

# 靜宜大學資訊工程學系畢業專題計畫書

## 一、封面內容包括：

---

專題名稱：基於深度學習之智慧洗手品質評估

指導教師：劉志俊教授

專題學生：<資工三 B><411147445><張娟綺><s1114744@o365st.pu.edu.tw>、<資工三 B><411134418><黃亭穎><s1113441@o365st.pu.edu.tw>、<資工三 B><411147461><陳皓綸><s1114746@o365st.pu.edu.tw>

繳交日期：

---

## 二、內容包括：

### ● 摘要

(請專題內容作一概述，作品的背景資料，完成此作品的動機，敘述專題作品的目的)

醫療照護相關感染是一個嚴重的公共衛生問題，不僅增加患者住院時間延長的風險，也造成醫療成本的大幅提高。儘管正確洗手被公認為是最有效且經濟的預防醫療照護相關感染的方法，但現有的洗手監測系統仍存在局限性，利用資訊技術來改善洗手品質的需求十分殷切。因此，本論文提出一種智慧洗手品質評估系統，結合了深度學習和手勢偵測技術來進行洗手動作影像辨識，並利用機器學習進行洗手動作分類與品質評估，此方法不僅能監測洗手動作，還能評估手部細微部位的清潔度和洗手動作準確性。希望透過此系統能提升洗手的品質和有效性，減少醫療照護相關感染的發生率，並進而降低相關的醫療成本，改善整體醫療環境，為感染控制和公共衛生領域提供重要貢獻。

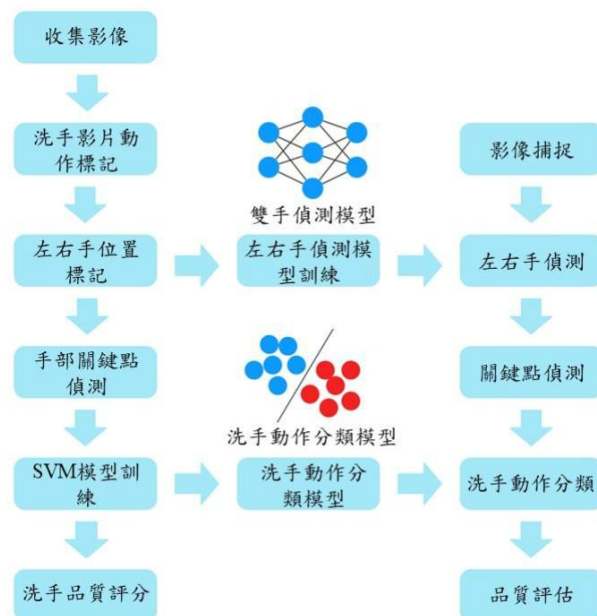
### ● 前言

根據衛生福利部的統計(<https://www.cdc.gov.tw/Category/MPage/4G8HuDdUN1k4xaBJhbPzKQ>)，台灣每年發生 85,000 例醫療照護相關感染(health care-associated infection, HAI)。根據衛福部《新版醫療照護相關感染監測定義》(參考網址 <http://at.cdc.gov.tw/4RV47r>)，HAI 是指在病患接受治療時受到額外的細菌、病毒或真菌等病原體感染。於院內最常見的傳染途徑為接觸感染。感染後會導致病情惡化、增加醫療負擔，嚴重還可能造成死亡率提高等影響。根據報告數據顯示，感染 HAIs 的病患死亡率高達 24.4%，而在重症監護病房接受治療的患者中，這一比例更是上升到 52.3%。即便如此，HAI 感染率還是可以有效降低，世界衛生組織(World Health Organization,

WHO)在病人的安全相關指引中指出，手部衛生是預防與控制院內感染的最重要措施，且是一種有效且經濟的預防手段。儘管洗手的重要性不斷的被強調，但根據 2021-2022 年內 WHO 調查，在 106 個受評國家中，僅有 3.8% 的國家達到感染預防控制 (infection prevention and control, IPC) 最低要求。近年來，雖然有許多關於洗手偵測的研究，但這些系統卻只能判斷洗手的動作，而洗手時虎口、指縫等細微的部位，還是很容易被忽略。若以人工監督醫護人員洗手行為，不但費時費力，易產生主觀認知偏差，且無法準確評估洗手的有效性。為了解決上述問題，本論文研發出一個智慧洗手品質評估系統，結合了深度學習和手勢偵測技術來進行洗手動作影像辨識，並利用支持向量機(support vector machine, SVM)進行洗手動作分類與品質評估。此系統主要功能為針對醫護人員和一般民眾，自動評估手部難洗部位的清潔度及洗手七步驟的執行完整性與有效性。本研究的目標是透過智慧科技的引入來協助達成減少醫療照護相關感染案例，希望通過洗手品質評估系統，能有效提高公眾在洗手過程中的正確性與完整性，確保每一個容易被忽略的虎口與指縫等部位都能達到有效清潔，並提供洗手時的即時反饋，從而提升洗手的品質，減少醫療照護相關感染發生率，並進而降低醫療成本。此外，我們期待此系統能夠在各類公共場所，如學校、醫院、餐飲服務業和其他高風險地區廣泛應用，發揮其最大效益。

## ● 進行方法及步驟

本文所提出的智慧洗手品質評估系統的架構如圖 1 所示，主要進行步驟說明如下：



1. 收集手部影像：我們依照 WHO 洗手指引所建議的標準洗手動作，如表 1 所示，在童綜合醫院感染科專業感控專家指導下，在洗手台旁架設攝影機，以不同角度與不同距離的條件下拍攝標準洗手動作的影片，建構標準洗手動作影像資料集。
2. 洗手影片動作標記：我們對標準洗手動作影像資料集中的每個洗手影片，以人工標記「內、外、夾、弓、大、立、腕」標準洗手七個動作中每個動作的開始與結束時間，並每隔 0.1 秒擷取一張連續洗手動作代表性影像，標記每張影像屬於標準洗手七個動作中的哪個洗手動作。
3. 左右手位置標記：針對洗手動作影像資料集中的每張影像，我們使用 LabelImg 影像註解工具 (<https://github.com/HumanSignal/labelImg>)，將每個洗手動作的連續影像中的左手掌與手腕以及右手掌與手腕(本文將手掌與手腕合稱為手部)，分別標記其邊界框，如圖 2 所示，並以 YOLO 格式儲存左右手位置與洗手動作標記。
4. 左右手偵測模型訓練：針對上述已標記完成的左右手位置與洗手動作影像資料集，我們分別用 YOLOv8、YOLOv9、YOLOv10 等三種目前最先進的物件偵測(object detection)模型進行洗手動作辨識模型訓練，再根據實驗結果挑選辨識效能最佳的模型用於測試階段的洗手動作影像中的左手與右手手部影像辨識。
5. 手部關鍵點偵測：左手與右手手部影像辨識後取得左手與右手位置後，我們使用 Google Research 開發的多媒體機器學習應用框架 Mediapipe，進行手部影像中的手勢辨識(gesture recognition)找出手部 21 個關鍵點的三維座標，以圖 3 所示。Mediapipe 是一個開源機器學習框架，其手部模型定義了 21 個手部關節解剖特徵點，利用 Mediapipe 預訓練好的手部關鍵點偵測模型，可以偵測在不同洗手動作下的左右手各 21 個手部關節解剖關鍵點，我們據此進行洗手動作分類模型的訓練，以及洗手品質自動評估。
6. 洗手動作分類 SVM 模型訓練：我們根據 Mediapipe 所偵測到的左右手各 21 個關鍵點的三維座標後，以 SVM 模型進行洗手動作分類模型訓練。洗手動作分類模型訓練完畢後可即時對洗手影片進行洗手動作辨識並計算各個洗手動作持續時間。
7. 洗手品質評分：根據每個洗手動作的清洗部位重點，我們定義一組評估此洗手動作對清洗特定部位有效性地時空間規則，藉由計算左右手 21 個手部關鍵點間的空間關係，計算關鍵清洗點跟目標清洗面之間距離與角度，在一定時間內的變化規律，並以標準洗手規範為對照，進行洗手品質評分，確保洗手的有效性。

可能遇到的問題：在訓練模型的時候，訓練資料集內左右手局部洗手影像兩手容易互相遮擋，導致洗手動作辨識效能降低。

## ● 設備需求 (硬體及軟體需求)

1. 硬體
  - a. 電腦
  - b. Webcam

c. 洗手液

d. 腳架

2. 軟體

a. Yolov8

b. Yolov9

c. Yolov10

d. Pycharm

e. LabelImg

● 經費預算需求表 (執行中所需之經費項目單價明細)

編列預算範本

項 目 名 稱	說 明	單位	數量	單 價	小 計	備 註
				臺幣(元)	臺幣(元)	
個人電腦	專案之進行	部	2	26000	52000	由系上實驗室提供
雷射印表機	文件整理及列印等	部	1	10000	10000	由系上實驗室提供
webcam	專案之進行	部	2	579	1158	由系上實驗室提供
攝影腳架	專案之進行	支	2	264	528	向系上申請

消耗性器材	印表機消耗材料、紙張、洗手液等	批	1	5000	5000	由系上實驗室提供
消耗性器材	光碟片、隨身碟、外接硬碟等	批	1	3000	3000	自行負擔
雜支費	比賽報名費、APP 上架費、國內差旅費、論文發表費等	批	1	10000	10000	自行負擔
雜支費	印刷費、文具等	批	1		500	自行負擔
共 計					82186	

● **工作分配** (詳述參與人員分工)

張娟綺:論文撰寫、報告、實驗、標記、收集資料、簡報製作

黃亭穎:論文撰寫、報告、實驗、標記、收集資料、簡報製作

陳皓綸:論文撰寫、報告、實驗、標記、收集資料、簡報製作

● **預期完成之工作項目及具體成果**

**完成系統開發，能夠確實辨認洗手步驟與準確度，並佈署至 FPGA 版上**

\*\*\*\*\*

(\* 書面審查文件至少為 2 頁。不含封面，請依上述格式撰寫。)

(\* 字型：「本文」使用「標楷體及 Times12 點」；行距 1.5。

「標題」使用「**粗體標楷體及 Times14 點**」；行距 1.5。)

(\* 上下左右的邊界至多2.5公分，至少1公分。)