

パノラマ仮想空間構築のための RANSAC を用いた方位推定方法 A Direction Estimation Method by Using RANSAC Algorithm for Constructing Panorama Virtual Spaces

松場 亮太郎† 國島 丈生† 横田 一正†
Ryotaro Matsuba Takeo Kunishima Kazumasa Yokota

1. 序論

我々は、パノラマ画像を用いて仮想空間を実現する Web アプリケーションシステム PasQ(Panorama sQuare)[1]を提案し、その実装を行っている。PasQ では、違和感のないウォークスルーを実現するために個々のパノラマ画像に対して、それを配置する位置(緯度・経度)と方位を与える必要があり、空間構築の効率を下げる要因の一つになっていた。濱野[2]は、隣接するパノラマ画像間で特徴点の対応を求め、方位を推定する手法を提案しているが、誤った特徴点対応の除去が十分でなく推定精度がよくないという問題があった。

そこで本研究では、RANSAC(RANdom Sample Consensus)[3]を用いて方位推定の精度を向上させる手法を提案する。評価実験により、濱野の手法よりも精度が向上することを確認した。

2. PasQ の概要

PasQ では、パノラマ画像を球体モデルにマッピングし、球体内に視点を置くという空間モデルを採用している。球体内で視点を移動させると、ユーザインタフェース上ではウィンドウ内の画像がスクロール・拡大や縮小され、それぞれ振り向き(a)・前進(b)や後退が疑似的に表現される。この様子を図 1 に示す。さらに、疑似的な前進をある程度繰り返すと、進行方向にある別のパノラマ画像への切り替えが行われる。このように、1 枚のパノラマ画像に対する操作とパノラマ画像の切替とを併用することで、比較的大きなエリアの仮想化を可能としている。

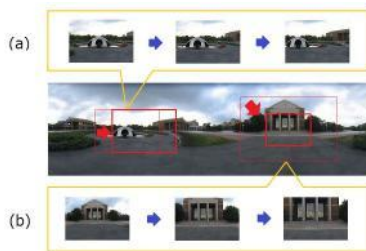


図 1 視点変化による振り向き(a)、前進(b)の表現
提示される PasQ のインタフェースを図 2 に示す。



図 2 PasQ のインタフェース

画面上部にはパノラマ画像、画面下部にはコンテンツ・地図・操作部を提示する。

空間のウォークスルーに必要な情報は大きく 2 つある。

1. 開始点の情報(パノラマ画像と初期方位情報)
2. パノラマ画像を切り替えるための近傍のパノラマ画像との関係情報

その他に以下の情報がある。

3. 空間と対応させる自動的に移動させる地図に関する情報
4. 空間の貼り付け可能な説明等の各種情報

これらの情報によって空間が構築されるが、本稿で問題にするのは、2. の中にある方位情報である。

3. パノラマ画像間の方位推定

本研究で提案する方位推定手法は、濱野の提案した方位推定手法において、誤った特徴点対応の除去の部分を RANSAC を用いた手法で置き換えたものである。以下では、まず方位推定について述べ、次にそれぞれの誤った特徴点対応の除去の手法について述べる。

3.1 方位推定

撮影地点 A, B でのパノラマ画像および建物や木などの物体 O が図 3 のような位置関係にあるとき、直線 AB と線分 AO, BO のなす角度をそれぞれ θ_A , θ_B とする。

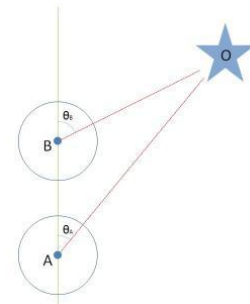


図 3 撮影地点と物体の関係

また、A, B で撮影されたパノラマ画像の全周囲 360 度を長方形に展開すると図 4 のようになる。

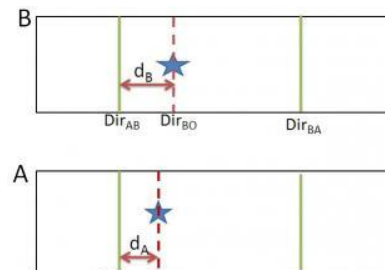


図 4 パノラマ画像中の物体

† 岡山県立大学, Okayama Prefectural University

A から B への方位を Dir_{AB} , B から A への方位を Dir_{BA} , A から O への方位を Dir_{AO} , B から O への方位を Dir_{BO} , さらに, Dir_{AB} と Dir_{AO} の横幅の距離を d_A , Dir_{AB} と Dir_{BO} の横幅の距離を d_B とする.

このとき, 以下の関係が成り立つ.

$$\theta_A : \theta_B = d_A : d_B$$

ここで, 図 3 における A, B でのパノラマ画像に対して A, B が大きく離れていなければ, A, B で撮影されたパノラマ画像には同じ物体が写っている可能性が高く, かつ直線 AB の方向に写っている同じ物体は拡大・縮小の関係にある可能性が高い. したがって, 特徴点が図 5 のように対応づけられると考えられる.

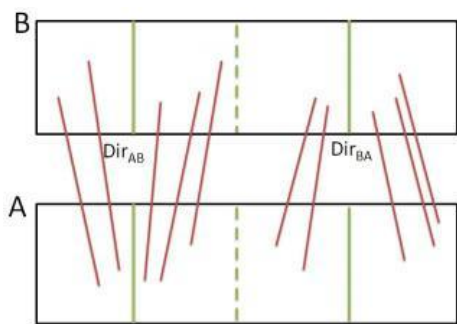


図 5 特徴点の対応とそれぞれの撮影地点の方向

そこで, 隣接した 2 点で撮影されたパノラマ画像について, SURF[4]により特徴点の対応を求め, この結果から Dir_{AB} , Dir_{BA} を推定することができる.

3.2 誤った特徴点対応の除去

パノラマ画像間の特徴点対応は, 各特徴点の特徴量より同じ部分の特徴づけている可能性が高いものを機械的に対応づけている. よって, 実際には異なる部分の特徴点同士を対応づけてしまうことがある. これは誤った特徴点対応となり, 正しい方位推定の妨げとなってしまうため, 除去を行う必要がある.

3.2.1 濱野の行った誤った特徴点対応除去

パノラマ画像間で特徴点対応をとったとき, その関係は基本的に図 5 のようになり多くの特徴点対応は交差することがない. これより特徴点対応の交差が多いものから除去を行っている.

3.2.2 RANSAC を用いた誤った特徴点対応除去

RANSAC(Random Sample Consensus)[3]とは, ノイズを含むデータの集合から正しいデータを抽出する手法である. 手順を以下に示す.

1. N 個の総データからランダムに n 個のデータを取り出す
2. 取り出した n 個のデータから関数のパラメータを算出する
3. 算出されたパラメータの関数と N 個の総データとの誤差を求める
4. 誤差が閾値より小さいデータ数を数える
5. 1.から 4.を繰り返し, 誤差が閾値より小さいデータ数の最も多いパラメータを求める
6. 最終的に求めたパラメータの関数との誤差が閾値より大きいデータをノイズとして除去する

パノラマ画像間の特徴点対応には, 誤った特徴点対応も含まれている. よって, 全ての特徴点対応の傾きの値をデータとして表わし, RANSAC の手法にあてはめることで誤った特徴点対応の除去を行うことが提案する手法である.

4. 評価

岡山市足守地区[5]で撮影されたパノラマ画像を用いて, 濱野[2]の手法と提案した手法によるそれぞれの方位推定を行い, その方位推定の結果を比較することで評価を行う. 濱野の手法と提案手法の比較結果を表 1 に示す.

表 1 足守地区における濱野の手法と提案手法の方位推定の結果

	濱野の手法	提案手法
パノラマ画像比較数	1024	
誤った方位推定数	45	18.3
誤った方位推定割合	4.39%	1.78%

提案手法における誤った方位推定数は, 4 回推定を行い平均をとったものである.

提案手法による除去方法を用いた方位推定は, 濱野の手法による除去方法を用いた方位推定よりも精度が向上している.

5. 結論と今後の課題

本研究で提案した手法によって, 濱野の手法より精度が向上したことを確認した. 評価実験では, 周囲に特徴物となる物体が少なく, 正しい特徴点対応の数が少ない傾向にあった. よって, 特徴点対応抽出の精度向上が今後の課題として挙げられる.

謝辞

日頃から御討論, 御協力頂いた知能メディア工学研究室の皆様にご心よりお礼申し上げます.

参考文献

- [1] 池田隼, 國島丈生, 横田一正. パノラマ画像を用いた仮想空間構築. 日本データベース学会 Letters. Vol.5. No.1. pp.97-100. 2006.
- [2] 濱野優輝. パノラマ画像の位置方位推定を用いた PasQ 空間構築方法の改善. 岡山県立大学情報系工学研究科修士論文. 2011. URL: http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/~matsuba/hamano_thesis/thesis
- [3] M.A.Fischler, R.C.Bolles, Random sample consensus: A paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography, Commun. ACM. No.24. Vol.6. pp. 381-395. 1981.
- [4] H.Bay, A.Ess, T.Tuytelaars, L.V.Gool. "SURF : Speeded Up Robust Features". Computer Vision and Image Understanding (CVIU). Vol.110. No.3, pp.346-359. 2008.
- [5] 吉原優輔, 佐藤智美, 渡谷真以, 國島丈生, 横田一正. 足守プロジェクト: 仮想空間システムによる文化的景観のデジタル化. 情報処理学会研究報告. Vol.2012-DD-84. No.6. Jan. 2012.