

画像処理による異品混入検査装置の開発

清水 誠司・佐野 照雄

Development of Image Processing System for Separation and Selection of Nonstandardized Parts

Seiji SHIMIZU and Teruo SANŌ

要 約

自動車部品製造工程における検査の自動化を目的として、画像処理技術を用いてエンジン部品の異品混入検査装置の試作開発を行った。画像処理部に昭和61年度に開発した自動外観検査システム¹⁾のハードウェアを用いて、形状検査のための手法について検討し、プログラム開発を行った。また、安定した検査画像を得るために、撮影環境や機構等についても検討した。その結果、2～3個/秒程度の検査処理能力があることがわかった。

1. はじめに

近年、画像処理技術に対する関心が高まってきており、応用分野が広がりつつある。特に、産業界への応用には著しいものがある。一方、精密機械部品製造の自動化は進んではいるが、生産工程中における部品や製品の検査工程は、人間による目視検査が主体である。これは、各検査作業者により作業時間、作業環境、体調等で、検査基準、検査速度および誤認率が変動するなどの問題がある。

このようなことから、検査工程の自動化は、品質向上、納期短縮、コストダウン達成のために欠かせない課題である。

そこで、昭和61年度山梨新技術開発事業で行ったプラスチックギアの自動外観検査システム¹⁾の成果をもとに、自動車部品製造工程における異品混入検査の自動化を目的に、画像処理技術を用いた異品混入検査装置の試作開発を行ったので、その概要を報告する。

2. 検査対象と現状の問題点

検査対象物は、自動車のエンジン部品であり、写真1に示すような種類の形状を示している。製造は、成型、熱処理、研磨等の工程があるが、各品種とも同一ラインを用いているので、残品等の理由による異品や製造ミスによる変形品の混入が発生する。

現状の異品混入の検査方法は、パーツフィーダーの通路にゲートを設けて、つかえた場合は異品と判断し、人手により除去している。この方法では検査対象物より大きい異品の場合は有効であるが、小さい異品の検出が不可能なことや検査精度の点で問題があり、検査能力も1個/秒程度と不十分である。

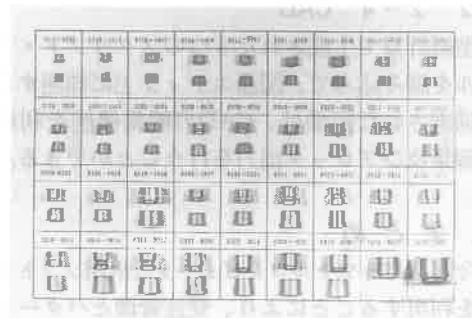


写真1 検査対象物

3. 開発装置の概要

3-1 システム構成

試作装置は、大きく分けて画像入出力部、画像処理部、システム制御部及び機構部から構成し、その外観を写真2に示す。

(1) 画像入出力部

画像入力は、検査時間の短縮を図るために検査

対象物を止めないで、直進フィーダーの送り速度に同期して検査画像を入力する方法をとったので、TVカメラとして電子シャッター機能（1/60～1/10,000秒）付の2次元CCDカメラを用いた。また、光学系は、検査対象物の大きさが変化するのでズームレンズ（12.5mm～75mm）と接写リングの組合せを用いた。

検査画像は、検査対象物のせん断面の形状を入力するが、凹凸があり影ができるので、きれいな画像が入力できない。そこで、せん断面が平坦な画像になるような照明方法として2方向から直接照明を当て、凹凸の影を相殺させる方法とした。照明の光源は、ハロゲンランプを使用して照度の安定性を確保した。

画像表示は、14インチ白黒モニターテレビを使用し、画像処理経過や結果などの表示に用いた。

(2) 画像処理部

画像処理部には、自動外観検査システム¹⁾で開発したハードウェアと同一のものをを用いた。この特徴は、高速の画像処理を行うためにデータ駆動型プロセッサである μ PD7281 (Image Pipelined Processor: ImPP) を使用したことである。従来のプロセッサは、多量のデータを扱うとメモリのアクセスに時間がかかるため、高速な画像処理を行うことは困難であった。ImPPは、データ駆動モデルのため、高度の並列処理が可能であるととともに、200nSの高速乗算機能を備えている²⁾。



写真2 試作機の外観

ハードウェアは、ImPP基板、ビデオ基板及びマルチバスインターフェース基板の3枚で構成し、各基板の機能は次のとおりである。

ImPP基板は、上述のプロセッサ、画像メモリ及び表示制御回路から構成している。ImPPはマ

ルチプロセッサ構成ができるので、本基板には4チップ搭載し、処理速度の向上を図った。ImPPと外部とのインターフェース処理を行うために μ PD9305 (Memory Access and General Bus-Interface Chip: MAGIC) を用いている³⁾。画像メモリは、濃淡画像を4画面分（2値画像では32画面分）記憶できる。また、各プロセッサから優先順位を持って画像メモリにアクセスできる調停回路がある⁴⁾。

ビデオ基板は、CCDカメラからの映像信号を標本化及び量子化する機能や、画像メモリ内の濃淡画像や2値画像を重ね合わせ、映像信号を生成する機能がある。なお、標本化は1画面当たり256×256画素、量子化は1画素6ビット（64階調）で画像メモリに濃淡画像として書き込む⁵⁾。

マルチバスインターフェース基板は、画像処理部とホストコンピュータのバス仕様を合わせる機能がある。

これらの基板をラックに組み込んで画像処理部を構成し、ホストコンピュータ、CCDカメラ及びモニターテレビと接続した。

(3) システム制御部

システム制御部は、ホストコンピュータとして16ビットパーソナルコンピュータを用い、画像処理部の制御（画像処理プログラムのダウンロード、実行、ハードウェア制御等）や機構部との同期制御を行った。

(4) 機構部

機構部は、試作装置ということで直進フィーダーに反転機構と検査対象物の通過確認用近接センサーを取り付けた構成とし、検査対象物の供給や搬送は自動化せずに、人手による方法で行った。

3-2 汎用画像処理制御システム

一般的に、画像処理を応用したシステムを構築する場合、一挙に画像処理プログラムを記述するのはなかなか難しく、種々の画像処理方法について実験検討する必要がある。そこで、これらの実験を支援する汎用の画像処理制御システムを構築し、検査装置に必要と思われる画像処理プログラム (ImPP) の開発も行った⁶⁾。このシステムのコマンドと組み込んだ画像処理プログラムを下記に述べる。

(1) 画像操作コマンド

- SAMPLE 入力画像名 記憶画像名
入力画像を濃淡画像としてサンプリングする。

- DISPLAY 表示画像名
指定した画像をモニターテレビに表示する。
- SAVE 画像名 ファイル名
画像データをファイルに保存する。
- LOAD ファイル名
ファイルに保存してある画像データを復帰する。
- CLEAR 画像名
画像内容を消去する（0で埋める）。
- HELP
使用可能コマンドを表示する。
- FILE ファイル名
バッチファイルによるコマンドの実行を行う。
- HARDCOPY 画像名
画像をプリンターに複写する。
- EXEC 画像処理名 [パラメータ]
後述の画像処理プログラムを実行する。
- END
システムを終了してOSに戻る。

(2) 画像処理プログラム

- BIN SRC画像名 DST画像名 しきい値
SRC画像（濃淡画像）をしきい値で2値化してDST画像に書き込む。
- SMOOTH SRC画像名 DST画像名
SRC画像を平滑化してDST画像に書き込む。
- AREA 画像名
画像の白色部分（"1"）の面積を求める。
- CENT 画像名
画像の白色部分（"1"）の面積と重心を求める。
- HPROF SRC画像名 DST画像名
SRC画像の水平プロファイルをDST画像に書き込む。
- VPROF SRC画像名 DST画像名
SRC画像の垂直プロファイルをDST画像に書き込む。
- GROW 4 SRC画像名 DST画像名
SRC画像の白色部分（"1"）の4近傍膨脹を行いDST画像に書き込む。
- GROW 8 SRC画像名 DST画像名
SRC画像の白色部分（"1"）の8近傍膨脹を行いDST画像に書き込む。
- SHRINK 4 SRC画像名 DST画像名
SRC画像の白色部分（"1"）の4近傍収縮を行いDST画像に書き込む。
- SHRINK 8 SRC画像名 DST画像名
SRC画像の白色部分（"1"）の8近傍収縮を行いDST画像に書き込む。

- AND SRC画像名 DST画像名
画素毎にSRC画像とDST画像のANDをとりSRC画像に書き込む。
- OR SRC画像名 DST画像名
画素毎にSRC画像とDST画像のORをとりSRC画像に書き込む。
- XOR SRC画像名 DST画像名
画素毎にSRC画像とDST画像のXORをとりSRC画像に書き込む。
- NOT SRC画像名 DST画像名
SRC画像の反転画像をDST画像に書き込む。
- HLINE SRC画像名 DST画像名 行位置
SRC画像の行位置の情報をDST画像に書き込む。
- VLINE SRC画像名 DST画像名 列位置
SRC画像の列位置の情報をDST画像に書き込む。

3-3 検査方法

検査方法は、検査対象物のせん断面画像をTVカメラで撮らえ、その画像に対して画像処理手法を用いて断面画像から形状測定を行い、異品や変形品か判定した。

上述の画像処理制御システムで実験を行い、検査方法は、次の手順とした。

- ①せん断面画像を濃淡画像としてサンプリングする。
- ②濃淡画像に対して固定しきい値を用いて2値化を行う。
- ③せん断面の輪郭を滑らかにする目的で、8近傍膨脹→8近傍収縮を行う。
- ④ノイズ除去を目的に、8近傍収縮→8近傍膨脹を行う。
- ⑤形状測定に必要な水平・垂直のライン情報を取り出す。
- ⑥この情報をもとに、異品あるいは変形品の判定を行う。

写真3から写真7に処理過程の画像を示す。

4. おわりに

検査に用いた画像処理プログラムの実行時間は、256×256画素の画像に対して

- 2値化 120mS
- 8近傍膨脹 110mS
- 8近傍収縮 120mS
- 水平ライン 5mS
- 垂直ライン 5mS

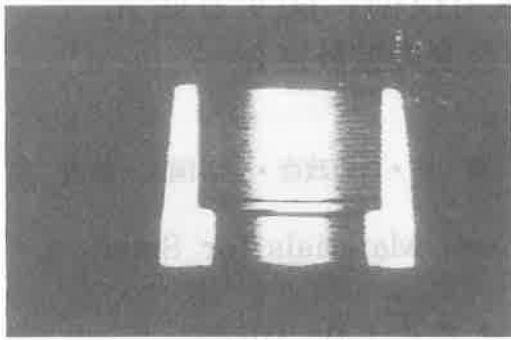


写真3 原画の濃淡画像

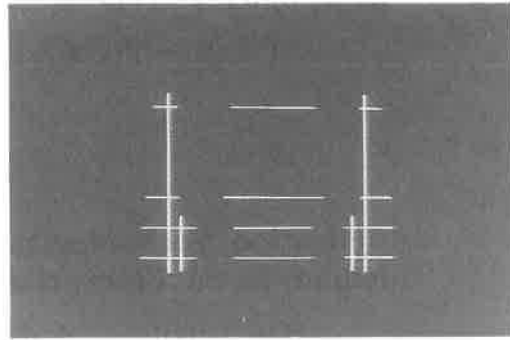


写真7 計測画像

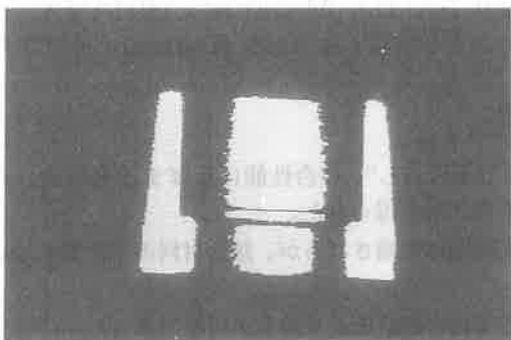


写真4 2値画像

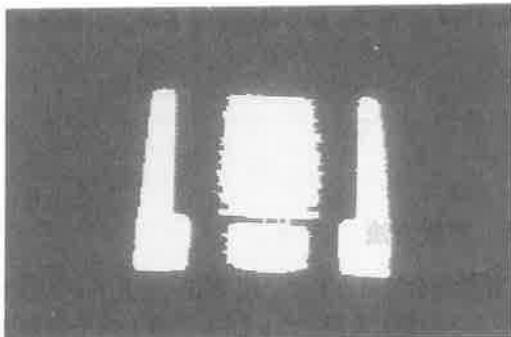


写真5 膨張→収縮画像

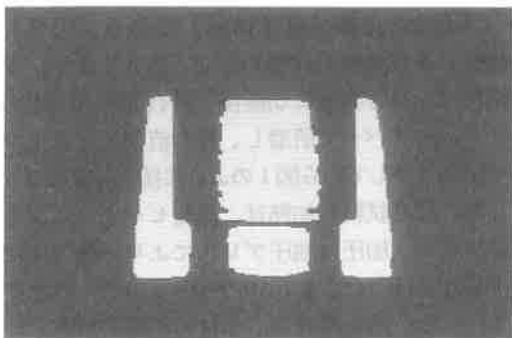


写真6 収縮→膨張画像

であった。これは、ImPPをシングルチップで使用した時間であり、マルチプロセッサで実行した場合、2値化、8近傍膨脹・収縮処理は、この時間をプロセッサ数で割った時間で処理した。

以上のことから、検査のための画像処理時間は20~250mS(計測箇所の数により変動)であったが、機構部の制約により試作した装置の性能は、1秒あたり2~3個程度の検査能力であった。

今後の課題として、金属製品の検査に画像処理を利用する場合、照明方法が重要な問題であり、十分検討していく必要があると考えられる。

最後に、試料提供、試作機製作及び実験に協力していただいた山梨青年工業会先端技術委員会の齊藤基樹委員長はじめ会員の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 清水誠司他：山梨県工業技術センター研究報告1、P1~6 (1987)
- 2) 『μPD7281ユーザーズ・マニュアル』IEM-877B AUG. -3-85P
- 3) 『μPD9305 μPD7281周辺サポート用LSIユーザーズ・マニュアル』IEM895B MAR. -11-85P
- 4) 『tSBC-ImPP ハードウェア仕様書』東京エレクトロン(株) (1986)
- 5) 『tSBC-VIDEOハードウェア仕様書』東京エレクトロン(株) (1986)
- 6) 『μPD7281ソフトウェア・パッケージ取扱説明書』EEM-596D June1986P
- 7) 長尾真：画像認識論，コロナ社，P69~71