

学位論文題名

Study on Object-Contour Extraction from Images
Using Shape-Constraint-Based Active Contour Models(形状に基づく動的輪郭モデルを用いた画像中の
物体輪郭の抽出に関する研究)

学位論文内容の要旨

本論文は形状に基づく動的輪郭モデル (Shape-Constraint-Based Active Contour Model、以下 SC-ACM と略記) を用いた。画像中の物体輪郭の抽出に関する研究結果をまとめたものである。

コンピュータビジョン、画像解析及びパターン認識等の画像処理分野において、物体輪郭を抽出することは最も基本的、かつ、重要である。従来の輪郭抽出では、画像に微分演算子等を適用し、エッジ強調を行なった後、しきい値処理で2値化を行い、エッジを表す画素を切出し、細線化によるエッジ中心線の抽出・中心線の追跡によって連続したエッジの線を検出する。

一般的に、ノイズやボケの影響を受けるため、上記の従来の輪郭抽出手法による得られた輪郭が閉曲線にならない場合が多い。このような問題を解決するために、最近では輪郭モデルに基づく輪郭抽出法が検討されている。Snakes という動的輪郭モデルはその代表的な一つである。Snakes による輪郭抽出においては、初期に仮定した輪郭線を、動的に移動・変形させながら抽出すべき輪郭にちかづける。この方法は輪郭線周囲の大局的な性質をうまく利用する輪郭抽出法として、幅広い利用が見込まれる。

最初に発表された Snakes (以下、オリジナル Snakes とよぶ) は、対象となる画像の画質が良好であり、また、背景物体を含まなければ非常によい結果を与える。しかし、一般的には画像に含まれるノイズやボケの影響を受けるほか、画像には抽出しようとする対象物体以外の背景物体が含まれてしまうため、Snakes の初期位置を抽出したい物体のすぐ近くに設定する必要がある。また、Snakes はノイズ、あるいは、背景物に捕捉されやすい。また、具体的な応用に対して最適なパラメータを、試行錯誤によって設定しなければいけない等の問題点もある。これらの問題点に対して、様々な方法が提案されているが、一つの問題の改善に伴って、新たな問題が生じる傾向がある。本論文では、これらの動的輪郭モデルにおける種々の問題を検討し、それらを解決できる輪郭抽出法を提案する。

本論文は、まず第2章で、オリジナル Snakes のエネルギー関数の構成、エネ

ルギーを最小する過程、すなわちこれらの Snakes が受ける全ての力が平衡に達する過程を説明し、さらに、オリジナル Snakes の特性と問題点を検討する。

第3章では、オリジナル Snakes の問題点を解決すべく、既に提案されている改善法を紹介し、改善法において生じる新たな問題を考察する。

第4章では新たな提案を行う。多くの場合、事前に大体の輪郭形状が分かっている対象物の処理が求められることに着目する。上で述べたオリジナル Snakes における問題点、すなわち、初期位置の対象物体近傍への設定の必要性和ノイズ・背景物による捕捉とを解決するため、予見される輪郭形状情報を利用した SC-ACM という新たな動的輪郭モデル手法を提案し、このモデルの特性の検討を行なう。

第5章では、第4章で提案された SC-ACM を実画像と人工画像とへ応用する。ここではオリジナル Snakes における問題点の具体的解決を図る。さらに、得られる輪郭を第3章で説明した従来の改善法によって抽出した輪郭と比較し、提案した手法は従来法における問題を避けていて、従来法より有効であることを示す。

具体的な応用に対する最適な動的輪郭モデルパラメータは、実験的に人手により与えた。勿論自動設定が望ましく、これが、第6章の主題である。この章では、強化学習法を用いて、ランダムに与えられる初期パラメータから準最適な輪郭モデルパラメータを自動的に設定する手法を提案する。

第7章では、SC-ACM のパラメータの性質を検討し、第6章で提案した手法の学習性能に関する検討を行う。この手法を利用して、SC-ACM のパラメータを自動設定し、自動取得されたパラメータをもつ SC-ACM によって、良好な物体輪郭が抽出されることを示す。

第8章では、論文全体のまとめとして本研究の成果及び将来への展望について述べる。

以上を要約する。本論文は物体の輪郭抽出に関する種々の検討を行い、形状に基づく動的輪郭モデル (SC-ACM) を用いた輪郭抽出法を提案し、それがノイズと背景物とを含む画像から、輪郭モデル初期位置の対象物体近傍への設定を条件とせずに、有効な物体輪郭抽出を行うことを示す。

学位論文審査の要旨

主査 教授 北島 秀夫
副査 教授 栃内 香次
副査 教授 青木 由直
副査 助教授 長谷山 美紀

学位論文題名

Study on Object-Contour Extraction from Images Using Shape-Constraint-Based Active Contour Models

(形状に基づく動的輪郭モデルを用いた画像中の
物体輪郭の抽出に関する研究)

本論文は形状に基づく動的輪郭モデル (Shape-Constraint-Based Active Contour Model, 以下 SC-ACM と略記) による, 画像中の物体輪郭の抽出法を論じている.

コンピュータビジョン, 画像解析及びパターン認識等の画像処理分野において, 物体輪郭を抽出することは重要であるから, 研究の主題として物体輪郭検出を研究主題として設定することには大いに意義があると認められる. 従来の輪郭抽出では, 画像に微分演算子等を適用し, エッジ強調を行なった後, しきい値処理で2値化を行い, エッジを表す画素を切出し, 細線化によるエッジ中心線の抽出・中心線の追跡によって連続したエッジの線を検出する. その際, ノイズの影響を受けるため, 上記の従来の輪郭抽出手法により得られた輪郭が閉曲線にならない場合が多い. このような問題を解決するために, 著者は新しい, 輪郭モデルに基づく輪郭抽出法に着目した. 中でも, Snakes という動的輪郭モデルはその代表的な一つであり, 初期に仮定した輪郭線を, 動的に移動・変形させさせながら抽出すべき輪郭に近づける. この方法は輪郭線周囲の大局的な性質をうまく利用する輪郭抽出法であるから, この動的輪郭モデルを用いて問題解決を図るという研究方針は評価に値する.

以下, 著者が研究遂行に当たり考慮した点を要約する. 最初に発表された Snakes (以下, オリジナル Snakes とよぶ) は, 対象となる画像の画質が良好であり, また, 背景物体を含まなければ非常によい結果を与える. しかし, 一般的には画像に含まれるノイズやボケの影響を受けるほか, 画像には抽出しようとする対象物体以外の背景物体が含まれてしまうため, Snakes の初期位置を抽出したい物体のすぐ近くに設定する必要がある. また, Snakes はノイズ, あるいは, 背景物に捕捉されやすい. また, 具体的な応用に対して最適なパラメータを, 試行錯誤によって設定しなければいけない等の問題点もある. これらの問題点に対して, 様々な方法が提案されているが, 一つの問題の改善に伴って, 新たな問題が生じる傾向がある. 著者は, これらの動的輪郭モデルにおける種々の問題を検討し, それらを解決できる輪郭抽出法を本論文にま

とめた。

次に、本論文の構成を検討する。第1章では研究の背景を述べた。続く第2章で、オリジナル Snakes のエネルギー関数の構成、エネルギーを最小化する過程、すなわちこれらの Snakes が受ける全ての力が平衡に達する過程を説明し、さらに、オリジナル Snakes の特性と問題点を検討した。第3章では、オリジナル Snakes の問題点を解決すべく、既に提案されている改善法を紹介し、改善法において生じる新たな問題を考察した。第4章では新たな提案を行った。多くの場合、事前に大体の輪郭形状が分かっている対象物の処理が求められることに着目した。この点は極めて重要である。研究を収束させ、かつ、現実の問題解決を可能にする上で重要な拘束条件を設定したのであり、大いに評価したい。結果として、オリジナル Snakes における問題点、すなわち、初期位置の対象物体近傍への設定の必要性和ノイズ・背景物による捕捉という大きな二つの問題を解決するため、予見される輪郭形状情報を利用した SC-ACM という新たな動的輪郭モデル手法の提案に至った。第5章では、第4章で提案された SC-ACM を実画像と人工画像とへ応用し、有効性を検証した。得られる輪郭を第3章で説明した従来の改善法によって抽出した輪郭と比較し、提案した手法は従来法における問題を避けていて、従来法より有効であることを示した。具体的な応用に対する最適な動的輪郭モデルパラメータは、実験的に人手により与えた。勿論、自動設定が望ましく、これが、第6章で論じられた。この章では、強化学習法を用いて、ランダムに与えられる初期パラメータから準最適な輪郭モデルパラメータを自動的に設定する手法を提案した。第7章では、SC-ACM のパラメータの性質を検討し、第6章で提案した手法の学習性能に関する検討を行った。この手法を利用して、SC-ACM のパラメータを自動設定し、自動取得されたパラメータをもつ SC-ACM によって、良好な物体輪郭が抽出されることを示した。動的輪郭モデルパラメータの自動取得は重要な課題であり、著者提案の輪郭モデルに限定した議論ではあるが、評価に値する。第8章では、論文全体のまとめとして本研究の成果及び将来への展望について述べた。

以上を要約すると、本論文は物体の輪郭抽出に関する種々の検討を行い、形状に基づく動的輪郭モデル (SC-ACM) を用いた輪郭抽出法を提案し、それがノイズと背景物とを含む画像から、輪郭モデル初期位置の対象物近傍への設定を条件とせずに、有効な物体輪郭抽出を行うことを示した。研究課題の設定、研究手法、研究結果のいずれにおいても画像工学への貢献が大であると認められる。

よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。