

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主論文の要旨

論文題目 Vehicle Ego-Localization using Monocular Vision

(単眼カメラを用いた自車位置推定)

氏名 WONG David Robert

論文内容の要旨

近年のセンシング技術と情報関連技術の急速な進歩によって、市街地を走る自動運転車両が現実のものとなりつつある。自律運転車両や先進安全支援システムの実現において、車の自己位置を推定する技術は必要不可欠な要素である。現在のカーナビゲーションシステムを見ても分かる通り、自己位置推定は身近なところでも広く利用されている。目的地に対して自身が何処にいるのかを判断するためには地図が必要であり、自車位置と地図を対応付ける自己位置推定のための様々なセンサーが開発されている。ドライブレコーダーが広く普及した現在、単一のカメラのみで自己位置推定ができる技術の実現は魅力的である。

車の自己位置推定システムを開発する上で考慮すべき要素は多岐に亘るが、車に搭載可能で安価なセンサーであり、かつ、車載コンピュータ内での蓄積とストリーミングが可能なレベルでのコンパクトなデータベースである、という 2 つ要素は特に重要である。このような要請を踏まえ、本論文では単眼の車載カメラを利用した自己位置推定に焦点を当てる。特に、専用の地図構築用車両を用いて作成された高精度なデータベースに対し、最小限のシンプルなセンサーである単眼カメラのみを用いて自己位置推定を行い、かつ、現在広く普及している GPS よりも高い性能を達成する点は本論文の大きな特徴である。

単眼カメラを利用した自己位置推定システムを考えた場合、最終的に求められる出力に応じて 3 つの枠組みに分類することができる。具体的には、(1) Topological localization、(2) Topometric localization、(3) Direct metric localization、の 3 つである。本論文では、これら 3 つそれぞれを解決する技術を提案する。

本論文で述べる最初の研究課題は **Topological localization** であり、これは自己位置を地図上に描かれた道路上の離散的な位置を求める問題である。第 3 章では、**Topological localization** を実現する手法として系列間画像照合を用いた地図に対する相対的な位置推定手法について述べる。具体的には、画像から抽出した特徴点のスケールが車の走行に伴って単調増加するという知見を活用し、特徴点のスケールの比較によって画像照合する技術を提案する。そのために、カメラ位置と特徴点スケールの対応を与える「**feature-scale tracklet**」という新しい手法を提案する。実走行映像データを用いた実験を行い、従来手法との比較を通して **feature-scale tracklet** を用いた画像対応付けが効果的であることを示す。

第 2 の研究課題は **Topometric localization** であり、これは自己位置を地図上の連続的な位置として求める問題である。第 4 章では、**Topometric localization** を実現する手法として第 3 章で述べた手法の拡張について述べる。具体的には、特徴点スケールの変化が車の走行に伴って線形に変化するという知見に着目し、特徴点スケールに対する線形回帰によって連続的な自己位置を推定する手法を提案する。そのために、**feature-scale tracklet** に対して特徴点スケールの回帰係数を埋め込むアイデアを提案する。そして、ベイズフィルタの枠組みで特徴点スケールの回帰結果と車のモーションモデルを統合する。実験の結果、10 センチメートルオーダーの定位精度が達成できることを示している。

第 3 の研究課題は **Direct metric localization** であり、3 次元地図に対する自己位置と姿勢を同時に推定する問題である。第 5 章では、**Direct metric localization** を実現する手法として、**LIDAR** を用いて構築した連続的な 3 次元地図を使用し、位置と姿勢の 6 自由度を直接推定する手法について述べる。具体的には、3 次元地図のレンダリング結果とクエリ画像の間で相互に共有されるエッジ情報が最大化するような位置と姿勢を求める手法を提案する。実験の結果、エッジ情報のみを含むコンパクトな 3 次元地図表現であっても、正確に位置と姿勢の特定が可能であることを確認した結果について述べる。また、提案手法の性能と計算速度に関する分析を通して、今後解決すべき課題について述べる。

以上のように、本論文では自己位置推定を **Topological localization**、**Topometric localization**、**Direct metric localization**、の 3 つの枠組みで捉え、それぞれを解決する技術について述べている。第 1 章は序論であり、本論文の背景と位置付けについて述べる。第 2 章は自己位置推定に関する関連研究について述べており、第 3 章から第 5 章それぞれで **Topological localization**、**Topometric localization**、**Direct metric localization**、の 3 つそれぞれを解決する手法について詳しく述べる。最後に、第 6 章において本論文を総括し、今後の課題と展望について述べる。