



# 無人機應用包圍體的偵測與碰撞

## Bounding Sphere-Based Collision Detection for UAVs

組別：晶片系統組 指導老師：朱元三教授 專題生：洪從祐、方曉玉

### 簡介

UAV應用廣大，避障需求急速增長:近年在地緣衝突（如俄烏戰爭）與產業數位化的推動下，無人機（UAV）快速滲透軍事、民用與商業的情境，相關應用皆強調「快速部署、彈性路徑與即時回傳」。在此脈絡下，「高機動力條件下的即時避開障礙／碰撞偵測」成為系統設計核心。

### 摘要

本專題使用的包圍體作法，有別於其他姿態敏感的包圍方式，我們選擇了包圍球(Bounding Sphere)做碰撞偵測，以避免姿態改變時大量的運算。在常見的三種球體演算法中以Welzl演算法、算術平均法和Ritter演算法，經過軟體驗證後，我們選擇綜合比較後最佳的Ritter演算法作為我們的核心算法，作為我們避障的方案。

### 演算法

Ritter包圍球核心思路：兩個最遠點搜尋構造初始球 + 對超出球體的點即時擴張

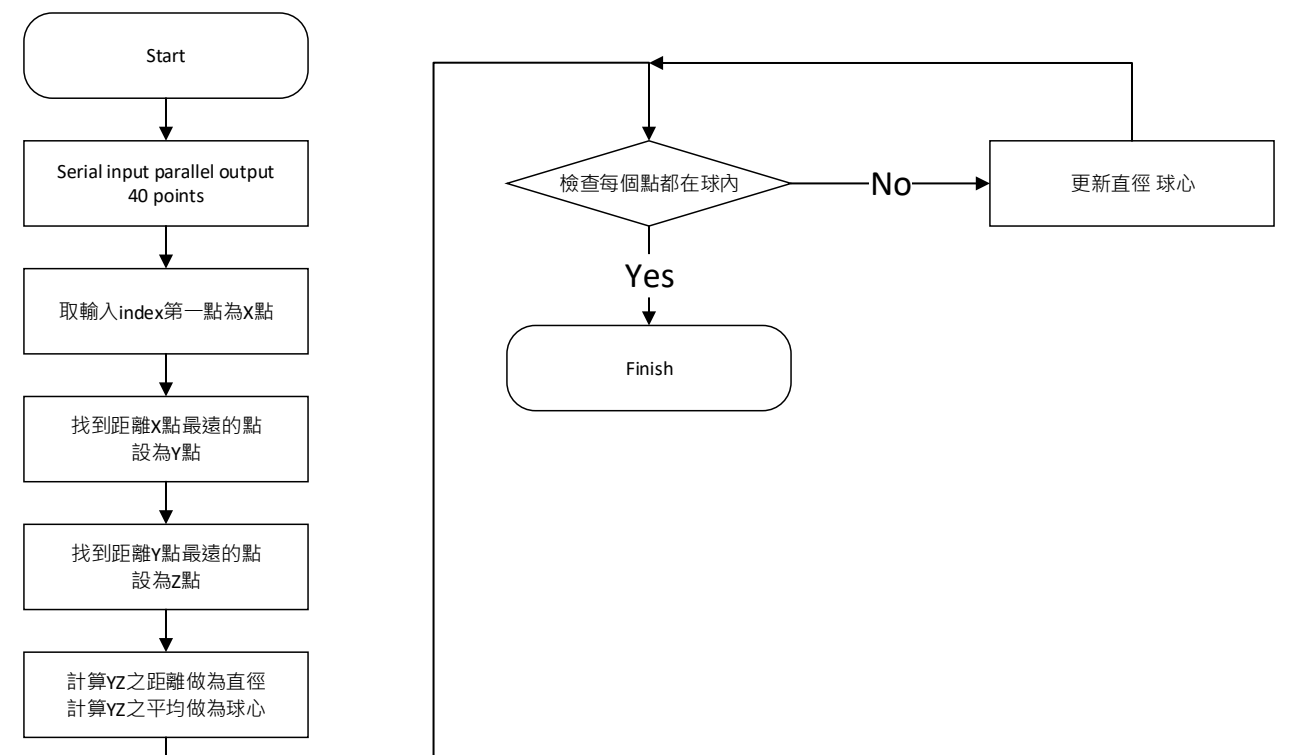
1. 兩個最遠點搜尋: 隨機選一點 $p_0$ ，並計算找出距離 $p_0$ 最遠的點 $p_1$ ，再找出距離 $p_1$ 最遠的點 $p_2$ 。
2. 初始化球體: 透過下列公式進行初始化球體建立。

$$C = \frac{p_1 + p_2}{2}, r = |p_2 - C| = \frac{|p_1 - p_2|}{2}$$

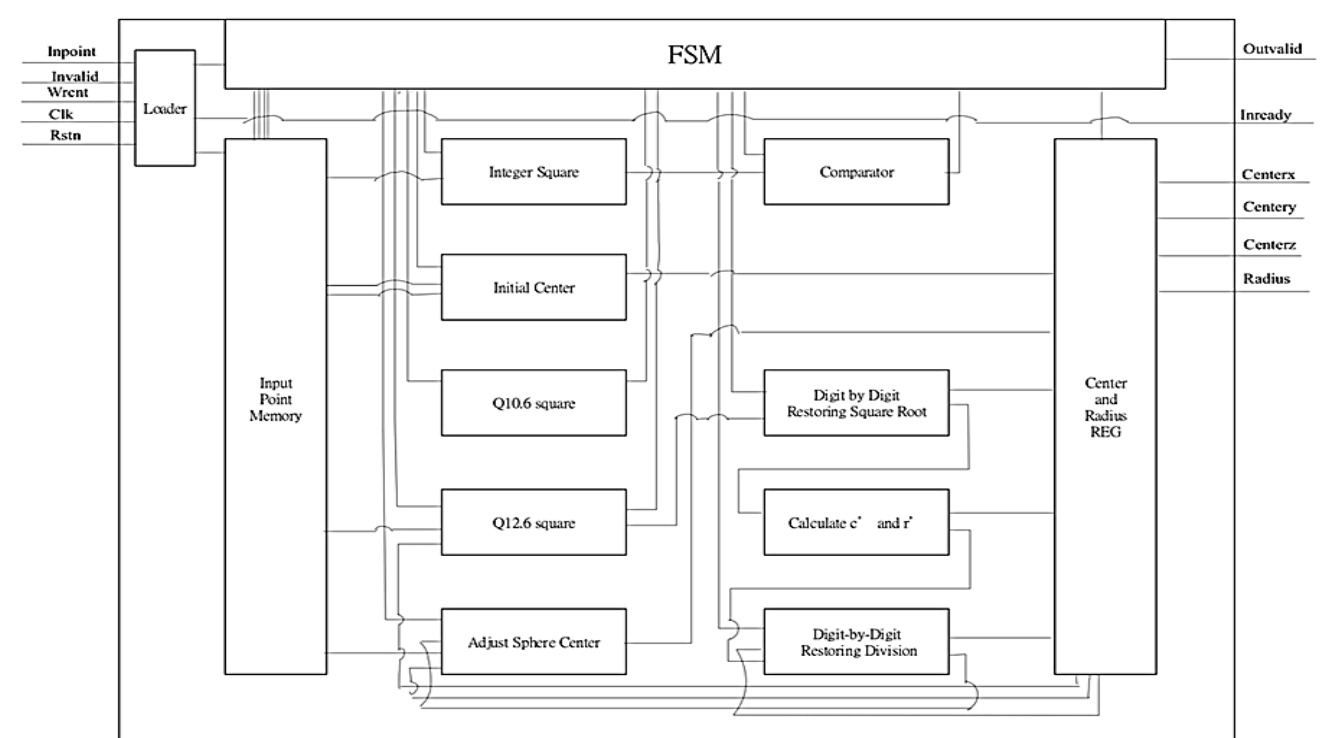
接著將所有輸入點跟球體進行檢查，若是有點在球體外，則透過下列公式進行球體調整：

$$C' = C + \frac{d - r}{2d}(p - C), r' = \frac{r + d}{2}$$

### 流程圖



### 架構圖



### 定點數選擇

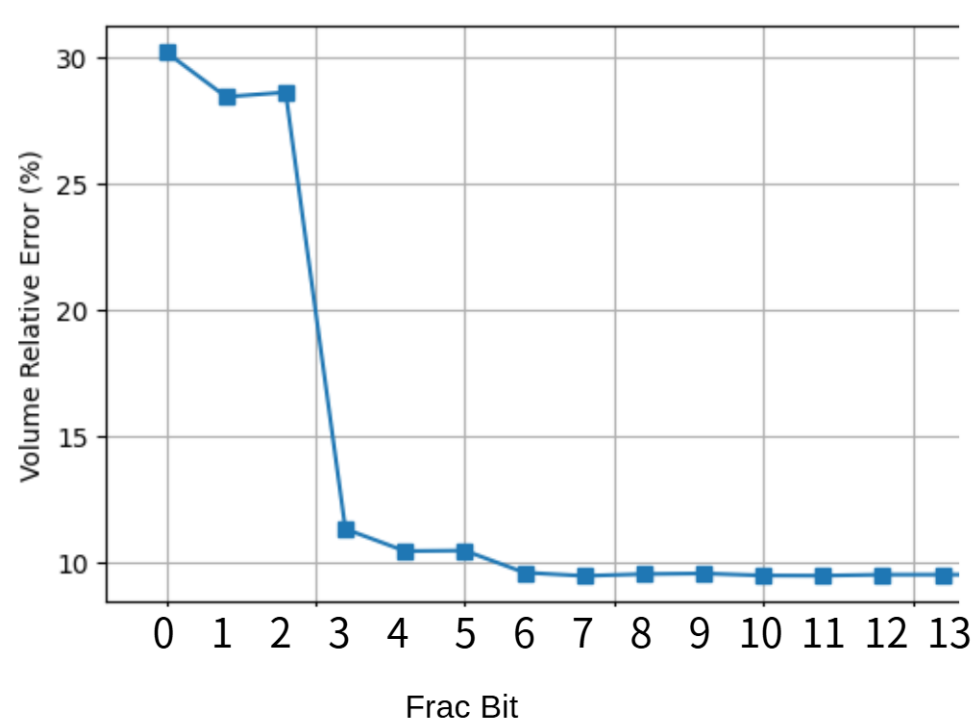
本專題選用 DJI Air 3 多旋翼 UAV 作為研究對象，根據其尺寸規格如下：

機體尺寸：458 mm × 526 mm × 105 mm

整數部分位元數選擇根據規格制定出小數點前最大範圍為526，bits 數設定為10位。

接著是探討定點位元數與精度的關係，我們的模擬方式為：在每次的計算後，都主動捨去一次多餘的位元數。

隨著定點位元數的增加，誤差呈現由高到低之下降趨勢直至6bit後持平，此時半徑誤差約為2.11%，體積誤差約為9.46%。



最後bits數選擇以Q10.6之形式作為硬體規格。

### 實作成果

使用製程	聯電180nm
Clock Cycle	13ns
Frequency	76.92MHz
Core Utilization	86.96%
Power	7.37mW
Core Size	620681.8um^2
Gate Count	45942

