

基於FibroScan量化指標之超音波早期脂肪肝檢測模型
Ultrasound Early Fatty Liver Detection Model Based on FibroScan Quantitative Indicators

林泓鈞Hong-kun Lin^{1,2} 呂紹浦Shao-Pu Lu¹ 王浩任Hao-Jen Wang³ 李佳燕Chia-Yen-Lee^{1*}
陳宗伯Zong-Bo Chen⁴ 陳錦得Jin-De Chen⁵ 楊昆澈Kuen-Cheh Yang⁵
¹國立聯合大學, National United University
²國立陽明交通大學, National Yang Ming Chiao Tung University
³國立台灣大學, National Taiwan University
⁴中國醫藥大學附設醫院, China Medical University Hospital
⁵國立臺灣大學醫學院附設醫院北護分院, National Taiwan University Hospital Bei-Hu Branch

I. 摘要

有效的電腦輔助早期脂肪肝檢測工具可大幅減少醫師判讀時間與避免判讀誤差等問題，亦有助於肝疾病的早期檢測，為此本研究基於臨床上可廣泛取得之超音波B-Mode影像，並利用臨床上較昂貴的檢測工具-FibroScan，取得可量化的脂肪肝嚴重程度數值做為標準答案，提出一種有效的早期脂肪肝檢測深度學習模型，此模型對於脂肪肝的檢測效能分別達Accuracy: 0.77、Sensitivity:0.77、Specificity:0.76。本研究亦同時分析了以臨床上醫師所關注的肝實質區域作為輸入的基線模型，使用Grad-CAM方法，分析深度學習模型的關注區域。結果顯示，本研究所提之模型，相比於基線模型納入了皮下脂肪資訊的學習關注，使其獲得最佳的模型效能。

II. 研究材料與方法

研究材料

- 取自中國醫藥大學附設醫院及台大北護分院。
- 使用LOGIQ S8、Toshiba Aplio300、Toshiba SSA-660A所拍攝B-Mode影像。
- 使用FibroScan 530 Compact量測受控衰減參數(controlled attenuation parameter,CAP)
- 實驗軟體使用Python3.8和Keras2.11.0版本，在Linux系統下運行，GPU為Nvidia RTX 2080Ti。

研究方法

本研究基於臨床上可廣泛取得之超音波B-Mode影像，並利用臨床上較昂貴的檢測工具-FibroScan，取得可量化的脂肪肝嚴重程度數值進行開發早期脂肪肝檢測模型，並比較臨床上醫師所關注的肝實質區即本研究Handcraft區域，與使用整張超音波影像之模型效能表現，Handcraft肝實質區域影像如Figure1所示。

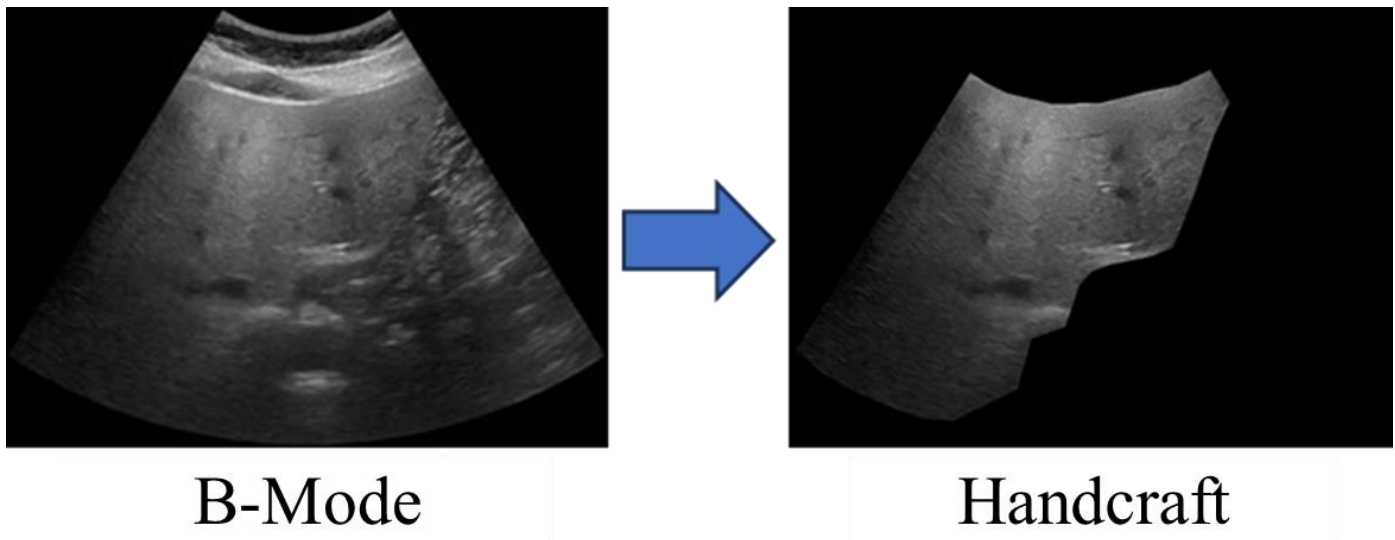


Figure1.Handcraft肝實質區域

影像標準化

由於醫院之間拍攝超音波影像時使用不同型號的機台，因此影像的解析度、顏色，各有所不同，本研究為統一上述之特徵，因此將各機台所獲得的B-Mode影像進行前處理，將原始的RGB影像轉換為灰階影像，並調整影像大小統一為224*224。

早期脂肪肝檢測模型

- 總共收集310筆資料，使用中國醫藥大學附設醫院以及台大北護分院所採用CAP閾值，區分正常肝臟S0(CAP<238)共96筆，有脂肪肝S1~S3(CAP>=238)共214筆，如Figure2所示。

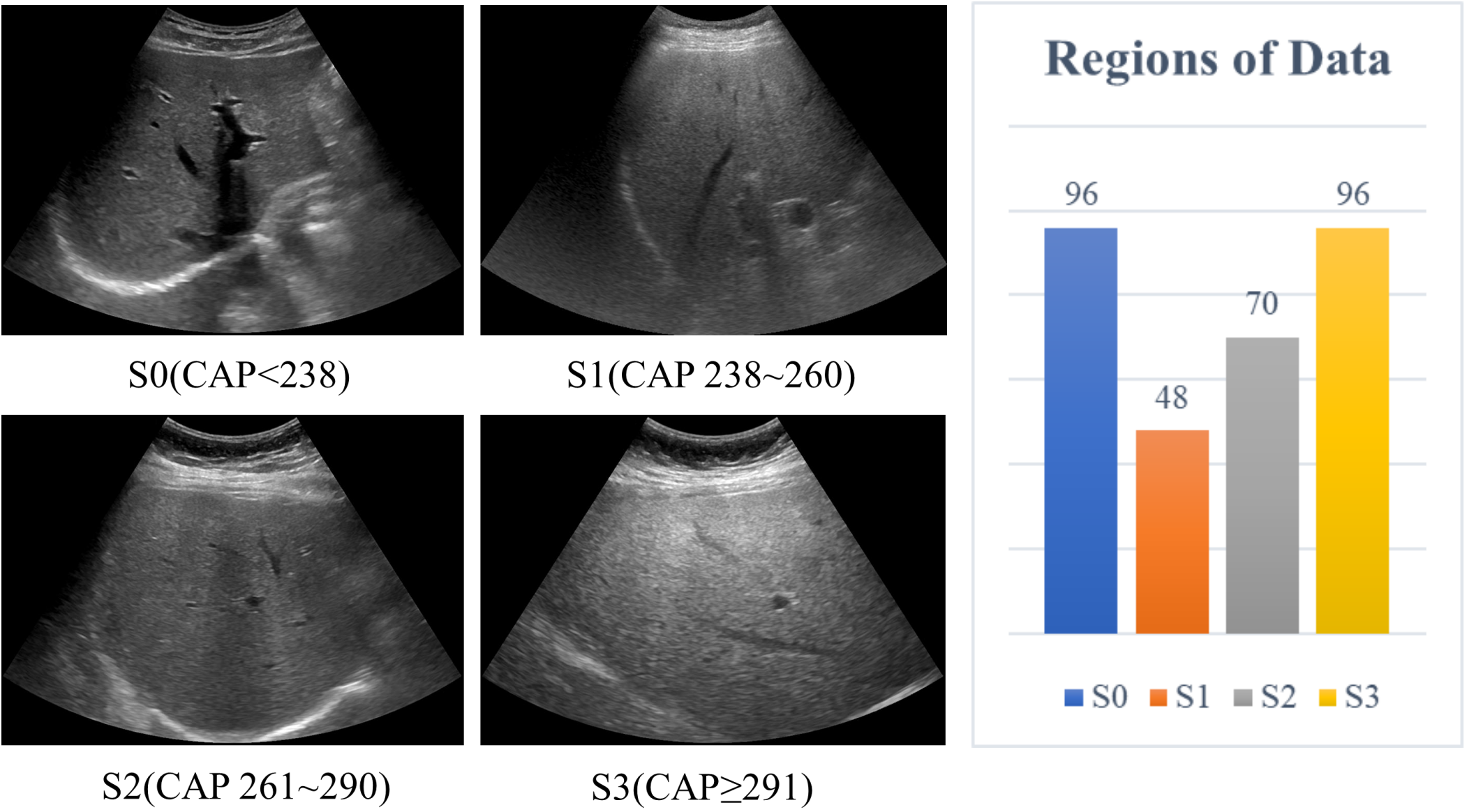


Figure2:資料分布圖

- 以8:1:1的比例分配脂肪肝預測模型之訓練集(246筆)、驗證集(32筆)、測試集(32筆)，使用上述醫院所採用的CAP閾值作為本研究之真實答案。
- 改良常用於醫學影像診斷的分類模型VGG19如Figure3所示，使用Focal Loss 公式如式1，取代傳統VGG19所使用的Loss Function -Cross-Entropy

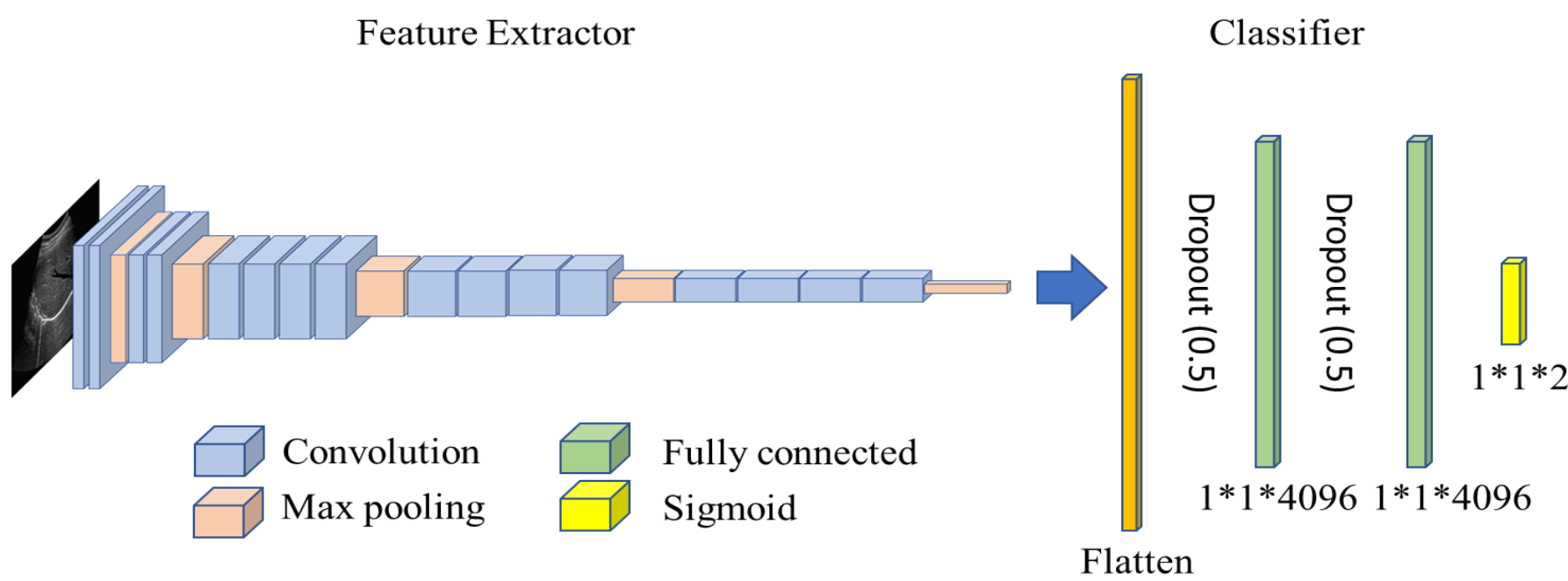


Figure3:VGG19架構圖

$$FL(pt) = -\alpha(1 - pt)^r \log(pt) \quad \text{式1}$$

III. 結果

本研究比較了B-Mode影像與Handcraft分別做為模型輸入在預測脂肪肝的表現，由Table1結果顯示B-Mode影像相比於Handcraft擁有較高的脂肪肝檢測表現，由此可知肝實質區域以外的影像資訊有助於模型分類脂肪肝，同時，本研究透過Grad-CAM方法分析模型在學習檢測早期脂肪肝過程中的關注區域如Figure4所示。

Table 1. 模型預測結果

指標	B-Mode Cross-Entropy	Handcraft Cross-Entropy	B-Mode Focal Loss	Handcraft Focal Loss
Accuracy	0.74±0.06	0.73±0.08	0.77±0.07	0.75±0.06
Sensitivity	0.75±0.11	0.73±0.16	0.77±0.07	0.72±0.14
Specificity	0.73±0.14	0.72±0.20	0.76±0.11	0.75±0.15

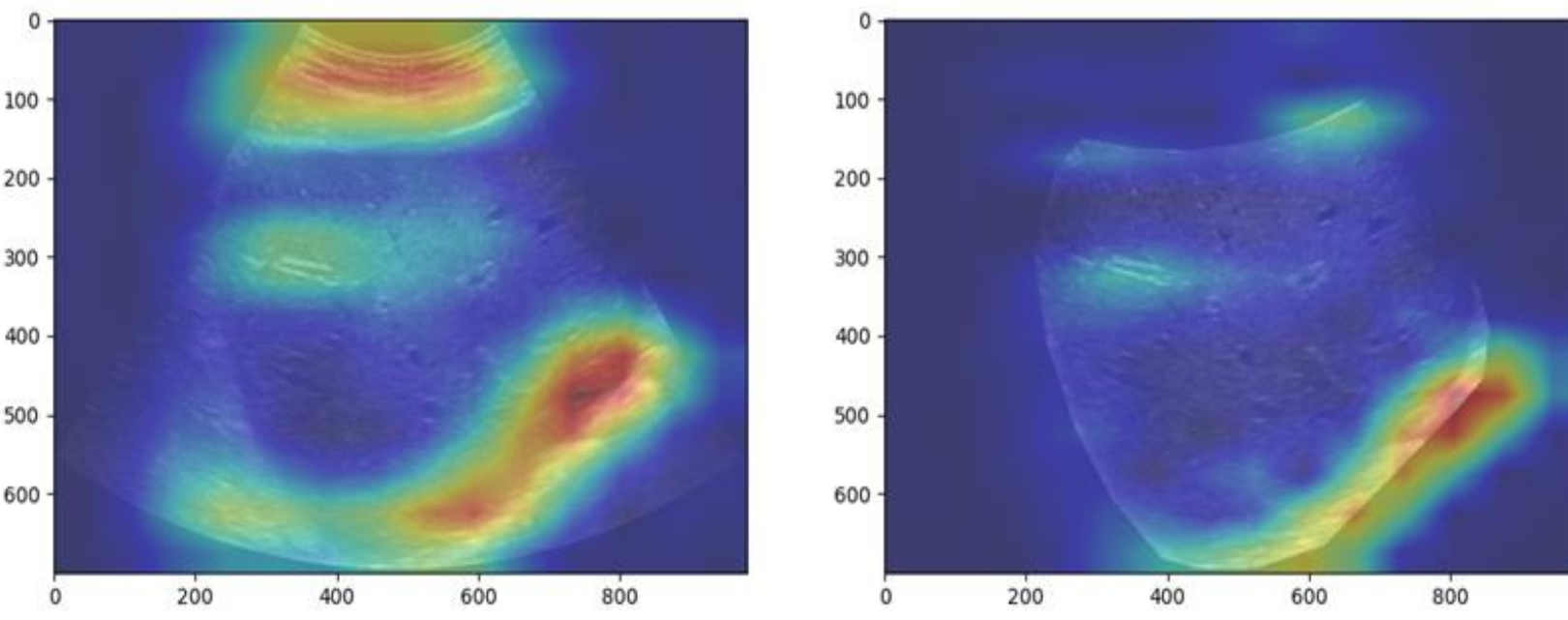


Figure 4. Grad-CAM影像，左: B-Mode，右:Handcraft

IV. 結論

為了準確、有效地輔助醫師診斷，本研究提出一有效的早期脂肪肝檢測模型，其架構使用Focal Loss 取代Cross-Entropy，克服訓練時資料不平衡問題，得到了Accuracy、Sensitivity和Specificity分別為0.77、0.77和0.76之判別效能，研究結果顯示使用B-Mode影像作為輸入的表現優於Handcraft，意指相比於臨床醫師所關注的肝實質區域，本研究所提出之模型關注到更多有助於判別早期脂肪之額外資訊。透過Grad-CAM方法可直觀看出本研究模型所學習到的早期脂肪肝檢測特徵不僅侷限於肝實質內，透過加入皮下脂肪影像資訊可以提升模型的效能表現。

V. 致謝

本研究感謝國科會計畫【NSTC111-2628-E239 001-MY3】提供支持，感謝中國醫藥大學附設醫院及國立臺灣大學醫學院附設醫院北護分院協助收集研究所需之資料。