

車載カメラ映像中のランドマーク認識

Landmarks Recognition in In-vehicle Image

高橋 祐介
Yusuke Takahashi

平田 恭二
Kyoji Hirata

1. まえがき

車載カメラ映像は、安全確認の用途に加え、車外の情景の理解やドライブ状況回顧といった用途に利用することができる。例えば、認識したランドマークの名前を車載カメラ映像に重畳して表示することで、搭乗者が建造物や自然物の名前を即座に理解できることや、車外に広がる様々な著名な建物や自然物を収めたダイジェストビデオを作成することで思い出として楽しむことができる[1]。このような用途において、映像中のランドマークは情景の理解・記憶に大きな役割を果たす。このため、映像中のランドマークを認識し、その画面上での大きさや位置、見え具合を抽出する必要がある。

筆者らは、オブジェクト領域の切り出しおよび類似度判定方法として視覚的特徴量に基づく領域分割およびマッチング手法[2]を提案してきた。ランドマークは通常、複雑な形状で、周辺物体による隠蔽や陰影の影響を受けやすい。そのため、領域分割処理では複数の領域に過剰分割され、対象オブジェクトを一つのまとまった領域として抽出する課題への対処が必要となる。

そこで本稿では、分割した領域を辞書データと最も類似するように再統合する処理を導入することで、この過剰分割問題を解決し、部分隠れに頑強なランドマーク認識方式を提案する。さらに撮影位置の情報を用いたランドマーク推定再統合を行う領域数の削減および精度向上の導入を行う。

2. ランドマーク認識方式

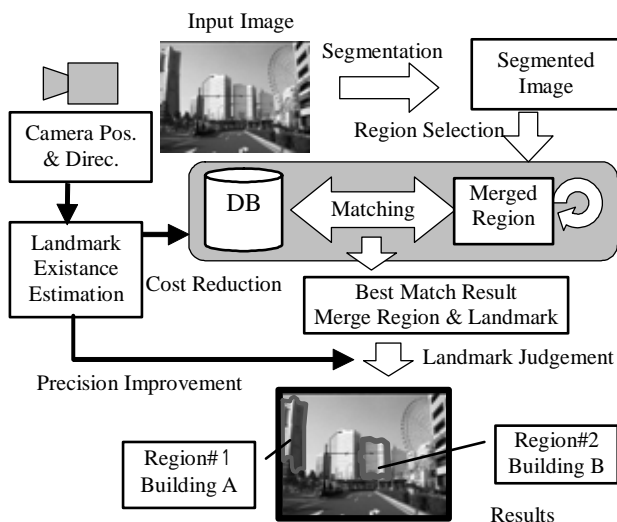


図1 ランドマーク認識の流れ

図1にランドマーク領域抽出の流れを示す。抽出対象ランドマーク情報を辞書データとして予めデータベース(DB)に登録する。辞書データとは、認識対象オブジェクトの画像から色・エッジ等の視覚的特徴量とランドマークの位置・高さを抽出したデータをいう。

入力画像に対してセグメンテーション処理を施し、視覚的に類似する領域単位に分割する。分割領域画像から複数の領域を選択して結合することで統合領域を作成し、ランドマーク DB との類似度計算を行う[2]。分割領域の組み合わせ毎に類似度計算を繰り返し行い、類似度が最も高い統合領域とランドマークの組を抽出する。抽出した統合領域が該当ランドマークかの判定を視覚的特徴量の類似度と閾値の比較によりランドマーク判定を行う。

3. ランドマーク推定による低コスト・高精度化

カーナビから得られる車両の位置および向き情報と、ランドマークの所在位置・高さ情報とから、映像中のランドマーク存在範囲やサイズを推定する。推定結果を基にランドマーク領域抽出処理コスト削減およびランドマーク判定の精度向上を図る。

図6に示すように DB 中のランドマークに対し存在範囲の推定を行うことで、映像中に映っている可能性のあるランドマークを絞り込む。また、絞り込まれたランドマークの存在範囲に含まれる分割領域を抽出することで、統合領域生成に利用する分割領域を絞り込む。ランドマーク候補数を削減するため、類似度計算の繰り返し処理数を削減すると共に、存在しないランドマークの誤認識を防ぐことができる。

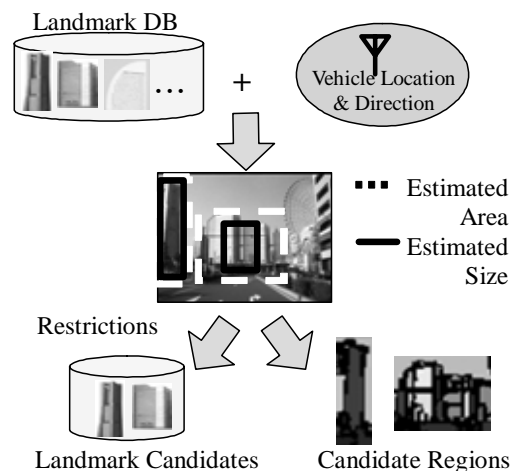


図2 ランドマーク推定による候補絞り込み

さらに、ランドマーク判定では、推定存在範囲・位置・サイズと、抽出した領域の位置とサイズの比較による統合領域の検定を行う。抽出領域と推定領域との位置およびサ

†日本電気(株)メディア情報研究所, NEC Media and Information Research Laboratories

イズのずれの確率密度関数をガウス分布と仮定しスコアを算出し、閾値判定により抽出領域の検定を行う。

3. ランドマーク認識実験

車両の位置および向き情報と同期して撮影した映像を用いてランドマーク抽出実験を行い、提案手法の部分隠れランドマーク認識・ランドマーク領域抽出精度および高速化の有効性確認を行う。

ランドマークが存在するフレームを目視で抽出し正解データとする。認識精度として、存在するランドマークを正しく認識する(存在判定)精度およびランドマークが存在しないフレームにおいて存在しないことを正しく認識する(無存在判定)精度を求める。

また、正しくランドマークを認識したフレームにおけるランドマーク領域抽出精度の検証として、抽出領域の再現率と適合率を求める。

$$\text{再現率}(\%) = \frac{\text{正しく抽出した領域}(C)}{\text{ランドマーク正解領域}(A)} \times 100$$

$$\text{適合率}(\%) = \frac{\text{正しく抽出した領域}(C)}{\text{抽出した全領域}(B)} \times 100$$

3.1 実験条件

晴れ日の昼間に動画およびカーナビデータ(緯度・経度・方位)を収集した。8つのランドマークのランドマーク辞書データを作成した。ランドマーク辞書データは、異なる日時に撮影した画像および地図データを用いて手動で登録した。

ランドマークが他の建物や標識などで部分または全体に隠れが生じている171フレームを用いて実験を行った。

3.2 実験結果

164件のランドマーク候補を用いてランドマーク認識を行った。164件中、目視結果により、ランドマークを確認した88件と、確認できなかった76件に分類され、それぞれでのランドマークの判定結果グラフを図3に示すように正解率68%、誤検出率10%、未検出率21%となった。

ランドマーク領域の抽出精度評価を行った。自動抽出した領域を、手動で抽出したランドマーク領域の正解データと比較し、再現率と適合率を算出した結果を表1に示す。

図4にランドマーク領域を抽出した結果を示す。左側が領域分割画像、右側が抽出領域の明度を上げ、それ以外の明度を下げた抽出領域画像である。図4(上)では、類似形状のビルが左側に存在しているが、正解である画像中央のビルのうち、手前の歩道橋の部分を除いた領域のみを抽出している。図4(下)では、画像中央の対象ランドマークの手前に柱やレールなどが存在しているにもかかわらず、ランドマーク領域を抽出している。

処理コストでは、対象ランドマーク8種類、171フレームの処理のランドマーク認識処理回数を、最大1368件から164件に低減し、分割領域候補の絞り込みにより組み合わせ対象領域数を平均90から25に低減した。

ランドマークおよび分割領域絞り込み処理と組み合わせ数削減方式により実画像における平均組み合わせ数を約 10^{27} のオーダーから 10^2 オーダーまで減らすことで計算処理が実現可能となり、大幅な削減効果が確認された。

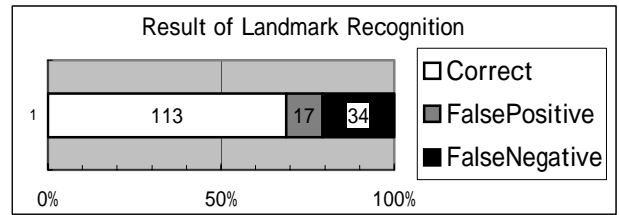


図3 ランドマーク認識結果

表1 ランドマーク領域抽出結果

	平均(%)	最小(%)	最大(%)
再現率	62.7	32	96
適合率	87.6	44	100

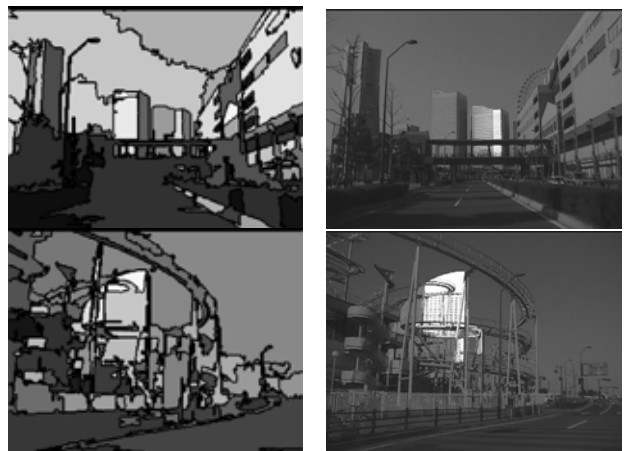


図4 領域分割画像および抽出結果画像

4. むすび

本論文では、分割領域の組み合わせによる部分的隠れに頑強なランドマーク認識を提案した。ランドマーク推定を用いた大幅な計算コスト削減により計算処理が実現可能となり、実験により、部分隠れのあるランドマークに対し誤検出率を10%に抑え、露出領域を平均60%以上で抽出できることを確認した。

誤抽出の少ない特性を活かし、ランドマークの存在を利用した要約の自動生成への適用が可能である。

今後は、認識処理のリアルタイム化を図り、ランドマーク認識結果をドライブ・ナビゲーションの指示への適応をめざす。

参考文献

- [1] 高橋,佐藤,平田, ドライブ映像のダイジェスト自動生成方式の提案, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, Vol. 2004, pp.335, 2004
- [2] K. Hirata, E. Kasutani, Y. Hara, "On Image Segmentation for Object-based Image Retrieval," Proceedings. of ICPR, vol.3, pp.1031-1034, 2002.