WCE 2023 民生電子研討會論文格式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **作者1\*** | **作者1** | **作者2** |
| **服務單位/職稱** | **服務單位/職稱** | **服務單位/職稱** |
| **email** | **email** | **email** |
| **國科會計畫編號：MOST 10X-XXX-E-XXX-XX** |

# 摘要

貧血是一種常見的健康問題，全球約有20億人患有貧血症，而黃疸是臨床醫師判斷肝功能是否變差的重要指標，全球約有5億人患有肝功能異常問題。過往，黃疸或貧血可透過就診抽血來診斷，近年來，由於Covid-19影響以及數位醫療遠距醫療的興起，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，將對於病患有很大的助益。雖目前國外已有一些文獻探討，但多為閉鎖性研究，也尚未有適合國人的資料集來訓練相關AI神經網路模型。因此，本計畫擬結合AI神經網路模型開發貧血與黃疸偵測技術，包含環境光校正演算法、影像校正演算法、拍照自動辨識功能、貧血與黃疸估測模型，將其整合到現今社會幾乎人手一支的智慧型手機中，期能藉由簡明扼要的APP介面，讓使用者一目瞭然患者現階段的黃疸與貧血數值。

**關鍵詞**：行動醫療、類神經網路、環境光校正、影像校正演算法。

## 前言

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，藉由簡明扼要的介面，可以一目瞭然患者現階段的黃疸與貧血數值。我們擬製作行動醫療APP，藉由類神經網路，結合智慧型手機，可以使用非侵入式的方法讓貧血再進一步變嚴重之前，又或者是黃疸能夠早期的偵測，更早提醒患者接受進一步的治療，達到在家就可以即時監測的照護模式，且透過環境光演算法的校正，得到精確的量測結果，推廣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。

### 研究目的

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、貧血量測手機應用程式，以解決侵入式抽血方法量測帶來的困擾，並實現遠距醫療。

### 研究方法

* 1. **3.1 IRB**

 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，初步實行IRB試驗進行數據採集，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。透過IRB計畫(人體試驗委員會)與雙和醫院的盧柏文醫師合作，約取得了300名的受試者資料，分別拍攝了其左右眼的照片以及全身照片(以確認環境光源)，經過嚴格的資料篩選(剔除沒有拍攝到眼瞼的部分，因為眼瞼是判斷貧血與否的依據，也剔除沒拍攝到眼白的部分，因為眼白是判斷黃疸與否的依據)，我們最終擁有約1000張適合用於我們專題的照片。我們將資料分成800張的訓練集以及200的驗證集。

* 1. **Unet 影像切割**

 Unet模型在少量數據下也能表現出色，這對於我們專題中有限的資料數量非常適合。UNet使用Transpose convolution進行上採樣，下圖為呈現U型的UNet架構(補圖)，左側為執行Down sampling的傳統捲積，右側即為Transpose convolution，負責把影像Up sampling到原輸入尺寸。為了僅保留眼瞼和眼白的部分，使用800張的訓練集進行訓練(影像兩張一組，一張原圖(圖a)，一張標記出想辨識的區域(圖b)，影像大小為256\*256，分別訓練標記眼瞼部分與眼白部分。而Unet輸出我們稱為mask(只有0和1的二元影像)，mask大小與原圖相同，所以與原圖做影像相乘後即可裁切出眼瞼和眼白。



**圖 1 原圖與標記法**



**圖 2 訓練結果遮罩(Mask)及輸出結果**

* 1. **Deep White Balance白平衡方法**

 研讀各種文獻後，選擇了「Deep White-Balance Editing」為了處理的問題的關鍵是影像取得不到原始的Raw圖，所以難以進行正確的白平衡，提出了一個DNN模型用來處理白平衡錯誤的RGB影像，也能讓使用者自由編輯RGB影像白平衡設定。以此篇論文裡的白平衡模型(以PyTorch架構)作為我們此專題白平衡的基準，除了原本論文提供的資料集(同影像兩張一組，一張經過白平衡，一張給予不同色溫)，還加入800張的眼睛訓練集影像，可以更加符合我們使用的場景。

* 1. **預測方法**

 貧血判別是基於眼瞼顏色，偏紅則血色素濃度較高，貧血機率較低，而偏粉紅或白則血色素濃度較低，貧血機率較高，所以我們透過眼瞼顏色與血色素回歸預測，判別血色素濃度，具體方法如下：

 讀取裁切後只有眼瞼的照片，並分成R、G、B三個通道，光學中當R、G、B三個色彩的數值相同時，會是白光(但會因為光強度在影像上不會純白，當光強度偏低，可能會是偏灰色)，當R通道的數值相對於G、B通道的數值偏高，則會越來越偏紅色，反之，當R通道的數值與G、B通道的數值相差不多，則會越來越偏灰或是粉紅色，所以R通道的數值與G、B通道的數值差異應會與血色素正相關。透過Python，我們可以計算出一張眼瞼每個像素點的$C\_{RmGB}$

$$C\_{RmGB}=C\_{R}-(0.5\*C\_{G}+0.5\*C\_{B})$$

$$C\_{R}:R通道的數值,C\_{G}:G通道的數值,C\_{B}:B通道的數值$$

由於影像可能存在反光問題，會影響「眼瞼影像與血紅素關係式」的準確性，所以必須去除，我們使用HSV色彩空間來篩選飽和度（S，當飽和度過低時，色彩偏灰）和明度（V，當明度過高時，色彩偏亮），所以當飽和度偏低且明度邊高時，在影像上的表現是白色反光的，所以將飽和度過低且明度偏高的像素點去除，不列入黃疸貧血判斷，從而提高預測的準確性(約可以提高5~10%的準確率)。去除影像反光像素點的C\_RmGB，並取其中位數〖Md〗\_RmGB，並將各組影像與其〖Md〗\_RmGB做多項式回歸，冪次為三，將此多項式做為「眼瞼影像與血紅素關係式」，將驗證集透過套入關係式中，得到相對應的血紅素值，低於我們設定的閥值(12gm/dL)則判斷為貧血，與透過侵入式檢驗判斷的貧血做比較，正確率為七成以上。

* 1. **在手機App運行AI模型API**

要將白平衡模型和Unet模型在手機App上運行，我們透過Python Flask在AWS(Amazon Web Services)上架設輕量級的後端web API，再透過手機App串接API，來達成在手機運行AI模型的要求，具體方式如下：

3.5.1API建構：

HTTP POST：透過HTTP POST上傳手機APP端的影像，經過

白平衡、Unet模型以及貧血預測演算法，將會得到相對應的血色素濃度。

HTTP GET：return的數值即是相對應的血紅素值，回傳數值給手機後，最後由App判斷是否低於閥值。以下是架構圖。



3.5.2 API上線：

使用AWS(Amazon Web Services)中EC2(雲端虛擬機)建立執行個體，需要建立記憶體大一點的執行個體(太小導致很多Python套件無法安裝而無法運行AI模型)，本專題使用t3.large類型。且建立時要設定安全群組，使手機API可以連線，否則手機API無法成功執行。最後開啟執行個體，上傳模型以及執行前面a部分完成的API程式碼即完成API架構與上線。

且透過Web API可將使用者的資料再訓練Unet、白平衡模型以及修正預測黃疸貧血演算法，產生更準確的預測，也可及時提供最新版本的AI與演算法。

* 1. **APP**

使用Andriod studio透過dart語言開發手機App，主要功能有拍攝眼部照片、上傳拍攝照片AWS(Amazon Web Services)的Web api並回傳黃疸貧血預測值、紀錄黃疸貧血預測值。而連接API的方式為使用Flutter函式庫中的Dio，為保障數據的安全性，使用HTTPS協議上傳手機拍攝影像到AWS Web API並使用HTTP GET回傳模型預測的血色素濃度，最後經由閥值判斷是否貧血與黃疸之嚴重程度。App的操作流程如下：用戶可以通過App拍攝眼部照片。這些照片會被上傳到AWS的Web API，API會使用模型進行預測，並將預測結果以HTTP GET的方式返回給App。在App內，我們使用閥值判斷這些預測值，以確定是否存在貧血或黃疸，並評估其嚴重程度。

App的操作流程如下：用戶可以通過App拍攝眼部照片。這些照片會被上傳到AWS的Web API，API會使用模型進行預測，並將預測結果以HTTP GET的方式返回給App。在App內，我們使用閥值判斷這些預測值，以確定是否存在貧血或黃疸，並評估其嚴重程度。

## 結論

* 1. **圖表及公式**

圖形、表格及公式請依先後次序標號，標號請用半型阿拉伯數字，並將圖說撰寫於圖形下方置中，表格說明撰寫於表格上方置中。所附圖表請務必清晰並註明正確來源。以下圖 1為圖形及圖形說明之範例。表 1為表格及表格說明之範例。

圖形、表格及公式的書寫，中英文皆可，請選用標楷體之中文字型及Times New Roman之英文字型，點數為10點，粗體字型。

章節標題為粗體字型，點數為12點，作者資料點數為11點，圖表說明請用粗體字型，點數為10點，其餘論文內容及參考文獻為標準體字型，點數為10點。



**圖 1 中華民國民生電子學會**

* 1. **邊界設定**

文章格式請以A4紙格式撰寫，每一頁請用兩欄格式，行距使用單行間距，上下及左右邊界留白各2.5cm，欄寬7.75cm，兩欄間距0.5cm。最後一頁內容請平均置於兩欄中。

**表 1 邊界設定格式**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 邊界留白(cm) | 欄寬(cm) | 欄距(cm) |
| 上 | 下 | 左 | 右 |
| 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 7.75 | 0.5 |

**誌謝**

論文若為科技部計畫之相關成果，請務必在論文之致謝中註明科技部計畫編號。

**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. Hepatogastroenterology, 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 MARIAKAKIS, 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.