畫順利進行，本計畫進度將依照表 2-2 分三大階段執行：

第一階段目標為在目前市面上主流的 Apple 和三星旗艦手機上、在控制環境光下，能夠實現黃疸、貧血檢測，我們擬使用 iPhone12 和三星 S21 來蒐集眼睛影像，環境光的條件為特定白光下，用

色卡進行校色，以控制各種來自光線的變因，再將採集的數據做進一步的黃疸、貧血的演算，完成最小可行性之功能；第二階段目標為克服環境光的因素，使其在一般主流手機上且在一般室內光源下採集數據，透過校色演算法的修正來實現精準的測量，免用用卡來得到精確數值；第三階段擬將開發使用者手機 APP、使用前鏡頭或後鏡頭自動拍照功能達到一人也可完成使用後鏡頭檢測之成果。就未來延伸發展而言是相當廣泛的，譬如可夠增加緊急連絡人端 APP，使聯絡人能夠即時掌握病人情況，也期望與醫院端串聯，建立帳號管理、檢測歷史資料庫，達到精準醫療、遠距醫療的效果。

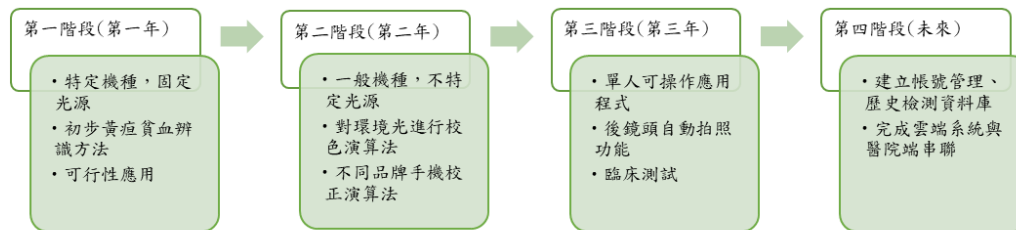


圖 2-2. 階段目標與未來展望

## 主要參考文獻：

- [1]. Organization, W.H., *Assessing the iron status of populations : report of a Joint World Health Organization/Centers for Disease Control and Prevention Technical Consultation on the Assessment of Iron Status at the Population Level, Geneva, Switzerland, 6-8 April 2004*, in *Assessing the iron status of populations : report of a Joint World Health Organization/Centers for Disease Control and Prevention Technical Consultation on the Assessment of Iron Status at the Population Level, Geneva, Switzerland, 6-8 April 2004*. 2005.
- [2]. Organization, W.H., *The world health report 2002 : reducing risks, promoting healthy life*. 2002 : World Health Organization.
- [3]. Aggarwal, A.K., et al., *Validity of Palmar Pallor for Diagnosis of Anemia among Children Aged 6-59 Months in North India*. *Anemia*, 2014. p. 543860-543860.
- [4]. Tsumura, N., et al., *Image-based skin color and texture analysis/synthesis by extracting hemoglobin and melanin information in the skin*, in *ACM SIGGRAPH 2003 Papers*. 2003. p. 770-779.
- [5]. Angelopoulou, E. *Understanding the color of human skin*. in *Human vision and electronic imaging VI*. 2001. International Society for Optics and Photonics
- [6]. Spinelli, M.G.N., et al., *Reliability and validity of palmar and conjunctival pallor for anemia detection purposes*. *Revista de saude publica*, 2003. 37(4) : p. 404-408.
- [7]. Sheth, T.N., et al., *The relation of conjunctival pallor to the presence of anemia*. *Journal of general internal medicine*, 1997. 12(2) : p. 102-106.
- [8]. Silva, R.M.d. and C.A. Machado, *Clinical evaluation of the paleness : Agreement between observers and comparison with hemoglobin levels*. *Revista Brasileira de Hematologia*, 2010. 32 : p. 444-448.
- [9]. Schwarzenbach, H.R., *[Jaundice and pathological liver values]*. *Praxis (Bern 1994)*, 2013. 102(12) : p. 727-9.
- [10]. Reisman, Y., et al., *Clinical presentation of (subclinical) jaundice--the Euricterus project in The Netherlands. United Dutch Hospitals and Euricterus Project Management Group*. *Hepatology*, 1996. 43(11) : p. 1190-5.



- [11]. Tang, C.-P., et al., *Cholestatic Jaundice as the Predominant Presentation in a Patient with Autoimmune Hepatitis*. Journal of the Chinese Medical Association, 2008. 71(1) : p. 45-48.
- [12]. Bush, A., B. Sadowski, and D. Torres, *Jaundice in a Service member Returning From Taiwan; Diagnostic Challenges in a Case of Acute Hepatitis E*. Military Medicine, 2018. 184(5-6) : p. e480-e482.
- [13]. Roche, S.P. and R. Kobos, *Jaundice in the adult patient*. Am Fam Physician, 2004. 69(2) : p. 299-304.
- [14]. Leung, T.S., et al., *Jaundice Eye Color Index (JECI) : quantifying the yellowness of the sclera in jaundiced neonates with digital photography*. Biomed Opt Express, 2019. 10(3) : p. 1250-1256.
- [15]. Jia-Wei Li, *Adult Jaundice Detection by Deep Convolutional Neural Network*, 2021, Available : <https://hdl.handle.net/11296/h29h8v>
- [16]. HemaApp: *screens for anemia, blood conditions without needle sticks*. September 2016. ” [Online] Available : <https://www.washington.edu/news/2016/09/07/hemaapp-screens-for-anemia-blood-conditions-without-needle-sticks/>
- [17]. ALEX MARIKAKIS, *BiliScreen : Smartphone-Based Scleral Jaundice Monitoring for Liver and Pancreatic Disorders*. June 2017
- [18]. Shaun Collings, *Non-Invasive Detection of Anaemia Using Digital Photographs of the Conjunctiva*, Journal of PLOS ONE. April 2016 : p. 5-6.
- [19]. Young L. Kim, *Health spectroscopy of blood hemoglobin with spectral super-resolution* , Journal of Optica. May 2020
- [20]. Mahmoud Afifi, Marcus A. Brubaker, Michael S. Brown, “*Auto White-Balance Correction for Mixed-Illuminant Scenes*”, Available: <https://www.computer.org/csdl/proceedings-article/wacv/2022/091500a934/1B13tu3YpCo>
- [21]. Ziyuan Xiao, Yina Han, Susanto Rahardja, Yuanliang Ma, ” *USLN: A statistically guided lightweight network for underwater image enhancement via dual-statistic white balance and multi-color space stretch*”, Sep 2022
- [22]. L.-C. Hsu, S. Hsu, T.-H. Tan, C.-H. Cheng and C.-C. Chang, “*Developing low-cost mobile device and Apps for accurate skin spectrum measurement via low-cost spectrum sensors and deep neural network Technology*,” Sensors, vol. 22, no. 22, pp. 8844-8857, Nov., 2022. (SCI, IF 3.576) [MOST 111-2221-E-027-042]
- [23]. Robert G. Mannino, *Smartphone app for non-invasive detection of anemia using only patient-sourced photos*, Journal of Nature Communication. 2018
- [24]. MNIST Image Class. *Tensorflow CNN 99.51% Test Acc.* [Online] Available : <https://www.kaggle.com/raoulma/mnist-image-class-tensorflow-cnn-99-51-test-acc> [Accessed : Dec. 4, 2019]
- [25]. “*語音識別技術簡史*” [Online] Available : <https://zhuanlan.zhihu.com/p/82872145> [Accessed : Dec. 4, 2019]
- [26]. Z. Wang and T. Oates, “*Encoding time series as images for visual inspection classification using tiled convolutional neural network*,” Proceedings of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), 2015.
- [27]. N. Hatami, Y. Gavet and J. Debayle, “*Classification of time-series images using deep convolutional neural network*,” Proc. SPIE Tenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2017), Apr. 2018.

(二) 研究方法、進行步驟及執行進度。請分年列述：1.本計畫採用之研究方法與原因及其創新性。2. 預計可能遭遇之困難及解決途徑。3.重要儀器之配合使用情形。4.如為須赴國外或大陸地區研究，請詳述其必要性以及預期效益等。

1) 本計畫採用之研究方法與原因

為求能有效執行計畫，本計畫架構如圖 2-3.說明，將研究方法步驟分為三大項目，每項目再由數個子項目構成，每個子項目之工作預定時程表請見表 2-2.計畫工作預定進度。本計畫之推動策略如圖 2-4.說明，透過製作手機應用程式，研製演算法及資料蒐集分工，能有效完成計畫。

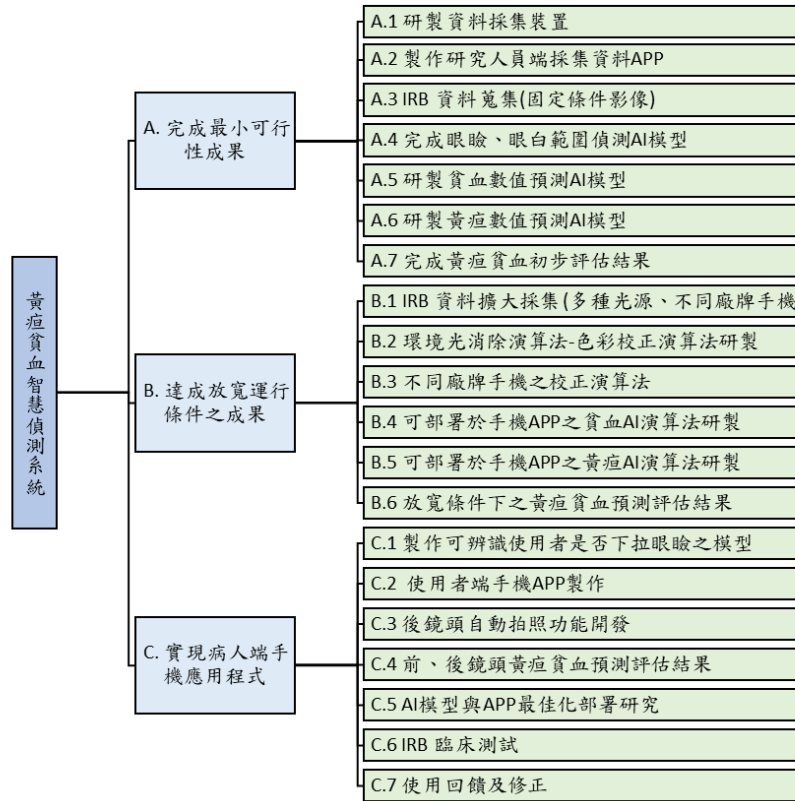


圖 2-3. 黃疸、貧血計畫階段目標架構圖

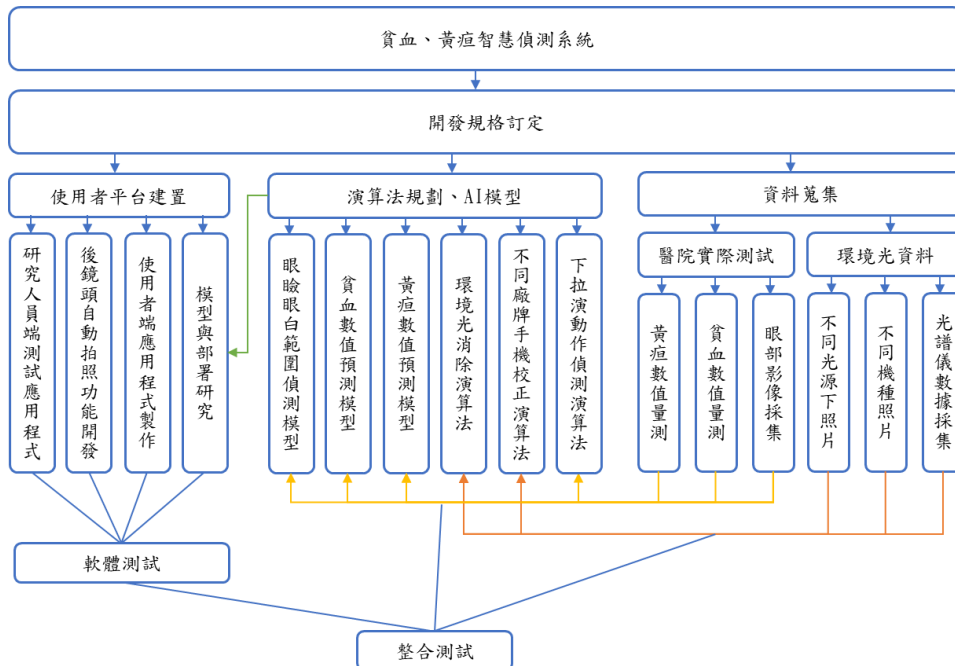


圖 2-4. 黃疸、貧血計畫架構分工圖

由於本計畫各階段工作項目雷同但卻有明顯差別，由下圖列出各階段差異之處

階段	機型	鏡頭	環境光	AI模型	手機應用程式使用者	手機應用程式主要功能	IRB 試驗	黃疸貧血資料蒐集(筆)	預計達成成果
第一年	特定機型	後鏡頭	固定白光(環形燈)	複雜度高	研究人員	以保護個資的方法蒐集資料	小規模	50+筆	資料採集應用程式、黃疸貧血測量AI模型
第二年	不特定機型	後鏡頭	一般室內光源	輕量模型	研究人員	於手機上預測黃疸貧血數值	擴大規模	150+筆	可應用於不同機型之應用程式、環境光校色演算法
第三年	不特定機型	前/後鏡頭	一般室內光源	可於手機運行之模型	病患、一般民眾	單獨一人可操作之應用程式	臨床測試	300+筆	前後鏡頭皆可偵測黃疸貧血、病人端可操作之應用程式

圖 2-5. 本計畫每階段預計達到目標與各階段差異之處

表 2-2. 計畫工作預定進度

項目	月次	112年度											
		第1-3月			第3-7月			第7-9月			第9-12月		
A.1 研製資料採集裝置													
A.2 製作研究人員端測試APP													
A.3 IRB 資料蒐集													
A.4 完成眼瞼、眼白範圍偵測AI模型													
A.5 研製貧血數值預測AI模型													
A.6 研製黃疸數值預測AI模型													
A.7 完成黃疸貧血初步評估結果													
預定進度累計百分比		5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%

項目	月次	113年度											
		第1-3月			第3-7月			第7-9月			第9-12月		
B.1 IRB 資料擴大採集													
B.2 環境光消除演算法-色彩校正演算法研製													
B.3 不同廠牌手機之校正演算法													
B.4 可部署於手機APP之貧血AI演算法研製													
B.5 可部署於手機APP之黃疸AI演算法研製													
B.6 放寬條件下之黃疸貧血預測評估結果													
預定進度累計百分比		5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%

項目	月次	114年度											
		第1-3月			第3-7月			第7-9月			第9-12月		
B.1 IRB 資料擴大採集													
C.1 下拉眼瞼演動作偵測演算法													
C.2 使用者端手機APP研製													
C.3 後鏡頭自動拍照功能開發													
C.4 前、後鏡頭黃疸貧血預測評估結果													
C.5 AI模型與APP最佳化部署研究													
C.6 IRB 臨床測試													
C.7 使用回饋及修正													
預定進度累計百分比		5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%

每子項目之工作預定內容簡述如下：

工作項目 A：最小可行性成果



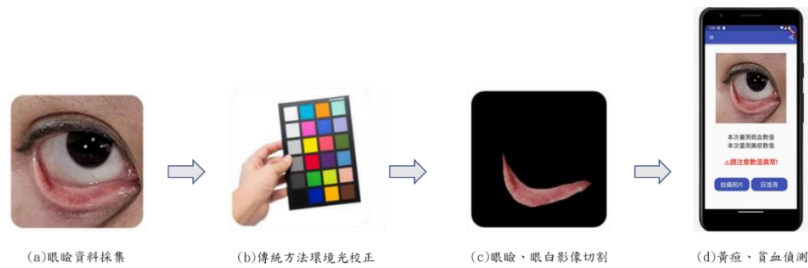


圖 2-6. 最小可行性成果演示

如圖 2-6.所示，為了達到蒐集資料流程順暢以及獲取高品質之影像以及預測準確的相關結果，且保護所有受測者的個資，擬進行下列子項目工作

### A.1 研製資料採集裝置

第一階段目的為得到一精準預測模型，因此我們先控制外在變因，在採集資料時，利用自製環形燈來固定環境光(白光)，且使用特定機型來拍攝。目前市面上最為主流手機品牌為 Apple iPhone 以及三星，我們擬使用實驗室既有之 iPhone 12 pro 與 Samsung Galaxy S21 來蒐集資料，並使用 Spyder Checkr 色卡在 Lightroom 上進行校色。



圖 2-7. 資料採集裝置工具(a) 環形燈(b) iPhone 12 pro (c) Samsung Galaxy S21 (d) Spyder Checkr 色卡(e) Lightroom

### A.2 製作研究人員端測試 APP

研究人員端測試 APP 主要目的有以下三點：保護受測者個資與肖像權、跨平台使用和執行 AI 偵測功能。在採集眼部照片時，受測者的臉部特徵難免會進入拍攝範圍，為了使受測者能夠更樂意參與本計畫實驗，須確保數據採集只得到眼睛範圍照片，不會留存其他臉部特徵，如圖 2-7. 示。此外，由於我們將使用 iPhone 及三星手機的系統分別為 iOS 與 Android 系統，擬使用 Flutter 開發套件來進行開發製作手機 App，Flutter 可同時編譯出 iOS 與 Android 平台使用的 App，也支援 Web 應用程式，可使研究開發人員更方便撰寫、維護應用程式。為了使模型能夠順利運作，初步規劃為串接雲端伺服器 API，將所得到的影像，回傳在雲端處理，以便更有效率進行神經網路訓練與模型效能評估。

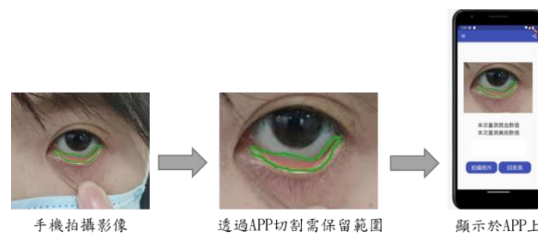


圖 2-8. 研究人員測試手機應用程式介面示意圖

### A.3 IRB 資料蒐集

擬與衛生福利部雙和醫院合作，並利用工作項目 A.2 所建置之黃疸、貧血研究人員測試系統執行 IRB 試驗，進行研究採樣與資料收集，如圖 2-9.所示。本研究預定收案數為 50+位受試者，樣本的選擇將由專業醫師評估後接續進行本研究數據採集。此階段，我們擬在特定條件下，如：在白色環形燈光下，且使用 iPhone 12 pro 與 Samsung Galaxy S21 拍攝，拍攝同時須拍攝校色卡納入

拍攝範圍，以利後續之校色作業。並將製作拍攝流程影片提前讓受測者了解其過程，以提高參與 IRB 試驗意願。



圖 2-9. 採集眼部影像方法示意圖

#### A.4 完成眼瞼、眼白範圍偵測 AI 模型

貧血在臨床上是觀察眼瞼，而貧血則是觀察眼白部分，因此本計畫擬設計一演算法偵測眼瞼、眼白的位置，是否有準確的被使用者所拍攝，擬使用常見的 CNN 網路來實現，像是 U-net 等等，都是常用於影像辨識及影像切割的人工智慧模型演算法。本計畫初步擬採用 U-net 做眼瞼、眼白影像切割，U-net 的特點是比較不需大量的數據集也可以進行訓練，由於臨床上的數據不易蒐集，因此適用於醫學影像處理上。

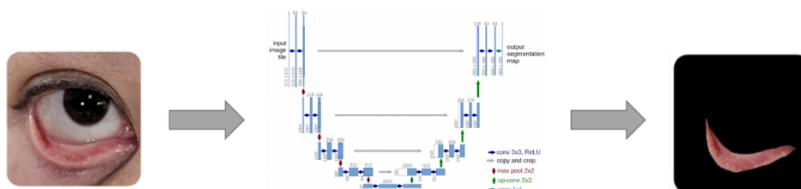


圖 2-10. 影像切割處理示意圖

#### A.5 研製貧血數值預測 AI 模型 與 A.6 研製黃疸數值預測 AI 模型

在此開發項目中，有鑑於人工智慧技術目前之蓬勃發展與應用潛力，因此本計畫擬開發一黃疸、貧血人工智慧模型用來判斷影像中黃疸、貧血的相關數值，經過前幾個工作項目預計能獲得一張良好且可判讀的影像，傳統上會將 RGB 色彩空間的影像轉換到 HSL 色彩空間去做模型的訓練，可以獲得較佳之結果，因此藉由此經驗我們會先將圖片萃取出辨識黃疸、貧血所需之色彩特徵，進而利用高效能的影像辨識類神經網路進行訓練，調校神經網路的參數，達到最好的預測結果。

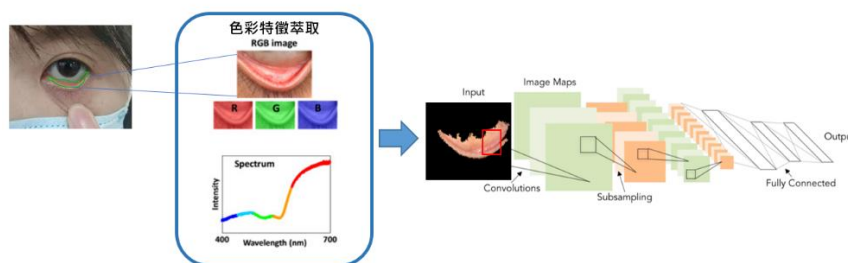


圖 2-11. 黃疸、貧血預測模型示意圖

#### A.7 完成黃疸貧血初步評估結果

將 A.1 到 A.6 分成兩大方向：採集資料與 AI 模型研製。我們將持續進行 IRB 試驗，進行多樣的資料蒐集，因此在採集資料方面，主要以精準、快速、受測者願意的方向來優化採集數據流

程，並且針對所得到的資料有不足的部分來補充採集。我們也將與專業醫師討論，以符合臨床需求之方式來綜合評估結果，以實現具有臨床實用性之計畫成果為目標。

## 工作項目 B. 達成放寬運行條件之成果

以黃疸、貧血數值測量能夠因應各種光源下且仍準確不失真為目標，因此，這階段我們將使用實驗室過往開發之微型光譜儀當作參考值，研究環境光校色方法，也將進行不同廠牌手機鏡頭之校色演算法的研製，依循如圖 2-12. 常見之醫療影像 AI 系統開發流程，期能延伸至常見手機品牌，使大部分市售手機皆可使用本計畫研製之 App 進行黃疸貧血的估測。

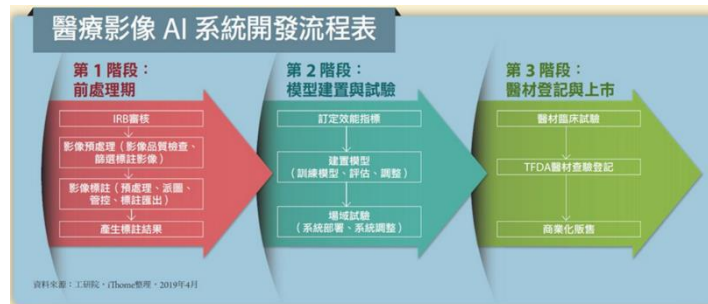


圖 2-12. 醫療影像 AI 系統開發流程圖

### B.1 IRB 資料擴大採集 (多種光源、不同廠牌手機)

續先前工作項目 A.3 特定條件下的資料蒐集，希望放寬條件有二：在不同機種上、不同環境光條件下蒐集資料，增加使用其他機種如目前 10 大銷售的手機機型蒐集資料，以利未來執行 B.3 不同廠牌手機之校正演算法；此外，除了在白光下拍攝，也新增在室內常見下拍攝，同時使用光譜儀採集環境光資訊，以提供接下來 B.2 環境光消除演算法-色彩校正演算法的製作。

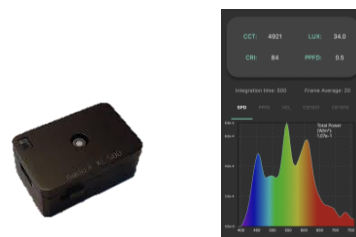


圖 2-13. 本實驗室與韓國新創公司 Nanolambda Inc. 共同開發之無線藍芽環境光感測模組

### B.2 環境光消除演算法-色彩校正演算法研製

「色彩恆常性」可說是大腦中的「自動白平衡」機制的結果。只要給大腦足夠的環境資訊，例如背景光源、其他周遭物品的相對顏色，大腦就會自動作出白平衡，讓你可以感受到物體的原本顏色。因此若在沒有其餘感測裝置的情況下，我們擬設計一演算法，讓我們所得到的眼部影像能夠達到自動校正白平衡的效果，使環境光對影像的影響降低，提升後續模型預測的準確度。

目前的想法是，由於瞳孔在不分人種的情況下都是黑色透明的（眼睛顏色的差異是虹膜的顏色決定），因此我們將從傳統的白平衡方法延伸，例如：均值白平衡法、完美反射、灰色世界、最大 RGB 等方法與目前自動白平衡新使用的類神經網路法，以瞳孔顏色固定的條件下，開發以“黑平衡”進行顏色的校正，為保護本計畫開發成果，此概念已申請專利，(如附件二)，擬針對常見室內光源，如：鎢燈/白熾燈 (2800K)、鹵素燈及黃光日光燈 (常見色溫 3000K)、白光日光燈 (6500K) 等等，研製色彩校正演算法。





圖 2-14. 同一相機在不同色溫下的拍攝結果比較



圖 2-15. 不同顏色虹膜相同顏色瞳孔

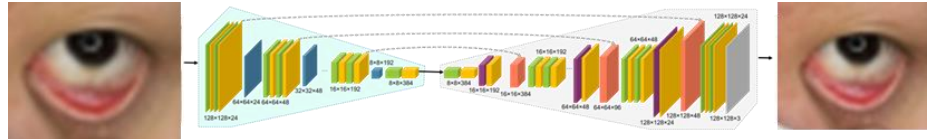


圖 2-16. 透過神經網路演算法進行眼睛影像色彩校正示意圖

### B.3 不同廠牌手機鏡頭之顏色校正演算法

市面上有許多種不同手機的廠牌與型號，每種不同的手機其鏡頭規格以及影像處理演算法也都不盡相同。為了能夠使黃疸、貧血測量可被廣泛使用，讓照相在不同品牌手機上能夠達到一樣的測量結果，因此，我們擬開發對應常見手機之顏色校正演算法，使得照片在平衡校正後其黃疸貧血的估計結果是一致的。



圖 2-17. 2021 年最佳拍照手機前 10 名



圖 2-18. 校色演算法需求示意圖: Samsung Galaxy S21(左)與 iPhone 12 pro(右)拍攝效果比較

### B.4 可佈署於手機 App 之貧血 AI 演算法研製與 B.5 可佈署於手機 App 之黃疸 AI 演算法研製

邊緣運算是一種分佈式運算概念，它將智能集成到邊緣設備（也稱為邊緣節點），允許在數據收集源附近實時處理和分析數據。在邊緣運算中，數據不需要直接上傳到雲或集中數據處理系統。在邊緣運算中，數據在數據收集源附近處理，由於其具即時處理數據的能力及更短的響應時間，因此本計畫擬在此階段設計使用者 App 時，將前期複雜度較高的 AI 模型設計成能夠在一般手機上執行的邊緣運算模型，達到即使沒有網路也能夠進行黃疸貧血的預測，如此能讓使用者在使用上更為便利。

### B.6 放寬條件下之黃疸貧血預測評估結果

在此階段，雖已嘗試了許多利用演算法校正在放寬條件下拍攝結果且也應具有初步的成果，然而，準確且符合規範的黃疸、貧血數值估測是此技術發展成功的關鍵，因此，我們須綜合工作項

目 A、B 之結果，來持續反覆檢討，以提供穩定精準的黃疸、貧血量測系統，持續驗證來開發符合臨床需求之 App，再次評估研製方法，以利未來在臨床試驗上有更好的結果。

## 工作項目 C. 實現病人端手機應用程式

### C.1 製作可辨識使用者是否下拉眼瞼之模型

為方便使用者一人也能透過手機鏡頭獲取準確影像，擬研究一算法判斷使用者是否有下拉眼瞼之動作，可使用 OpenCV、臉部辨識神經網絡等相關技術，若有偵測到使用者作出準確動作，則會讓手機發出提醒，讓使用者能夠進行拍照，以執行接續的操作動作。

### C.2 使用者端手機 APP 製作

我們透過在工作項目 A 完成的各個演算法，實現病人端在手機 APP 上的功能，使用者能透過該 APP 監控個人黃疸和貧血數值，而 APP 除了能嵌入人工智慧模型量測出相關數值外，未來也希望能夠和雲端連接達到更多功能，譬如病患就醫即可將過往量測數據提供給醫生參考，在緊急狀況則可以緊急的通知家屬或緊急連絡人。

### C.3 後鏡頭自動拍照功能開發

由於後鏡頭遠較前鏡頭畫素好上許多，認知上應可以提供更準確的量測，但在單獨一人的情況下，不容易使用後鏡頭拍攝，因此將結合 C.1 下拉眼瞼演動作偵測演算法，當偵測到眼瞼時自動拍下照片，自動進行黃疸貧血量測，方便使用較高品質的後鏡頭照片獲得較精確的預測結果。

### C.4 前、後鏡頭與黃疸貧血預測評估結果

由於前、後鏡頭在拍攝結果上解析度不同，如以 iPhone 12 pro 為例，前置 1,200 萬畫素感測相機，後置 1,200 萬畫素廣角、1,200 萬畫素 120 度超廣角及 1,200 萬畫素望遠三鏡頭。因此，前後鏡頭拍攝的結果在視角上，解析度上，色澤上存在一定程度的差異。但為了方便使用者使用，本計畫擬增加前鏡頭校正演算法，彌補使用後鏡頭拍照的不便性。



圖 2-19. (a) iPhone 12 pro 後鏡頭拍攝結果(b) iPhone 12 pro 前鏡頭拍攝結果示意圖

### C.5 AI 模型與 APP 最佳化佈署研究

在執行計畫的過程中使用了許多演算法，為了使我們研製的黃疸、貧血人工智慧模型可順利且準確的在行動裝置上運行，同時實現手機邊緣運算的成果，本計畫將持續最佳化黃疸、貧血 AI 神經網路模型，以小資源需求方式佈署在行動裝置上，確保 App 運行的穩定性、靈敏性、但同時保持估測的準確性。

### C.6 IRB 臨床測試與 C.7 使用者回饋及修正

此開發項目中，商品化與技轉是本計畫擬達到的重要標地，而準確且符合規範的量測黃疸、貧血數值又是此技術發展成功的關鍵，我們擬基於工作項目 A、B，整合演算法以提供穩定精準之黃疸、貧血量測 App，在此工作項目中，擬進行 IRB 臨床試驗，讓受測者自行使用本計畫所開發之 App 應用程式，也將製作問卷、表單，請受測者給予我們回饋，主要擬以三個面向：操作介面易用性、實用性、滿意度做綜合評估，針對建議進行系統上的修正，給予使用者更好的操作環境，以達到便利操作，穩健且準確的黃疸、貧血 App 開發。

#### 2) 預計可能遭遇之困難及解決途徑

本計畫力求嚴謹規畫，本計畫主持人有豐富的計畫執行經驗，故於技術面方面，可避免

許多入門可能會遇到的問題，然再有限的計畫經費與有限的計畫執行時間下，數據的收集、經費以及時間是我們可能會遭遇到的最大困難。故本計畫擬透過本實驗室合作管道，結合醫院(如衛生福利部雙和醫院)，或研究單位(台北醫學大學)合作，盡最大努力於數據收集、計畫經費管理與計畫執行時間管理。

3) 重要儀器之配合使用情形

無

4) 如為須赴國外或大陸地區研究，請詳述其必要性以及預期成果等

無

(三) 預期完成之工作項目及成果。請分年列述：1.預期完成之工作項目。2.對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。3.預期完成之研究成果(如實務應用績效、期刊論文、研討會論文、專書、技術報告、專利或技術移轉等質與量之預期成果)。4.學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。

1) 預期完成之工作項目

第一年

- 可偵測眼瞼、眼白位置之網路模型 x1。
- 貧血數值預測 AI 模型 x1。
- 黃疸數值預測 AI 模型 x1。
- 研究人員端測試 APP x1。
- 雲端伺服器 AI model API x1。
- 期刊論文 x1
- 研討會論文 x1
- 專利 x1

第二年

- 環境光消除演算法 x1。
- 不同廠牌手機之校正演算法 x1。
- 可部署於手機 APP 貧血 AI 演算法 x1。
- 可部署於手機 APP 黃疸 AI 演算法 x1。
- 期刊論文 x1
- 研討會論文 x1
- 專利 x1

第三年

- 可辨識使用者是否下拉眼檢之神經網路模型 x1。
- 後鏡頭自動拍照功能 x1。
- 使用前/後鏡頭之病人端黃疸、貧血量測手機 App x1。
- 期刊論文 x1
- 研討會論文 x1

2) 對於參與之工作人員，預期可獲之訓練

- 在環境光消除演算法、色彩校正演算法的開發過程中，使用光譜儀採集環境光資訊，獲取微型光譜感測器與校正演算法開發之相關專業知識。



- 在數位影像處理應用於黃疸、貧血預測研製過程中，除獲取電機電子相關知識外，並獲取黃疸、貧血之相關醫療專業知識。
- 在信號處理與類神經網路演算法研製中獲取數據採集，數據標註，模型訓練、模型評估等 AI 相關知識。
- 在電腦軟體(如：Python、C/C++、Dart)和 APP 開發(如：Flutter、Flask、TensorflowLite)實現中，獲取相關程式編輯訓練。
- 在建立數學系統模型、制定解決方案中，培養理論與實作並用的能力。
- 在團隊合作的過程中，培養獨立思考與解決問題的能力，並訓練與他人溝通之技巧。
- 在數據採集、整理與分析的過程中，培養研究能力，並訓練撰寫科技文章及論文之技巧。

### 3) 學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻

有鑑於社會大眾對於行動醫療 App 裝置之期待，以及現今類神經網路於分類識別應用已蓬勃發展，本計畫以黃疸、貧血為出發點，在本計畫中，擬利用手機相機結合類神經網路辨識技術，研討與開發黃疸、貧血量測 App，預期貢獻如下表列：

目標項目	計畫前狀況	計畫後狀況
一、創新技術	傳統黃疸、貧血分析方式不便於民生使用，具有以下缺點。 1. 需要就診才能進行檢測 2. 無法即時得知量測結果 3. 家屬不便於掌握病患狀況。	計畫執行後之黃疸、貧血行動量測App 1. 智慧型手機普及、便於攜帶 2. 在家中即可量測 3. 病患能夠即時掌握病情 4. 整合行動裝置，供病患、家屬方便使用。
二、帶動產業升級	計畫執行前國內黃疸、貧血量測產品缺乏獨自量測及遠距照護關鍵技術，產品與市場開發能量有限。	計畫執行後可提供黃疸、貧血量測關鍵技術，可開創具前瞻性及市場利基的營利模式，有效提升我國行動醫療及遠距照護產業價值。

#### 創新一：「提供國人眼白、眼瞼顏色與黃疸、貧血指數之數據資料集」

對訓練模型而言，資料的蒐集與分類是很重要的，尤其在臨床上採集，每次的資訊都是不可或缺的。然而，數據的品質也是不可或缺的，否則會導致訓練成果不彰。雖然國外目前有相關研究，但在國內尚未有相關資料集，本計畫嶄新進行 IRB 試驗收集數據，創建國內黃疸、貧血指數與眼白、眼瞼照片資料集。



圖 3-1. 創建眼白、眼瞼顏色與黃疸、貧血指數之相關性數據資料集

#### 創新二：「環境光消除演算法與影像自動校正法」

市面上的校正環境光需手持校正色卡進行拍攝，以求取相對顏色的比較與去除背景光的干擾，然而色卡的保存與收納對於患者會造成不便，色卡的保存狀態與不同的拍照角度亦容易造成估測的誤差。本計畫成果將免去患者需同時持色卡拍照的不便。除此之外，在現階段的醫療行為的演進，我們

也預見到了高齡化的社會具有就醫上的不方便性，但在不同環境及不同廠牌支手機拍攝之照片，其顏色都會不盡相同，本計畫創新以光譜儀為輔佐，來建置演算法，將影像顏色進行校正達到規一化的效果，將影像作平衡校正，幫助類神經網路能夠更加準確的估測，相關核心概念已申請專利（附件二）。

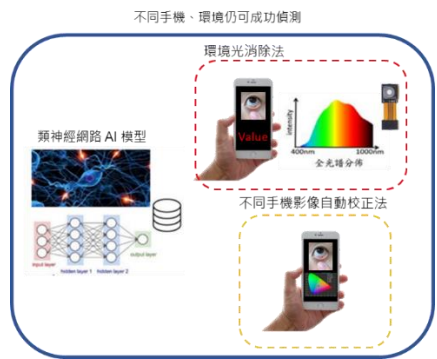


圖 3-2. 創新開發環境光消除演算法與影像自動校正法

創新三：「創新整合具 AI 神經網路辨析之貧血、黃疸數值預測手機 App」

本計畫創新整合具 AI 神經網路之貧血、黃疸辨識技術於行動裝置，使用神經網路辨析提升辨識準確度，使拍攝黃疸、貧血之影像經類神經網路模型運算可得出黃疸和貧血之數值。結合創新一、創新二之結果，整合具 AI 類神經網路估測之黃疸、貧血影像辨識 App，可方便顯示預測數值於手機的使用者介面上，使用者能夠快速且便利獲得相關數值參考，完成一新數位醫療檢測系統。



圖 3-3. 創新整合具類神經網路辨識之黃疸、貧血量測手機 App

預估後續發展情形

因本計畫係以開發新一代應用於臨床上非侵入式貧血及黃疸量測技術，此手機應用程式尤其適合貧血、黃疸的高風險族群，在台灣高達 25% 女性有貧血問題，血液透析者也經常伴隨貧血；此外，若膽管因膽結石、腫瘤或胰腺癌等原因造成阻塞，膽汁無法順利排出時，以及酒精性肝臟疾病：飲酒過量會嚴重損害的肝臟，導致酒精性肝炎和肝硬化。就會造成黃疸。若能夠透過此款行動醫療 App 及時量測，並提早發現病灶，則可以免於後患，得到更即時的治療於協助。

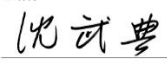
除此之外，在現階段的醫療行為的演進，我們也預見到了高齡化的社會具有就醫上的不方便性，也因此將此非侵入性的監控方法導入智慧手機，達到資訊收集與回報功能。未來，如果患者端沒有在固定的時間之內回報，我們可以在緊急聯絡人端發送相關警訊，通知緊急聯絡人病患有可能發生預期外的風險。亦可基於本計畫開發之經驗與成果，推廣至遠距醫療相關的應用，在未來可行性中，也可以擴增更多可以透過影像得知生理狀況的不同病理狀況。此外，為了達到更好的遠距醫療效果，緊急聯絡人的手機 App 可以再擴增更多功能，例如緊急通話功能，若發生一些緊急事態，能夠透過病患的定位功能得知附近相關的單位，因此若有需求可直接通報附近相關單位例如警察局、區里長服務所、消防局，進行緊急狀態的協助。



圖 3-4. 未來延伸發展示意圖

(四) 整合型研究計畫說明。如為整合型研究計畫請就以上各點分別說明與其他子計畫之相關性。  
無

附件

附件一、台北醫學大學 IRB 試驗通過證明	附件二、專利申請書封面																																																												
<p style="text-align: right;">TMU-IRB Form076/20200317</p> <p style="text-align: center;"><b>臺北醫學大學</b> 臺北醫學大學暨附屬醫院聯合人體研究倫理委員會 TMU-Joint Institutional Review Board 通過證明函 - 簡易審查案</p> <p style="text-align: right;">開立日期：民國111年04月18日</p> <p>本會編號：N202203187 計畫名稱：藉由智慧型手機偵測患者貧血與貧血的狀況 計畫主持人：盧柏文 共同主持人：張正春、鄧居霖 研究人員：張翔燮 試驗/研究機構：衛生福利部雙和醫院、新國民醫院、新國民醫院 計畫書版本/日期：第六版/2022/05/28 受試(訪、檢)者同意書版本/日期：Version 9.0/20220607 個案報告表版本/日期：Version 2.0/20220428</p> <p>上述計畫已通過本會簡易審查程序，將於第111-07-2次會期送交(會議日期：111年07月12日)，特此證明。有效期限自民國111年06月18日至民國112年06月17日。試驗/研究期間應接受本會之監督。</p> <p>依據衛生福利部相關規定，後續追蹤程序及要求如下： 1. 期中報告：本計畫期中繳交頻率為每12個月，應於有效期限到期前二個月(民國112年04月17日)繳交期中報告。有效期限屆滿時若尚未通過期中報告與效期展延審查者，試驗/研究不得繼續執行。 2. 結案報告：試驗/研究完成後，應將執行情形及結果依結案報告表要求送至本會審查。核准期間到期三個月仍未繳交者，本會得撤銷本通過證明函，亦即撤銷本試驗/研究之核章，亦將依本會作業程序暫停主持(含任何參與形式)申請試驗/研究案之審查三個月。 3. 嚴重不良事件(SAE)報告：執行人體試驗或臨床試驗之主持人應根據衛生福利部「藥品優良臨床試驗準則」和「嚴重藥物不良反應通報辦法」規定，辦理相關事宜。</p> <p>主任委員： </p> <div style="text-align: center;">  <p>臺北醫學大學暨附屬醫院 聯合人體研究倫理委員會 Taipei Medical University Joint Institutional Review Board</p> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">本會組織與執行管理符合法規 The TMU-Joint Institutional Review Board performs its functions according to written operating procedures and complies with GCP and with the applicable regulatory requirements. dde7161119e04b26a16dac1203f8c8 TMU-IRB Form076/20200317</p>	<p style="text-align: center;">計畫核心概念已申請專利 以保護計畫執行成果。</p> <hr/> <p>專利案號：111150653 <span style="float: right;">醫專收字第1112072763-0</span>   <span style="float: right;"> 電子信件 [HTML]</span>    日期：111年12月29日</p> <p style="text-align: center;"><b>【發明專利申請書】</b></p> <table border="0"> <tr> <td>【案由】</td> <td>10000</td> </tr> <tr> <td>【一併申請實體審查】</td> <td>是</td> </tr> <tr> <td>【事務所或申請人案件編號】</td> <td>22003TUT-TW</td> </tr> <tr> <td>【中文發明名稱】</td> <td>眼部影像擷取處理裝置</td> </tr> <tr> <td>【英文發明名稱】</td> <td>Eye image capturing and processing device</td> </tr> <tr> <td>【申請人1】</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  【國籍】</td> <td>TW中華民國</td> </tr> <tr> <td>  【中文名稱】</td> <td>國立臺北科技大學</td> </tr> <tr> <td>  【英文名稱】</td> <td>NATIONAL TAIPEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY</td> </tr> <tr> <td>【申請人2】</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  【國籍】</td> <td>TW中華民國</td> </tr> <tr> <td>  【中文名稱】</td> <td>臺北醫學大學</td> </tr> <tr> <td>  【英文名稱】</td> <td>TAIPEI MEDICAL UNIVERSITY</td> </tr> <tr> <td>【代理人1】</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  【中文姓名】</td> <td>楊代強</td> </tr> <tr> <td>【發明人1】</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  【國籍】</td> <td>TW中華民國</td> </tr> <tr> <td>  【中文姓名】</td> <td>張正春</td> </tr> <tr> <td>  【英文姓名】</td> <td>CHANG, CHENG-CHUN</td> </tr> <tr> <td>【發明人2】</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  【國籍】</td> <td>TW中華民國</td> </tr> <tr> <td>  【中文姓名】</td> <td>盧柏文</td> </tr> <tr> <td>  【英文姓名】</td> <td>LU, PO-WEN</td> </tr> <tr> <td>【中文本資訊】</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  【摘要頁數】</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>  【說明書頁數】</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>  【申請專利範圍頁數】</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>  【圖式頁數】</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>  【頁數總計】</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>  【申請專利範圍項數】</td> <td>13</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">第4頁，共2頁(發明專利申請書)</p>	【案由】	10000	【一併申請實體審查】	是	【事務所或申請人案件編號】	22003TUT-TW	【中文發明名稱】	眼部影像擷取處理裝置	【英文發明名稱】	Eye image capturing and processing device	【申請人1】		【國籍】	TW中華民國	【中文名稱】	國立臺北科技大學	【英文名稱】	NATIONAL TAIPEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	【申請人2】		【國籍】	TW中華民國	【中文名稱】	臺北醫學大學	【英文名稱】	TAIPEI MEDICAL UNIVERSITY	【代理人1】		【中文姓名】	楊代強	【發明人1】		【國籍】	TW中華民國	【中文姓名】	張正春	【英文姓名】	CHANG, CHENG-CHUN	【發明人2】		【國籍】	TW中華民國	【中文姓名】	盧柏文	【英文姓名】	LU, PO-WEN	【中文本資訊】		【摘要頁數】	2	【說明書頁數】	11	【申請專利範圍頁數】	4	【圖式頁數】	6	【頁數總計】	23	【申請專利範圍項數】	13
【案由】	10000																																																												
【一併申請實體審查】	是																																																												
【事務所或申請人案件編號】	22003TUT-TW																																																												
【中文發明名稱】	眼部影像擷取處理裝置																																																												
【英文發明名稱】	Eye image capturing and processing device																																																												
【申請人1】																																																													
【國籍】	TW中華民國																																																												
【中文名稱】	國立臺北科技大學																																																												
【英文名稱】	NATIONAL TAIPEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY																																																												
【申請人2】																																																													
【國籍】	TW中華民國																																																												
【中文名稱】	臺北醫學大學																																																												
【英文名稱】	TAIPEI MEDICAL UNIVERSITY																																																												
【代理人1】																																																													
【中文姓名】	楊代強																																																												
【發明人1】																																																													
【國籍】	TW中華民國																																																												
【中文姓名】	張正春																																																												
【英文姓名】	CHANG, CHENG-CHUN																																																												
【發明人2】																																																													
【國籍】	TW中華民國																																																												
【中文姓名】	盧柏文																																																												
【英文姓名】	LU, PO-WEN																																																												
【中文本資訊】																																																													
【摘要頁數】	2																																																												
【說明書頁數】	11																																																												
【申請專利範圍頁數】	4																																																												
【圖式頁數】	6																																																												
【頁數總計】	23																																																												
【申請專利範圍項數】	13																																																												