

周辺の色相情報を考慮した道路形状情報の統合手法 A Method of Road Shape Combination with Consideration of Hue Values around the Road

友野 晃[†] 山内 仁[‡] 金川 明弘[‡]
Akira Tomono Hitoshi Yamauchi Akihiro Kanagawa

1. はじめに

近年、カーナビゲーションシステムの普及に伴い、道路地図情報は必要不可欠となっている。しかし、道路地図情報の作成・更新には多大な労力やコストがかかる。そのため、道路地図情報の作成負担の軽減は、ITS の分野においても重要な技術といえる。そこで本稿では、動的地図作成のために重要となる、複数の道路形状情報の統合手法として、色相情報に基づく位置合わせ手法を提案する。

2. 動的な道路地図の作成

動的な道路地図作成手法として、車載カメラと GPS レシーバから得られる情報を用いた手法が提案されている [1]。この手法は、まず、得られた各フレーム画像ごとに走行中の車線情報として路面の左右の端を検出してその地点における車線幅情報を取得し、同時に得られる GPS 位置情報とともに逐次連結することで、その車両が走行した車線の位置と形状情報を得ている。しかし、比較的安価な GPS レシーバには数 m 程度の誤差が発生するために、単独で得られた道路形状情報は不正確なものといえる。そこで、文献 [1] では複数の道路形状情報を統合していくことで、より精度の高い道路形状情報を得ている。統合までの処理手順は以下のとおりである。

- 1) 車載カメラから得られた道路情景画像中において、画像中における車両の直前(路面)に相当する領域内の画素をサンプリングし、彩度値および輝度値の平均値・分散値から路面領域を判定する(図 1 中の矩形領域)。
- 2) 画像中の車両の直前中央(図中の緑円)から走査線(図中の黄色線)に沿って左右に走査し、路面領域とそうでない領域の境界を検出する(図中の黄色点と青色二重点)。その境界位置をこの画像を取得した際の GPS 位置座標における左右の道路幅とする。
- 3) GPS レシーバのデータ取得の間隔と、カメラのフレームレートが異なる場合は、GPS 位置座標間にスプライン補間を適用することで、各フレームにおける位置座標を推定する。
- 4) 1) ~ 3) の処理により得られた 2 つの道路形状情報を、ICP (Iterative Closest Point) アルゴリズムを用いて統合する。

ここで、ICP アルゴリズムとは、複数の距離画像間で重複して計測された部分を利用して、繰り返し計算により誤差関数を最小化して解を求める方法である。4) の処理の場合では、左右の道路幅情報から導出した道路の中央座標点の点群に対して適用する。時間的に古い時期に得た中央座標点群を基準点群、基準点群より新しい時期に得たものを付加点群とし、それらの点群間の距離誤差

が最小化されるような付加点群の移動度を求める。その移動度にそれまでの統合回数に由来する加重平均を加味して移動させた点群が、統合後の道路の中央座標点群となる。

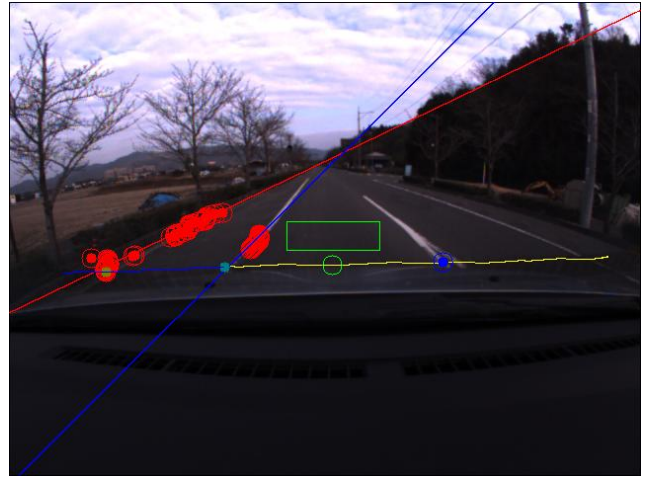


図 1 道路形状情報取得例

3. 色相情報を考慮した統合手法

ICP アルゴリズムを用いた統合手法では、点群の数が増えると計算量が膨大となる。また、直線道路の統合の際には位置合わせの指標がないなどの問題点があり、特徴的な道路(カーブなど)への適用が主である。

そこで、道路の形状に依存しない、周辺の色相情報を考慮した統合手法を提案する。

3.1 色相情報の取得

色相とは、HSV 色空間を構成する成分の一つで、0~360° の範囲で表される色の種類を示す値である。

その色相値を道路情景画像から取得する。道路幅情報を取得する際に、道路の左端と判定された位置から走査線に沿って各画素の色相値を取得する。そして、得られた各画素の色相値を 360° を 0~10°, 11~20°, ... と 10° ごとに階級分けした 36 階級に振り分け、各階級の度数を求める。このヒストグラムをその道路情景画像における色相情報とする。

3.2 RANSAC を用いた道幅情報取得補助

道路形状情報の統合の際の指標に色相を用いるため、色相値の正確な取得は統合精度向上のための重要な処理である。そのためには道路の左端位置を正確に検出しなければならない。そこで、RANSAC (RANdom SAmple Consensus) [2] の考え方を用いて、左端位置取得の補助を行う。RANSAC はロバスト推定の一環で、ランダムにサンプルを抽出することで部分空間を生成し、その部分空間と他の測定値に対して最小二乗法を適用するという作

[†] 岡山県立大学大学院情報系工学研究科

[‡] 岡山県立大学情報工学部

業を繰り返す。そして、推定される誤差範囲内により多くの測定値が入るような部分空間を導出する手法である。

本手法での適用の場合、まずシステム開始時に路面とそうでない領域の境界線を基準線(図1中の青線)、走査線と基準線との交点を左端基準点(図中の青点)として設定する。この処理で得られた左端基準点に対して、各フレームの左端位置が大きく外れる場合に、左端位置を左端基準点に置き換える。また、各フレームで路面端位置を判定する際に、走査線から上方数十画素の左端位置も判定し、それらの点群(図中の赤色二重点)に対しRANSACを用いてしきい値の範囲内で最も多くの点群を含み、かつ二乗誤差の最も小さい直線を求める(図中の赤線)。求められた赤線が、基準線に対して角度と位置がしきい値内の誤差なら基準線の角度と位置を双方の加重平均をとることで基準線の角度と位置を更新する。次のフレームでは、この更新された基準線を基に路面端位置取得の補助を行う。

3.3 DP マッチングを用いた統合

各道路情景画像において得られた、道路幅情報・位置情報・色相情報に対してDP(Dynamic Programming)マッチングを用いて、2章で述べた基準点群(基準データ)と付加点群(付加データ)の色相情報位置を比較・伸張を行い、相互の位置の対応関係を求める。ここで、DPマッチングとは弾性マッチングの一種で、対象とする2つのデータ間で伸張を考慮しながら誤差が最小となる対応を求めるマッチング手法である。これを、対象とする2つのデータの色相情報に用いることで、位置座標間の対応関係を求める。具体的な手順は次のとおりである。

- 1) 基準データの開始フレームの位置座標から、GPSの誤差範囲内に入る付加データの位置座標点群の範囲を求める。
- 2) 基準データ・付加データから一定距離区間のデータを切り出し、それらに対してDPマッチングを行い誤差を求める。この操作を1)で求めた範囲内で付加データの切り出し区間をずらしながら繰り返す。
- 3) 2)で求められた誤差の中で最小になった対応区間を導出し、それらの次のフレームからまた一定距離区間を切り出し、DPマッチングの操作を基準データ、付加データ双方のフレームがなくなるまで繰り返す。

3.4 道路形状統合

最後に、DPマッチングにより得られた対応関係を基に道路形状情報を統合する。基準データと付加データの位置座標を、双方の対応関係と点間の距離を基に統合する。1点に対して複数点の対応関係がある場合には、新たな座標点として統合後のデータに付加する。

また、位置情報だけでなく、色相情報も統合する。基準データと付加データが一对になっている点では、色相値の誤差がしきい値内であれば平均をとり、そうでなければ基準データのものを与える。また、新たに加えられた点には付加データの色相情報を与える。

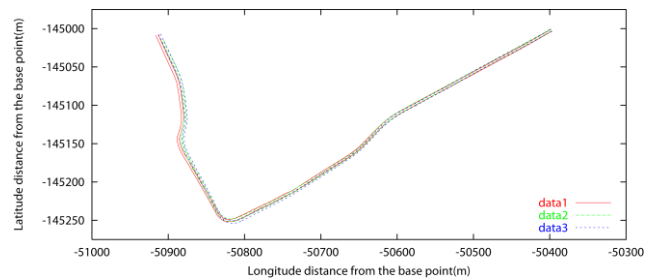
以上の操作により、2つの道路形状情報を統合する。この道路形状統合の操作を得られた統合後のデータに繰り返し行うことで、より精度の高い道路形状情報を得ることができる。

4. 検証実験

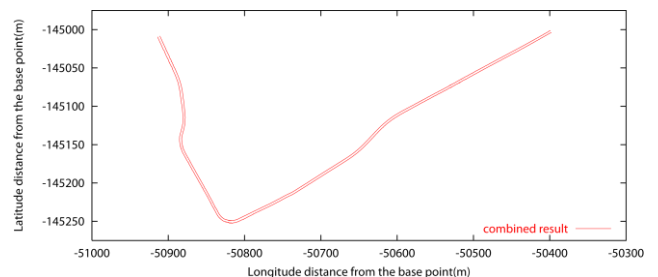
複数の道路形状情報に対して提案手法を用いた道路形状統合を行い、その有効性を検証した。

実験に用いたカメラは、PointGrey Research社製Flea(1/3インチCCD, 640×480[pixel], IEEE 1394接続)であり、レンズにはTamron社製13FM22IR(焦点距離2.2mm)を使用した。また、GPSレシーバは、アンタレス48(単独測位精度3.3m(CEP))を使用した。カメラのフレームレートは約15fps、GPSレシーバのデータ取得間隔は約1秒に1回である。また、GPSレシーバにより取得された位置情報は緯度経度[deg]から、平面直角座標系[m]への変換を行い、各処理を行った。

用いた道路形状情報は、異なる時間に得られた3つのデータ(data1~data3)を用いた。data1~data3を提案手法で順に統合した実験結果を図2(a),(b)に示す。図2(a),(b)中で2本の線で表わされているものが道路形状情報であり、これは道路の左右端の位置を表す。また、図2(b)より、3つの異なる道路形状情報が1つに統合されていることがわかる。



(a) 統合前の道路形状情報 (data1~data3)



(b) 統合後の道路形状情報

図2 統合前と統合後の道路形状情報

5. まとめ

道路周辺の色相情報を道路形状情報の統合の際の指標とすることで、道路の形状に依存しない道路形状統合を実現する手法を提案した。本手法により複数の道路形状情報を統合することで、より精度の高い地図情報を得ることができることを実験により確認した。今後、プローブカー構想が普及するに従い、本手法の有用性は高まると考えられる。

参考文献

- [1] 山内仁, 岡史晃, 金川明弘, “複数のプローブカーによる道路形状情報の統合処理,” 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2006-62, IE2006-247, pp. 109-114, Feb. 2007.
- [2] M. Fischler and R. Bolles, “Random sample consensus: A paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography,” Graphics and Image Processing, Vol. 24, No. 6, pp. 381-395, 1981.