



112 學年度元智大學工業工程管理學系畢業專題

智慧機器人結合 Keypoint 之老人跌倒警示

Smart Robot Combined with Keypoint for Elderly Fall Detection and Warning

指導教授：孫天龍 教授

學生：陳冠驊、郭冠哲、屈成叡

研究動機與目的

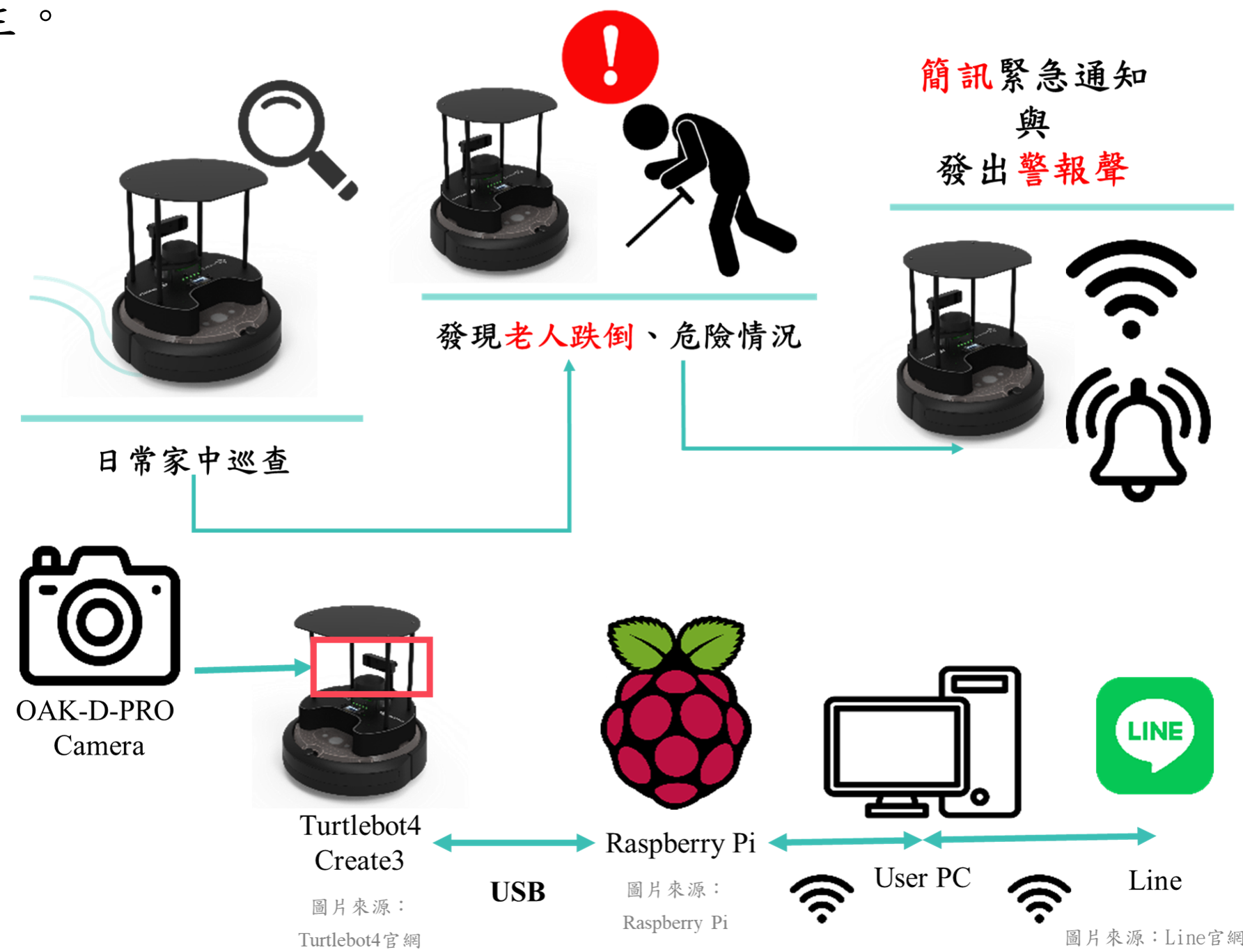
據美國疾病控制與預防中心 (CDC) 的數據，每年有四分之一以上的老年人跌倒，其中五分之一的跌倒事件會導致嚴重受傷。2021 年國內有 1482 人因跌倒而亡，對於老人的醫護需求越來越高，因此若能提早發現跌倒的發生，並警示就可以有效縮短通知就醫的黃金時間。

雖然市面已有多種穿戴裝置或監視系統，但各個都有部分功能不足的狀況。最終我們提出以智慧機器人結合 Keypoint 作為解決方法，因其不只需要攜帶在身上就可以在環境中巡邏，達到監測效果；同時也因為其能夠自由移動，由此來避免影像死角的問題；最後做出警訊聲與傳送緊急通知，達到跌倒當下即時做到警示的作用。

研究方法與設計架構



下圖為我們為老人跌倒警示智慧自走機器人專題之運作架構圖，首先智慧自走機器人將熟悉範圍內之室內布置，並在此環境內做巡邏且搭載避障之功能，當在環境內發現老人跌倒的狀況後，機器人將會在原地發出警報聲同時發送手機訊息予緊急連絡人來達到警示之作用，預期減少送醫時間、避免更大的憾事發生。



我們使用 Turtlebot4 結合 Keypoint RCNN 達到跌倒偵測並警示之目的，再以 Raspberry Pi 作為主機板驅動。如下圖所示，Turtlebot4 之頂端安裝 OAK-D-PRO 相機用於捕捉人體節點，最後使用網路 Wi-Fi 讓 Raspberry Pi 主機板與使用者電腦做連接。以下為我們設計老人跌倒警示機器人之三大功能，與開發功能的實行辦法：

- (一)巡邏避障：使用 Ros2 內建套件配合 Python 程式碼完成地圖建置，並做導航、巡邏。
- (二)跌倒偵測：使用 Pytorch 的 Keypoint-RCNN 人體關鍵點模型，捕捉人體關鍵點並判斷其位置來偵測老人是否跌倒。
- (三)警報與緊急通知：透過 Python 程式碼套件 Request 與 Line access token 將緊急通知訊息傳予緊急連絡人。警報則使用 ROS2 的 audio 模組發出聲響引起注意。

Raspberry Ros2 開發環境與平台



圖片來源：ROS2 與 Raspberry 官網

Gmapping & Navigation



地圖環境建構與導航

Keypoint RCNN

捕捉人體節點，判斷是否為跌倒狀態



圖片來源：Keypoint RCNN github

Python & Line

緊急通知、聯絡渠道

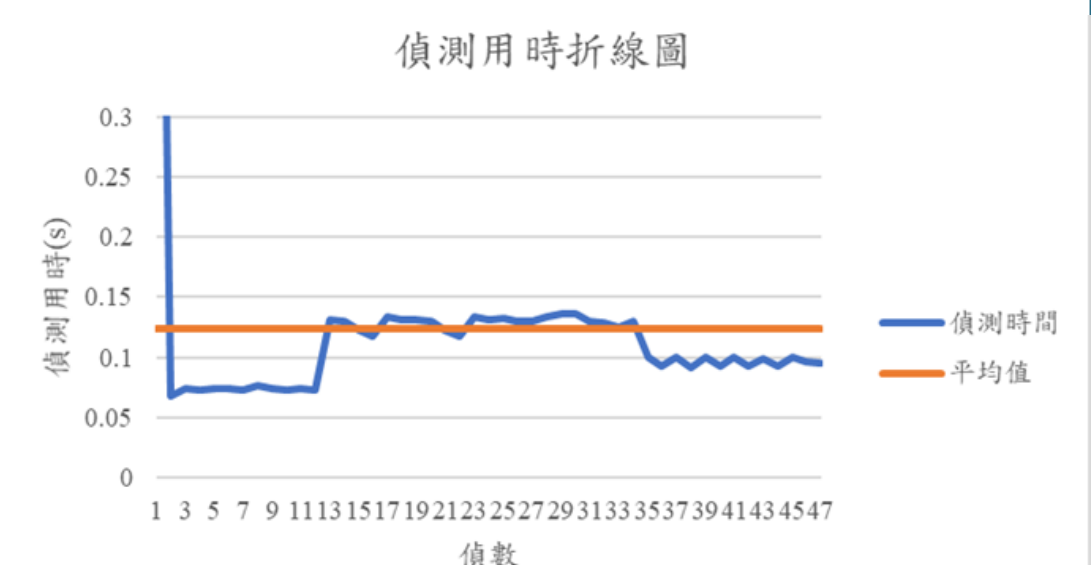
圖片來源：Python 與 Line 官網

跌倒判斷程式運作邏輯



研究結果

- (一)設定巡邏的路線與範圍，完成巡邏、避障功能。
- (二)跌倒判斷平均為 0.123 秒，除了離群值，其他高於平均值的偵數都低於 0.15 秒，可以即時回報老人發生跌倒的狀況。
- (三)機器人發出警報聲；成功傳送 Line 緊急通知。



結論與未來方向

我們展示了巡邏功能、跌倒偵測功能、訊息傳送功能的成功運作。但因機器人本身的硬體限制，無法整合機器人的巡邏能力和 Keypoint 技術，也無法透過網路傳送訊息。

若未來有更穩定和強大的硬體，希望能夠成功運作此系統並擴展應用場景，使其更加適用於不同的環境和使用者需求。