

地磁気・加速度センサによる作業モニタシステムの 作業判定方法

佐藤永欣^{†1} 高橋俊博^{†2} 田島玲^{†2}
小田島昌一^{†3} 鈴木潤^{†3}
石川泰二^{†3} 村田嘉利^{†1}

工業製品の品質保証のためには設計や部品の品質だけでなく、組立工程も重要である。すなわち、定められた手順どおりに作業が行われているかが、品質保証の鍵となる。組立工程で発生したミスや不良は発見・修正されるが、中には後から検出することが難しいものもある。そこで我々は、地磁気・加速度センサを利用して、ルーチン作業における作業員の動きをモニタし、作業が正しく行われたかどうかを判別するシステムを開発している。本論文では、特徴ベクトルと Local Outlier Factor (LOF) に基づき、作業員度動作が正しいかどうかを判定する手法と評価を述べる。

Motion Judgment Method for a Worker's Monitoring System Using Terrestrial Magnetism and Acceleration Sensor

NOBUYOSHI SATO,^{†1} TOSHIHIRO TAKAHASHI,^{†2}
AKIRA TAJIMA,^{†2} SHOUICHI ODASHIMA,^{†3} JUN SUZUKI,^{†3}
TAJI ISHIKAWA^{†3} and YOSHITOSHI MURATA^{†1}

For Quality guarantee of industrial products, it is important that not only design and quality of parts, but also assembly process. That is, it is a key of quality guarantee that whether the product is assembled in correct procedure. Mistakes and defects are founded and corrected in later process. However, there are defects that is difficult to be founded in later process. So, we are developing a system that distinguishes whether assembly process is done correctly or not, by monitoring worker's motion using terrestrial magnetism and acceleration sensors. In this paper, we describe a method to distinguish whether worker's motion is correct based on feature vectors and Local Outlier Factor (LOF).

1. はじめに

工業製品の品質問題は製造事業者の事業継続を左右しかねない。工業製品の品質は、設計や部品の品質だけでなく、組立工程が正しく行われたかどうかに依存している。製造工程でのミスが発見されないと、不具合を含んだ製品が出荷さる。

製造工程での不具合の発生原因にはロボットの不具合などもあるが、人による作業のミスも多い。人による作業では、部品の付け忘れ、違う部品の取り付け、取り付け手順のミスなど、作業の質そのものの問題が大きいと考えられる。これらの人為ミスを人の注意力だけに頼って100%防止することは難しい。このため、一般的な製造工程では、前工程でのミスを発見し修正する工程が随所に組み込まれ、作業ミスが発生しても後に修正される。しかし、作業ミスの中には検出可能であっても修正にコストを要するもの、修正そのものが困難なもの、後工程での検出が困難なもの等がある。

作業終了後にミスを検出することが困難な例として、タイヤの取り付けがわかりやすい。4つまたは5つのナットを対角に沿って少しずつ締め付けて行くのが正しい手順である。この手順は、タイヤの回転の中心とホイールハブの回転の中心を合わせるために定められている。この手順を守らないと乗り心地の悪化や走行中のタイヤ脱落などの重大な問題を引き起こす。しかし、組み付け完了後の見えた目による検出は困難で、高速で走行して初めて不具合が発見される。

このような作業ミスを検出するため、作業をなんらかの方法で監視し、ミスが発生したら、あるいは発生しそうになったら警報を発することは有効と考えられる。このためには作業員が行うべき仕事を識別し、作業員の動きが、正しい手順どおりかを判断すればよい。そこで我々は、地磁気・加速度センサを利用して作業員の動きをモニタすることで、作業が正しい手順どおりかを判断し、誤っていれば警報を発するシステムを開発している。従来、本システムでは作業員の動きによる地磁気の測定値の変化をそのまま用いるナイーブな手法で作業が正しいかどうかの判定を行っていた。この方法では判定精度に難があるため、地磁気・

^{†1} 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

^{†2} 日本 IBM (株) 東京基礎研究所

Tokyo Research, IBM Japan, Ltd.

^{†3} 関東自動車工業(株) 岩手工場

Iwate Plant, Kanto Auto Works, Ltd.

加速度の測定値から特徴ベクトルを生成し、Local Outlier Factor (LOF) を計算することにより、作業が正しいかどうかを判定する手法を開発した。本論文では、自動車工場内の作業工程を対象に検証を進めている途中経過を報告する。

2. 関連研究

工場における作業者の作業をトレースすることは、屋内において腕や指の位置を測定したり、指や腕の動きなどを測定・推定したりすることで実現可能である。

GPS による測位は一般に広く用いられているが、自動車組立工場では車内や車両の下側の作業が多いため、金属により電波が遮られやすい。無線 LAN を利用した測位は近年盛んに研究されている¹⁾。現状では数 m 程度の誤差があり、腕の動きを推定する必要がある本研究の目的には誤差が大き過ぎ、適用できない。

加速度センサを用いて人の腕などの動きを推定し認証に用いる研究²⁾ などがある。加速度は一瞬の動きの変化を捉えるには向いているが、組立工程の作業員の動きのような連続的な動きを精度よく推定するのは難しい。また、加速度の測定誤差が累積し、位置推定のずれとして表れるため、加速度センサ以外の方法で定期的に位置を補正する必要がある。

ビデオカメラによるモーションキャプチャは、スポーツなどは、スポーツなど⁴⁾にも適用されている。文献³⁾では複数のカメラを用いて光学式マーカーをつけた人物のモーションキャプチャを行っている。これらの研究では高精度な位置推定が可能である。しかし、複数台のカメラを利用したり、画像処理のために高い能力の計算機を必要としたりするため、大規模な工場での導入はコストの問題などから適用は難しいと考えられる。

我々の作業トレースシステムは地磁気センサと加速度センサを利用している。工場内では、モーターや配線などから発生する磁気ノイズが懸念されるが、地磁気センサの取り付け位置をこれらから離すことで、磁気ノイズの影響は無視してよいレベルになる。また、定常的な磁気を帯びている物体であれば、地磁気センサがその物体に接近したことによる磁場の変化も利用できると考えられる。

地磁気センサは、地球上であればほとんどの場所で方角を知るために利用することができる。局所的な磁場の変化が無ければ、地磁気センサは本質的にその土地における磁北の方角と、伏角を測定している。このため、腕に地磁気センサを取り付けると、肩、肘等を支点とする回転運動は、センサから見た磁北の方向と伏角の変化として検出される。その一方、平行移動のようなセンサの向きが変化しない運動の検出は難しい。地磁気センサによる直接的な測位もできない。このため、作業内容の推定もセンサの向きの変化すなわち、センサか

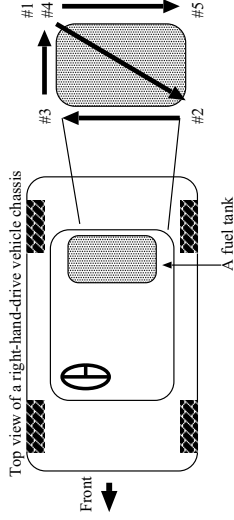


図 1 燃料タンクのボルト締めつけ順序

ら見た方角の変化を利用して推定される。

一見すると、測位を伴わない方角のみによる作業内容の推定は困難なように思われる。組立ライン等でのルーチン作業の場合、作業をする場所や機器類の向きは固定されており、頻繁に変化することはない。また、作業中の作業員の体の向き、立ち位置、手や腕の使い方、楽な作業姿勢をとるため、作業員が習熟するとはほぼ毎回同じである。さらに、腕を平行に動かす運動は自然な動きではないため、部品を取ってはめ込む動作をするときなどの腕の動きは、肩や肘などを支点とする回転運動が中心である。このため、ある瞬間に作業員が何をしているはずであるかを知ることができれば、地磁気センサによる作業内容の推定は可能である。

3. 作業トレースシステム

我々は、自動車組み立てラインの燃料タンク搭載工程をモデル工程として、地磁気・加速度センサを用いた作業トレースシステムの開発を行っている。

まず、燃料タンク搭載工程の概要を説明する。当該工程を含む生産ラインでは、作業員の頭上を車体が毎分約 5m 程度の速度で移動している。作業員は頭上を移動する車体の下部に、燃料タンクを取り付ける。燃料タンクの取り付け位置の概要とボルトの締め付け順序を図 1 に示す。まず、作業員は #1 のボルトを電動レンチにより仮止めする。その後、#2 から #5 までの 4 本のボルトをエアインパクトレンチにより本締めする。#1 と #4 は同じボルトである。本システムは、#2 から #5 のボルトがこの手順どおりに締め付けられたかどうか判定し、順序が誤っていれば警告を発する。設定によっては生産ラインが停止する。

次に、開発中のシステムの概要を述べる。開発中のシステムの構成を図 2 に示す。作業トレースシステムは大きく分けて、次のコンポーネントからなる。

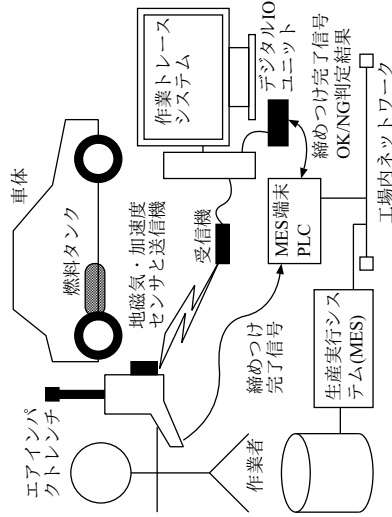


図 2 地磁気センサによる作業トレースシステム

地磁気・加速度センサ・MES インターフェース センサからのデータの読み込み、作業員がインパクトレンチのトリガを引いてボルトの締め付けを行うタイミングの取得、ボルトを締め付ける順序が正しいかどうかを判断した結果の工場内の生産実行システム (Manufacturing Execution System, MES) への送信を行う。

作業トレース・動作判別モジュール 作業員が燃料タンクを取り付ける作業を行ったときの地磁気・加速度センサの出力波形の特微量と、正常な作業の波形の特微量と比較し、作業が正しい手順かどうかの判断を行う。

標準作業データベース 正しい手順のボルト締め付け作業のデータが格納されている。

次に、本システムが燃料タンクを取り付ける作業において、ボルトの締め付け順序が正しいかどうかを判断し、その結果を出力するまでの手順を述べる。

- (1) 作業員がインパクトレンチを工具置き場から取り出したことを、地磁気の変化により検出する。
- (2) インパクトレンチのトリガが引かれたかどうかの信号の入力を待つ。この信号はインパクトレンチによるボルトの締め付けトルクが規程に達したことを表し、この信号の立ち上がりエッジの直前約 1 秒間に作業員がボルトを締め付けている。また、作業員が 1 でインパクトレンチを取り出してからの立ち上がりエッジの数により #2 から #5 までのボルトと対応させる。
- (3) ボルトを締め付けている期間を中心とした地磁気・加速度センサの出力の特微量を取

り出し、次章でのべる判定アルゴリズムにより、正しいボルトを締め付けているかどうかの判定を行う。

- (4) 判定の結果に基づき、4 本のボルトが正しい順序で締め付けられていると判断されれば、生産実行システムに締め付け OK の信号を送る。締め付け順序が正しくないと判断された場合、同じく NG 信号を送る。
- (5) 4 本のボルト締め付け完了信号を受信した 1 秒後に、作業員がインパクトレンチを工具置き場に戻したとみなし、1 に戻る。

各ボルト締め付け位置における作業結果は、次ように分類できると考えられる。本システムはペルット締め付け作業の結果を以下ように分類して判定する。

正常 何事もなく正常に正しい位置のボルトの締め付けが完了した。

誤作業 燃料タンクを取り付けるためのボルトを締め付けたが、本来締め付けるべき順番でない別のボルトを締め付けた。すなわち、#4 を締め付けるべきなのに #3 を締め付けた場合など。

4. LOF による判定手法

本システムでは、ボルト締め付け順序の判定に、地磁気・加速度センサによる作業員の動きを表す波形から、ボルト締め付け作業に関連すると思われる部分を特微量ベクトルの形で取り出し、その LOF 値⁶⁾を計算して比較する手法をとっている。このとき、比較対象として、あらかじめ測定しておいた、正しい手順によるボルトを締め付けの地磁気・加速度センサの波形から計算した特微量ベクトルを用いる。

本章では、まず、特微量を抽出する方法を述べたあと、LOF 値を計算する手法を述べる。そして、作業員のボルト締め付け順序が正しいかどうかを LOF 値を使って判定する手法について述べる。

まず、地磁気・加速度センサの波形から、作業員の燃料タンク取り付けに伴うボルト締め付け作業の特微量を、特微ベクトルの形として抽出する。特微量を抽出後、#2 から #5 までのそれぞれネジ締め位置に対して有用な特微量を選択し、その後、選別した特微量を白色化し、LOF の計算に用いる。1 に示した正しい順序によるボルト締め付けのときに地磁気センサから得られた地磁気センサの測定値を 3 に示す。3 は地磁気センサによる XYZ 3 軸の測定結果と作業員がボルト締め付けを終えたことを示す締め付け完了信号を含んでいる。

また、誤った締め付け順序の場合の地磁気センサの出力波形を図 4 に示す。図 4 は、2008 年 8 月 4 日に同じ作業員に 2→3→5→4 の順でのボルトの締め付けを依頼し、地磁気・加速

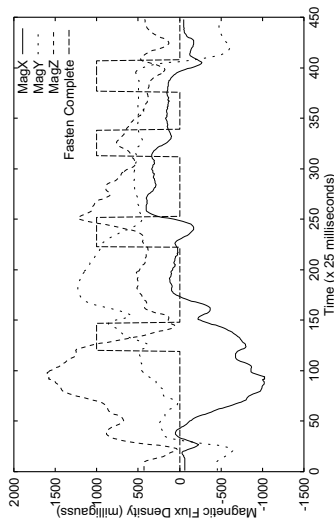


図 3 正しい縮付順序の地磁気センサの出力波形

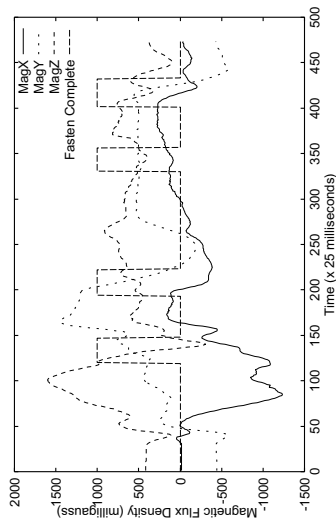


図 4 誤った縮付順序の地磁気センサの出力波形

度センサにより測定した。図 4 は、このときに 5 回測定した結果の一つであり、他の 4 回の測定結果も概ね同じ波形を示している。図 4 では、3 番目と 4 番目の Trigger 信号の立上り前の地磁気波形が、それほど大きな違いではないもの異なることが読み取れる。

参照特徴ベクトル生成

参照特徴ベクトルは以下のように抽出する。

- (1) ボルト締め付け位置 #2 から #5 までの 4 箇所それぞれについて、次の項目を抽出する。

- 作業員がトリガを引いている間の地磁気、加速度、回転角それぞれ XYZ3 軸、合計 9 軸の平均。インパクトレンチの締め付け完了信号の立上りエッジの前 0.25 秒

間を用いた。

- 作業員がトリガを引いている間の地磁気、加速度、回転角それぞれ XYZ3 軸、合計 9 軸の標準偏差。
- インパクトレンチ締め付け完了信号の立ち上がりから 0.5 秒後への速度ベクトル。地磁気、加速度、回転角計 9 軸分の締め付け完了信号の立ち上がりエッジの値から、0.5 秒後のデータを除算した。
- 前の締め付け位置でトリガを引いてから、次の締め付け位置でトリガを引くまでの時間間隔。

- (2) 上記の 3 種類の項目を単純に結合し、#2 から #5 までのボルト締め付けの特徴を現す 28 次元のベクトル $F_{n,pos} = (x_{1,n,pos}, x_{2,n,pos}, \dots, x_{k,n,pos})$ を得る。ここで、 n は燃料タンク取り付け作業 1 回分ごとにと与えられた番号、 pos は #2 から #5 までのボルト締め付け位置を表し、 $pos = \#2, \#3, \#4, \#5$ である。 k 特徴ベクトルの次元である。 $x_{1,n,pos}, x_{2,n,pos}, \dots, x_{k,n,pos}$ は上記で得られた特徴量の各次元の値である。

クレンジング

上記の操作で得られた特徴ベクトル $F_{n,pos}$ の各次元 k から、ネジ締め位置 pos のデータと pos 以外のデータの分散比を求め、適当な閾値を越えた次元 k を pos の判定に採用する。次に、以下の手順で特徴ベクトルを白色化するためのパラメータを計算し、LOF を計算する準備を終える。

- (1) ネジ締め位置 pos の判定に利用する適当な閾値を越えた次元 k だけからなる特徴ベクトル $F'_{n,pos}$ を生成する。
- (2) $F'_{n,pos}$ の分散共分散行列 S_{pos} を求める。
- (3) S_{pos} を以下のように特異値分解する。

$$S_{pos} = V_{pos} D_{pos} V_{pos}^T$$

- (4) D_{pos} と V_{pos}^T から各 pos の特徴を現す白色化された特徴ベクトル $Z_{n,pos}$ を求め、正しい手順でボルトを締め付けたかどうかを判定するための比較対象とする。

- (5) 白色化された点の集合 $Z_{pos} = \{Z_{n,pos}\}$ を pos の LOF 計算に用いる参照特徴ベクトルの集合とする。

LOF 計算・作業判定

最後に、作業員による燃料タンクの取り付け作業の、ボルト締め付け順序が正しく #2、#3、#4、#5 の順番になっているかどうかを、以下の手順により判定する。

- (1) 判定対象となる燃料タンク取り付け作業の地磁気・加速度センサのデータから、上記

表1 8月4日の正常作業に対する判定結果

判定結果	#2	#3	#4	#5
正常作業	114	114	114	114
誤作業	0	0	0	0

表2 8月4日の準正常作業に対する判定結果

判定結果	#2	#3	#4	#5
正常作業	23	23	23	23
誤作業	0	0	0	0

5. 評価

ここで、作業トレーシングシステムのボルト締め付け順序判定に LOF を用いたときの判定精度の評価をのべる。

まず、2008年8月4日に、実際に稼働中の自動車組み立て工場で、作業員 S 氏による燃料タンク取り付け作業の地磁気・加速度波形を収集した。この際、作業の様子を横で観察し、作業結果を正常作業と準正常作業に分類した。正常作業はまったく正常に燃料タンクの取り付けが終わった作業結果である。準正常作業は、落としたりボルトを拾う、なんらかの異常を発見してラインを止めるひもを引くなどの、燃料タンク取り付けとは直接関係のない作業も行った作業である。ただし、準正常作業では燃料タンクの取り付け手順そのものは正しい順序で行われており、全く問題がない。

この結果に対して、前章までで述べた方法により、作業が正しく行われたかどうかをオフラインで判定した。正常作業に対して判定した結果を表1に、準正常作業に対して判定した結果を表2に示す。表1に示すように、測定した114件の正常作業は、全て正常作業と判定された。その一方で、観察された準正常作業23件も表2に示すように正常と判断されている。これらは以前の判定手法⁷⁾よりは大幅に改善している。以前の手法では、誤作業と誤って判断することが非常に多かった。

また、翌8月5日にも同じ作業員の地磁気・加速度波形データを測定した。8月5日の測定データを判定基準データとして使用し、8月5日の正常な作業と準正常な作業の双方の地磁気・加速度波形データに対して、同様の判定を行った結果を表3に示す。燃料タンク取り付け作業を観察したところ、準正常作業は前日と同じ程度の割合で発生していたが、誤作業は起きていない。

8月5日の作業に対して、8月4日の作業に基づいて作成した特徴ベクトルにより判定を

特徴ベクトル生成の手順1、2にしたがって特徴ベクトル X_{pos} を計算する。

(2) X_{pos} から白色化で求めた pos の判定に利用する次元 k と同じ次元を取り出し、 X'_{pos} とする。

(3) 特異値分解で計算した D_{pos} を用いて以下のように X'_{pos} を白色化し、 Y_{pos} とする。

(4) Y_{pos} の LOF 値を以下の手順で計算する。

(a) Y_{pos} と同じ pos の特徴ベクトルの集合 Z_{pos} に対する LOF 値 $LOF(Y_{pos}, Z_{pos})$ を計算する。

(b) Y_{pos} と異なるネジ締め位置の特徴ベクトル Z_{pos-} に対する LOF 値 $LOF(Y_{pos}, Z_{pos-})$ を計算する。ここで、 $pos- = \#2, \#3, \#4, \#5$ (ただし、 $pos \neq pos-$) である。

(c) 上記 4a, 4b により、4つ得られた $LOF(Y_{pos}, Z_{pos})$ と $LOF(Y_{pos}, Z_{pos-})$ の中で、最小となる LOF 値 $MIN_p(LOF(Y_{pos}, Z_{pos}), LOF(Y_{pos}, Z_{pos-}))$ を探す。ここで、 p は LOF 値が最小となるネジ締め位置を表す。

(d) $MIN_p(LOF(Y_{pos}, Z_{pos}), LOF(Y_{pos}, Z_{pos-}))$ が適切な閾値 $mahtttLOF_{pos, th1}$ よりも小さく、かつ p が正しい作業かどうか判定したいネジ締め位置 pos と一致していれば、マニュアルどおりの順番でボルトを締め付けた正常作業と判断する。

(e) $MIN_p(LOF(Y_{pos}, Z_{pos}), LOF(Y_{pos}, Z_{pos-}))$ が適切な閾値 $LOF_{pos, th1}$ よりも小さく、かつ p が pos 以外のネジ締め位置と一致していれば、 pos 以外の誤った位置のネジ締め作業を行ったと判断する。すなわち、誤作業として検出される。

以上の過程により、作業員による燃料タンク1個の取り付け作業において行われる4回のネジ締め作業が、正しい順序で行われたかどうかを判定することができる。すなわち、#2から#5までの全てのネジ締め位置において、LOFを計算した結果、 p と pos が一致すればよい。

全てのねじ締め位置において、 p と pos が一致した場合は、本システムは、生産実行システムに対し、工場内ネットワークを通じて正常に燃料タンクの取り付けが行われたという情報を送信し、そうでなければ、燃料タンクの取り付け工程で異常が発生したとの情報を送信する。

表 3 8 月 5 日の正常作業・準正常作業に対する判定結果

判定結果	#2	#3	#4	#5
正常作業	102	102	102	102
誤作業	0	0	0	0

表 4 8 月 5 日の正常作業・準正常作業に対する 8 月 4 日の作業による特徴ベクトルに基づく判定結果

判定結果	#2	#3	#4	#5
正常作業	97	96	95	94
誤作業	0	1	2	3

表 5 誤作業 #2→#3→#5→#4 の判定結果

判定結果	#2	#3	#4	#5
正常作業	10	3	1	2
誤作業	0	7	9	8

行った結果を表 4 に示す。#3 から #5 までで誤作業判定が起きている。誤った位置のボルト締め付け作業に対してはラインを止めて修正するなどの対処を行うため、作業員の動作が正常または準正常である作業に対して誤作業と判定してしまうのは大きな問題である。以前我々が用いていた、地磁気センサの出力の値により直接比較する方法より誤判定は少なくなっているものの、誤判定が起きている。特徴ベクトルの計算方法などを改良することにより、誤判定を減らす必要がある。

また、LOF の値も前日より大きめであった。この原因を調べるため地磁気センサのデータを確認すると、地磁気値が全体的にシフトしている。地磁気センサを校正する必要がある可能性があるが、生産現場では面倒なセンサの校正を毎日することができないと考えられるため、この点は問題である。なんらかの方法で自動的に校正する方法を検討する必要があると考えられる。

次に、誤作業の地磁気・加速度センサによる波形データを収集し、これに対して、本システムによる判定を行った。誤作業のデータ測定は、車両の品質に影響を与えないように配慮して、燃料タンク取り付け後に専属の品質検査係員をおいておこなった。正常作業と同じ作業者に対し、#2→#3→#5→#4 の順で締め付けを依頼し、その測定結果に対して判定を行った結果を表 5 に示す。一部見逃しがあるものの、誤作業を検出している。

表 6 に白色化後に残った次元数を示す。ネジ締め位置 1 箇所あたり 28 次元中、10 次元程度がクラッキングにより落とされる。これは特徴ベクトルに不要な次元があることを示している。

表 6 白色化後に残った次元

	#2	#3	#4	#5
8 月 5 日	20	18	18	20
8 月 5 日	18	17	17	19

6. まとめ

本論文では、自動車組立工場の燃料タンク取り付け工程を対象に、地磁気・加速度センサによる作業モニタシステムが、特徴ベクトルと LOF を用いた作業判定手法により、いくつかの条件があるものの、安定的に正しい動作を正しいと判断することを示した。従来の判定手法は、地磁気値を直接利用するナイーブな手法であったが、異常動作をうまく検出できないことがあるなどの問題があった。今後の課題として、誤作業などの作業データに対する作業判定の実施、地磁気センサの出力がある程度全体的にシフトしても、正しく判定できる手法の開発などが考えられる。

参 考 文 献

- 1) P. Bahl, V.N. Padmanabhan, "RADER: An In-Building RF-based User Location and Tracking System", Proc. of IEEE INFOCOM 2000, pp.775-784. (2000)
- 2) M. Ohta, E. Namikata, S. Ishihara, T. Mizuno, "Individual Authentication for Portable Devices using Motion Features", Proc. of the 1st International Conference on Mobile computing and Ubiquitous networking (ICMU2004), pp.100-105. (2004)
- 3) S. Yonemoto, A. Matsumoto, D. Arita, R. Taniguchi, "A Real-time Motion Capture system with Multiple Camera Fusion", Proc. of International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP) . pp.600-605. (1999)
- 4) 小野美仁, "モーショントラッキングを用いた運動機能並びに運動能力の分析", 特開 2005-192968 (P2005-192968A) (2005).
- 5) 松岡 繁, "民間利用実証に係る状況報告と IMES に係る活動紹介", http://qzss.jaxa.jp/is-qzss/QZSSUM_03_03.pdf.
- 6) Breunig, M. M., Kriegel, H.-P., Ng, R. T. and Sander, J., "LOF: Identifying Density-Based Outliers", ACM SIGMOD Record, Vol.29, No.2, pp.93-104 (2000). <http://www.dbs.informatik.uni-muenchen.de/Publikationen/Papers/LOF.pdf>.
- 7) Nobuyoshi Sato, Shouchi Odashima, Jun Suzuki, Taiji Ishikawa, Yoshitoshi Murata, "Prototype of a Workers' Motion Trace System using Terrestrial Magnetism and Acceleration Sensors", Proc. of 2nd International Conference on Network-based Information Systems, pp.60-70, Sept. 2008. (2008)