

報告番号	※ 乙 第 7077 号
------	--------------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 屋外での移動体カメラのための動的色フィルタによる物体検出法に関する研究

氏 名 矢野 良和

論 文 内 容 の 要 旨

コンピュータビジョンは、ロボットや車載システムにおける情報収集手段として最も注目される技術要素である。コンピュータの性能向上に伴い、画像から取得できる情報が画素単位の情報しか得られなかったものが、それらを有機的につなげ新たな特徴情報を見いだせるようになってきた。それに従い、物体を表現する特徴の定義が様々提案され、顔検出、歩行者検出、車両検出、看板検出など、様々な物体の検出へと応用されるようになった。その特徴の優位性へと目が向けられるようになる一方で、計算量へのアプローチが取り残されるようになった。精度向上のための特徴量の開発は、演算量増大化へとつながる。アルゴリズム改良として、またアプリケーション実装のためにと、提案された特徴量の改善は進められるものの、演算速度を意識した特徴量の定義に関する研究は少ない。

また、コンピュータビジョンにおいては映像情報である輝度情報と色情報のうち輝度のみが注目され、色情報はほとんど利用されてこなかった。色情報はその絶対量に意味を持ち、相対量での評価が難しい材料である。それに加えて外乱情報による影響を受けやすい性質から、屋外応用においては色情報に利用価値を見いだせないことに繋がった。

本研究では、演算速度と屋外での色情報活用に融合点を見出した。単純な色情報の処理は非常に高速な演算を実現できる。また、撮影環境を固定化することで色情報は有効に活用できる。さらに、検証ターゲットを絞り込むことでより高速な演算を実現できる。この観点から、屋外における移動体のためのコンピュータビジョン実現に向け、解決すべき課題として次の問題を取り上げた。

1. 固定カメラで利用されるフレーム間差分法を移動するカメラで利用することでの演算対象の絞り込み
2. 色フィルタを撮影環境ごとに生成することでの仮想的な撮影環境固定化と高速物体検出の性能評価
3. 撮影環境の数値化による条件の特定と様々な撮影環境での色情報応用方法

4. 事前に情報が得られなかった撮影環境での色情報変化の推定

本論文では、移動体カメラを用いた屋外環境下での高速物体検出法を目的とし、これら問題について検討を行うことで、現在広く注目を集める明暗情報からの特徴抽出に対し、新たな局面の提示を目論む。また利用する特徴が明暗情報と異なる次元であることから、既存研究と排反することなく利用できる。本研究で得られた成果は以下のとおりである。

1. 移動体カメラのための動的背景差分法の提案と高速照合のためのアクティブ探索実装
2. 環境ごとに構築される動的色フィルタ構築法
3. 色フィルタ適用のための環境分割法の提案と物体構成オブジェクトに基づく色フィルタでの物体検出法
4. 環境分割に伴う欠損環境下で利用できる物体検出のための色フィルタ推定手法

これらの成果についての詳細を第2章から第5章にて述べた。以下では各章ごとの成果をまとめる。

第2章では、屋外環境における背景画像に多くの特徴点が存在することから背景除去に着目し、移動カメラでのフレーム間差分法を提案した。カメラの運動情報を用いて背景の見かけ上の動きを推定することで、運動するカメラ座標系での背景差分法を提案した。また、非背景領域に対する効率的な走査方法を提案することで、テンプレートの高速照合を実現した。従来の全画面走査によるテンプレート照合法と比べて 51.2 倍高速化し、10fps での歩行者検出を実現した。

提案手法は背景差分法を前提とした手法であるため、追跡対象が静止した場合は検出が困難になる問題を有している。時系列情報をもとに物体追跡する手法などと併用が必要となる。そこで第3章にて静止した物体への追跡法を提案した。

第3章では、色フィルタが非常に高速な演算を実現できることや、対象物の移動速度や一時消失に依存することなく抽出可能なことに着目し、色フィルタによる物体追跡法を提案した。色情報は同一物体であっても環境ごとに変化するため、環境ごとにフィルタを構築する必要がある。そこで、追跡対象と非追跡対象領域との間で構成される色情報を分析し、追跡に有用な色領域を獲得する動的フィルタ生成法を提案した。本手法により、オプティカルフローなどによる物体追跡法では追跡が困難になる遮蔽物通過や追跡対象の静止といった事例において、追跡を実現できることを実験により示した。追跡のための演算速度も 88fps と非常に高速なものとなった。

このシステムは環境変化に応じてフィルタを再構成する必要がある。同一の環境であればフィルタを再利用も可能となる。また、背景の領域の色情報にも影響を受けやすい。そこで撮影環境に適應する物体検出のための色フィルタの実現法として、第2章および第3章の内容を踏まえて、第4章および第5章で提案した。

第4章では、物体認識において構成する部分領域に分割し、それぞれを個別に検出し結果統合することで対象物体の認識を行う手法を提案した。構成物体の検出には色フィルタを用いるが、撮影環境の変化により対象の見え方が変化することから、撮影環境を細分化して個別環境ごとの色フィルタの実現を試みた。撮影環境として対象までの距離やフォー

カス調整により変化する対象のエッジ鮮明度を定義し、環境を区分する環境パラメータ鮮明度を用いて撮影環境を離散化した。車両後部の部分領域ごとに GMM でモデル化した色フィルタを作成し、相互の位置や大きさもモデル化した。これにより、撮影環境に応じた見え方に適した色フィルタで領域を抽出し、相対位置や大きさの条件を満たす領域を検出させることができた。演算時間においても、 640×480 の画像に対しテンプレートサイズ可変の全走査を実現するのに、Pentium4(3.06GHz) を利用して単一対象で 66.67fps, 2つの対象で 37.17fps を実現し、ビデオのフレームレート 30fps を超える結果を得た。このシステムでは環境を離散させたため、それぞれの環境が連続性を満たさない場合にモデルの適合性が低下する問題を有する。そこで第 5 章にて連続環境モデルでの色フィルタの推定法について提案した。

第 5 章では、離散化した環境モデルを用いた欠損環境にて利用可能な色フィルタの構築方法について提案を行った。撮影環境は連続変化する環境パラメータの変化に応じて連続に変化すると仮定できる。そこで環境区分ごとにモデル化した色フィルタを構成する GMM のパラメータを隣接環境区分間で補間する方法を提案した。また環境パラメータとして光源の位置に相関が高い時刻を利用したモデルを生成した。既知環境として与えなかった時間帯のモデルを既知のモデルで推定した。一時間ごとに用意した撮影環境でのモデルからその中間となる時刻のモデルを推定したところ、中間時刻の画像で個別学習させたモデルに類似するモデルが獲得できた。一方で、環境が急激に変化する特異点の存在についても確認でき、特異点の前後でモデルの推定精度が部分的に劣化したが、特異点付近においても推定によるモデルの優位性を見出した。