

品質工学の新しいパターン認識手法「MTシステム」

越水 重臣, 産業技術大学院大学 創造技術専攻

e-mail:koshi@aiit.ac.jp, http://aiit.ac.jp/

1. はじめに

品質工学は田口玄一博士によって体系化された学問であり, その中核的手法であるパラメータ設計は, 欧米では「タグチメソッド」とか「ロバストデザインメソッド」などと呼ばれ, 市場での品質トラブルを未然防止するための設計手法として有名である[1].

その品質工学の中でも比較的新しい手法としてMTシステム(マハラノビス-タグチシステム)がある. これは観察データを用いたパターン認識の手法であり, 判別・識別, 診断, 予測といった分野で利用される. そのアルゴリズムは簡単であり, 実用的であることから多くの分野で応用が進んでいる[2].

筆者らは, この新しいパターン認識の手法である「MTシステム」を個人認証の分野に適用してきた[3][4]. 本講演では, MTシステムの概要を説明した後, いくつかの事例を紹介する.

2. 事例紹介: MTシステムを用いた足裏圧力による個人認証

2-1 個人認証技術の問題点

個人認証のための技術は, 知識認証, 所有物認証, 生体認証の3つに大別される. 前者2つはパスワードの忘却やカードの紛失, さらには, 成りすましといった問題点があり, 今後, 生体認証の重要性が増すものと予想される. しかしながら, 指紋や顔画像による認証は, ユーザに精神的な負担を強いることが問題となっている.

そこで, 我々は人間の身体的特徴に着目し, ユーザ負荷が低く, 識別率の高い本人認証技術の開発を進めている. 本報ではユーザ負荷が低い認証技術として, 自然に立った状態での足裏圧力より, 品質工学のMTシステムを用いて個人認証を行った研究を紹介する.

2-2 足裏の圧力画像と特徴量

圧力センサシートを用いて自然に立った状態で足裏圧力を測定する装置を図1に, 測定した結果を図2に示す. 測定者の特徴が, 足裏の形状や圧力分布の違いとして, 測定結果に現れることがわかる. 本事例では, 本人識別に役立つであろう特徴量35個を計算し, 個人認証に用いることにした.



図1 足裏圧力の測定装置

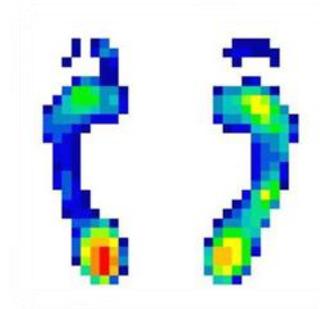


図2 測定結果

2-3 マハラノビス距離の計算

MTシステムでは, 複数の特徴量(本事例では35個)から1つのマハラノビス距離を計算する. 個人の特徴量データから単位空間(基準となる登録パターンのこと)を作成し, そこからの距離(マハラノビス距離)がある閾値より小さければ本人, 大きければ他人と判別する.

ちなみに, 特徴量の数が k 個で, 測定したデータ数が n 個ある場合において, p 番目のデータのマハラノビス距離 D の2乗は次式で与えられる. このとき, u_{ip} は基準化された特徴量, r_{ij} は特徴量 u_i と特徴量 u_j 間の相関係数である.

$$D^2 = [u_{1p}, u_{2p}, \dots, u_{kp}] \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} u_{1p} \\ u_{2p} \\ \vdots \\ u_{kp} \end{bmatrix}$$

2-4 認証実験の結果

足裏圧力による個人認証実験を行うために、図 3 に示すような実験システムを製作した。測定者が測定部に乗ると、足裏圧力を自動取得し、コンピュータ内部で MT システムによる認証が行われる。認証の結果はディスプレイに登録者の顔画像を出力することで示すようになってい



図 3 認証実験の様子

靴下のみを履いた状態で認証実験を行った結果を図 4 に示す。事前に測定者 A で作成した単位空間で、本人を含む 20 人の足裏圧力を測定し、マハラノビス距離を算出したところ、測定者 A 本人で算出したマハラノビス距離が最小となった。本人と他人のマハラノビス距離の間に閾値を設けることで、測定者 A の認証が可能であることがわかる。

同様に測定者 20 人の単位空間で、足裏圧力の測定、マハラノビス距離の算出をしたところ、各単位空間で本人のマハラノビス距離が最小となり、20 人を相互に識別することができた。

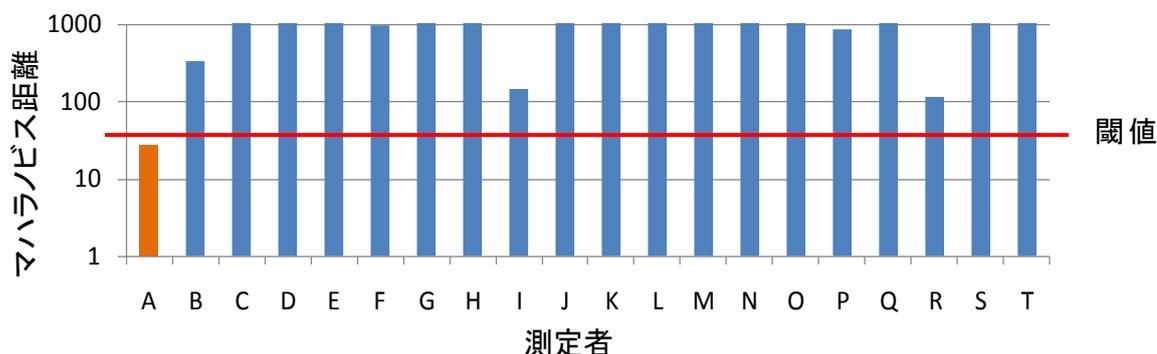


図 4 認証実験の結果

3. おわりに

品質工学の新しいパターン認識の手法である「MTシステム」を個人認証に適用した事例を紹介した。MTシステムは、判別・識別・診断・予測などを必要とする多くの分野に応用が進んでいる。工場における品質管理や工程管理への適用事例も多い。MTシステムはその数理も比較的簡単であり、新たに実験データを取得する必要はなく既にある観察データを使って解析できることから、まずは使ってもらいその効果を体験していただきたい。

参考文献

- [1] 越水重臣, 鈴木正人: 実践・品質工学, 日刊工業新聞社 (2007)
- [2] 手島昌一ほか: 入門MTシステム, 日科技連出版社 (2008)
- [3] 越水重臣ほか 6 名: 足裏圧力を用いた個人認証, 電子情報通信学会バイオメトリックセキュリティシステム研究会講演会, p.17-18, (2010)
- [4] 越水重臣ほか 6 名: MTシステムを用いた足裏圧力による本人識別, 第 19 回品質工学研究発表大会, p.402-405, (2011)
- [5] 発明の名称: 個人認証装置および個人認証システム (特願 2010-286747), 平成 22 年 12 月 22 日