

氏名・(本籍)	陳 弋 龍 (中国)
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	工博甲第 89 号
学位授与の日付	平成 5 年 6 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 電子応用工学専攻
学位論文題目	IMAGE REGION CORRESPONDENCE BASED ON STRUCTURAL SIMILARITY AND COLOR INFORMATION (構造類似と色彩情報による画像の領域対応づけ)

論文審査委員	(委員長)		
	教授	阿 部 圭 一	
	教授	安 藤 隆 男	教授 宮 川 達 夫
	教授	堀 部 安 一	助教授 中 谷 広 正

論 文 内 容 の 要 旨

コンピュータビジョンにおける、カラー画像間の特徴対応付けの研究の一端として、構造類似と色彩情報を用いた領域の効率的なマッチング手法について研究を行った。従来の対応付けに関する研究では、濃淡画像間で点・エッジ・線分を特徴としたマッチングが中心であった。本論文では、線分よりさらに大局的な特徴である領域に着目し、領域の色彩情報と配置関係を拘束として利用したカラー画像間の領域対応付け手法について述べる。

第2章では、画像を領域の配置関係で構造化し、この構造類似に基づく画像間の領域マッチング手法について考察した。開発した手法は、一種の階層的マッチング手法であり、画像全体の領域構造を対応付けたのちに、局所的な領域間の対応付けを行うものである。

まず、画像を特徴空間でK平均法により領域に分割する。領域から領域への経路のうち、通過する領域数の最小を領域間の距離と定義し、すべての領域をこの隣接距離に従って領域クラスに分類する。つぎに、画像間において、同じ距離をもつ領域クラス間で、色類似度付き二部グラフの最大重みマッチングを行い、領域構造類似度を算出する。色類似度は、正規化されたrgb空間のユークリッド距離で定義される。最も類似した構造を決定するために、最大の領域構造類似度を与える領域の組み合わせを求める。さらに、求められた領域構造中の隣接クラス間で、領域間の二部グラフマッチングを行い

各領域の対応付けを行う。

積木シーンのステレオ画像を対象として本手法を適用することによって、従来のエッジ拘束を用いた手法に比べて、安定した対応付け結果が得られ、領域分割結果の不整合性に対しても、隣接する領域クラス間を考慮することによってある程度対処できることなどを検証した。

第3章では、領域の対応付けにおける色彩情報の効果的利用について考察した。その成果として二段階からなる領域対応付け手法を開発した。

まず、画像中から高彩度かつ高明度である領域のみを優先的に選び、それらの間でのみ対応付けを行う。つぎに、その結果を拘束として、構造類似と色類似で残りの領域の対応付けを行った。

室内・屋外情景などのカラー画像を対象とした実験においても、ここで開発した手法によって、安定した対応結果を得ることができた。

第4章では、画像間での領域分割結果の不整合性が生じる場合の対応付けについて考察した。領域分割の結果、一枚の画像中で一つの領域が、別の画像では二つ以上の領域に分割されるときがある。また、この逆の分割が行われるときもある。

このような領域分割の不整合に対処するために、領域分割された画像を、領域の色知覚特徴 (HSV) 及び領域間の位置関係を表した領域隣接グラフ構造を用いて記述し、この領域隣接構造に基づく領域対応付けについて考察した。その結果、領域隣接クラス間の最大重み二部グラフマッチングに基づくノードペアの集合によって構成される状態空間木の探索問題として、領域対応付けを扱うことによって、最適な対応付けを求める手法を開発した。実際に領域分割結果に不整合が生じたカラー画像を対象とした実験によっても、本手法の有効性を確かめた。

論文審査結果の要旨

本論文では、与えられた2つのカラー画像の間で、領域に基づくマッチングを行う手法を考察している。領域という特徴は、点・エッジ・線分等の特徴に比べて、より大域的であり、雑音や隠ぺいの問題にたいしてより頑健である。

本論文では5章からなり、第1章では、問題の定義・背景・意義を説明し、ここで論ずる領域マッチング手法が動画像処理、画像データベースの検索、ステレオ画像の処理に有用であると述べている。第2章から第4章において、この問題にたいし3つの解法を示している。第5章は結論である。

第2章ではまず、マッチングすべき2つの画像の領域として、画素をHSV（色相・彩度・明度）およびX、Y座標の5次元空間でクラスタリングして得た領域分割結果を用いることを述べている。ついで、これらの領域の間の大域的マッチングを得るために、各領域を始点として他の領域を隣接関係によって距離付けした表を2つの画像の全ての領域にたいして作成する。それぞれの画像から一つずつ表をとったとき、その間の一致の良さを、対応する各距離ごとにおける領域間の一致の程度の和として定義し、その値を重みつき2部グラフの最大化アルゴリズムを利用して求める。この和を最大にする表の対によって大域的な領域のマッチングが求められ、その後、始点となる領域からの距離に若干の許容値を許して、領域の可能なマッチングが局所的にすべて求められる。

前章では色彩情報を類似性の基礎として、領域間の隣接関係に着目してマッチングを行ったが、第3章では色彩情報をより優先的に使用する手法を提案している。すなわち、明度および彩度の高い領域を目だつ領域と定義し、まずその間のマッチングを求めた後、領域の隣接関係を利用して領域間のマッチングを隣接する領域へと広げていく手法である。本手法は、目だつ領域が少数個であり、かつそれらの対応づけが容易な場合に適している。

以上2つの章では、領域と領域との間には1対1対応しか許していなかった。しかし、一般には、2つの画像間で領域の分割のされ方は異なる。したがって、領域間に1対多、多対1、および多対多の対応を考える必要がある。これに対処するために第4章では、重みつき2部グラフの最大化を行いながら、対応づけの済んだ領域の集合に隣接する領域の対を一組ずつ付け加えるという状態空間探索手法を提案している。

これら3つの章で提案された手法にたいしては、いずれもサンプル画像対による実験結果が付されており、ある程度の効果をあげていることが示されている。

上記のように、本論文は、領域に着目したカラー画像のマッチング手法という比較的まだ研究の浅い研究分野において3つの有効な手法を提案しており、博士（工学）の学位を授与するに十分な内容をもつものと認める。