

## 汎用的自動画像検査システムの構築

### General inspection system by image processing

○吉井 哲也\*, 渡部 慶二\*

○Tetsuya Yoshii\*, Keiji Watanabe\*

\*山形大学工学部

\*Faculty of Engineering, Yamagata University

キーワード： 目視検査 (Visual inspection), 画像処理 (Image processing)

連絡先： 〒992 山形県米沢市城南山形大学 工学部 電子情報工学科 渡部研究室

吉井哲也, Tel.: (0238)26-3326, Fax.: (0238)26-3326, E-mail: yoshi@wata.yz.yamagata-u.ac.jp

#### 1. はじめに

工場内の一連の製造工程は、自動化がなされているものの検査工程においては未だに完全な自動化がなされていない。

検査工程を自動化させるためには、以下のような条件を満たす必要がある。

経済性 性能に比べて安価であること

実時間性 生産ラインにあった速度か、それ以上の速度で検査できること

高信頼性 人間が検査したときと同程度か、それ以上の高い信頼性が必要

検査対象やその目的によってハードウェアとソフトウェアが、少しずつ変わっているためである。そのためにコストや信頼性に欠けた。

そのような中で画像処理を用いた検査は、汎用性が高く多くのところで用いられつつあるが、やはり検査目的によって処理するアルゴリズムが異なる。

検査目的に対してここにソフトを作ることは、コストが高くなるばかりではなく、製品の多様化や変更迅速に対処できない、信頼性に欠けるなどの問題を引き起こす。

これらの問題を解決し種々の目視検査の自動化をはかるために、検査の基本的なツールを用意しておき、それらを組み合わせて目的の検査ソフトを作る方法を考える。

本研究では、汎用性の高いWindows上でVisual C++によって作成したツールを提供する。

#### 2. 画像処理システム

一般的な処理の流れをFig1に示す。Fig1に示すように、画像計測は大きく分けて、画像入力、処理、特徴の抽出、登録、良否判定から構成される。

目視検査の検査対象は非常に広範囲にわたり、その検査内容についても検査対象によって異なっているために、現状では検査対象ごとに各ブロックの中味の処理アルゴリズムを設計してきた。

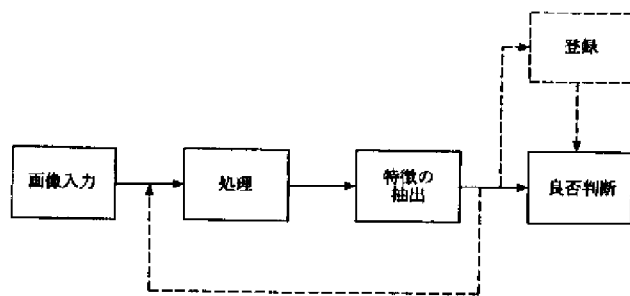


Fig. 1 画像処理の流れ

本システムでは、検査に用いられている様々な画像処理の手法をあらかじめシステムに組み込んでおき、検査員が検査対象の検査項目に従って、必要な処理ツールを組み合わせ、Fig1のシステムを構成する。

Fig1の各ブロックに入るツールの例を Fig2に示す。

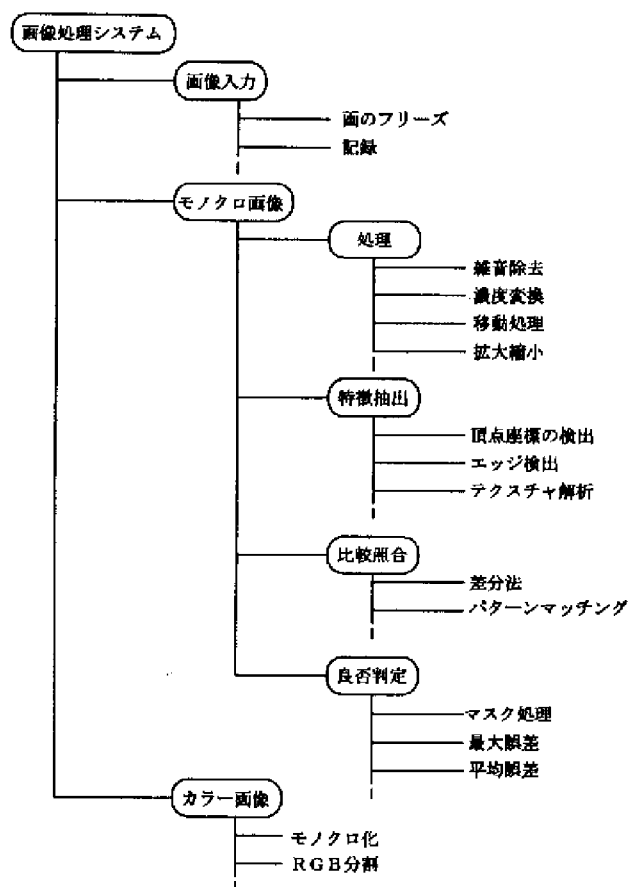


Fig. 2 処理ツール

## 2.1 画像入力

測定対象物体はビデオカメラなどの入力装置によって撮影され、画像ボードに送られる。ここで入力される画像はカラー画像であり、Fig4に示すように一画素がR,G,B (赤・緑・青)のそれぞれ8bitからなる24bitで扱う。入力される画像はフリーズして、様々な処理を行う。

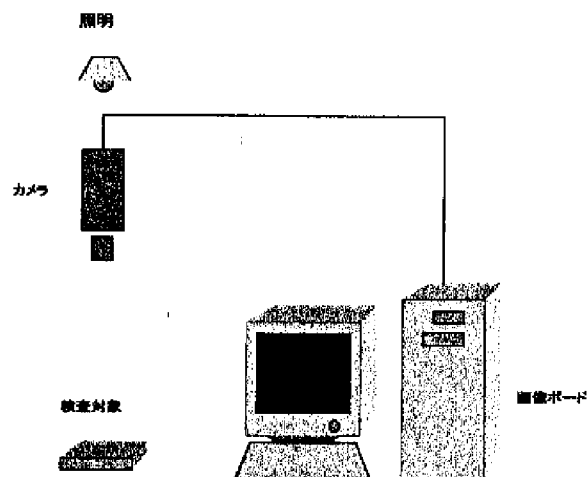


Fig. 3 システム構成

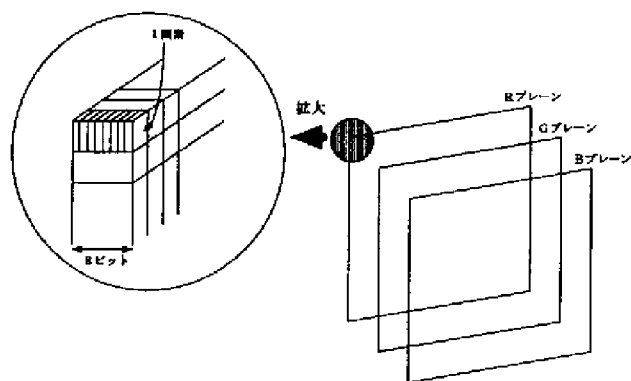


Fig. 4 カラーフレームメモリの構成

## 2.2 処理

画像入力によって得られた濃淡画像から、対象物体の特徴を抽出するために、画像をできるだけ鮮明に取り込むための処理として、フィルタ処理をはじめとする前処理である。その他、画像の濃度分布を均一化したりする濃度変換処理、画像の

位置を基準位置に移動する位置補正、ノイズの除去を行うメディアンフィルタなどがある。

### 2.2.1 カラー画像とモノクロ画像

計算機内ではカラー情報はFig4のようにRGBの3つのプレーンの成分に分けらる。私たち人間は、輝度・色相・彩度の3要素によって色を認識している。色相はRやG、Yeといった様々な色の種類を表し、輝度はその色が明るい暗いを表している。明度は同じ色でも濃い場合や淡い場合の情報を表している。さらに輝度はR,G,Bから取り出すことができ、その信号は白黒画像に相当する。

カラー画像は情報量が多いといった反面、その処理に時間がかかるといった欠点がある。カラー画像を処理するとき、カラー情報を必要としない処理に対しては白黒画像で処理した方が効率的である。そのような場合に、以下の式を用いてカラー画像を白黒画像に変換し処理を行う。

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (1)$$

$$C_1 = R - Y = 0.7R - 0.59G - 0.11B \quad (2)$$

$$C_2 = B - Y = -0.3R - 0.59G + 0.89B \quad (3)$$

式(1)はR,G,Bの信号と輝度信号Yとの関係を示しており、この信号が白黒画像となる。また式(2)、(3)は色信号 $C_1$ 、 $C_2$ とR,G,Bとの関係を表しており、 $C_1$ 、 $C_2$ はR,Bから輝度信号を差し引いた形になっており、色差信号と呼ばれている。

逆に輝度信号Yと色差信号 $C_1$ 、 $C_2$ からR,G,Bの信号を求める式を以下に示す。

$$R = Y + C_1 \quad (4)$$

$$G = Y - \frac{0.3}{0.59}C_1 - \frac{0.11}{0.59}C_2 \quad (5)$$

$$B = Y + C_2 \quad (6)$$

### 2.2.2 メディアンフィルタ

カメラから入力された画像には少なからず雑音が入っている。画像処理を行う上でこの雑音は取り除いておくべきである。ここでは雑音を除去するために、メディアンフィルタを用いる。このフィルタはエッジを残して雑音を除去する。

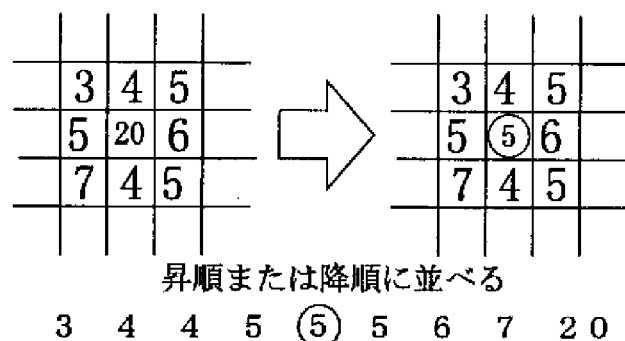


Fig. 5 メディアンフィルタ

### 2.2.3 エッジ抽出

エッジ画像を求めることにより、そこから多くの情報を得ることができる。そのオブジェクトの形状や位置、オブジェクトの傾きである。エッジを求めるための一般的な方法には微分がある。しかし微分ではエッジのラインが弱いため、ここでは2値化を求めてから、エッジを求める方法をとる。

原画像をあるしきい値で2値化し、その画像から白と黒の境界線を次の条件によって抽出する方法である。

- 中央値の画素が0の場合、出力0
- 中央値の画素が1の場合、周りの8画素も1ならば出力0
- 中央値の画素が1で、周りの8画素が0ならば出力0
- 上記以外ならば出力1

### 2.2.4 頂点検出

エッジを抽出した画像より、Fig6に示したように頂点を求める。

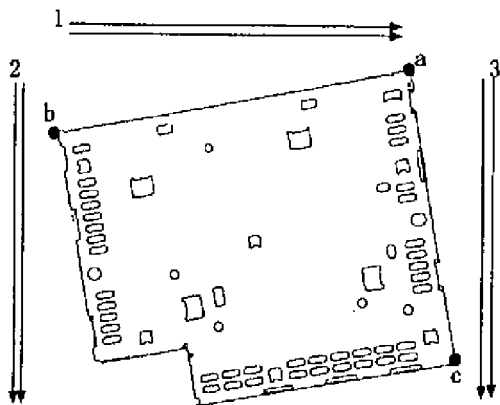


Fig. 6 頂点検出

1の走査によって頂点aを求める。次に2の走査によって頂点bを求める。そして3の走査によって頂点cを求める。

### 2.2.5 位置補正

位置補正は、良品画像と検査画像からそれぞれ頂点を検出し、検出した2点の座標を重ね合わせるようにして位置の補正を行う。

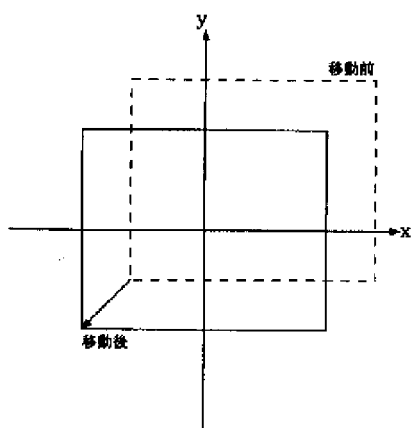


Fig. 7 平行移動

平行移動後の座標を  $(X, Y)$ 、 $x$  軸方向への移動量を  $dx$ 、 $y$  軸方向への移動量を  $dy$  とすると、次式

で表される。

$$X = x + dx \quad (7)$$

$$Y = y + dy \quad (8)$$

### 2.2.6 回転補正

回転処理は、良品画像と検査画像のそれぞれに対して、Fig8の様に画像の中心を回転の中心にし角度 $\theta$ 回転させる。

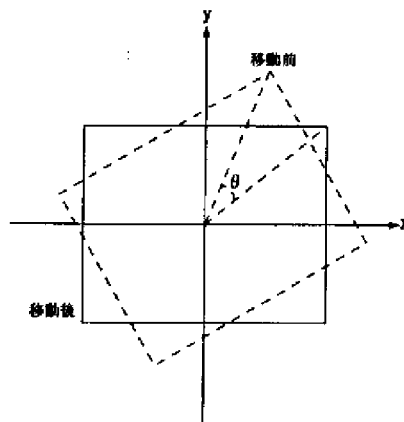


Fig. 8 回転補正

回転後の座標を  $(X, Y)$ 、回転角度を  $\theta$  とすると座標  $(x, y)$  の点は次式で求められる。

$$X = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta \quad (9)$$

$$Y = -x \cdot \sin \theta + y \cdot \cos \theta \quad (10)$$

## 2.3 特徴の抽出

濃度(明るさ)や色に注目して、測定対象の特徴を抽出する。測定対象の特徴を抽出する方法として、差分法を用いる。これは良品画像と測定対象の画像を位置を補正し、角度を補正した上で差を取ることで、測定対象の特徴が抽出される。

## 2.4 良否判定

差分法は明快な方法であるが、問題点としては検査部品は一つ一つが固有のものであるため、良品のパターンと一致しない場合が多いと考えられ

る。従って、エッジの部分で良品との差が数ピクセルずれることが考えられるので、そのずれをいかに小さくするかが問題となる。

差分法によって差を取った画像には、検査対象の特徴とズレの情報がある。この中からズレの部分だけを消す方法として用いるのが、輪郭画像を数ピクセル膨張させてその画像を差分法によって得られた画像にかぶせる方法である。

これによって、差分法で得られた画像と輪郭画像との共通する部分がカットされる。その結果残るのが、欠陥部分と孤立点と細線である。最後の処理として、 $5 \times 5$ のマトリクスにおいて、連続した面積がある一定の面積以下であればその領域を消去するフィルタをかけることによって、欠陥部分のみの抽出を行う。

### 3. 応用例

#### 3.1 形状検査

形状検査はゆがみや破損を検査を行う。

#### 3.2 外観検査

外観検査は主に製品の表面のキズや荒れを検査を行う。

### 4. 実際の検査手順

上記のツールを組み合わせ、実際に外観検査を行う場合の処理の手順を示す。

**Step1** 検査の基準となる良品画像を登録する

**Step2** 2値化を行い輪郭を抽出し、位置と角度の補正を行う

**Step3** 検査対象となる部品の画像を入力する

**Step4** 2値化を行い輪郭を抽出し、位置と角度の補正を行う

**Step5** 差分法によって検査対象と良品との差を求める

**Step6** Step2で求めた輪郭画像を数ピクセル膨張させ、Step5の結果にかぶせ共通する輪郭線を消去する

**Step7** Step6の結果を2値化し、 $5 \times 5$ マトリクスで連続した面積がある一定の面積以下ならば消去する

### 5. おわりに

今回は検査システムをどのようにするのかを構想し、それに組み込む基本的なツールを構築した。これからの課題には、次の3点が上げられる。

- 外観検査のみのツールしか提供していないので、形状検査のためのツールを開発する
- メモリの使用量が大きいため、もっと効率の良いツールにする
- 一連の処理を行う時間がかかりすぎているため、処理アルゴリズムを見直す

### 参考文献

- 1) 谷内田 雅彦: 目視検査の自動化, 電子情報システム部門紙, Vol. 107-C, No. 8, pp 704-709 (1987)
- 2) 尾上 守夫: 検査の自動化・システム化ハンドブック, フジテクノシステム