

GPS と車載カメラを用いた 道路幅情報を含む地図の動的作成手法

1 はじめに

近年、カーナビの普及は目覚ましいが、その普及に伴いユーザの不満が明らかになっている。特に、カーナビの基礎である地図データに対しては、その更新方法や頻度に対する要求が高まっている。しかしながら、全国の地図データを更新し、最新のデータを維持することは多くの人手、時間と費用を要する。そこで本論文では、カーナビのユーザ自身が走行する環境から最新データを構築し、自身の行動範囲の最新地図データを取得するだけでなく、そのデータをメーカーへ提供し、それを再配布することで他のユーザもその恩恵に浴することのできるシステムを提案する。

2 地図データの更新

2.1 現状の地図更新方法

メーカーによる地図データの更新は、1) 既存の地図データを基に調査用の原図を作成、2) 調査員が現地に赴き交通規制情報などを詳しく調査、3) 調査結果を元に地図原稿を作成、4) 地形図の入力、という手順で行なわれる [1]。

2.2 従来の動的地図更新手法

動的な地図作成手法としては、高い測位精度で現在位置を測定できる RTK-GPS を用いてリアルタイムに地図データを更新する研究がいくつか行なわれている [2, 3, 4]。また、国土地理院では実験的に GPS を用いて 1/25000 の地図の更新部分を測定している [5]。これらの手法では GPS による位置情報を連ねることで地図を作成しており、国土地理院の実験においては道路幅を一定としている。しかし、現在のカーナビにおける地図データではより詳細の地図の利用が進んでいるため、道路幅情報が不可欠である。

3 動的道路地図の作成

3.1 動的地図データ更新システムの提案

本論文では、車載カメラと GPS を搭載したユーザ車両それぞれが走行した道路から最新の地図データを構築し、その情報をサーバを介して他のユーザと共有するシステムを提案する。ユーザが自ら地図データを作成することにより、自身が走行する道路の情報をリアルタイムで地図データに反映することができる。また、それらの車両をプローブカーと考え、それぞれに蓄積された地図データをメーカーに送信することでメーカーの更新データを他のユーザに配信すればそれらのユーザも更新データを得ることができる。

3.2 道路幅情報を含む道路地図の動的作成手法

提案手法は、車載カメラによって撮影された動画像の各フレームにおいて車両直前に位置する路面における路面幅情報を算出し、その情報と撮影時に取得した GPS による位置情報を加味して道路幅情報を伴った道路情報を取得するものである。提案手法の手順は、1)

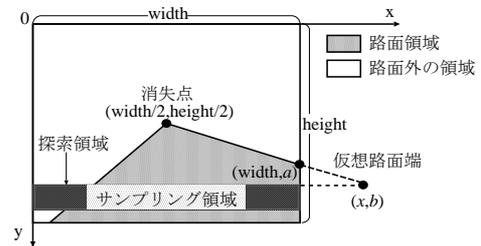


図 1: サンプリング領域，探索領域及び仮想路面端。

ノイズ除去、2) 色変換、3) 路面色の特定および 2 値化、4) 路面端位置の検出、である。

3.2.1 ノイズ除去

画面上のゴマ塩状ノイズを除去するためにフィルタ処理を行う。本手法では路面端である輪郭をぼかすことなく路面領域を平滑化すること、高速性を保つことが必要であるためメディアンフィルタを用いる。

3.2.2 色変換

路面領域には天候による影響があり、撮影された RGB 画像では路面領域とそれ以外を区別することは困難である。そこで、照明の変化に影響されにくいとされる彩度値に変換する。ただし、無彩色であるアスファルト面の黒灰色と白線の白色を区別するため彩度値とともに明度値を併用する。

3.2.3 路面色の特定

路面色は周囲の影響で同一舗装面であっても時々刻々と変化するため、一意に路面色を設定することは困難である。そこで、画像中からサンプリング領域を行うことによって路面色を特定する。サンプリング領域は、自車両が走行可能な最低限の幅を持ち、次のフレームで自車両が走行するであろう範囲に設定する (図 1)。

ただし、サンプリング領域にはフィルタ処理では除去できないノイズが残っている可能性が高いため、そのデータの分布を正規分布と仮定し、生産管理などでよく用いられる 3 シグマ管理限界を用いて路面色の判定を行う。この判定は彩度値に対してのみ適用し、明度値に対してはしきい値を用いる。

3.2.4 路面端位置の検出

得られた路面色により画像を 2 値化し、サンプリング領域を水平方向に伸ばした領域内で路面端を探索する (図 1)。探索は、幅が 1 ピクセル、高さが探索領域と同じ探索線分を探索領域の中心から左右両方向に順次移動し、探索線分上で路面色である画素の割合が約半分となる位置を路面端の第一候補とする。更に探索線分を移動させ、第二候補を探索する。ここで、2 つの候補間の距離が近接している場合は第一候補を路面端として決定し、そうでない場合にはさらに探索を行う。

特殊な状態として路面端が探索線分と平行である場合と、探索領域内に路面端を含まない場合が考えられる。1 つ目に対しては探索線分上の路面色である画素の割合が 0 から 1 へ急激に変化する場合は路面端とし、2 つ目に対しては次に述べる方法で仮想的に路面端を算

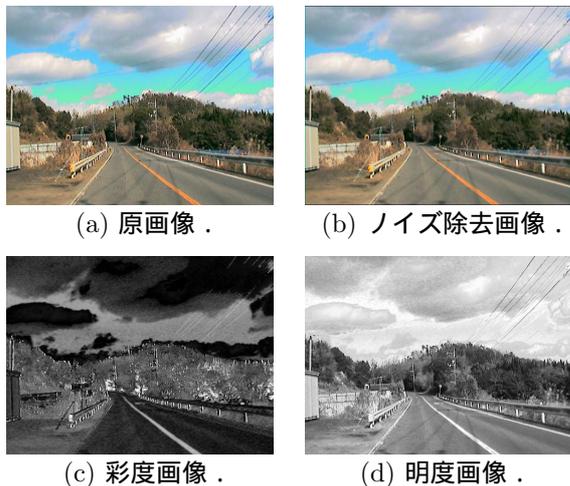


図 2: 色変換の評価.

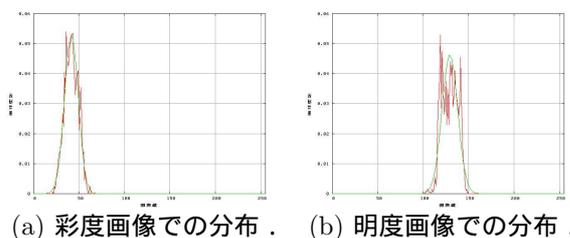


図 3: サンプル領域内の画素値の分布.

出する.

- 1) 図 1 のような場合, 探索領域の右側の境界から上方向に移動させ, 水平方向の探索の場合と同様に路面端を検出する. この点を図 1 中の $(width, a)$ とする.
- 2) 画像の消失点と 1) で求めた点を結ぶ直線と探索領域の上側境界線との交点を求める. この点を仮想路面端と呼ぶ. 消失点を画像の中心とした場合, 図 1 の仮想路面端 (x, b) は式 (1) によって求められる.

$$x = \frac{width(a + b - height)}{2a - height} \quad (1)$$

4 検証実験

提案手法の有効性を確認するため, 検証実験を行った. 実験環境は晴天時及び曇天時の昼間において, SONY DFW-VL500 を車内助手席前方に固定し, 直進で時速約 60km, 右左折で時速約 10~20km で撮影した. フレームレートは 15fps である.

4.1 色変換の評価

図 2(a) をメディアンフィルタによって平滑化した結果を図 2(b) に, 図 2(b) に対する彩度画像, 明度画像をそれぞれ図 2(c), (d) に示す. 図 2(b) と図 2(c) を比較すると, 図 2(b) では路面上に電線の影が存在するのに対し, 図 2(c) ではその影の影響が低減されていることが分かる. また, 図 2(c) では白線部分が明確でないのに対して図 2(d) では白線部分が明確である.

4.2 正規分布適用についての検証

図 2(c) におけるサンプリング領域内の彩度値分布を図 3(a) に示す. 赤色のグラフが彩度値のヒストグラムであり, 緑色のグラフが正規分布である. 2つのグラフが類似していることから彩度においては正規分布の適応が有効であると評価できる.

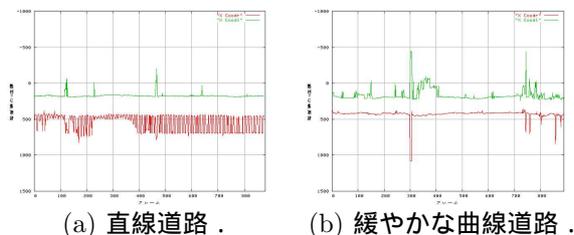


図 4: 道路形状による道路幅取得結果.



図 5: 道路形状による道路幅取得結果.

一方の図 2(d) におけるサンプリング領域内の明度値分布を図 3(b) に示す. グラフより, その形状が類似していないことから明度においてはしきい値の適応が有効であると評価できる.

4.3 路面端の抽出

直線道路における道路端の抽出結果を図 4(a) に, 緩やかな曲線道路における結果を (b) に示す. いずれも横軸がフレーム番号, 縦軸が路面端の x 座標である. また, 緑色のグラフが左, 赤色のグラフが右の道路端となっている. 図 4(a) では向かって右側に破線, 左側に白線が存在する. 赤色のグラフが周期的な増減を示していることから右側が破線であることが確認できる. (b) では右側に黄線, 左側に白線が存在し全体的に滑らかであるが, フレーム番号 300 から 308 においては路面表示による影響が見られた. いずれもそれぞれの道路状況にあった結果が得られていることが確認された. また (a) に対して (b) は進路幅やや狭い状況であり, 幅においても状況にあった結果が得られている.

4.4 GPS からの位置情報と道路幅情報の統合の評価

実際の道路地図と GPS と道路幅情報を統合した結果を図 5 に示す. 図より実際の地図に沿った道路地図が作成できていることが確認できる.

5 まとめ

本稿では, 車載カメラによって撮影された車両前方の道路情景画像から道路幅を算出し, それをすべてのフレームに対して行い, 得られた道路幅情報を GPS の位置情報と統合することによって道路幅情報を含む地図の動的作成手法を提案した. 検証実験の結果, ほぼ正しく道路地図が作成可能であることを確認した.

参考文献

- [1] 株式会社ゼンリンホームページ, <<http://www.zenrin.co.jp/>>
- [2] 浪江宏宗, 萩原述史, 新田信治, 柴原芳信, 斎藤雅行, 金井嘉伸, 金学進, 安田明生, “仮想基準点 (VRS) 方式による RTK-GPS の評価,” 信学論, Vol. D-II84, No. 12, pp. 2160-2168, 2001.
- [3] 中川寛隆, 川村隆義, “GPS を利用した地図の作成及び更新手法について,” 日本測量調査技術協会誌, No. 79, pp. 26-34, 2001.
- [4] 吳新華, 三島研二, 三島義徳, 笹川正, 橘菊生, “「VRS-TS」測量方式を用いた地形測量-ネットワーク型 RTK-GPS の公共測量への応用,” 日本測量調査技術協会第 26 回技術発表会論文集, No. 87, pp. 74-83, 2004.
- [5] 国土交通省国土地理院ホームページ, <<http://www.gsi.go.jp/>>