　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　21P2033 山田竜輝

研究内容：

P1-p2

**視覚ベースの協調型SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）システムを使用した、GPS不可環境による自立飛行。**

研究背景：

概要：UAV（Unmanned Aerial Vehicle：無人航空機）を用いた動的ターゲットの自律的な追跡は，多くの場面で実用化されている挑戦的な問題である。この問題では，飛行フォーメーションを制御するために，空中ロボットとターゲットの位置を推定するという基本的な側面に取り組む必要があります。**非協力的なターゲットの場合は、搭載されたセンサを用いて位置を推定する必要があります。**さらに、UAVの位置を推定するためには、グローバルな位置情報が常に利用できるとは限りません**（GPSが使えない環境）。本研究では、視覚ベースの協調型SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）システムを提案し、GPSが使えない環境で自由に移動する非協力的なターゲットを空中ロボットチームが自律的に追跡することを可能にします。**本研究では、よく知られているワールドセントリックやロボットセントリックなSLAM構成とは異なり、ターゲットセントリックなSLAM構成を用いて推定問題を解決することを提案し、検討することが貢献の一つである。この意味で，提案されたアプローチは，広範な非線形観測性解析から得られた理論的な結果によって支えられています．さらに、ターゲットに対して安定したUAVの飛行フォーメーションを維持するための制御システムも提案しています。この場合、リアプノフ理論を用いて制御則の安定性を証明する。広範なコンピュータ・シミュレーションを用いて、提案システムが他の関連アプローチを凌駕する可能性を示した。

紹介文：

現在、ロボット工学の研究分野では、無人航空機（UAV）、コンピュータビジョン技術、飛行制御システムが大きな注目を集めています。UAVの飛行制御（移動目標）に関して、ほとんどのアプリケーションでは、GPS（全地球測位システム）が使用されている。

しかし、GPSの使用にはいくつかの欠点があります。例えば、GPS信号が意図的に妨害されている場合[5]や、精度誤差が大きく、マルチパス伝搬のために操作性が悪い場合（自然や都市の峡谷[6,7]）などです。さらに、GPSが全く利用できないシナリオ（屋内など）も存在する。さらに、非協力的なターゲットに対しては、オンボード・センサーを使って位置を推定する必要があります。

GPSの代替え案として、距離センサー（レーザーやソナー）や高周波（RF）タグライクセンサーなどのセンサーなどがある。しかし、この種のセンサーは高価で重く、屋外での使用には限界があります。

このような背景から、GPSが利用できない環境下でも動作する視覚情報に基づくナビゲーションシステムを開発するために、カメラを利用する研究が増えている。カメラは、組み込みシステムに適しており、ターゲットの相対的な位置を推定するためにも使用することができます。

関連作品（文献紹介）

視覚ベースの協調SLAMスキームの使用を提案

P3-4

拡張カルマンフィルタを用いて、位置を推定。最小二乗法を用いて、移動するロボットのチームによる協調的な定位と目標の追跡という問題に取り組んでいる．

方位のみの計測や方位計測を伴うレンジを用いてターゲットの相対的な推定や周回を行うためのオブザーバやコントローラの開発が発表されている。

紹介文：

　位置推定の技術について様々な回答あり。

　最近では、[43]のように、方位のみの計測や方位計測を伴うレンジを用いてターゲットの相対的な推定や周回を行うためのオブザーバやコントローラの開発が発表されている。その作品では、ターゲットの動きは平面に限定されている。また、ターゲットに対する距離計測が可能であることを前提としているが、これは非協力的なターゲットの場合には非常に困難である。44]では、ターゲットの位置を推定するためのガウス和FIRフィルタ（GSFF）が紹介されている。この作品では、ターゲットの推定と追跡の両方が、2次元空間でのみ行われている。45]では、UAVベースのターゲットトラッキングとその認識システムが紹介されている。この作品では、地理情報システム（GIS）を用いて、地理的位置、環境、および文脈情報を提供している。46]では、エージェントのチームに分散制御戦略を適用し、その重心が移動するターゲットを追跡するような所定のフォーメーションを作る方法を紹介している。この研究では、エージェントとターゲットの間の相対的な位置測定が可能であることが前提となっている。

本研究では、これまでのアプローチで与えられた制約を回避するために、GPSが使えない環境で非協力的な動的ターゲットに対する空中ロボットの相対的な位置を推定する問題に対処するために、協調的な視覚ベースのSLAMスキームの使用を検討している。

　つまり、Lidarを使用している（赤外センサ）

　一般的な3D空間を自由に移動する動的ターゲットに対するUAVの位置を特定するための基準点として、環境内にランダムに配置された先験的な未知の静的自然ランドマークを使用することである。

　本研究では、システムの観測性を向上させ、その性能を向上させるために、2つの工夫を提案する。第一に、Electronics 2020, 9, 813 4 of 33では、より一般的なWorld-centricまたはRobot-centric SLAM構成を使用する代わりに、Target-centric SLAM構成を使用することを提案する。ターゲット中心のSLAM構成では、システムの状態はターゲットの位置に関してパラメータ化される。次に、高度計から得られる対のUAV間の高度差の測定値がシステムに統合されます。

　もう一つの重要な違いは，多くの関連研究とは異なり，これらの研究では通常，推定と制御の二面性を持つ問題の片側にのみ対処することに焦点を当てていることである．本研究では，提案したSLAM推定手法に加えて，バックステッピング法[49]に基づいた飛行フォーメーション制御スキームを提案し，ターゲットに対するクアッドコプターのフォーメーションを実行できるようにした．この場合，リアプノフ理論を用いて制御則の安定性を証明する．シミュレーションでは，SLAMシステムによって推定された状態を，提案した制御方式へのフィードバックとして使用し，推定器と制御の両方の閉ループ性能をテストした．