

要 旨

工業生産分野ではコンピューターの性能向上に伴って画像処理技術の利用による製品の検査・管理の自動化が成果を挙げている。しかし、画像による分類ではノイズなどの影響から適用が困難を伴う例も少なくない。本研究では、建築に用いられる釘を対象として、パターン認識処理技術のMT法を用い、同手法の画像認識処理への適用可能性を探る。

1. はじめに

近年、工業生産分野ではコンピューターの性能向上に伴って画像処理技術の利用による製品の検査・管理の自動化が成果を挙げている。しかし、農水産物の等級判別や分類での利用に関しては未だ実験段階にあり、実施例も極めて少ない。これは扱う物の形状や大きさが不定であり、自動認識処理が難しいからである。

本研究では、これら不定形の物体を判別する画像処理に、新しいパターン認識処理理論であるMTシステムを適用し、物体の判別を行うことを提案する。本報告では、画像処理におけるMTシステム適用の可能性を検証する。

2. MTシステム

MTシステムは、MahalanobisTaguchiSystemの略称で、インドの数学者P. C. マハラノビスとタグチメソッドで有名な田口玄一両氏から命名されたものである。この方法は、あらかじめ存在しているパターンから得た標準空間を用いて、パターンと対象のマハラノビス距離を求め、それを尺度として、必要な分類、予測、診断を行うことができる。MT法では、あらかじめ人間が判断したデータを「ものさし」としてコンピューターに与え、それらをパターンとして対象と比較し、マハラノビス距離を算出する。これにより基準状態とそれ以外の状態を判別することができる。ここでのマハラノビス距離Dは、式(1)となる。

$$D^2 = \frac{1}{k} \sum_{i,j=1}^k a_{ij} \left(\frac{x_i - m_i}{\sigma_i} \right) \left(\frac{x_j - m_j}{\sigma_j} \right) \quad (1)$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \cdots & r_{2k} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & \cdots & r_{3k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & r_{k3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\sum_{i,j=1}^k (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 \sum_{j=1}^k (x_j - \bar{x})^2}} \quad (3)$$

ここで、 x_i, x_j はそれぞれ*i*番目と*j*番目の項目についての計測データの値であることを意味している。また、項目数とは、後述する特徴量の数のことを示している。平均値*m*はそれぞれの項目ごとの平均値であり、 m_1 から m_k までが存在する。標準偏差*σ*も同様である。 a_{ij} は、相関行列*R*の逆行列である。相関行列*R*はそれぞれの項目間の相関 r_{ij} を*k*×*k*の行列としたもので、(2)、(3)式で表される。同項目間の相関は1になるので、相関行列の対角は1となる。

3. システムの要件

3.1 システム概要

本研究でのシステムの概要を図1に示す。ハードウェアはUSB接続のWEBカメラとパーソナルコンピューターを用いる。また、ソフトウェアはMATLABおよびImage Acquisition Toolboxを用いる。

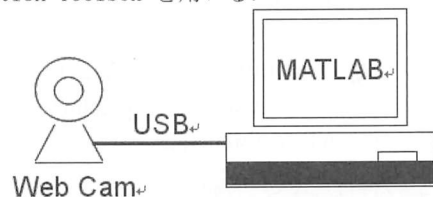


図1. システムの概要

3.2 システム処理の具体的手順

- ① 基準となる物体の様々なパターンの画像を入力する
- ② 入力した画像から特徴量を抽出し、単位空間を求める
- ③ 対象物を撮影し、マハラノビス距離を求める
- ④ マハラノビス距離から対象物を判別する

4. 画像診断システムの概要

4.1 抽出した画像データの仕様について

抽出された画像データは縦240×横320の大きさで赤、緑、青のカラーバンドを持った3次元の数字データとして出力される。本研究では、これをHSV形式に変換して用いる。HSV形式は、色をH(色彩)、S(彩度)、V(明度)でそれぞれ0~1.0の範囲で表したもので、人間の色の認知に近いといわれており、赤青緑の色の強さで色を表すRGB形式の非線形変換に当たる。

4.2 単位空間の作成

画像データは波形データとし、各画素のH、S、Vの値を縦軸、その画素の番号を横軸にした図2の波形データとし

て考えた。この波形データより、特徴量として存在量と変化量の二つを抽出した。特徴量とは、機械にMT法を適用させる際に必要となる数値化された基準のことである。存在量は、図2の太線を基準線としたとき、それぞれの線の上に存在する黒丸で表わされた点の総数である。また、変化量は、基準線と波形が交差する回数のことである。図2上では、白丸で示される点に変化量、太線で示される部分が存在量となる。

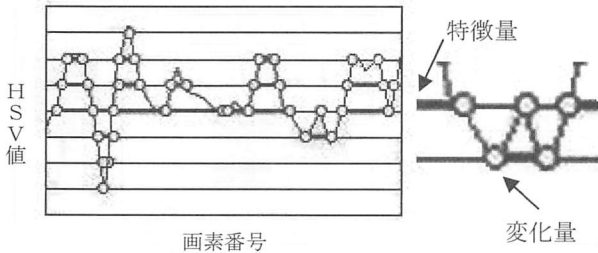


図2. 画像の波形化及び特徴量, 変化量

5. 実験

5.1 実験1

3. 2で示した手順に則ってHSV形式のの画像データのHSV値からマハラノビス距離を求め、比較対象とする別の種類の釘やねじとサンプルと同じ釘の画像データから得られたマハラノビス距離を求め、比較した。

基準空間は建築用釘 70本で比較対象は別種類の釘とねじ各20本、計120本、サンプルと同じ釘の画像データを20枚用意し、これもマハラノビス距離を求めた。

実験に用いたサンプルの画像を図3に、得られたマハラノビス距離の値を散布図にしたものを図4として示す。

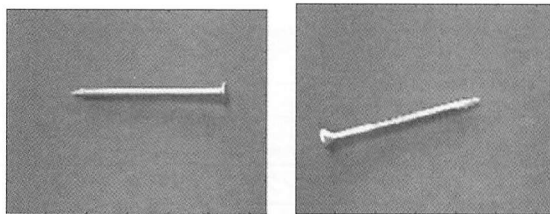


図3. 実験に用いたサンプルの例

この結果、建築用釘とそれ以外の釘、ねじではマハラノビス距離が離れており、比較対象とそれ以外のものを分けることができた。

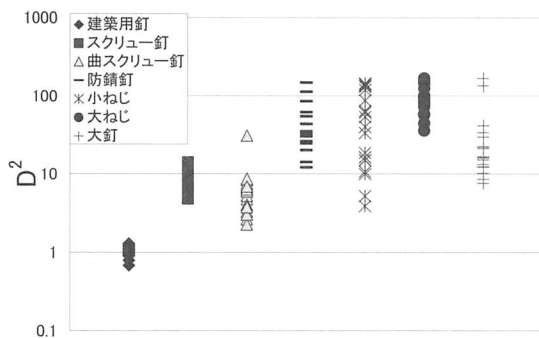


図4. 各対象のマハラノビス距離

5.2 実験2

同様に、農産物であるジャガイモに対して実験を行った。実験に用いたジャガイモの画像データの例を図に示す。基準空間は出荷時のジャガイモ120個で、芽が出たジャガイモ20個と芽が出ていないジャガイモ25個のマハラノビス距離を求め、比較した。結果は図6に示すようにある程度の分別が可能であった。

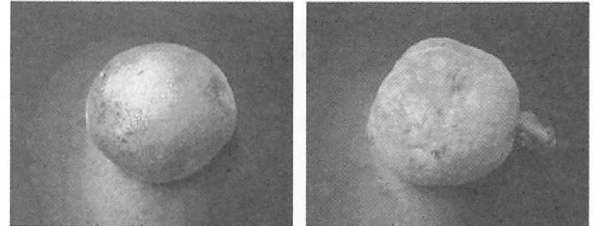


図5. 実験に用いたジャガイモのサンプル例

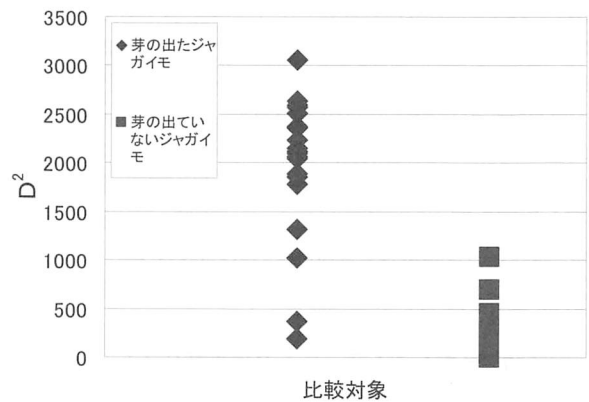


図6. ジャガイモのマハラノビス距離

6. 考察

今回の実験では、建築用の釘を用いて画像データからある特定の物体とそれ以外のものを分けることができることを確認した。また、同じ手法を用いて農産物であるジャガイモを用いて芽の出たものと出ていないもので分類を行い、ある程度の分別が可能であることを確認した。

7. まとめ

本報告では、画像処理におけるMTシステム適用の可能性について、検証実験を行った。その結果から以下のことが言える。

- 1) MT法を用いることである程度基準空間の物体とそうでないものを識別することができる。
- 2) 単位空間としたものとそうでないものではマハラノビス距離が変化する。

8. 参考図書

- (1) 鴨下隆志, 矢野耕也, 高田圭, 高橋和仁, おはなしMTシステム, 日本規格協会, 2004
- (2) 長谷川良子, マハラノビス・タグチ(MT)システムのはなし, 日科技連出版社, 2004