

前方/側方カメラを用いた車載映像の取得とその処理

Image Processing of Driving Scenes Using Front/Side-View Videos

石川 尊之
Takayuki Ishikawa山崎 俊彦
Toshihiko Yamasaki相澤 清晴
Kiyoharu Aizawa

1. はじめに

近年の計算機の小型化・軽量化・普及に伴い、環境に設置されたカメラやウェアラブルな機器を用いて常時記録した映像を撮りためる研究が行われている。最近では多種多様な機器を組み込んだ車を対象としたものも多く、走行補助や情報提供を行うための研究が多くなされている[1][2]。本論文では車に搭載されたカメラで撮影される膨大な量の映像中の重要な点を、自動処理によって利用者に提供することを目的とする。

車に搭載されたカメラで取得される映像には道路周りの街並みが記録される。こうして記録される街並みを蓄積していくことで、街並みの時間的な変化を検出し、そのデータベースの構築を目指す。これにより信号機や店舗などのランドマークの出現・消滅及び変化を自動検出し、地図データの更新支援、既存の地図への映像あるいは画像を用いて現在の様子を反映する、といった実用的な応用も可能であると考えられる。

街並みの変化の検出のためには、まず取得される映像群から同一位置で撮影された画像を抽出することが必要となる。GPS による位置情報が基本となるが、GPS 自体に含まれる誤差と車の走行状況及び映像との同期の問題による誤差のために正確な同一地点画像の検出は難しい。そこで筆者らは GPS と画像情報を併用することで、効率的かつ高精度に同一地点画像の検出を行う。

2. 車載映像の取得とその扱い

車載映像はフロントガラスに固定されたカメラで車前方、またはサイドの窓に取り付けたカメラで車左方の車から見た街並みの映した映像を取得する。同時に、車に取り付けた GPS から位置情報を取得し、映像と同期を取りながら記録する。映像は 30fps で取得されるのに対し、緯度・経度などの位置情報は約一秒ごとに取得される。車の移動速度を考慮すると、30 フレームを全て同一地点とすることは不自然であるため、GPS 情報を基に線形補間を行って各フレームに撮影した位置情報を付与する。

3. 同一地点画像の検索

3.1 画像の類似度の算出

RGB 値、輝度情報、色相情報やそれらのヒストグラム、エッジ情報などが画像情報として考えられる。筆者らは実験を通し画像のエッジを求めた後、求めたエッジ点を水平・垂直各方向に射影した図 1 のようなエッジ射影を画像間の類似度を求めるための画像特徴として採用する。エッジ射影は色情報のヒストグラムより精度が良く、またピクセル毎に比較を行うわけではないので類似画像の検索時間

の削減が図れる。

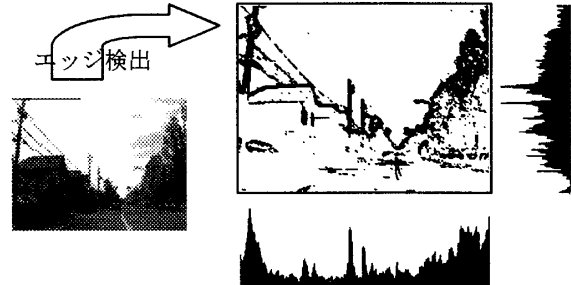


図 1. エッジ射影

類似度の算出方法としてはクエリ画像と検索対象画像のエッジ射影によって生成されるヒストグラムの面積差分を取ることで行う。差分が小さなもの程、類似度が高いことを示す。但し、撮影位置の多少のずれを考慮し、水平・垂直方向にそれぞれ 20 ピクセル分ずらしながら面積差分を取り最小のものを採用する。

3.2 GPS を併用した同一地点画像検索手法

先の 3.1 で説明した類似度算出法を用いて、ある車載ビデオの 1 フレームをクエリ画像とし、そのビデオとは異なる他の車載ビデオ群からクエリ画像と類似した画像を検索する。すなわち同一位置から撮影された同一地点画像を検索する。3.1 の手法を用いることでクエリ画像に対する類似度を求めることが出来る。正解を含むフレーム画像群に対してこの手法を適用すれば、類似度が最も高いものが正解となる同一地点画像であると考えられる。しかし、検索対象となるビデオの全フレーム画像に対して類似度を求めることは計算量を要するだけでなく、誤検出を招く可能性が高くなる。なぜなら、検索対象となるビデオのほとんどのフレーム画像は、クエリ画像とは撮影位置が大きく異なり、仮に類似度が高かったとしてもそれは求める画像ではないからである。そこで、検索対象範囲を絞る必要がある。

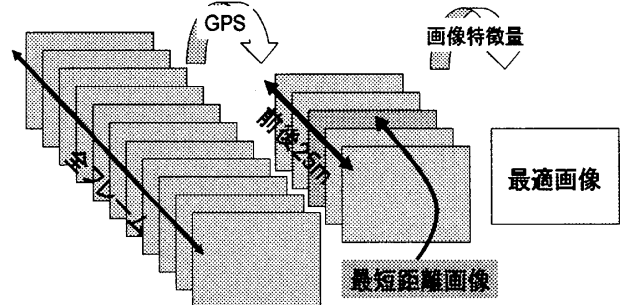


図 2. 同一地点画像検索手法

先に述べたように、各フレーム画像には GPS を基にした位置情報が付与されており、これを利用することでフレーム間の距離を得ることができる。これを基にクエリ画像と最も近いとされる最短距離画像を探す。そして、検索対象とするフレーム画像群を GPS の誤差を吸収できるように最短距離画像から前後 25m とする。その中で最も類似度の高

い画像を同一位置で撮影された同一地点画像として検出する。(図2)

3.3 段階的探索

画像情報を用いた類似画像検索の検索範囲をクエリ画像と最も近い画像の前後 25m としているので、交通状況等により停車や駐車を含む場合には検索対象となるフレーム画像が格段に増加する。そこで、GPS を基に車の停止及び走行を判断し、停止している場合には同一位置から撮影された映像が繰り返されるため 1 秒(30 フレーム)ごとに類似度を求めることとした。また、通常の場合でも前方映像を対象とする場合は全探索ではなく、5 フレーム毎に画像を比較しその結果最も類似度の高い画像の前後 5 フレームに対し 1 フレーム毎に比較する方法を採っている。これにより検索時間の短縮を図っている。また、図 3 に示す様にこの方法により著しく精度が失われることはなく妥当な結果が得られた。側方の映像に対しては同様の探索方法を使った場合精度の落ち幅が大きいため停車の場合を除き全探索するようにしている。これは側方画像では街並みを構成する要素が大きく写り、検索対象とするフレームの間隔が広くなることで対象とする要素の映っている画像を比較しない場合が多く存在するためだと考えられる。

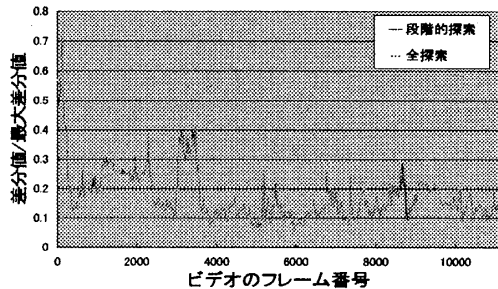


図3. 全探索と段階的探索の比較

4. 実験結果

同一地点画像の検索結果を図 4 に示す。前方、側方の方向によらず、画像特徴を用いることによって GPS のみの検索結果より精度良く求まっていることがわかる。

また、前方画像ではこの手法を用いることで、並木道などのように同じ景色の繰り返される場所では誤検出か否かの判断が人間にもつけないためそういった場所を除いて 85% 程の精度で GPS だけを用いた場合と比較して同等以上の同一地点として相応しい結果が得られた。主な誤検出の原因としては、GPS の位置情報を用いた最短距離画像の誤検出による場合と自車の前に車両があり画像の大半がその車両によって占められ画像の内容が著しく異なっている場合があった。エッジ射影を用いた類似画像検索による誤検出は比較的少なかった。

それに対し、側方画像では精度は 50% であった。これは路肩に駐車車両が合った場合や、商店街のように同じような店が続いて並んでいる場合には類似検索がうまく機能しないことが大きな原因となっている。街中を走行するので駐車車両の存在は無視できないが、長期間車載ビデオログを取得することを前提としているので、日々の蓄積されたログを基に駐車車両のない場合を選択していくことも可能であると考えられる。しかし、似通った建築物が並んでいる場合の誤検出を防ぐには側方映像だけでは難しい。その一方で車庫内の車の有無や歩道の人の有無の影響は少なく、そ

のような場合でも同一地点画像の検出には成功している場合が多かった。これは比較対象となる映像中に車や歩行者の有無があったとしてもその付近のフレーム画像には車や歩行者のノイズがのるためにこれらの影響が類似度の算出の段階で特定のフレーム画像だけに及ぶという事がなかったためであると考えられる。

こうした前方および側方映像のそれぞれの特徴を活かすために、前方と左側面の両方向の映像を同時に取得することで全体像を捉えやすい前方面像を同一地点検出に用い、街並みを構成する個々の要素を大きく捉えることのできる側方画像は街並みの変化検出に特化させることを検討している。



(a)クエリ画像(左:前方 右:左方)



(b)検出結果(GPSのみ)



(c)検出結果(GPSと画像特徴)

図4. 同一地点画像検出結果

5. 変化の発見

前方画像を用いた場合、画像を左右に分割したものを比較することでその領域内の変化の候補を挙げ、対向車などの大きな変化を発見することはできた。しかし、街並みの変化を捉えるに至らなかった理由としては前方面像では街並みを構成する要素が 1 画像に占める割合が低い事が考えられる。現在、左側面画像を使った変化の検出手法を検討している段階である。また、撮りためた車載映像群から同一地点として検出された画像を時系列的に処理する手法についても検討中である。

参考文献

- [1] 寺田智裕, 神原誠之, 横矢直和: “拡張現実感を用いた車載型注釈提示システムの構築”, MIRU2002, pp.359-364, Jul.2002.
- [2] 谷口浩之, 久津間祐二, 浜本隆之: “車載用スマートイメージセンサにおける白線および前方車両検出”, MIRU2004, pp.386-391, Jul. 2004.