

平面内の距離計測に基づく自己運動推定とその応用

学籍番号: 90174091 佐藤(宏)研究室 高田 健吾

1. はじめに

近年、様々な環境下で自律移動するロボットの登場や自動車の走行補助、VRにおける運動視差効果の提示など、移動体の位置・姿勢情報の必要性は高まってきている。本研究ではICPアルゴリズムを用いた平面内の距離情報の位置あわせ結果から、自己運動を推定する手法を提案する。また実際に平面中の距離情報を取得するレーザレンジファインダを2台用いて、移動しながらシーンの3次元形状計測を計測するシステムについて検討した。

2. ICPアルゴリズムを用いた運動推定

ICP (iterative closest point)アルゴリズムを用いてフレーム間の位置合わせを行いその結果から単位時間での自己移動量を求める。ICPアルゴリズムの流れを以下に示す。

- 1,異なる視点位置の形状データ中から対応点の組を決定
- 2,その対応点間の距離の和を最小化する座標変換を決定
- 3,2で決定された座標変換を行う

4,1-3を対応点間の距離の和が十分小さくなるまで反復
ICPはその行程を複数のコンポーネントに分解することができ、それらは任意に変更可能である。使用するコンポーネントにより速度や安定性などICPの特性が変化する。本研究で用いているコンポーネントを以下に示す。

- 対象点のサンプリング - 計測全点
- 対応点の決定 - 距離が最小となる点
- 対応の重み付け - 全点で均一
- 不適な対応の排除
 - 距離の大きい方から5%,エッジを含む対応組
- 評価関数 - point-to-plane
- 最小化 - 滑降シンプレックス法

以下で使用したコンポーネントについて簡単に説明する。

ICPアルゴリズムは位置合わせを行うフレーム間から同一の点であると推定される対応点の組を決定する必要がある。任意の1点の対応点是他フレーム中でその点との距離が最小となる点として決定する。

誤差の排除として、全対応組中から対応点間の距離が大きい順に5%分選り出し、これらのデータを最小化の行程で用いない。このことにより不正確な計測データによる精度の低下を防ぐことができる。また、計測シーンのエッジ部は他のフレームとの相対位置関係によっては本来対応点が存在しない点との間で対応付けされてしまう場合があり、誤対応を含むことが多い。よってエッジ部を含む対応点間の距離も同様に最小化の行程で考慮しない。

滑降シンプレックス法は次元関数最小化に用いられる手法で、評価関数の導関数を必要としない。N次元関数の最小化を行うときの考え方は以下のようなものである。

最小化したい関数のN個の変数を軸とするN次元空間を考

え、その空間中に適当な初期値を与えたN+1個の点を設定する。それらの初期点に対し特定ルールに基づく幾何学的変形を反復して加えてゆくことにより最小化を行う。欠点は導関数を用いた手法より収束が遅いことである。

点A,B間のpoint-to-plane distanceは、点Aの接平面に対し、点Bから降ろした垂線の足の長さとして定義される。評価関数にこの値を用いることで点と点の距離を用いたときよりもICPアルゴリズムの収束が早まる。

3. 自己運動推定に基づくシーンのモデリング

提案した自己位置推定を用いて、ある特定の平面上を移動可能な3次元計測システムを試作した。

同一平面上に2台のレンジファインダをそれらの計測平面が直交するように配置する。1台は運動平面と平行面の計測から運動推定を行い、その推定結果を基にもう一方の平面計測から得られたデータを統合する。図1にシステムの構成を示す。レンジファインダはSICK社のLMS200を用いた。光飛行時間測定により平面中180°の範囲の距離情報を37.5Hzで取得する。図2にこのシステムを用いて計測したシーンとその計測結果を示す。

4. まとめ

平面中の距離情報を取得するレンジファインダを用いた、取得データの位置合わせによる自己運動推定の手法を提案した。また、推定した運動パラメータを用いて運動平面に直交する面内の距離情報からシーンの3次元形状を復元するシステムを作成し、実際に計測を行った。

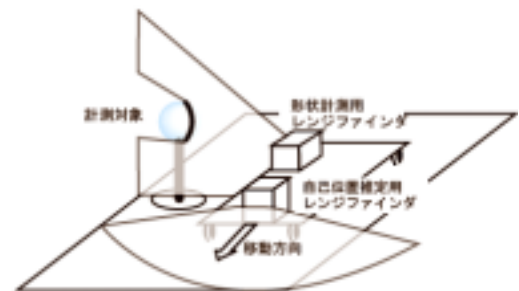


図1 移動可能な3次元形状計測システム



図2 計測シーンとその3次元形状計測の位置あわせ結果