

地磁気・加速度センサを用いた工場でのピッキング作業の モニタリングシステムの開発

大塚 昌太[†] 佐藤 永欣[†] 村田 嘉利[†] 高山 毅[†]
[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

工業製品の品質確保には、設計、使用する原材料、部品をはじめとして様々な留意点があるが、中でも組立工程が極めて重要である。その中でも部品取り出し作業におけるミスは品質だけでなく生産性にも影響がある。通常、組立工程では前工程の結果を後工程で確認するため、ミスの内容によっては発見、修正が可能であるが、発見できないミスや修正が困難なミスもあり、品質の低下へつながる。部品の仕分け作業をピッキング作業というが、ピッキング作業を行う作業員と、実際に部品を組み付ける作業員が異なっており、部品もそれぞれ似ていることが多い。そのため部品が間違っていたとしてもその時点ではミスに気づきにくい。たとえその場でミスに気付いたとしても、その時点で生産ライン全体を停止し、正しい部品を取り付けなおさなければならないため、生産性を低下させてしまう。こういったミスを減らすには、部品取り出しを行う作業員のミスを減らす必要がある。

本稿では、地磁気・加速度センサを利用することで、部品取り出しを行う作業員の動きをトレースし、抽出した特徴の Local Outlier Factor (LOF) を計算することで部品取り出し作業が正しく行われたかどうかを判別する手法を述べる。

2. 関連研究

文献 1) では GPS を用いれば数センチ単位で人や物の動きをトレースすることが可能であるが、工場などの建物内では GPS の衛星からの電波を受信できないため利用は難しい。室内における測位として無線 LAN を用いた方法がここ数年研究されている^[1]。これらの研究では、複数の無線 LAN の親局からの信号強度や受信遅延時間を用いて無線 LAN 子局の位置を推定している。現状では数 m の誤差があるため、本研究の目的には利用できない。ビデオカメラを利用して作業員を常時撮影することにより動きをトレースする方法も考えられる。複数のカメラを用いて光学式のマーカを付けた人物のモーションキャプチャも行われている^[2]。これらの方法は、一人の作業員に対して複数のカメラが必要となり、コストの問題から本研究への適用は難しい。

文献 3) では、工業製品の組立工程における基本動作として、「部品の取り出し」、「部品の組み付け位置までの移動」、「部品の取り付け」、の 3 つに分類している。更に部品の取り付けとして、「はめ込み」、「ねじ込み」、「取

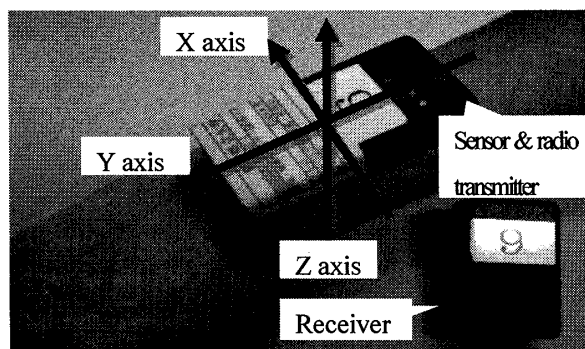


図 1 AMI601-CG と作業員への取り付け方法

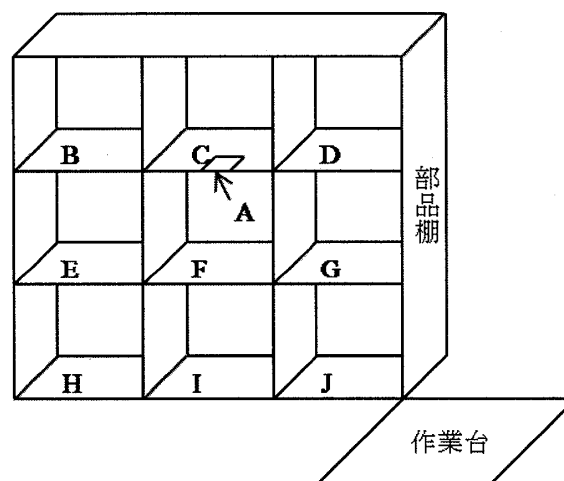


図 2 部品棚からの部品取り出し実験環境

り付け作業順序」の 3 つに分類し、地磁気・加速度センサの直交する 3 軸方向の出力を測定している。状況に応じてセンサからの出力を使い分けることにより、正しい動作と誤った動作の識別が可能であるとしている。

3. 実験

今回提案するシステムとして、「部品の取り出し」の作業において、地磁気・加速度センサの出力データを測定し、特徴を取り出す。そして LOF を用いることで作業員の動作が正しいか判断する。

実験にはアイチ・マイクロ・インテリジェント製の AMI601-CG を使用した(図 1)。AMI601-CG は、地磁気センサ XYZ3 軸、加速度センサ XYZ3 軸の同時測定が可能である。X, Y, Z の各軸の方向を図 1 に示す。これらのデータは 2.4GHz 帯の無線を通して 25ms ごとに PC に送られる。AMI601-CG を、右利きの作業員を想定し、

A Development of the Monitoring System for the Picking Works in the
 Factory by a Terrestrial Magnetism and Acceleration Sensors
[†]S. Otsuka, N. Sato, Y. Murata, and T. Takayama(Faculty of Software
 and Information Science, Iwate Prefectural University)

右手首の甲に図 1 のように取り付け、以下に述べる実験を行った。

3.1 部品の取り出し

工場での部品棚を模して構築した、図 2 に示すような疑似的な実験環境を用いる。そこで、正しい部品を取り出したか否かを判断する実験を行った。部品棚は 9 つの区画に仕切られ、それぞれ異なる部品が格納されていると想定する。取り出すべき部品はランプやディスプレイにより指示され、部品を取り出す直前にそれぞれに対応した確認ボタンを押し、それから部品を取り出す。

作業手順は以下の通りである。

1. 右手を使い A のボタンを押し、計測を開始する
2. 以下の動作のうちから 1 種類を行う
 - (a) B の部品を取り出す(誤った動作)
 - (b) C の部品を取り出す(誤った動作)
 - (c) D の部品を取り出す(誤った動作)
 - (d) E の部品を取り出す(誤った動作)
 - (e) F の部品を取り出す(正しい動作)
 - (f) G の部品を取り出す(誤った動作)
 - (g) H の部品を取り出す(誤った動作)
 - (h) I の部品を取り出す(誤った動作)
 - (i) J の部品を取り出す(誤った動作)
3. 右手を使い作業台に部品を置いたところで計測終了する

前出の作業項目(a)-(i)に対する作業をそれぞれ 100 回ずつ行った。各動作における地磁気の測定例を図 3a、図 3b に示す。

確認ボタンを押し、部品棚に手を入れ部品を取り出すには約 1 秒かかる。ボタンが押されてから 0.5 秒から 1 秒間における各軸の波形に注目する。正しい動作と誤った動作を行う場合で、X 軸に特徴的な違いが表れており、図中の A の部分の傾きが大きく違う。また、Y 軸においても傾きに違いがみられる。これらの波形の違いを認識するための方法を以下に示す。

3.2 評価

部品取り出し作業によって得られた、地磁気・加速度センサによる作業者の動きを表す波形から、特定の区間において特徴ベクトルの形で取り出し、LOF を計算して比較する。このとき、比較対象として正しい動作により部品を取り出した時の地磁気・加速度センサの波形から計算した特徴ベクトルを用いる。

確認ボタンが押され、そのボタンに対応した正しい場所から部品が取り出されたかを判断するため、確認ボタンが押されてから 1 秒間における地磁気および加速度それぞれ 3 軸における平均と標準偏差を特徴として取り出し、特徴ベクトルを生成する。部品取り出し作業項目(a)-(i)で取得したデータをそれぞれ正しい動作の特徴ベクトルと比較し LOF を計算する。LOF を計算した結果、一定の閾値を超えた場合は誤った動作を行ったとして警告を促し、閾値内であれば、正しい動作を行ったと判断する。

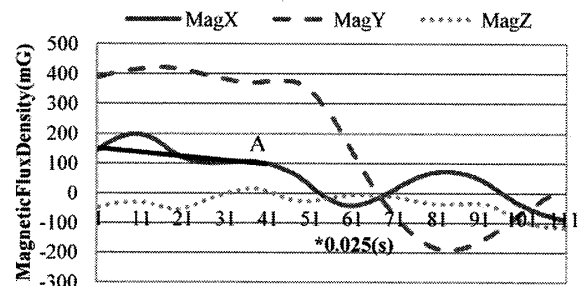


図 3a 正しい部品を取り出す動作(地磁気)

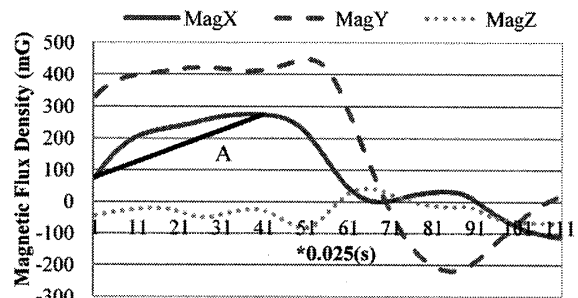


図 3b 上の部品を誤って取り出す動作(地磁気)

4. まとめ

本稿では、地磁気・加速度センサを用いた作業のモニタリングシステムについて述べた。本システムは、工業製品の組立工程における、部品取り出し作業時における取り出すべき棚の位置の違いを判断することができた。今後の課題として、誤報や欠報を減らすために、特徴の取り出し方や、警告を促すタイミング、正しい作業と判断するための閾値などの検討が必要である。部品を棚から取り出した後の作業員の動作についても、正しく動作が行われているかの判断を行えるようシステムの拡充を図っていく。

参考文献

- [1] P. Bahl, V.N. Padmanabhan, "RADER: An In-Building RF-based User Location and Tracking Sstem", INFOCOM2000, pp.775-784 (2000).
- [2] S. Yonemoto, A. Matsumoto, D. Arita, R. Taniguchi, "A Real-time Motion Capture system with Multiple Camera Fusion", Proc. of International Conference on Image Anallysis and Processing (ICIAP). pp.600-605 (1999).
- [3] 佐藤永欣, 小田島昌一, 鈴木潤, 石川泰二, 村田嘉利: 作業トレースによる工業製品の品質保証の試み, 第 135 回 マルチメディア通信と分散処理研究会, pp.23-28 (2008)