



Title	画像検査を志向した関心パタンの探索順序戦略の立案およびその効率的活用に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	浅野, 裕一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15217号
Issue Date	2022-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/87145
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Hirokazu_Asano_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 浅野 裕一

審査担当者 主査教授 田中孝之
副査教授 小野里雅彦
副査教授 金井理

学位論文題名

画像検査を志向した関心パタンの探索順序戦略の立案 およびその効率的活用に関する研究
(Research of planning based on ordered search strategy for feature patterns and its efficient application)

本研究は産業応用における画像処理の照合課題について、実際の現場で稼働している自動検査装置での様々な運用条件に対応できるように配慮し、探索順序に拘束されることなく領域の位置と大きさを適切に決定することにより、その効率化と信頼性の向上を目的とした。

まず、現在の産業界の製造現場が抱える種々の問題として、1) 労働者不足と技能工(匠工)が持つ技術を若手作業員(新工)に伝承することの難しさ、2) そこに起因する生産技術が抱える工場運営上の課題、3) 工程内検査での目視検査とヒューマンエラー、4) 自動検査機を開発するときの重要な点、5) 本論文で検証に用いた PCB に搭載される電子部品の小型化に伴う検査の難しさと組立不良についてどのようなものがあるかを例示した。

これらの内容を踏まえて本研究に着手するに至った経緯と従来の照合問題における探索領域の決定手法を中心に、現場で運用される画像検査装置にはどのようなシステム構成によって運用されているのかについて解説し、本研究で提案する内容である定式化された探索領域の決定に対する必要性について説明した。またその運用のされ方の例として金属加工後の検査と PCB の電子部品検査について具体的な例を示し、検査以外で画像による位置決めについてロボットをアシストするビジュアルサーボについて示した。

画像検査および位置決めでは照合アルゴリズムについてこれまでにどのようなものが研究開発されどのように用いられているか、それを踏まえて任意の順序において照合アルゴリズムに依存することなく、探索の効率化と信頼性の向上を実現するためにはどのようにすればよいかという課題を示した。また本研究を遂行するにあたり参考とする先行研究について動画像処理と静止画像処理の観点から調査した内容を示した。

第1の提案手法は「順序依存絞込み探索による関心パタンの効率的探索」として、関心パタンの固有な情報である面積と位置に着目し、複数の関心パターンを任意の順序で探索を進めて行く方法である。この固有情報は製品の設計データあるいは事前に作業員によって定義されることによって各関心パターンに対して固定された明確な値であり、これを頼りに探索する。具体的には、設計上既知である複数の関心パタンの位置ベクトルを用い直前に照合した位置からベクトルで示された位置において、本研究で提案した関心パタンの面積を用いたアルゴリズムにしたがって探索領域の大きさを求める手法を提案した。またこの手法を検証するために、PCB に搭載された電子部品の照合問題について本手法を用いた探索を行って効率化と信頼性を検証するために照合アルゴリズムに OCM を用

いて評価を行った。

第2の提案手法は「論理和型および信頼区間型の探索領域拡張による複数関心パタンの順序探索」として、探索順序という制約下において探索領域を効率的に設定する拘束条件を導入し、剛体のような関心パターンを対象とする相対位置にゆらぎをもつ照合課題に利用可能な処理を提案した。提案手法は特定のアルゴリズムに付随する処理ではなく、探索領域を決めるためのものとして独立した処理を目指している。具体的な手法について、先行探索の照合位置に基づいて以降の探索領域の位置と大きさを論理和によって求め照合を行い失敗したときには探索順序の最後に繰り下げてリトライを行うアルゴリズムを提案した。この手法を検証するために第1の提案で用いたものと同じPCBを使用し照合アルゴリズムにSADとNCCを適用して検証を行い評価した。

上記2つの提案手法について研究を遂行する過程で得られた知識・技術を整理するとともに遂行しながら気が付いたことおよび今後の研究課題についてまとめた。CPUの演算能力の変遷や先行研究の考察、本研究で提案したアルゴリズムについて他の照合アルゴリズムへの対応、例えばOpenCVや商用画像処理アルゴリズムなどへ適用についてその可能性について考察した。また静止画像だけではなく動画への応用や研究の過程で類似度マップから最大のマージンを確保した探索領域を生成することによって信頼性向上に寄与すると思われる手法について述べた。

最後に、本研究の結論としての成果を示し、この手法が応用されることを期待するアプリケーションについて述べた。

以上を要するに、筆者は産業応用における画像処理の照合課題について、実際の現場で稼働している自動検査装置での様々な運用条件に対応できるように配慮し、画像検査を志向した関心パタンの探索順序戦略を提案し、効果的な活用方法を実験的に示した。本研究の成果は、画像計測工学という学術分野だけでなく、実産業界の発展に寄与するところが大きく、筆者は北海道大学博士(工学)の学位を授与されるものと認める。