

論文内容の要旨

博士論文題目

複数物体の輪郭抽出・追跡を目的とした分裂統合型動的輪郭モデルとその応用

氏 名 荒木 昭 一

(論文内容の要旨)

画像の認識・理解には、画像からの対象物の抽出・追跡処理が不可欠である。エネルギー最小化原理に基づく動的輪郭モデルは、ノイズに強く、輪郭抽出と追跡を同時並行的に行えるという優れた特長を持つ。しかし、対象物を抽出するための輪郭モデルは、あらかじめ人手により初期輪郭を与えられることが前提とされているため、複数物体の自動抽出は困難である。また、動画像を用いた移動物体の輪郭追跡においては、複数物体がすれ違うことにより見かけ上重なる場合には、追跡に失敗するという問題があった。本論文では、複数物体の抽出・追跡手法の確立を目的として、動的輪郭モデルを複数物体輪郭の自動抽出・追跡手法へ拡張し、実時間で動作するアルゴリズムの提案と実画像による実証を行なっている。本論文は以下の6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的、関連研究、取り扱う課題、および本研究のアプローチについて述べている。

第2章では、動的輪郭モデルによる輪郭抽出・追跡の基本的な枠組みとして、エネルギー関数の定義、収束方法、輪郭追跡について述べ、本研究との関連についても言及している。

第3章では、動的輪郭モデルによる複数物体輪郭の自動抽出を目的として、面積項の最小化により収縮型輪郭モデルに起こる自己交差を判定し、自己交差部分で複数に分裂する分裂型輪郭モデルを提案している。分裂型輪郭モデルでは、抽出したい複数物体を包含するように1つの初期輪郭を与えるだけで、輪郭モデルが自動的に物体の数に分裂し、それぞれの輪郭を独立に抽出できる。複数物体を含む人工画像および細胞の顕微鏡写真に分裂型輪郭モデルを適用し、その有効性を検証している。

第4章では、複数移動物体の輪郭抽出・追跡を目的とし、輪郭モデルの自己交差および異なる輪郭モデル間の相互交差を判定して、分裂・統合する動的輪郭モデルを提案している。この分裂統合型輪郭モデルを歩行者の動画像へ適用し、複数移動物体が一時的に見かけ上重なる場合にも輪郭追跡が可能であることを示している。また、画像処理用 DSP ボードからなる動画像処理実験システムに実装し、実時間抽出・追跡が可能であることを示した。

第5章では、提案手法の具体的な応用例を2つ示している。1つは、オフィスにおける空調・照明の快適・省エネルギー制御を目的とした、在室者状況認識のための赤外線カメラを用いた人体検知への応用である。もう1つは、画像切り出し・合成インタフェースの改善を目的とした、拡張現実感 (Augmented Reality: AR) インタフェースコンセプトに基づく画像合成・送信ツールへの応用であり、試作した分裂型輪郭モデルに基づく画像切り出し機能を備えたプロトタイプシステムについて述べている。

最後に第6章では、本研究の総括として、得られた成果および今後の課題について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、コンピュータビジョンにおける最も基本的な問題である画像のセグメンテーションを扱っており、動的輪郭モデルを用いた場合の、(1) 複数物体輪郭を抽出するための初期輪郭設定と (2) オクルージョンを有する複数物体の追跡の2つの問題に対する解を与えている。本論文の成果は以下の4点に要約される。

1. 動的輪郭モデルを用いた輪郭抽出においては、初期輪郭が何らかの方法で物体の輪郭の近くに設定されていることが前提になっており、輪郭の自動抽出は難しいという問題があった。また、これに関連して、複数の物体を独立に抽出できないという欠点を内在していた。この問題に対して、本論文では、収縮型輪郭モデルの変形過程における自己交差を検出することによる分裂型輪郭モデルを提案し、厳密な初期輪郭設定を行なうことなく自動的に複数の物体輪郭を抽出することを可能にしている。

2. 動的輪郭モデルを用いた動画中の移動物体抽出・追跡においては、複数の物体が移動の途中で見かけ上重なること(オクルージョン)による追跡の破綻が問題であった。この問題に対して、本論文では、輪郭モデルの自己交差と異なる輪郭モデル間の相互交差を検出することによる分裂統合型輪郭モデルを提案し、オクルージョンを有する複数移動物体の自動追跡を可能にしている。

3. 本論文では、人工画像と実画像を用いた計算機実験により上記2手法の有効性を検証しているが、これに加えて、画像処理用 DSP ボードを用いた動画処理実験システムを構築し、移動物体の実時間抽出・追跡が可能であることを実証している。

4. 以上のアルゴリズム提案と実証研究に加えて、提案手法の実利用を目指して、赤外線カメラを用いた人物検知システムと画像合成・送信ツールのプロトタイプシステムを設計・試作し、研究成果の実用性に関しても考察している。

以上述べたように、本論文は、コンピュータビジョンにおける基本的な問題に対する有効な解法を提案するとともに、実用システムへの実装を念頭においた実証研究を行なっている点に特長がある。これらの研究成果はコンピュータビジョン分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。なお、本論文の主要部分に相当する内容は、学会論文誌2件、査読付国際会議3件として公表されている。また、本論文内容の一部の発表に対して電子情報通信学会学術奨励賞を授与されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。