

濃度の分散を用いた特徴解析に基づく画像のセグメンテーションに関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 杉山, 岳弘 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/1580

氏名・(本籍)	杉 山 岳 弘 (岐阜県)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工博甲第 149 号
学位授与の日付	平成 9 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規程第 5 条第 1 項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 電子応用工学
学位論文題目	濃度の分散を用いた特徴解析に基づく画像のセグメンテーションに関する研究

論文審査委員	(委員長)		
	教授	竹 内 康 博	教授 水 野 忠 則
	教授	中 谷 広 正	教授 阿 部 圭 一
	助教授	山 口 高 平	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、画像認識の初期処理における基本的な問題である、画像のセグメンテーション問題に対して考察する。画像のセグメンテーションは、大きく三つの問題、二値化、エッジ検出、領域分割に分類できる。これらの問題に共通して、エッジと領域に関する特徴量が利用されている。そして、どちらか一つの特徴を使用した手法、もしくは、それら二つの特徴を組み合わせた手法がそれぞれ提案されている。具体的にどのような特徴を使用するかは、結果に大きく影響するため重要な問題である。

ここでは最初に、画像のセグメンテーションの問題に対して、「画像は複数の連結した領域で構成されており、各領域内部の濃度値は、ある平均と分散を持ったガウス分布に従う」として、画像のモデル化を行う。そして、このモデルにおけるエッジと領域に対して、分散をもとに解析し、それぞれについて新しい特徴量を導く。

まず、エッジに関しては、領域の境界の接線に垂直な方向の断面、すなわち、1次元における単一のステップ・エッジに対して、ある窓内部における分散の解析を行う。そして、エッジの高さを計算するための一つの式を導く。この式はある窓の内部における全体の分散と窓の中心に対して両側の各領域内の分散とを計算することでエッジの高さを求めることができる。さらに、この式より、エッジの特徴量を構成する要素には高さのほかに信頼度があるべきことを示す。エッジの信頼度は、「高さは小さいが雑音の影響が少ないエッジ」と、「高さは大きい雑音の影響が多いエッジ」とを区別するための

特徴量である。

そして、エッジの特徴量を利用して、エッジ検出手法を提案する。まず、重み関数を導入することにより窓を一般化して、エッジ特徴抽出器を提案する。我々は、この抽出器が理論的に1次元におけるエッジの正確な位置、エッジの高さ、信頼度を計算できることを証明する。これによると、この重み関数が、中心から対称、0または正の値、正規化されている、という三つの条件を満たしてさえいれば、各領域の雑音の分散にかかわらず、エッジの位置と高さを正確に求めることができる。実験では重み関数としてガウス関数を選んだ。このエッジの特徴抽出器によるエッジの出力はエッジの位置で鋭いピークを持つ。そして、1次元の人工的なエッジに適用してCannyの特徴抽出器と比較した。

次に、エッジ・ベクトルの考えを用いることによって1次元エッジ特徴抽出器を2次元に拡張する。エッジ・ベクトルとは、エッジの高さがベクトルの大きさを、エッジの方向がベクトルの方向を表すようなベクトルである。まず、2次元におけるエッジ高さ関数が、すべての方向の1次元におけるエッジ高さ関数のベクトル和によって表わされると仮定する。そして、このベクトル和が、エッジ・ベクトルを正しく計算できることを証明する。このエッジ・ベクトル抽出器は、ある点におけるエッジの高さは、画像上のすべての濃度の重み付けされたベクトルの和によって計算できることを表している。

そして、複数のエッジが近くに存在している場合に対して、我々のエッジ特徴抽出器の解析を行い、エッジ高さ関数は各々のエッジ高さ関数の和によって表されることを示す。この解析をもとに、正しい位置においてエッジを検出するための条件を明らかにする。この条件は、2つのエッジの高さと、ガウス型の重み関数の標準偏差と、エッジ間の距離との関係の不等式で表される。この不等式を用いることによって、高さの大きいエッジと小さいエッジの高さの比とその間の距離から、標準偏差の入るべき値の区間を知ることができる。さらに、この条件と信頼度を用いて、信頼における位置でエッジを検出する手法を提案する。

最終的に提案されたエッジ検出手法とCannyのエッジ検出器とを実際の2次元画像に適用して比較し、本手法の方がエッジの位置と検出能力においてより優れた結果を与えることを示す。

また、領域に関しては、一つもしくは二つの領域に対して、領域内部における濃度値の分散の解析を行う。そして、領域内部の濃度値における一様性には、均一性(濃度値がどの程度似ているか)、均質性(分散がどの程度似ているか)、同質性(平均および分散がどの程度似ているか)の三つの特徴量があることを導く。

そして、領域分割問題に関して、エッジと領域の特徴量を利用することを試みる。ここでは、領域分割手法として、「領域情報とエッジ情報を組み合わせた領域分割手法」を用いる。この手法は、「境界である」(エッジ情報)と「一様である」(領域情報)という述語を組み合わせ、画像を確実に一様であるという領域とそうでない領域とに分割する手法である。そして、この手法における、それぞれの述語に対して、本論文で得られる領域とエッジの特徴量を適用する。

論文審査結果の要旨

本論文には、種々の画像処理・画像認識の基礎となる画像のセグメンテーション手法に関する研究成果が述べられている。

初めに、第1章において、主として汎用的な画像認識の実現という立場からセグメンテーション問題の重要性と位置づけが述べられている。

第2章では、この問題にたいする従来の研究が概観され、その不十分な点が指摘されている。

第3章では、濃淡画像の一つのモデルを提出してそのモデルに基づいて解析を行い、エッジ(濃淡の急激に変化する箇所)および領域(濃度が一様と見なせる部分)を抽出するための特徴量を提案している。特に、エッジにたいしてエッジ強度のほかに「信頼度」を考えるべきことと、領域にたいする「均質性」と「同質性」を区別すべきことは新しい主張である。

第4章が本論文の中核をなす章であって、前章の解析に基づいて具体的なエッジ抽出オペレータとエッジ抽出法を提案している。まず、エッジの1次元断面における、提案したエッジ抽出オペレータの振舞いを解析している。特に、複数のエッジが近接して存在する場合について、エッジ位置が正しく求められるための条件やそのとき求められるエッジ高さの誤差を明らかにしている。次に、このエッジ抽出オペレータを2次元画像に適用するために、ベクトル・エッジ・オペレータの概念を新たに提案している。これによって、エッジの方向ごとに回転したオペレータを用意することなく、2回の2重積分によってエッジの方向と高さを正確に求めることができることを証明している。同じベクトル化の手法がCannyの等方型エッジ抽出オペレータにたいしても適用できることも指摘している。

提案したエッジ抽出オペレータを用いて人工画像および実画像におけるエッジ抽出実験を行い、Cannyのオペレータよりもエッジの抽出位置が正確であること、信頼度を併用することによりエッジの高さは低い雑音の少ないエッジをも抽出できることが示されている。

第5章では、3章で論じられた領域にたいする特徴量とエッジにたいする特徴量を相補的に用いた領域分割手法を提案し、実験を行っている。このアプローチはまだ十分完成したものとは言えないが、領域とエッジにたいする統一的な特徴量の使用という点で有望な試みである。

第6章は結論と今後の展望に充てられている。

以上のように、本論文は画像認識の基本的な課題であるセグメンテーション問題にたいして、統一的なモデルの枠組みから取り組んでおり、実用的にも従来評価の高いCannyのエッジ抽出オペレータを上回る性能のエッジ抽出手法を考案している。これは汎用的な画像認識技術の進展に大きく貢献する成果であり、博士(工学)の学位を授与するに十分であると認定する。