



Title	自動車生産工程における三次元視覚センサとその検査への応用に関する研究
Author(s)	小関, 修
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3070538">https://doi.org/10.11501/3070538</a>
DOI	10.11501/3070538
rights	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	小 関 <small>おさむ</small> 修
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 9 2 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 9 月 20 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	自動車生産工程における三次元視覚センサと その検査への応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 井 口 征 士  (副査) 教 授 辻 三 郎 教 授 谷 内 田 正 彦 助 教 授 佐 藤 宏 介

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、三次元視覚技術研究の一層の発展に寄与し、さらに生産工程、特に自動車生産工程の検査の自動化を推進するために、実用性の高い三次元視覚センサと、このセンサを用いた三次元形状部品についての検査技術を実現することを目的としており、高速、高精度でかつ信頼性の高い三次元情報の検出方法、およびそれを具現した三次元視覚センサ、さらにこのセンサを用いて行った自動車部品の検査アルゴリズムおよびシステムに関する研究をまとめたものである。

三次元情報の検出に関しては、実用性の点からスリット光投影法に着目し、まず、従来、実現されていなかったスリット光走査による三次元情報のリアルタイム検出を、スリット光走査とテレビカメラの信号処理を同期させることで可能とする方法を提案し、有効性を検証した。次に、この方法を基に自動車生産工程における検査への適用をねらったスリット光固定型の三次元視覚センサの設計方法を提案した。この方法は、重心計算を用いたスリット光中心位置検出による高精度化、パイプライン構成ハードウェアによるリアルタイム信号処理などにより実用性の高いセンサを具現化しようとするもので、この方法により、従来にない高速、高精度、小型・軽量、長期信頼性を備えた三次元視覚センサを実現した。

検査アルゴリズムとシステムに関しては、寸法検査 2 例、異品検査 1 例、外観検査 1 例について述べた。まず、自動車部品の突起や穴についての太さや傾きなどの寸法を、スリット光を十字に投射して得た三次元形状データの特徴点を抽出して検査する方法を提案し、この方法が従来のノギスなどを用いた人手による方法に比べ、高速かつ再現性よく検査できる方法であることを示した。次いで、自動車パネルの仕上がり寸法検査の自動化については、円弧状に曲げられたパネル先端と基準ブロックとの相対的な隙間と段差により定義されるパネル寸法を、スリット光画像に円を当てはめて反射信号が得にくいパネル先端位置を精度よく推定して検査する方法を提案し、その有用性を明らかにした。次に、複雑で類似した自動車部品を識別し異品検査を行う方法を提案した。この方法は、三次元視覚センサで得た距離画像から各部品の特徴が明確に表される高さで部品を輪切りした二値画像を得、この画像の幾何学的特徴量から識別を行うもので、これにより従来のモデルマッチング法に比べ、極めて簡便・高速に異品検査が行えることを

実証した。最後に、自動車用電子機器に用いられる IC のリード外観検査においては、光投影法で課題となる対象物の表面性状の違いによる反射強度むらの低減に、設計情報を参照したスリット光の投射強度制御が有効であることを示し、この制御により得られた画像からリード高さ、ピッチが安定に検査できることを明らかにした。

以上、三次元視覚センサとそれを用いた検査までの一連の研究により三次元視覚技術の発展の一翼を担うとともに、同技術が自動車生産工程における検査の自動化の推進に極めて有効であることを実証した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、自動車生産工程における検査機能の自動化のために開発した実用性の高い三次元視覚センサに関するもので、センサそのものの技術内容と、自動車部品の検査への応用について研究成果をまとめたものである。

近年、画像を用いた形状の計測・検査は各方面で活発に取り組みられているが、自動車のように、多種類の複雑な部品を、大量にかつ高い信頼性のもとで管理するためには、高度な計測機能が求められる。それを実現するために、著者は三次元情報を高速に高精度に検出するセンサを開発し、従来自動化が困難とされていた検査工程に実装した。

三次元情報の計測方式に関しては、すでいくつかの方式が提案されているが、ここではその中で最も実用性の高いスリット光投影法に絞り、リアルタイムに検出できるシステムを構築した。この方式自体は既知のものであるが、ここでは重心計算によるスリット像位置検出の高精度化、パイプライン構成による高速化といった新しい手法を実現している。

三次元計測に基づく応用に関しては、寸法検査 2 例、異品検査 1 例、外観検査 1 例について報告している。寸法検査の対象になっているのは、自動車部品の突起や穴の三次元位置と、自動車パネルの仕上がり寸法である。前者に関しては、十字スリット光の投影による三次元データ算出を行っている。また後者については、円弧状のパネル先端と本体との相対的な隙間と段差を、形状モデルを用いて推定している。この手法により、光反射信号の得にくいパネル先端位置も精度よく計測できている。異品検査としては、複雑で類似した部品を識別するために三次元画像データを用いる方法を提案し、その有効性を実ラインにおいて確認している。この方法は、三次元センサから得られた距離画像から、各部品の特徴が明確に現れている高さで輪切りにした二値画像を得て、この二値画像の幾何学的特徴量に基づいて識別を行うものである。この過程で得られる二値画像を距離ゲート画像と名付けているが、本手法は従来のモデルマッチング法に比較して、極めて簡便・高速に部品識別が行えることを示したものとして高く評価されている。外観検査に関しては、自動車用電子機器に用いられる IC のリードを検査するもので、対象物の表面性状の違いによる反射強度のむらの低減に、設計情報を参照したスリット光の投影強度制御が有効であることを示した点が注目できる。

以上の研究成果は、自動車生産における検査工程の自動化のための実用化技術の開発に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。