

論文内容の要旨

博士論文題目 車載単眼カメラを用いた地図情報更新システムのための
画像解析要素技術

氏名 榎並 直子

(論文内容の要旨)

本論文では、ドライブレコーダ用単眼カメラとナビ用 GPS を装備した多数の一般車両を用いて、低コストかつ効率的なデジタル地図情報更新システムの枠組みと、それに必要な画像解析要素技術の提案と評価を行う。

現在、ナビゲーション用地図情報の更新は、高価な調査専用車両による現地画像撮影と調査により行われ、高いコストと時間が必要である。高頻度に街並の変化が生じる都市近郊の地図情報を最新の状態に維持するため、安価なセンサを搭載した多数の一般車両による観測体制と画像解析要素技術を提案し、低コストかつ高頻度での地図情報更新の実現を目指す。

はじめに、デジタル地図情報更新システムの枠組みを提案する。システムでは、安価なドライブレコーダ用単眼カメラと普及型 GPS を搭載した、多数の一般車両による、実用に耐えるシステム構成を目指す。これらの一般車両から送られてきた大量画像集合を、コンピュータで解析することで確認作業のコストの低減を目指す。ここで提案する画像解析要素技術は、過去画像と現在の位置合わせを行う画像処理技術と、対応付けられた画像からの変化検出技術である。まず、大量に得られたカメラ画像集合から入力画像と同一地点を撮影した過去の画像を対応付ける前処理を行う。本研究では多様な撮影条件下で得られた低解像度の画像を、GPS から得た位置情報と撮影条件の変化に対して頑健な2段階の画像間マッチングにより対応付ける手法を提案する。第一段階では異なる撮影条件下で撮影された画像から、画像補正を行い連続数フレーム繋げ相似した、見えのパノラマ画像間での対応付けを行なう。第二段階では、さらに回転・スケール・照明条件の変化に頑健な特徴点のマッチングによる対応付けを行う。システム運用時と同じ低画質で撮影条件の異なる画像間の対応付け実験により、提案手法の有効性を確認する。

そして、同一地点を撮影した過去と現在の画像から街並の変化を検出する手法を提案する。画像間で街並の変化領域を抽出し、過去画像を3枚用意して多数決論理で建物や看板の構造やテクスチャの変化に現れる街並変化領域を検出する。変化領域抽出では、計算コストの削減と誤対応の削減のため画像間から幾何学的拘束条件を利用し、その拘束のもとに最適化アルゴリズムを用いた画素単位マッチングで変化領域を抽出する。細かな変化領域の除去をしながら、3枚の過去画像間で処理し多数決で変化検出を決定する。対応付けられた実画像を用いて、提案手法の有効性を確認する。

最後に、本研究で得られた成果をまとめ、さらに今後、提案システムを実用化へと繋げるために必要となる画像解析要素技術の実現性と求められる精度について議論する。

(論文審査結果の要旨)

本研究は、ドライブレコーダ用単眼カメラとナビ用 GPS を搭載した多数の一般車両を用いて、低コストかつ効率的に実現するデジタル地図情報更新システムの枠組みとそれに必要な画像解析要素技術を提案し、都市近郊で撮影された実画像データ群に対する実験評価を行いその有効性を評価したものである。画像解析技術の工学的なポイントは以下の2点にある。

- (1) 多様な撮影条件下で得られた低解像度の車載用単眼カメラ画像の現在と過去の間で、GPS から得た位置情報と撮影条件の変化に対して頑健な2段階画像間マッチングにより対応付ける手法を実現した。第一段階では異なる撮影条件下で撮影された画像から画像補正を行い、連続した数フレーム繋げ相似した見えのパノラマ画像を作成する技術を考案し、そのパノラマ画像間での対応付けを行なう。第二段階では、さらに回転・スケール・照明条件の変化に頑健な特徴点のマッチングによる対応付けを行い、より正確な対応付けを具体化した。システム運用時と同じ低画質で撮影条件の異なる画像間の対応付け実験により、提案手法の有効性を確認した。
- (2) また、同一地点を撮影した画像群(過去と現在の対)から街並の変化を検出する手法を実現した。画像対の間から幾何学的な拘束条件を利用し、変化領域を抽出し、その結果をもとに、3枚の過去画像からの多数決で建物や看板の構造やテクスチャの変化を表す街並変化を検出した。変化領域抽出では、計算コストの削減と誤対応の削減のため、過去現在画像対から幾何学的な拘束条件を推定し、その拘束のもとに最適化アルゴリズムを用いた画素単位のマッチングを行い、複数の過去画像対から抽出された変化領域抽出結果を元に街並の変化を検出した。対応付けされた実画像を用いて、提案手法の有効性を確認した。

これらの画像解析要素技術の性能評価で、デジタル地図更新システムの機能評価を工学的に考察し、その有効性を確認した。車載用一般カメラ画像間での位置合わせ技術と変化領域検出技術は画像解析技術分野において工学的な価値があると認め、本論文を博士(工学)の学位論文として認める。