

小型自律飛行ロボットを用いた案内システムの開発

大関 陽裕*1 大野 将樹*1 獅々堀 正幹*1

徳島大学 知能情報工学科

1. はじめに

近年、自動清掃や高齢者支援といったロボットによる自動化についての研究が注目され、日常生活でのサービスが期待されている。本研究では、小型自律飛行ロボット (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) を用いて来客者の案内を自動化するシステムを提案する。

案内システムとしては、カーナビや Google Map といったシステムが例として挙げられる。案内システムは、一般的に地図ベースであることから、距離感がつかみにくい、俯瞰なので建物の外観が分かりにくい、地図へ注意が向いてしまうといった欠点が挙げられる。本システムではこのような地図ベースの案内システムの欠点を解消するため、先行する自律飛行型ロボットに追従するだけで確実に案内ができるシステムを開発する。

また、地震や津波等の災害発生時に、人が救助へ向かうことができない状況になり得る。そのような場合に本システムを使用することで、人の代わりにロボットが安全な場所へ誘導するといった応用も可能である。

2. 案内システム

2.1 概要

提案システムの概要を図1に示す。ロボットは、人物検出と移動を繰り返し行うことで案内対象者を目的地まで導く。飛行ルートはあらかじめ指定しておき、案内対象者がロボットを見失わない程度まで飛行すると、人物検出を行い、案内対象者を見失わないようにする。また、落下時の処理として類似画像検索による自己位置同定を行うことで、万が一落下しても自分の位置を見失わず、システムに復帰させる。

2.2 人物検出

案内を実現するには、ロボットが対象者を見失わないよう追従せねばならない。そこで、ロボットに搭載されたカメラを使い、画像処理による人物検出を行わせる。案内対象者から検出した色情報を元に、カメラから送られてきた動画像に HSV 変換を施す。変換した動画像を更に2値化し、

その動画像中で一番大きな輪郭を持つオブジェクトの面積を取得し、値が大きくなれば近づいていると判断する。

2.3 自己位置同定

本システムでは、ロボットの速度と経過時間を用いて距離を導出する。しかし、時間を用いているため、落下するとロボットが位置を把握できなくなる。そこで、ロボットに搭載されたカメラを用いて画像を撮影し、自己位置同定を行う。あらかじめ指定コースを一定間隔で撮影し、画像データベースを作成する。このデータベースは、グレースケールによる 256 次元の濃淡値ヒストグラムからなる。このデータベースと落下後に撮影した写真とのユークリッド距離による類似度を計算し、おおまかな位置と移動距離を導出する。移動距離は、データベース中の画像 1 枚当たりの距離を指定し、検索により求められた現在の画像とゴール地点の画像の差と掛け合わせ、決定する。

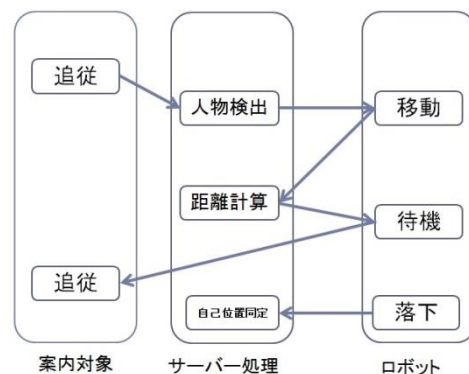


図1 システムの概要

3. 実験

3.1 実験環境

飛行ロボットには、Parrot 社のクアッドコプターである AR. Drone2.0 を使用する。AR. Drone2.0 には磁気、ジャイロ、超音波といったセンサが搭載されており、正面と腹面にカメラが搭載されている。これらのセンサから送られてきた情報を元にロボットを制御する。

実験として、室内での運用実験を行った。指定コースと間取りを図2に示す。スタート地点から幅 1.8m 長さ 11.4m、高さ 2.35m の廊下を直進し、1.6m の間で静止、右折した後階段を下りた踊り場をゴールと設定し、開発した案内システムがゴールまで到達できるかを実験した(実験1)。

A development of guidance system using an unmanned aerial vehicle

*1 Akihiro OZEKI, Masashi OONO and Masami SHISHIBORI
Department of information science and intelligent systems,
Tokushima University

また、実際に落下した場合を想定し、位置同定が行えるかを評価するために、スタート地点とは別の位置から離陸させる。11.4m 進んだ先の角を1.6m の間で止まり、曲がることができるかどうかを実験した(実験 2)。尚、実装は画像処理ライブラリの OpenCV を用いて行った。

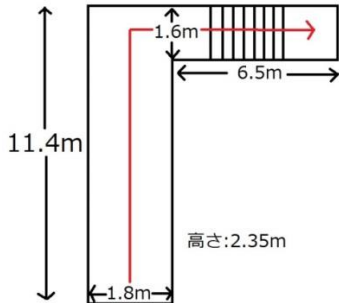


図2 間取りとコース

3.2 実験結果

実験 1 の結果を表 1 に示す。ゴールまで到達できたのは試行回数 10 回中 5 回であった。また、スタート位置を 2m ずらして行った実験 2 の結果を表 2 に示す。決まった地点で曲がり、案内を再開できたのは 10 回中 2 回であった。

表 1 実験 1 の結果

回数	結果	原因
1	○	
2	×	壁に接触
3	×	壁に接触
4	○	
5	○	
6	×	落下
7	○	
8	×	落下
9	○	
10	×	落下

表 2 実験 2 の結果

回数	検出画像 (286 枚中)	誤差
1	281	-1m
2	159	+1m
3	222	0m
4	224	0m
5	227	-1.5m
6	222	-1.2m
7	10	+2.5m
8	222	+2m
9	12	+3.2m
10	×	落下

4. 考察

4.1 実験 1 に対する考察

今回は、室内で実験したため、非常に落下が多かった。ロボットの挙動が不安定で、直進できずに壁に接触するパターンや、距離の導出に時間を用いているため、壁にぶつくと距離に誤差が生じ、適切に案内できないパターンもあった。落下時の自己位置同定も誤差が大きく、適切な試行でも落下を繰り返してゴールへ案内する状態であった。壁や人といった障害に弱く、搭載されているセンサだけでは制御ができず、室内での運用は難しいことが分かった。人物検出に関しては、色情報のみでの判断であったが、正しく機能することが示された。

4.2 実験 2 に対する考察

類似画像検索による自己位置同定に関しては、単純な実装であったが検索結果は安定しており、同じ場所から離陸させた際の検索結果にあまり変化は無かった。しかしながら、グレースケールによる検索であることから、明かりの強さや高度、撮影位置の違いによって検索結果が異なってしまう。また、実験 1 と同様にロボットの挙動が安定せず、旋回や直進により位置がずれてしまい、壁にぶつかり、正確な距離計測ができなくなってしまうといった問題点が挙げられる。

5. 関連研究

UAV を用いた関連研究としては、三平らによる位置推定システム [1] がある。これらの位置推定手法は、マーカーを使ったものであるが、マーカーを利用すると自己位置同定は行いやすいが、コストがかさむ、景観を損なうといった欠点が挙げられる。本システムでは類似画像検索による自己位置同定を行ったが、精度は良いとは言えないため、将来的には、直線での大まかな位置は類似画像検索で行い、細かい誤差の補正としてマーカーを利用するという改良を行いたい。

6. まとめ

小型自律飛行ロボットを用いた案内システムを開発した。ロボット前面のカメラを利用した人物検出や自己位置同定を行う手法を示した。今後の課題として、屋外での実験や動的なコースの決定、落下時の処理の改良や追加センサの組み込みを行い、より確実な案内システムを開発したい。

参考文献

[1] 三平 悠磨, 赤石 美奈, 堀 浩一 ”空中機及び陸上機を用いた位置推定システム” 人工知能学会全国大会論文集 (2012)