

氏名(本籍)	尾崎竜史(茨城県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第6062号		
学位授与年月日	平成24年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	統計的リーチ特徴法の確率的モデルについての基本理論および画像照合への応用に関する研究		
主査	筑波大学教授(連携大学院) (産業技術総合研究所)	工学博士	坂上勝彦
副査	筑波大学教授	工学博士	平井有三
副査	筑波大学教授	博士(工学)	福井幸男
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	福井和広
副査	筑波大学准教授(連携大学院) (産業技術総合研究所)	博士(工学)	佐藤雄隆

論文の内容の要旨

本論文では、画像照合問題における基本的な照合手法として、統計的リーチ特徴法(SRF: Statistical Reach Feature)を提案し、その確率的モデルについての基本理論および実データへの適用について述べた。提案手法は、画像中の二点の明度差が十分大きい場合にはそれが画像に付加された擾乱に対してロバストな特徴量になり得る事を考慮し、それらを複数組み合わせる事によって安定した画像照合を実現しようとするものである。テンプレート画像中、十分な明度差を持つ二点をリーチ(reach)と呼び、本手法における基礎要素としている。これらのリーチはテンプレート画像中に有向グラフを形成し、このリーチグラフと呼ばれる有向グラフ自体が画像のロバストな特徴量であるとみなすというのが基本的なアイデアである。これによって、画像照合という応用において、(1) 一様な照明変動、(2) ノイズ、(3) 遮蔽の三種の種類の擾乱に対してロバストな照合が実現できることを示した。

提案手法は十分な明度差を持った二点を画像の基本的な特徴量として取り出す事に立脚した手法である。ここにおける「十分な明度差」は、本来応用場面におけるテンプレート画像明度分布に応じて決定されるべきものであるが、まずは、具体的な数値を与えることによってこの特徴量すなわちリーチを抽出し、ロバスト性が実現できることを示した。次に、テンプレート画像が応用場面から適切に抜き出されたサンプルであることを仮定した上で、サンプルテンプレート画像の明度分布の統計情報から自動的にリーチを選別する手法について述べ、有効性を実証した。

また、さらなる拡張として、並進照合だけでなく、Radon変換の利用によって回転照合にも適用可能とした。反面、Radon変換は積分変換であり、計算に要する処理時間は一般に大きなものとなる。これを改善するために、照合対象画像全体から全ての角度に渡る積分表(ポテンシャルテーブル)を予め計算しておくことにより高速化を実現した。

産業界を中心として照明変動やノイズ、ハイライトや遮蔽などによる照合対象画像の欠損があってもロバ

ストに画像を照合できる手法が求められており、これらの要求に応えるものと考えている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

画像照合は、製造業における製造工程自動化のための物体認識や外観検査の自動化を中心に用いられており、応用的な観点から産業界において基本的に重要な画像認識技術の一つである。本研究は、この「画像照合」に対し、その性能をロバスト性の観点から本質的に向上させる手法を提案し、理論解析と実データへの適用を行っている。具体的には、SRF（統計的リーチ特徴法）という手法の提案であり、テンプレート画像あるいは見本画像列から、明度値の統計的な変動に対してロバストな画像特徴を取り出して画像照合を行う方法である。厳しい照明条件下の実画像を用いた実験をいくつか行い、強いノイズやハイライト等の外乱がある条件下でもロバストな照合を実現できることが確かめられ、産業界を中心とした実応用での適用可能性を強く印象付けており、高く評価できる。また、モデルに基づく理論展開を行い、そのロバスト性の根拠を明らかにした点は、学術的にも高く評価できる。さらに、並進照合だけでなく回転画像照合への適用と高速化のための方法も提案し、その実世界応用への適用可能性を示した点も高く評価できる。以上から、本論文で展開されている研究は、学術的かつ実用的に価値の高い内容であることは明白であり、本論文の内容は、博士の学位論文に値すると評価できる。

平成 24 年 2 月 9 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。