

論文研讀-筆記

1. 影響地理定位精度的誤差來源

- 無人機位置誤差：

無人機的位置通常依賴 GPS，但在遠距離或高角度偵察中，GPS 信號可能受到多路徑干擾或遮蔽，尤其是在視野中包含建築物或山地等地形特徵時。此外，GPS 信號在長距離或高速度下的精度可能有所下降。

影響：任何 GPS 的定位誤差都會直接導致無人機在空間中位置的不準確，進而影響到目標地理定位的準確度，特別是在影像投影到地理座標時。

- LOS 向量方向誤差：

LOS（視線）向量主要取決於無人機的姿態角度（例如俯仰角、偏航角）和雲台角度的精確性。無人機的 IMU（慣性測量單元）和雲台編碼器可能會出現細微的校準誤差，特別是在長時間運行或高頻率運動中，這些小誤差會逐漸累積。

影響：LOS 向量誤差會導致目標在影像中的投影位置發生偏移，從而影響到目標的定位精度。這在高角度或遠距離的偵察中尤其明顯。

- 目標高度誤差：

遠程偵察中，目標的實際高度可能無法精確獲得，而無人機系統通常假設目標高度為已知或固定。實際上，不同地形和建築物的高度會造成顯著的地理定位誤差，尤其是在缺少 DEM（數字高程模型）支持的情況下。

影響：目標高度誤差會使投影距離計算出現偏差，從而影響目標在地圖上的精確位置，這種誤差在遠距離定位中尤為顯著。

2. 誤差來源的說明

- **GPS/INS 限制：**
 - **GPS 限制：**GPS 信號在城市高樓密集區或地形崎嶇的地區容易受到遮擋和干擾，導致定位精度降低。此外，GPS 的更新速率可能無法完全匹配無人機的高速移動。
 - **INS 限制：**INS 本質上是累積誤差，隨著時間推移，INS 數據會逐漸漂移，導致姿態角度的不準確。
 - **綜合影響：**GPS 和 INS 的限制會累積成為整體定位誤差，特別是在高角度和長距離拍攝中，GPS 的小誤差會被放大，直接影響目標的地理位置計算。
- **目標高度限制：**
 - 在偵察目標時，地形和建築物的高度差異會使得沒有精確的目標高度參數導致顯著的定位偏差。文件中指出，高度不確定性會在遠距離或斜角拍攝下成倍放大，進一步降低地理定位精度。

3. 校正方法

- **加權濾波算法：**
 - **概述：**該算法分配不同數據源以不同的權重，通過迭代減少誤差。根據無人機位置、LOS 向量和目標高度的可靠性來調整權重，使定位結果逐漸接近真實位置。
 - **具體步驟：**首先，通過傳統方法確定大致位置；然後，利用重投影結果來重新調整目標位置，依據不同來源的誤差分布進行加權濾波處理；不斷重複該過程，直到誤差收斂。
 - **優勢：**加權濾波算法適合處理多重誤差來源的情況，能夠自動調整並迭代優化定位結果，尤其適合處理 GPS 和 INS 造成的誤差。
- **立方卡爾曼濾波 (CKF)：**
 - **概述：**CKF 是一種專為非線性系統設計的濾波器，它能夠提供比傳統卡爾曼濾波更準確的狀態估計。CKF 使用立方點來近似狀態空間，減少了非線性誤差。
 - **具體步驟：**CKF 將 GPS、INS 和影像數據進行融合，通過多次迭代和狀態更新來降低誤差。該算法不依賴於 Jacobian 矩陣，因此更適合處理複雜的運動狀態。
 - **優勢：**CKF 能更準確地處理無人機高速移動中的不確定性，特別是在面對姿態變化和目標移動的情況下，具有高效和穩定的估算能力。

4. 使用的方法(詳細計算方法還在讀)

- **粗定位與重新成像：**
 - **步驟一：**通過傳統的 GPS/INS 和 LOS 計算方法，得到目標的粗略位置。
 - **步驟二：**基於粗略位置，重新對目標進行成像，並計算重新投影誤差。
- **加權濾波迭代：**
 - **步驟三：**利用加權濾波算法修正重新投影誤差，並持續迭代該過程，以使定位收斂到真實值。
- **CKF 融合數據：**
 - 使用 CKF 將 GPS、INS、雲台和影像數據進行多重融合，更新無人機的姿態和目標位置的估計，最終得到最佳的地理位置。

5. 能夠降低誤差的傳感器

- **高精度 GPS：**
 - **RTK GPS：**能提供厘米級的定位精度，有效減少無人機位置誤差。
- **高分辨率雲台編碼器：**
 - 用於精確控制和測量雲台角度，減少 LOS 向量方向上的誤差，確保相機指向穩定。
- **高性能 IMU：**
 - **高速 IMU** 能更準確測量無人機姿態，並對快速運動中的姿態變化進行補償，有助於減少姿態誤差。
- **激光測距儀（若適用於近距離）：**
 - 在距離允許的情況下，激光測距儀能提供精確的距離測量，有助於修正目標高度和 LOS 計算中的誤差。