

105 學年度「機械與機電工程學系專題成果展」

3D 即時建圖與人員跟隨避障機器人

The design robot of following and
collision avoidance with 3D mapping

國立中山大學機械與機電工程學系

蔡佳明B023021005

王致中B023022062

郭宗達B023021045

陳毓柔B023021042

指導教授：彭昭暉副教授

主辦單位：國立中山大學機械與機電工程學系

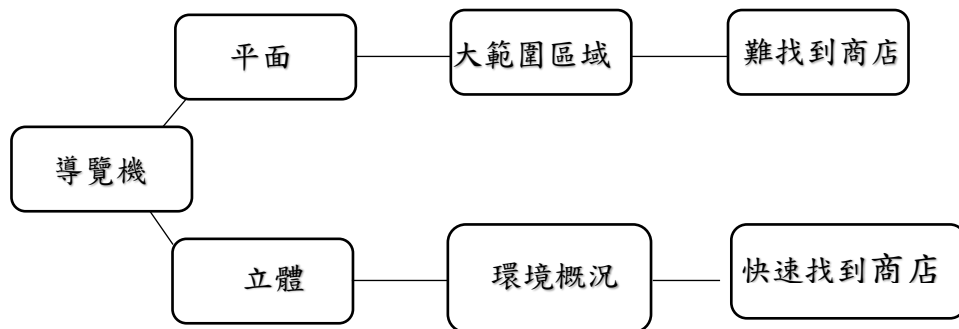
(一) 摘要：

本研究計畫以攝影機拍攝，藉由影像處理技術讓機器人跟著特定人物行走，並且在行走的同時利用 KINECT 對四周進行建圖工作，只要人走到哪，立體圖就跟著建構到哪，再利用超音波對四周進行障礙物躲避，預防機器人不慎碰撞到物體。

(二) 研究動機與目的

隨著科技的進步，建構 3D 立體地圖已經不再是夢想。然而，相關技術卻鮮少應用在實際生活中，一般建築物內都只有平面位置圖，像是商場內部導覽機器也只會跟你說想要查詢的商店在哪個區域，不會有確切位置圖，有些人對於地圖並沒有什麼概念，導致在看位置圖的時候常常會產生誤解，或是對於一個完全沒逛過的商場需要耗費許多時間找尋商店，如果能建立一個類似 GOOGLE 地圖街景模式的室內街景可以讓一些大型購物商場裡的導覽電腦增加此功能，消費者可以直接藉由 3D 立體圖得知欲查詢地方的四周景色，加速找到商店，平面圖與立體圖比較如圖一。

在佔地範圍較大的場所，如校園、公司、等，透過室內 3D 立體圖，亦可以使人更方便、更輕鬆的了解此地的空間配置。我們希望製造一跟隨機器人，藉由此機器可以快速的建構完 3D 圖。此機器人可以穩定的跟隨前方人員，不需要經由線路跟機器人連接。我們只需要像是在散步般的走路，人到哪裡，機器人就到哪裡，立體圖也跟著建構到哪裡，後方的機器人會自動幫你整個室內空間的立體圖建構完成，透過重複的走動與建圖，亦可讓所建出的 3D 地圖更為精確。



圖一，平面圖與立體圖之比較圖

(三) 研究內容：

本研究需要利用攝影機進行人員跟隨偵測，將得到的資訊回傳給電腦進行分析，當人員轉彎時，電腦計算出轉動角度並且連動整個機器人進行轉彎，同時利用超音波測距預防機器人碰撞到障礙物，且隨時利用 KINECT 進行 3D 即時建圖，並且將得到的資訊回傳給電腦進行建圖，本研究開發系統需要具備以下功能：

1. 整合介面：

本實驗將採用 Visual C++ 進行介面撰寫人機介面整合，將攝影機獲得的影像傳達給電腦進行運算並傳達命令給機器人做前進後退或是轉彎的動作。在資料傳輸與命令下達的同時，為避免訊息交錯混亂，傳送端先傳送一段命令代碼，接收端辨識代碼後做相對應的動作回饋或準備資料接收，若是傳輸資料，傳送端便接著在主要資訊頭尾加上辨識代碼與相關資料性質，接收端接收資料後辨識頭尾的代碼確認資料沒有錯誤，並依資料性質做儲存或處理，再回傳訊息讓主控端進行下一步指示。機器人的移動與超音波避障以 Arduino 控制，因此介面必須與之整合，將機器人資料從主控端電腦傳送至 Arduino，顯示機器人的位置與其他狀態，並可以直接以主控端控制機器人行動。

2. 人員跟隨：

由攝影機讀入影像，再由 Visual c++ 2010 與 OpenCV2 進行影像處理將影像灰階化，利用邊緣偵測找出被跟隨者的小腿邊緣，將找出的邊緣進行二值化分析，再利用攝影機找出兩個小腿哪個離機器人比較近，透過重心計算法找出小腿分布距離的重心，將攝影機測得距離資訊回傳給電腦，經電腦計算出維持距離所需電壓後，將電壓資訊傳給 Arduino，修正機器人行進速度。

3. 超音波避障：

在機器人四周裝設六個超音波，每個超音波廣角大約 60 度，經由超音波獲得的資訊，經由 Arduino 計算距離之後可以轉換成電壓資訊給機器人，進行方向及速度的改變，如此可以預防機器人撞到障礙物。

4. RGBD 即時定位建圖系統：

RGBD 即時定位建圖系統極為利用 Kinect 感測器提供的彩色影像資訊與深度資訊來同時達成定位與建圖的功能。首先藉由彩色影像資訊以 GPU-SIFT 演算法萃取影像的特徵點與特徵敘述，將影像特徵點與深度資訊結合來萃取三維空間的特徵點，並且將影像與前一幀的影像資訊去做匹配，以隨機樣本一致性演算法 RANSAC(RANdom Sample Consensus)來排除部分錯誤匹配的特徵點，計算後得到不同時間姿態之間共同的特徵點地標，最後可得到匹配過的兩組三維點雲，藉由奇異值分解計算兩組點雲之間的旋轉與位移關係，以此反覆運算達到定位與建圖功能。

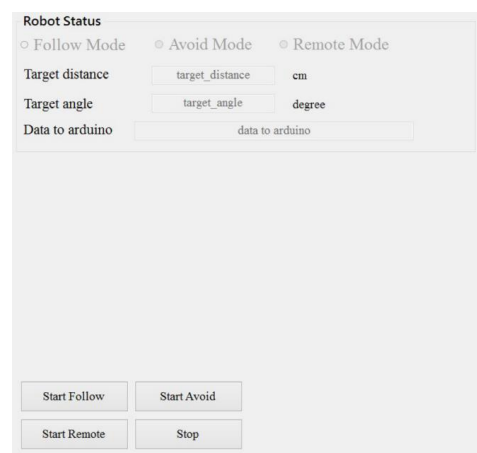
5. 機器人結構

結構部分主要分為三層，底盤採用鋁板，主結構使用鋁擠型材料做支撐，達到輕量化的目的，底層將放置電池、變壓器與連接馬達的線路；中層放置工業電腦、超音波，並架設壓克力板將驅動版、Arduino 與麵包板安裝在上面以絕緣防止導電；上層則放置攝影機，並裝設保麗龍架高 KINECT，增加 3D 建圖範圍。

(四) 結果與討論：

1. 結果：

本研究開發出一台 3D 即時建圖的跟隨機器人，以電腦為中心，利用人機介面監控視窗對機器人下達命令，如圖二，再藉由線路連接建構出與整個機器人的連線，藉由攝影機抓取欲跟隨人的位置，將位置資訊轉成電壓傳給 Arduino 進行跟隨，同時超音波也將周遭距離資訊傳給 Arduino 並推估是否為安全距離，如太靠近則將訊息傳送給機器人進行移動以躲避障礙物，最後在移動的過程中隨時利用 KINECT 進行 3D 建圖。此外，本機器人還具備自走功能與紅外線遙控功能，同時兼具全自動與人為控制模式，機器人最終完成圖如圖三。



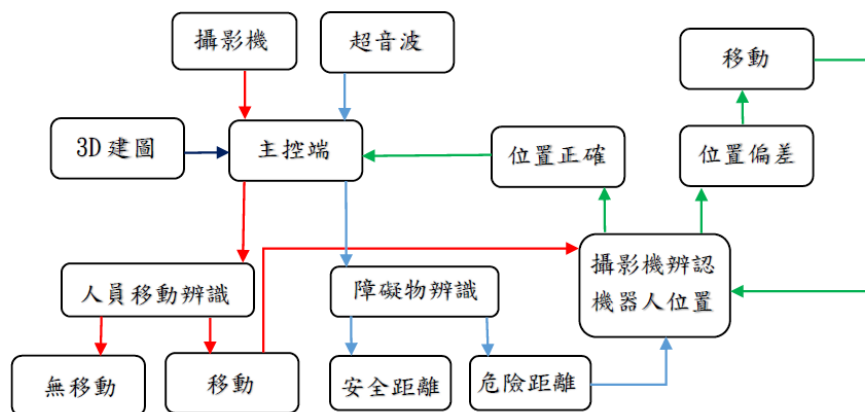
圖二，人機介面視窗



圖三，機器人外觀圖

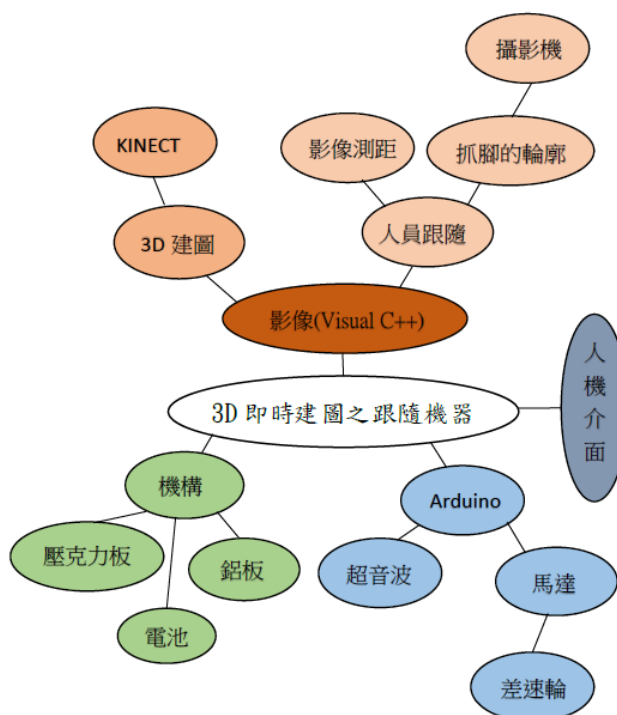
2. 討論：

本研究所設計的系統架構圖如圖四，藉由感測器不斷的接收資訊並將資訊經由主控端傳遞給馬達進行移動。



圖四，系統架構圖

本研究設計的目的、使用的感測器與感測方法、以及製作機構所使用的材料等，繪製成圖五。



圖五，機器人的配置圖

將完成的機器人運送到圖書館一樓，對圖書館一樓進行建圖工作，由於圖書館後側的電燈未開導致光量不足，因此在人員跟隨的方面有些不如預期，將會對此部分再進行改善，建圖部分由於疊圖次數過少導致圖形不夠清晰，將會增加疊圖次數來提高建圖的清晰度。