

氏名	す 見 かず ひこ 鷲 見 和 彦
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3208 号
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	画 像 の 3 値 輪 郭 表 現 と そ の 応 用

論文調査委員 (主 査)  
教 授 安 陪 稔 教 授 松 山 隆 司 教 授 英 保 茂

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、工業の自動化において求められる信頼性と効率とを備えた画像認識の手法を開発することを目的として、3値輪郭表現と名付けた濃淡画像の新しい表現方法を提案し、その有用性を検証したもので、5章から成っている。

第1章は序論であり、本研究の背景、マシンビジョンに関する研究動向などをまとめるとともに、本研究の目的と意義および本論文で提案する新技術の概要を述べている。

第2章では、本研究で提案する3値輪郭表現について詳しく説明し、この表現法の特徴について述べている。すなわち、3値輪郭表現は画像をラプラシアンガウシアンフィルタと正と負の2個のしきい値で処理して得られる表現であり、この表現の大きな特徴は、ラプラシアンガウシアンフィルタの空間周波数におけるバンドパス特性のために、ランダムノイズとシェーディングというマシンビジョンにとって代表的な画像の濃度の変動を抑制できることであると述べている。例えば、画像の平均濃度の50%の強さのシェーディングを加えた時に、シェーディングを加えていない場合の画像との相関が高く、画像の変動が1/3程度に抑えられていることを示している。また、領域の固まりの良さを基準として3値化のしきい値を最適に決定するアルゴリズムを用いれば、画像の大きな濃度変動に追従させることが可能で、表現の安定性を更に向上できることを指摘している。一方、この表現法は空間周波数的に狭い帯域の情報だけを取り出す性質があるが多重解像度の3値輪郭表現を用いることにより、画像の形状に関する情報をほぼ保存することが可能であると述べている。

第3章では、3値輪郭表現を用いたテンプレートマッチングについて説明している。まず、3値輪郭表現を用いたテンプレートマッチングの原理を説明するため、濃淡正規化相互相関の演算式から3値の相互相関の演算式を導出し、3値輪郭表現によるテンプレートマッチングを定義している。この定義により、3値輪郭表現によるテンプレートマッチングは、濃淡の正規化相互相関と同様、画像の明るさやコントラストに不変な正規化された類似度の尺度を与えるものであることを示している。次に、濃淡正規化相互相関、平均絶対値誤差に基づく相互相関および浮動2値化による2値相互相関などの従来の手法との対比を

行い、産業用ビジョンとして大きなニーズのある LSI チップの位置認識、金属部品の位置認識などの事例を対象に、実際に起こり得る条件の変動のもとでの認識性能を比較した結果、この手法には明るさやコントラストに関して正規化に類する効果があり、照明のシェーディングを含む変動する環境の中で同一物体を認識する能力が平均絶対値誤差に基づく相互相関および浮動 2 値化による 2 値相互相関に比べて優れており、濃淡の正規化相互相関とほぼ同等であることを示している。また、ハードウェアへのインプリメントについて論じ、この手法が濃淡正規化相互相関と比較して、少ない論理ゲート数で実現できることを示している。更に、その特徴を生かして局所並列型パイプラインアーキテクチャを持つハードウェアを設計試作し、その性能を評価している。すなわち、3 値輪郭表現を用いたテンプレートマッチングの明るさ変動に対する強さと、ハードウェアによる高速性を生かして、単一の物体のリアルタイムトラッキングおよび複数の物体の運動解析に応用した結果について述べている。

第 4 章では、画素レベルでの重ね合わせが困難であるような複雑な画像を汎用に認識させる方法について検討している。そのため、自己相関局所特徴抽出と統計的解析の組み合わせで計測や識別を行う認識アルゴリズムに着目し、従来 2 値化画像に対して定義されていた局所特徴抽出マスク演算子の 3 値論理への拡張を行っている。この方式は、2 値化された画像の認識だけでは困難なマシンビジョンの現場における認識能力を高めることが可能で、濃淡画像から直接特徴抽出を行う場合に必要な計算量を抑えることができることを述べ、このアルゴリズムを 2 値化画像を適用し難い工業用部品の識別に応用し、良好な結果を得ている。

第 5 章は結論であり、本研究で得られた結果をまとめるとともに、今後の課題について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、工業の自動化において求められる高い信頼性と効率とを備えた画像認識の手法を開発することを目的として、3 値輪郭表現と名付けた濃淡画像の新しい表現方法を提案し、その有用性を理論的、実験的に検証した結果をまとめたもので、得られた主な成果は以下の通りである。

(1) 本研究で提案する 3 値輪郭表現は、画像をラプラシアンガウシアンフィルタと正と負の 2 つのしきい値で処理して得られる表現であり、この表現法の大きな特徴は、ランダムノイズとシェーディングというマシンビジョンにとって代表的な画像の濃度の変動を抑制できることにあり、例えば、画像の平均濃度の 50% の強さのシェーディングを加えた場合でも、画像の変動が 1/3 程度に抑え得ることを示した。

(2) 画像の領域の固まりの良さを基準にして 3 値しきい値を最適に決定するアルゴリズムを用いれば、画像の大きな濃度変動に追従させることが可能で、表現の安定性を更に向上できることを示した。

(3) 3 値輪郭表現を用いたテンプレートマッチングを用いれば、画像の明るさやコントラストに不変な正規化された類似度の尺度を与え得ることを示した。

(4) 画素レベルでの重ね合わせが困難であるような複雑な画像を汎用的に認識させるため、従来 2 値化画像に対して定義されていた局所特徴抽出マスク演算子の 3 値論理への拡張を行い、2 値化画像を適用し難い工業用部品の識別に応用して良好な結果を得た。

以上要するに本論文は、3 値輪郭表現と名付けた濃淡画像の新しい表現方法を提案し、種々の観点から

本表現法の有用性を検証したもので、学術上、實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9年1月22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。