目錄

[第一章、簡介 1](#_Toc183609805)

[1.1系統 1](#_Toc183609806)

[1.1.1系統名稱 1](#_Toc183609807)

[1.1.2 系統目的 1](#_Toc183609808)

[1.1.3系統概要 2](#_Toc183609809)

[1.2文件 2](#_Toc183609810)

[1.2.1目的 2](#_Toc183609811)

[1.2.2 接受準則 2](#_Toc183609812)

[1.2.3 符號描述 3](#_Toc183609813)

[1.2.4 優先次序定義表 3](#_Toc183609814)

[第二章、模擬全自動無人機協同系統概述 4](#_Toc183609815)

[2.1 系統描述 4](#_Toc183609816)

[2.2 使用者介面需求 4](#_Toc183609817)

[2.3 功能性需求 4](#_Toc183609818)

[2.4 環境需求 4](#_Toc183609819)

[2.5 測試需求 5](#_Toc183609820)

[2.6 安裝需求 5](#_Toc183609821)

# 第一章、簡介

## 1.1系統

### 1.1.1系統名稱

本系統全名稱爲仿真全自動無人機協同系統(Simulation Autonomous Unmanned Aerial Vehicle Cooperative System)，名稱的選定主要考量以下幾點:

1. 模擬: 系統基於模擬環境，採用AirSim模擬器與Unreal Engine進行測試與驗證，以減少真實測試的風險和成本，並支持多場景設置。
2. 全自動無人機: 聚焦於實現無人機自主性，包括導航、避障與路徑規劃，減少人工干預，提升運作效率。
3. 協同系統: 強調多無人機之間的協同作業能力，透過數據共享與聯合決策，實現隊形保持、分工合作和動態調整。

## 1.1.2 系統目的

隨著無人機市場規模的快速增長，其應用場景正從單一無人機向多無人機協同發展。本系統將探討如何用自主導航與協同作業技術，開發一套仿真環境以應對多變的動態場景，利用智能化技術探索多無人機系統的自主性與協同能力。具體目標如下:

1. 自主性運作:

* 在未知動態環境中，實現無人機的自主導航與精確避障。
* 使用激光雷達(LiDAR)進行環境感知，結合深度學習與智能演算法，完成路徑規劃與障礙物規避。
* 提升單一無人機在複雜場景中的運作穩定性與適應性。

1. 協同作業:
   * 實現多無人機之間的數據共享，通過協同控制技術進行分工合作。
   * 支持隊形保持、領導者-跟隨者模式和動態調整，完成分布式任務。
   * 提高群體任務的容錯性，增強多無人機系統的任務完成能力。

### 系統概要

本系統分為感知層、決策層與控制層，結合多種技術實現動態環境中的無人機自主運作與協同控制。以下為系統的功能與技術特色:

1. 感知層: 整合激光雷達(LiDAR)與簡化攝像頭感測器，既確保數據準確性，也降低硬體需求，適用於資源受限的場景。提供精確的位置信息與飛行狀態數據，作為決策層的基礎。
2. 決策層: 採用人工勢場法(Artificial Potential Field)進行避障規劃，透過吸引力與排斥力的合力計算，確保無人機安全通過障礙物。使用追逐胡蘿蔔演算法(Carrot Chasing Algorithm)實現平滑導航，避免振盪並提升路徑跟隨穩定性。基於領導者-跟隨者模型，使用分布式數據同步技術，保證多無人機之間的實時協同作業。
3. 控制層: 將決策層的導航與避障指令轉化為具體操作，支持速度控制與模式切換。提供即時飛行數據回饋，並具備容錯能力，在單架無人機失效時，自動調整編隊完成任務。

## 1.2文件

### 1.2.1目的

本章節將詳細說明關於本系統的目的、功能及介面等，同時還會解釋各項專有名詞並詳述系統需求與定義，以提供開發者溝通的依據，並期望達到本專案開發之目的。

### 1.2.2 接受準則

本文件的接受準則是用來定義系統是否符合設計和需求規範的標準，應包含以下內容:

1. 功能需求。
2. 性能要求。
3. 穩定性與容錯性。
4. 用戶體驗。
5. 驗證標準。

### 1.2.3 符號描述

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 符號 | 說明 | 備註 |
| Unreal Engine | 版本4.27 |  |
| AirSim | 用於無人機模擬，提供控制與感測器數據接口 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 符號 | 說明 |
| UIR-nnn | 使用者介面需求(User Interface Requirement) |
| FNR-nnn | 功能性需求(Functional Requirement) |
| ENR-nnn | 環境需求(Environment Requirement) |
| TTR-nnn | 測試需求(Test Requirement) |
| INR-nnn | 安裝需求(Installation Requirement) |

### 1.2.4 優先次序定義表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Name | Description |
| 1 | Critical | 系統完成時必須具備。 |
| 2 | Important | 系統完成時雖然可以不用馬上具備，但為了系統正常運行，需要盡快改善。 |
| 3 | Desirable | 本功能若具備會對於各項功能提供更好的操作，因此建議於修改時一並列入考慮項目。 |
| 4 | Unnecessary | 本功能為選擇性的需求，不會對系統的操作造成影響，可以列入下一個版本的參考依據。 |

# 第二章、模擬全自動無人機協同系統概述

## 2.1 系統描述

利用具有智能決策的演算法設計與協同技術應用於無人機群間，實現無人機群在動態環境中的高效自主運作，同時擴展至大規模的工商業應用。

## 2.2 使用者介面需求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 需求編號 | 優先順序 | 需求描述 |
| UIR-001 | 1 | 使用者能透過操作介面進行任務設定、查看無人機飛行狀態 |
| UIR-002 | 1 | 確認系統正常進行模擬架構 |
| UIR-003 | 2 | 使用者介面需提供即時圖形化回饋，顯示無人機的感測器數據 |

## 2.3 功能性需求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 需求編號 | 優先順序 | 需求描述 |
| FNR-001 | 1 | 本系統能正常運行 |
| FNR-002 | 1 | 本系統能辨識障礙物並進行避障 |
| FNR-003 | 2 | 本系統能自動記錄並匯出模擬數據的功能 |

## 2.4 環境需求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 需求編號 | 優先順序 | 需求描述 |
| ENR-001 | 1 | 需擁有Unreal Engine程式 |
| ENR-002 | 1 | 需擁有AirSim相關套件 |
| ENR-003 | 2 | 系統需至少具備 16GB 記憶體以保證模擬穩定性 |
| ENR-004 | 2 | 需支援跨平台模擬(Windows與macOS) |

## 2.5 測試需求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 需求編號 | 優先順序 | 需求描述 |
| TTR-001 | 1 | 本系統需能正常運行 |
| TTR-002 | 1 | 本系統需能檢測障礙物 |
| TTR-003 | 2 | 本系統需能生成點雲數據 |
| TTR-004 | 2 | 本系統需驗證多架無人機協同作業時的資料傳輸正確性 |

## 2.6 安裝需求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 需求編號 | 優先順序 | 需求描述 |
| INR-001 | 1 | 需安裝Unreal Engine程式 |
| INR-002 | 1 | 需下載AirSim相關套件 |