

M-059

MTシステムを用いたセンシング情報に基づくユビキタス3状態識別システム A Ubiquitous Tri-State Distinction System Based on Sensing Data with MT System

木下 浩平† 藤田 直生† 塚本 昌彦†
Kohei Kinoshita Naotaka Fujita Masahiko Tsukamoto

1. はじめに

近年、ユビキタスセンサネットワーク技術の進歩により、様々な物や場所に設置された膨大な種類や数のセンサ情報を収集するための基盤が整いつつある。それに伴い、実世界でのユーザの活動を支援するさまざまなアプリケーションの研究開発が進められている。その中でも、ユーザの活動を支援するため、正確にユーザや物の状況を識別する技術が求められている。

これまで、筆者らはMT(Mahalanobis-Taguchi)システムを用いた状態判別を行うユビキタスMTシステムの研究を行ってきた[1]。本稿では、このシステムを応用することで、センサ情報を基に3つの状態を識別するシステムを提案する。ユビキタスMTシステムは、ユビキタスコンピューティング環境で用いるために、小型のマイコンを用いた小型デバイスである。また、製作したユビキタスMTシステムを扇風機に取り付け、状態判別の検証を行った実験の結果について述べる。

2. MTシステム

MTシステムは、マハラノビス距離の概念を田口玄一らにより品質工学へ取り入れられたもので、多次元データを用いた総合計測法の一つである[2]。MTシステムは、予測・判別・診断に用いられ、産業分野や医療分野、マネジメント分野など幅広く利用されてきている[3,4,5,6]。

MTシステムは、最初に定常状態のデータ群を収集する。このデータ群を基に分散や相関係数等の計算処理を行い、基準空間と呼ばれるデータ集合を作る。つぎに、任意の取得データについて基準空間からの距離(マハラノビス距離)を計算する。最後に、閾値との比較により判別を行う。マハラノビス距離は取得データが基準空間に近ければ1に近い値をとり、基準空間との差異が大きくなると急激に大きな値をとる。

本稿では、MTシステムの考え方を以下のように適用する。3状態のデータ群を収集し、これを基準空間として3つ作成する。つぎに、任意の取得データについて、それぞれの基準空間に対してマハラノビス距離を計算する。計算結果の中で最小の距離となる基準空間の表す状態が取得データの状態であると判定する。これにより、3状態識別ができる。と考える。

3. ユビキタスMTシステムの概要

ユビキタスMTシステムの動作概要を図1、実装基板を図2に示す。ユビキタスMTシステムは、様々な動作モードを切り換えることにより制御する。文献[1]では、状態判別を行うためMTシステムを実装したが、これでは1つの基準空間しか扱えなかった。今回はMTシステムを拡張

† 神戸大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Kobe University

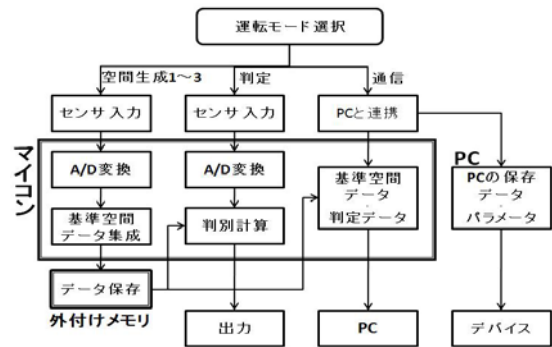


図1 ユビキタスMTシステムの動作概要

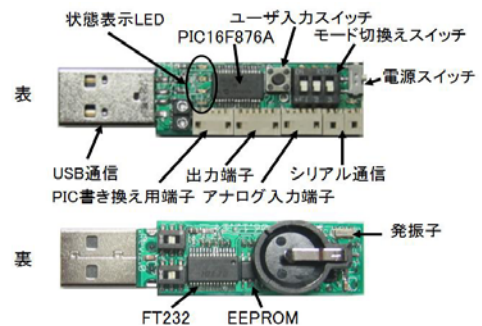


図2 ユビキタスMTシステムの実装基板
(約1.5cm × 6.0cm)

し、3つの基準空間を扱えるようにした。最初に、3種類ある基準空間生成モード1~3それぞれに設定し、3つの基準空間を作成する。このモードは、アナログセンサ入力をA/D変換し、基準空間のデータを収集する。つぎに、判定モードに切り換え、3つの基準空間のデータとセンサ入力を基に計算し状態判別を行う。そして、判別結果に応じて出力する。以上の動作が基本動作である。さらに、通信モードでは、パソコンとの連携により基準空間のデータや判定結果の送受信、パラメータの設定変更などを行う。ユビキタスMTシステムの利点は、通常MTシステムは計算処理が重いためパソコン等の大きなリソースやコストをかけて処理されているが、省リソース化することにより小型のマイコンで動作を実現させているところにある。これにより、小型で省電力なデバイスを実装できた。小型なため、ユーザは一つのアプリケーションに囚われず、取り付けた物や場所に取り付けることができ、様々な状況を簡単に判別できる。しかし、パソコンの代わりにマイコンを用いているため、リソースに制約がありサンプル数30個の3次元基準空間を扱うこととしている。

4. ユビキタスMTシステムの評価実験

4.1 実験方法

扇風機の回転速度(弱・中・強)の違いを利用し、ユビキタスMTシステムが正確に状態判別できるかを調べる



図3 実験の概要図

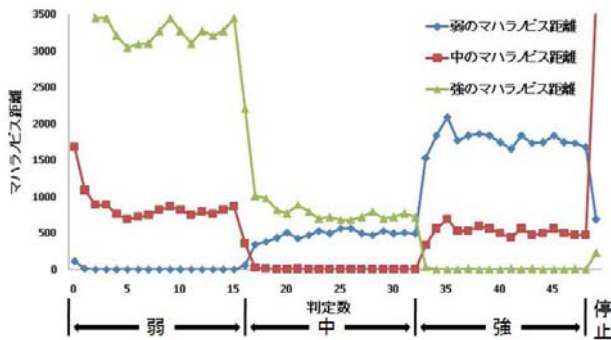


図4 実験の判別結果

実験を行う。実験方法は、ユビキタス MT システムに 3 軸加速度センサを取り付け、扇風機の羽の部分に x 軸が遠心力方向、y 軸が回転方向、z 軸が回転面の垂直方向になるように固定する。実験の概要図を図 3 に示す。まず、弱・中・強の状態の基準空間データをそれぞれ取得する。つぎに、判定モードに切り換え、弱・中・強の加速度データと判定結果のデータを合計 50 個取得する。

実験の手順を以下に示す。

- (1) 扇風機の回転速度を弱にし、基準空間のデータを取得する。
- (2) 回転速度を中にし、2 つ目の基準空間のデータを取得する。
- (3) 回転速度を強にし、3 つ目の基準空間のデータを取得する。
- (4) 判定モードに切り換える。
- (5) 扇風機の弱・中・強で各 15 回分以上、計 50 回分判別を行い、その時のデータを保存する。
- (6) パソコンと連携させ、50 回分のデータを送信する。

4.2 実験結果

弱・中・強の判別結果のグラフを図 4 に示す。横軸の判定数は、0~16 が弱、17~32 が中、33~48 が強、49 が停止状態の判別結果である。マハラノビス距離が最も小さい基準空間がそのときの判別結果の状態であることを表している。回転速度が弱の時、基準空間弱の平均距離は約 2、中は約 819、強は約 3301 となり、最小である弱と判別される。同様に回転速度が中の時、弱の平均距離は約 481、中は約 4、強は約 778 となり、最小である中と判別される。回転速度が強の時、弱の平均距離は約 1798、中は約 529、強は約 3 となり、最小である強と判別されている。

5. 考察

図 4 の結果より、扇風機の弱・中・強の判別は正確にできていることがわかる。これは、マハラノビス距離の計算において、基準空間データに対して分散と相関係数を考慮して計算を行っているからと考えられる。これにより、基準空間のデータと同じ場合は 1 付近の小さな値になるが、少し違うだけでマハラノビス距離は急激に増加し、明らかな違いが見られるようになる。この結果、誤判別は少なくなり、今回のように正確に判別できたと考えられる。また、回転速度が中の状態の時、弱・強の基準空間のマハラノビス距離は小さい。これは、マハラノビス距離は類似度のずれが大きいほど指数関数的に増加するため、中は弱と強とはそこまでずれが大きくないからである。

6. おわりに

本稿では、ユビキタスコンピューティング環境において、センサ情報を基に 3 状態の判別を行うユビキタス MT システムを提案、実装した。また、扇風機を用いた実験により、ユビキタス MT システムは基準空間データを集めるだけで 3 状態識別ができるということを示した。

今後の課題として、扇風機のような定常状態のデータに対しては判別できたが、最終的には人の行動などを識別するコンテキスト・ウェアネスの分野で用いることを目標としている。そのため、実際に歩いている、走っている、階段を上っているなどの状態の判別が行えるか試みたが、人の行動は識別できなかった。これは、現状のシステムは分散の大きなデータに対しては苦手であり、正確に判別できないことがわかった。また、時間情報を考慮しておらず、時系列データを扱っていない。以上のことより、時系列データに対応できるように改良する必要がある。これにより、分散の問題に対しても解決できる可能性があり、歩いているなどの状態も扇風機の実験結果のように正確に判別できるようになることが考えられる。

参考文献

- 1) 木下浩平, 藤田直生, 田川聖治, 塚本昌彦: MT システムに基づく状態判別のための小型センシングデバイス, 情報処理学会 マルチメディア・分散・協調 (DICOMO2007) シンポジウム (2007 発表予定)
- 2) 田口玄一, 兼高達哉: MT システムにおける技術開発, 日本規格協会, pp.14-65 (2002).
- 3) 鴨下隆志, 奥村健一, 高橋和仁, 増村正男, 矢野宏: 文字認識におけるマハラノビスの距離による判定の研究, 品質工学会誌, Vol.6, No.4, pp.39-45 (1998).
- 4) 北澤繁樹, 樋口毅, 原田道明, 藤井誠司: マハラノビス距離を用いた判別分析による未知ワーム感染挙動特定方式, マルチメディア・分散・協調 (DICOMO2006) シンポジウム, Vol.2006, No.6, pp.733-736 (2006).
- 5) 中島尚登, 高田圭, 矢野宏, 柴本由香, 高木一郎, 山内真義, 戸田剛太郎: 健康診断データを用いた MTS 法による予測の研究 —今年健康から来年健康を予測する方法—, 品質工学会誌, Vol.7, No.4, pp.49-57 (1999).
- 6) 芝野広志: MTS を活用した企業の利益予測, 品質工学会誌, Vol.10, No.3 (2002).