

氏 名	あまの 天 野 晃
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 1486 号
学位授与の日付	平 成 8 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 情 報 工 学 専 攻
学位論文題目	画像処理のための不連続な解に対処する正則化手法

論文調査委員 (主 査)  
 教 授 池 田 克 夫 教 授 長 尾 眞 教 授 英 保 茂

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、解が一意に定まらない不良設定問題である画像処理の初期視覚問題に対して正則化手法を適用して、解の分布に不連続を含むように制約を拡張した研究をまとめたもので、全6章で構成されている。

第1章は緒言であり、論文の構成について述べている。

第2章は、画像処理の初期視覚問題は解が一意に定まらない不良設定問題であり、これに対処するために正則化手法を適用することが有効であるとして、その適用に関する問題点を述べている。

第3章では、不連続解を含む解を推定する問題および、正則化パラメータの決定手法として、サンプル輪郭モデルを利用した Snakes について論じている。Snakes は、画像の局所的性質だけでなく大局的な性質をも考慮することから、局所的なノイズの影響を受け難い手法である。このような性質を保持したまま、滑らかでない部分が含まれる輪郭を検出できるように Snakes を拡張した。また、従来経験的にしか決定することができなかった画像の輝度分布と輪郭形状とに関する二つの制約のバランスを決定するパラメータを、2枚の画像と対応する輪郭を与えることによって決定する手法を明らかにした。

第4章では、特定の運動を行っている領域のみが存在する画像から、不連続部分を含むオプティカルフローを推定する手法、および、安定した初期値を与える手法について論じている。オプティカルフローの分布に不連続部分が存在する場合に、移動している対象物の運動を限定することにより、解の分布に不連続部分を許し、特定の値のみを取る関数を制約とする不連続正則化手法を用いて、オプティカルフローを推定する方法を考案した。そして、必要となる対象物の運動の初期値を、勾配法にもとづく拘束線の投票により求める手法を示している。また、画像に含まれる空間周波数と量子化 bit 数による誤差を詳しく解析することによって、本手法が適用できる範囲を明らかにしている。

第5章では、不連続正則化手法の一つである GNC 法を2次元に拡張し、距離画像に適用することによって、ノイズを含む距離画像から曲面の推定を行い、推定した曲面に対してコンピュータグラフィックスで表示することを目的とした三次元形状モデルの生成を行っている。本手法では、推定された曲面に対し

て、実時間での表示、および精密な表示の二つの目的に対応した形状モデルを生成できる。また、生成されるモデルが誤差に対して最適化されているので、誤差の少ないモデルが生成できることを示している。

第6章は結論で、本論文で述べた手法により、従来不連続解を含む問題に対して適用が困難であった正則化手法をより広い範囲に適用することを可能にしたこと、正則化手法を適用する際に問題になる正則化パラメータに関して明確な理論的根拠を持った決定法を与えたこと、問題に即した初期値計算法を用いることによって安定して解を得られること、などを挙げて本論文の成果をまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、解が一意に定まらない不良設定問題である画像処理の初期視覚問題に対して正則化手法を適用することにより、解の分布に不連続を含むように制約を拡張した研究をまとめたもので、主な成果は次の通りである。

1. 不連続正則化手法を適用して、サンプル輪郭モデルを利用した Snakes により輪郭形状に不連続な変化を許す輪郭検出法を考案した。この結果、動画像などの少しずつ変化する画像において、対象の輪郭形状に不連続な変化をする部分が含まれていても柔軟に対応できる輪郭検出に成功した。

また、従来経験的にしか決定することができなかった、画像の輝度分布と輪郭形状とに関する制約のバランスを決定するパラメータを、2枚の画像と対応する輪郭を与えることによって決定する手法を明らかにした。

2. 画像上の見かけの運動を表すオプティカルフローの推定に対して、その分布に不連続と特定の運動のみを許容する正則化手法を提案した。これにより、画像中の領域の運動に関する初期値が与えられると、オプティカルフローを安定に推定することが可能となった。また、画像に含まれる空間周波数と量子化 bit 数による誤差を詳しく解析することにより、本手法の適用できる範囲を明らかにした。

3. 距離画像からの曲面復元の問題に対して1次元不連続正則化手法の一つである GNC 法を2次元に拡張し適用した。この手法により、距離画像から、ある誤差範囲に収まる三次元形状モデルを生成することを可能としている。

以上要するに本論文は、画像処理において不連続な解に対処する正則化手法について論じ、その有効性を示したもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。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。また、平成7年12月14日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。