

無人機應用

專題編號：113-CSIE-S015

執行期限：112 年第 1 學期至 113 年第 1 學期

指導教授：林惠勇

專題參與人員：110590018 劉承翰

一、摘要

在本研究中，我們利用模擬環境中的 D345i 相機，結合 ROS 提供的 octomap_server，將 D345i 相機所獲取的深度資訊轉先透過 TF 來轉換成無人機 (base_link) 座標體系，再進一步轉換為三維點雲數據，並使用這些點雲來構建 OctoMap 地圖。在地圖生成過程中，我們透過與 Rviz 進行交互，設定無人機的導航目標點，並採用了 A*演算法來計算無人機從當前位置到達目標位置的最短路徑，使無人機能夠在多障礙物的環境中安全導航。

關鍵詞：A*、Rviz、Simulation、
3DSlam

二、緣由與目的

隨著無人機技術的快速發展，無人機在自主導航與環境感知方面的應用越來越廣泛。然而，無人機在未知環境中進行自主導航時，面臨著構建精確的三維地圖以及高效規劃路徑的挑戰。在複雜的三維環境中，無人機需要能夠即時感知周圍環境、生成環境地圖，並規劃出避開障礙物的最佳路徑，以確保其導航的安全性和穩定性。本研究的目的在於針對上述挑戰，設計並實現一套基於 ROS 的三維感知與導航系統。我們選用 D345i 相機作為深度感測設備，利用其獲取的深度數據生成三維點雲，並結合 ROS 中的 octomap_server 模組，構建精確的 OctoMap 三維地圖。此地圖能夠有效地表現環境中障礙物的分佈情況，為無人機的導航提供必要的環境資訊。

三、技術框架與細節

本研究旨在實現無人機在未知三維環境中的自主導航與地圖構建，主要技術框架包括三維感知、地圖建構、路徑規劃以及可視化操作等模組。這些技術環環相扣，共同構成一個高效且可靠的無人機導航系統。以下將詳細介紹本研究的技術框架及各模組的實現細節：

1. 三維感知與點雲生成

本研究選用 D345i RGB-D 相機作為主要感測器。D345i 能夠提供高解析度的深度資訊與 RGB 影像，這些資訊可轉換為三維點雲數據，用於環境的感知與建模。

2. OctoMap 地圖建構

octree 資料結構的三維地圖建構能夠以分層次的方式儲存空間中的占據情況，有效地儲存稀疏的三維環境資訊，並利用 ROS 中的 octomap_server 模組，將 D345i 相機獲取的點雲數據轉換為 OctoMap。該模組接收無人機捕捉到的點雲訊息，並持續更新環境地圖。在構建過程中，octree 會根據點雲數據對空間進行劃分，儲存占據率信息，從而生成動態更新的三維地圖。並且，我們對 OctoMap 的解析度進行了優化設置，以平衡地圖的精確度和內存消耗。在模擬環境中選取適當的解析度（單位：米），能夠在保證細節的同時，減少地圖儲存和計算的負擔。此外，octomap_server 會根據無人機移動時獲取的新點雲數據進行增量更新，確保地圖能夠即時反映環境的變化。

3. 路徑規劃與 A*演算法

A*是一種啟發式搜尋演算法，能夠在考慮地圖障礙物的情況下，尋找從當下

無人機位置到目標點的最短路徑。該演算法利用估計函數來評估每一步的成本(歐幾里得距離)，從而找到最優路徑。

4. 可視化與目標點設定

透過 Rviz，我們可以實時觀察無人機捕捉到的點雲數據、生成的 OctoMap 地圖以及規劃出的導航路徑。這不僅有助於調試和驗證系統的正確性，還能幫助使用者直觀地理解無人機的運行狀態，並利用 Rviz_plugin 直接在三維地圖中設置目標點，無人機接收到這些目標點後，會利用 A* 演算法進行路徑規劃。目標點的設定過程即時且靈活，允許使用者根據無人機當前的環境情況，動態地調整導航策略。

四、 Node/Topic/TF 關係圖

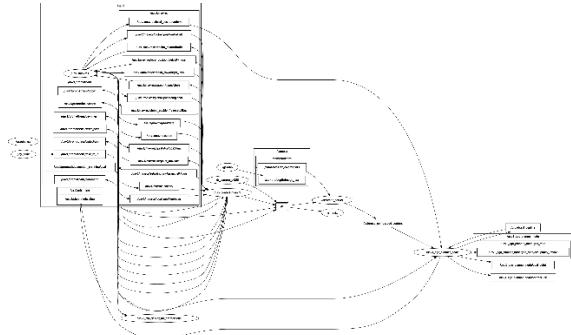


圖 1 Node/Topic 關係圖

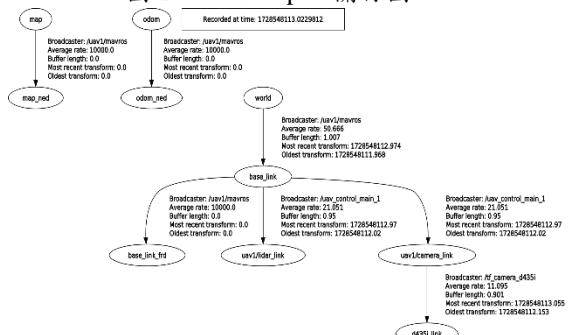
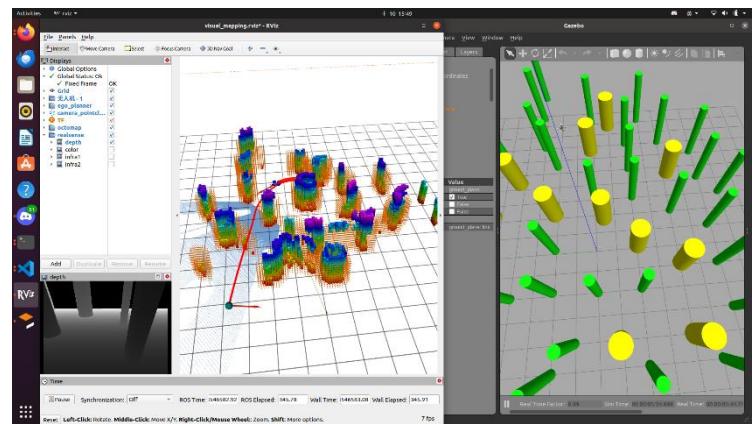


圖 2 TF 轉換關係圖

五、 結果



圖三 在 Rviz 與 Gazebo 下的模擬結果

六、 參考文獻

- [1] octree 八叉樹數據結構原理與實現
<https://www.cnblogs.com/Glucklike/p/11505743.html>
- [2] 馬培立, 卞舒豪, 陳紹平”ROS1 到 ROS2 無人機編程實戰指南” 2023 年, 化學工業出版社
Github:<https://github.com/lovelyyoshino/ROS-ROS2-BOOKS?tab=readme-ov-file>
- [3] 从零入門激光 SLAM (七) ——ROS 常用組件
https://blog.csdn.net/HUASHUDE_YANJING/article/details/130040440
- [4] 路徑規劃 (五) -A-Star 算法
https://vslam.net/2021/03/20/route_planning/%E8%B7%AF%E5%BE%84%E8%A7%84%E5%88%92%EF%BC%88%E4%BA%94%EF%BC%89-A-Start%E7%AE%97%E6%B3%95/
- [5] PX4 Autopilot User Guide
<https://docs.px4.io/main/en/>