基於邊緣運算與深度學習的長者安全即時通報系統

陳柏恩, 古信汯, 林俊榮

國立勤益科技大學資工系

[Chenboen931204@gmail.com](mailto:Chenboen931204@gmail.com)

作品類別[資訊管理、行動應用與系統整合類]

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **創意說明** | 1. 結合YOLOv11-POSE骨架辨識模型與加速度特徵做時序辨識。 2. 使用Raspberry Pi 5結合業主已有之攝影機，達成低成本辨識。 3. 使用Raspberry Pi 5邊緣運算，減少影像上傳雲端導致隱私風險。 4. 事件透過HTTPS做即時告警，協助獨居長者與照護者的方便。 | | | | |
| **技術特點** | 1. 時序影像分析，大幅降低邊緣運算負載，降低單支攝影機辨識成本。 2. 骨架加速度融合演算法，模擬加速度感測器數據。 3. 微服務架構使服務高可用，Failover機制使伺服器在主實例故障時自動轉移至健康節點，保證服務可用性與業務連續性。 | | **系統功能** | 1. 影像即時跌倒偵測。 2. 加速度特徵融合判斷。 3. 透過APP控制邊緣裝置。 4. 警急通知（APP通知、簡訊通知、Email通知）。 | |
| **系統架構圖** |  | | **系統環境** | 1. 程式語言：C++ / JAVA/ Python。 2. 硬體：Raspberry Pi 5、IPCamera、PoE Switch。 3. 工具：Nginx、Redis、PostgreSQL、EMQX、1Panel、Docker、Spring Cloud、BOOST、Folly。 4. 通訊協定：HTTP/HTTPS、gRPC、MQTT、WebSocket、SSE、Modbus。 | |
| **研發過程摘要** | 1. 需求與系統規劃階段  * 定義系統邊界和要達成的目標：跌倒偵測、長時間靜止偵測、事件上報與推播機制 * 設計系統架構：以邊緣運算做初步規劃＋微服務後端架構處理事件與推播通知  1. 模型選擇  * 以YOLOv11-pose進行關鍵點與姿態估算 * 為減少邊緣裝置負載，採用時序影像辨識，每秒抓取3張圖以滑動視窗方式進行辨識（如：123→234→345），減少不必要的全幀偵測 * 在邊緣端模擬加速度特徵（由骨架座標變化計算速度/加速度），並訓練成決斷模型，以此模型之IPO進行跌倒決斷  1. 微服務系統實作  * 每個服務獨立以Docker方式部署，各個服務擁有自己的資料庫和gRPC接口讓個服務調用  1. 邊緣裝置與雲端通訊  * 邊緣裝置以MQTT Pub/Sub方式與微服務集群通訊，並保證斷線重連高可用 * 整體流程：IP Camera→邊緣運算→上報→後端處理→通知推播  1. 隱私保護  * 通訊採用TLS加密，並實作Access Token/Refresh Token無狀態身份認證  1. 系統擴充與未來規劃  * 未來可以串接更多IoT感測器，往居家安全方向 | | | | |
| **實作成果圖一及説明** | | | **實作成果圖二及説明** | | |
| 一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 設計 的圖片  AI 產生的內容可能不正確。 | | 1. 用戶可於APP中控制邊緣裝置各類參數 2. 一個用戶可以綁定多個邊緣裝置，一個邊緣裝置可以供多個用戶綁定 3. 完全個性化服務，依照客戶需求自由設定名稱等等 |  | | 1. 以時序滑動視窗方式進行辨識 2. 除了骨架還有加入速度加速度公式 3. 目前在光線充足環境辨識正確率高達99% 4. 睡眠與跌倒可以正確分析 |

摘要

本專案旨在開發一套「基於邊緣運算與深度學習的長者安全即時通報系統」，旨在提供即時、高效、安全的長者照護解決方案。

1. 技術

一張含有 文字, 字型, 圖表, 行 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。系統流程：

採用多模態融合之跌倒偵測方法，核心技術結合時序骨架影像辨識、加速度參考速度運算。在影像面，我們以YOLOv11-pose進行骨架關鍵點擷取，並透過滑動視窗方式進行時序分析，有效捕捉姿態連續變化，並傳入自訓練決斷模型進行分析與跌倒決斷。

2. 自訓練決斷模型

本專題之跌倒偵測模型建立在 時序骨架辨識 與 加速度積分運算 的數學基礎上。首先，利用 YOLOv11-pose 擷取人體關鍵點集合，進而定義 姿態角度變化量 與 重心高度變化量 ，此兩者可描述人體從直立到水平的劇烈姿態轉換。

其中 來自骨架姿態特徵（頭、肩、髖之向量角度）， 來自垂直加速度。透過模型權重 動態調整。當 Score 超越臨界值時，判定為跌倒事件，並立即觸發告警通報。

3. 通報

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 數字 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

系統可使用APP和Email進行緊急事件通報。

4. 系統運作流程

一張含有 美工圖案, 圖表, 卡通, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

系統利用家中現有攝影機影像，經樹莓派即時判斷跌倒事件，若偵測異常，立即上報伺服器並透過 App 或 Email 發送通知，確保緊急狀況即時通報。

系統提供樹莓派與 App 雙介面設計，使用者可於任一端進行參數設定與狀態監控，操作簡便直覺，提升使用便利性與系統靈活度。