

氏名	しま 嶋 よし 好 ひろ 博
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 2370 号
学位授与の日付	平 成 2 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	電子部品生産のための実時間型画像認識技術に関する研究

論文調査委員 (主 査)
教授 長尾 真 教授 田丸啓吉 教授 英保 茂

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、画像情報を介して物体表面の性状を自動的に把握する画像認識の方法、それに基づく画像処理装置の構成、および電子部品等を対象とした自動生産装置への応用に関する一連の研究をまとめたものである。

第1章では、研究の背景ならびに研究の目的と必要性を述べるとともに、画像認識の産業応用、特に電子部品の生産工程での組立、検査などにおける画像処理の機能、対象、装置について考察し、画像処理の機能が自動組立装置や自動検査装置に必要なことを示した。

第2章では、電子部品に対する組立の中で高精度かつ高信頼度の位置検出が必要な半導体薄片（チップ）の位置検出において、特に、半田表面を有する半導体チップのチップ位置の検出に関して考察している。すなわち、半田表面を有する半導体チップの位置検出手法を考案するとともに、凸曲面状の半田面に対する照明・撮像方式を開発し、自動組立装置へ適用試作した。

第3章では、電子部品及び基板の位置を高い精度で検出する方法を考案し、高密度の基板に部品を搭載する自動組立工程へ適用した結果について述べている。

第4章においては、電子部品の表面に捺印された文字パターンの外観がその電子部品の品種の唯一の手掛かりであることから、その印字文字を検査するための捺印パターンの欠陥検出手法を三種類考察し、その特性を比較評価した。

第5章では、第4章の検討結果をもとに、部分画像の並列照合を基にした実時間型の画像処理装置を開発し、電子部品の捺印パターンの検査へ応用した事例について述べている。プラスチックで封止された電子部品の外観検査は従来、そのほとんどが目視で行われていたが、これによってその自動化の道が開かれた。

第6章では、電子部品におけるプラスチック表面にある欠け、小穴、膨らみ等について、画像分割型頻度分布という考え方によって欠陥の自動検出をする手法を開発した結果について述べている。

第7章では部分画像の出現確率を用いた高速化パターンマッチング法を提案し、画像パターン中から特

定の図形と類似した図形を抽出するテンプレートパターンマッチングのソフトウェアを作成し、その高速性を示した。

第8章では、2値画像の黒画素線分からなるランの始点並びに終点の座標データを基にした高速画像回転手法を提案した。この処理は、工業用画像処理だけでなく、あらゆる分野の画像処理の基本として重要なものである。

第9章では、本研究の結びとして、得られた成果を概観し、結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

画像処理、画像認識の技術は産業界に徐々に利用されるようになって来ているが、生産現場における種々の困難な状況に対して適用できる画像処理技術として研究開発すべきことは多い。

本論文は、物体表面の性状を抽出する画像認識技術の産業への応用開発を目的として行ったものであり、特に電子部品の生産にかかわる各種の画像処理技術について研究したものである。この分野では、画像処理の高速性、実時間性が、実用の観点から重要な問題となっている。本研究では実時間処理が可能な画像処理の方法とそれに基づく画像処理装置の開発を行い、生産装置、特に自動組立装置と自動検査装置への適用に成功している。

本研究の主な成果は次の通りである。

1. 位置検出が難しい凸曲面の鏡面反射物体である半田電極系のチップの位置検出をチップ表面が傾いても高精度に行えるように、チップの照明・撮像方式を新しく考案した。そしてテンプレートパターンマッチングを改良した位置検出手法を提案し、実際のチップに対して位置検出実験を行い、有効性を確認した。この手法の開発により、従来不可能だった半田型の品種に対する視覚技術が確立された。
2. 電子部品を基板に自動的に搭載する基板自動組立を高精度かつ実用的に行う自動位置検出手法を提案した。この手法は、部分画像の類似性を求めるパターンマッチング法に基づいて複数のリードの位置を検出し、それらをもとに部品の位置・姿勢のずれを算出し、さらに、基板上に印刷されている2箇所マーク位置を検出し、これらのマーク位置をもとに基板の位置・姿勢を算出する手法である。実際の部品と基板に対して位置検出実験を行ない、高精度な位置検出が可能であることを示した。
3. トランジスタや集積回路等の電子部品の表面に捺印された文字を対象に、自動的に外観を検査することを目的とした欠陥検出手法として、(1)標準的なパターンとの照合を重みを付けて行なう手法、(2)標準的なパターンを空間的に分割し、この分割パターンを用いて照合を行なう手法、(3)文字の芯線部と背景部から予め選択した固有の点を基に局部パターンの照合を求める手法、の三つの方法を提案し、この欠陥検出方式を高速に実現するために専用の画像処理装置を試作し、本装置方式の有効性を明らかにした。この装置は、半導体工場における電子部品の捺印検査装置として実用されるとともに、汎用視覚装置として製品化され、各種の産業分野で広汎に活用されている。
4. プラスチック表面の欠陥の簡便な自動検出方法を考案した。まず、プラスチック部品の表面にある欠陥の光学的な性質とこれらの欠陥を検出する上での課題を明らかにし、ついで、表面の傾斜ばらつきに対して安定した画像を得るための面光源を用いた照明方式を考案した。さらに、表面画像を小領域に分割し、

各分割領域ごとの濃淡値の頻度分布を基にした実用的な欠陥検出手法を開発した。その結果、従来困難であった電子部品表面の小穴、擦過傷等の欠陥検出が可能となり、半導体工場における最終検査工程で実用されている。

5. 画像パターン中から特定の図形と類似した図形を抽出するテンプレートパターンマッチング法の高速化の一方式として知られている SSDA 法 (Sequential Similarity Detection Algorithm) を改良した高速化パターンマッチング手法を提案した。この手法は、画素の照合の順序を、ブロック化した部分的なパターンの対象画像における出現確率を用いて決定する方式である。また、実際に集積回路チップの表面パターン等の例を対象に本方式を適用し、パターンマッチング法の高速化に有効であることを示した。

6. 2 値デジタル画像を対象として、従来の画素データを用いた方法とは異なり、黒画素の線分からなるランの始点並びに終点の座標データを基に 2 値画像の回転を高速に行う方法を提案した。この回転方法はランデータ上で横及び縦方向の斜交軸変換を順次行い、回転画像を求めるものであり、ランデータに対する実数演算により、任意の回転角度の画像回転が実現できるため、汎用プロセッサに適した処理の高速化、使用メモリの削減も可能な実用的な方法である。実際の文書画像に対して大型計算機上で画像を回転させ、この処理時間を求め、本方法の有効性を実験的に確認した。

以上のように、本論文は電子部品生産のために必要な画像認識技術に多くの知見を加えたもので、学術上、実際上寄与するところが少くない。よって、本論文は工学博士の論文として価値あるものと認める。

また、平成 2 年 3 月 7 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行なった結果、合格と認めた。