

投票方式アルゴリズムを用いたスマートカメラによる外観検査

大神勝伍* 脇迫仁*
(*九州工業大学)

1 はじめに

市販されているお菓子等の食品類は製造過程において「割れ」や「欠け」等の欠陥が生じることが多い。そこで、製造段階において中間品の検査を行い、欠陥が検出された場合は不良品として製造ラインから排除する必要がある。この「割れ」や「欠け」等の欠陥の有無を検査する「外観検査」は品質保持のために重要な作業である。

従来、外観検査装置には高価な産業用カメラが用いられてきた。本研究で使用したスマートカメラ(東芝テリー株式会社製 SPS02)はそれと比較すると低価格でありながら、基本的な画像処理機能を備えている。しかしながら、マッチング処理は搭載しておらず、FPGA により演算を行うため、加減算のみで処理を行う投票方式アルゴリズム^[1]を用いてマッチング処理を導入する。

また、低価格のカメラを用いることにより、これまで検査の自動化が進んでいなかった分野においても導入の難易度が下がると考えられる。

2 原理
投票方式

初めに、カメラにより撮像したモデルとシーンの各画像に関して、画像処理によりエッジの検出を行う。次に、アフィン変換により得られた0度から359度までのモデル画像のエッジの各点とシーン画像のエッジの各点との相対座標を取り、その値を投票テーブルに投票する。最後に、投票数の最大値をモデル画像の画素数で割ることにより、マッチング率が得られる。

以下に三点から構成される三角形における例を示す。

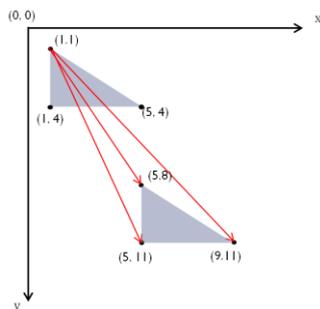


図 1 投票方式の例

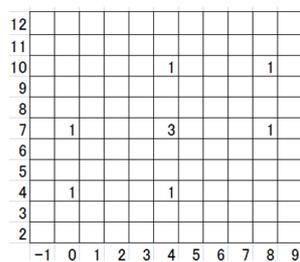


図 2 投票結果の例

3 実験

マッチング処理

図 3 に示すモデルとシーン①、②、③について、全てのエッジに対するマッチングをそれぞれ行った。その結果を表 1 に示す。シーン①、②、③はそれぞれ良品、不良品(割れ)、別ラインの製品を想定している。

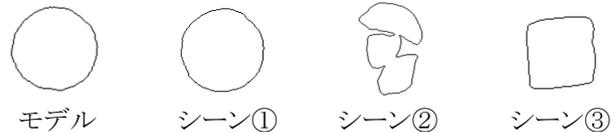


図 3 モデルおよびシーン画像

表 1 マッチング結果

シーン①		シーン②		シーン③	
rate	time	rate	time	rate	time
37.5	5234.7	14.8	7442.8	14.3	5216

表中の rate はマッチング率、time は処理時間[ms]を示す。これらの値はマッチングを 10 回行った際の平均値である。なおマッチング率の算出は、シーン画像のエッジが多い時に値が高くなることを考慮して式(1)により求めた。vote, nom, nos はそれぞれ投票数、モデルおよびシーンのエッジの数である。

$$\text{rate} = \begin{cases} \frac{\text{vote nos}}{\text{nom nom}} \times 100, & \text{nos} \leq \text{nom} \\ \frac{\text{vote nom}}{\text{nom nos}} \times 100, & \text{nos} > \text{nom} \end{cases} \quad (1)$$

表 1 より、良品と不良品、別製品とを区別できていることが分かる。次に、走査点を半分に間引いたマッチング結果を表 2 に示す。

表 2 マッチング結果

シーン①		シーン②		シーン③	
rate	time	rate	time	rate	time
18.4	3269	4.5	3727.7	7	3111.1

これより、およそ 40% 程度の処理時間の短縮が見られ、この場合においても十分に区別ができていることが分かる。

走査点を 3 分の 1 以下にした場合においては、処理速度の向上が見られたものの、良品と不良品との区別が難しくなった。

4 まとめと今後の課題

本研究では多様な検査対象に対応するため、システムに投票方式アルゴリズムを導入した。これにより、従来の手法では諸定数を設定する必要があったが、その作業を簡略化することができた。研究結果として、投票方式アルゴリズムを用いて検査対象の判定を行うことには成功したが、非常に処理に時間がかかるため、現段階では実用であるとは言い難い。そのため、処理時間の短縮をする必要があると言える。

参考文献

- [1] H.Wakizako, Y.Yamamoto, and H.Koizumi, "Simple object detection using displacement voting", Proc. of the International Conference on Electrical Engineering (ICEE), No.P-004, 2008