

M-043

ヒューマンエラー防止のための非作業動作検出 Detection of Non-working Actions to Prevent Human Errors

林 利毅[†]
Toshiki Hayashi

原田 史子[‡]
Fumiko Harada

島川 博光[‡]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

作業現場では事故や、製品の品質不良などさまざまな問題が発生している。事故が発生すると作業者が怪我をしてしまうことや最悪の場合、命に関わる事態になってしまう。製品の製造現場で製品の品質不良が発生し欠陥品がでると、顧客の信頼の喪失、欠陥品の廃棄、工数の後戻りといった大きな損害が発生してしまう。こうした事故や欠陥品の発生は、地震や台風といった自然災害による自然要因、使用する機器の不良のような人工物要因、作業者の行動に間違いがある人的要因といったさまざまな要因によって引き起こされる[1]。こうした要因の中でも人的要因つまりヒューマンエラーは、重大な事故や欠陥の原因となることが多い。作業を安全で品質よく行うには、こうしたヒューマンエラーを防止する必要がある。

本論文では、ヒューマンエラーの防止を目的とした、作業者の作業に必要な非作業動作を検出する手法を提案する。本手法では、作業中の作業には必要のない非作業動作を検出し、その出現頻度から作業者がミスをしやすくなる状態にある作業者を早期に発見することで、ヒューマンエラーを事前に防止する。

2. ヒューマンエラーと非作業動作

2.1 ヒューマンエラーとその原因

ヒューマンエラーとは、しなければならない事柄があるときに、その事柄を行わないことや、すべきことと異なることをしてしまうことである[2]。このヒューマンエラーは作業において重大な事故や不良品の原因になる。ヒューマンエラーは、作業者の知識や経験不足、使用する機器のインターフェースが不十分、疲労や慢心といったことが原因で適切な判断や思考ができなくなるといったさまざまな原因で発生する。作業者が異常状態に陥ってしまうこともヒューマンエラー発生の原因のひとつである。異常状態とは、作業者は体調不良や精神疾患など心身に異常があり、正常に作業できない状態のことである。

作業者がこうした異常状態にあるとき、集中力や注意力が低下し、安全確認の怠りや作業のある工程を飛ばすといったことが起こりやすくなる。そのため、重大な事故や不良品に発生といった問題につながるヒューマンエラーが発生する可能性が高くなる。こうした異常状態を早期に発見することで、作業者が異常状態のまま作業することを防ぎ、ヒューマンエラーの発生を抑制できる。

2.2 異常状態と非作業動作

作業者は作業中に、作業に必要な動作することやある回数ごとに作業を不意に停止してしまうことがある。こうした動作や現象を非作業動作と呼ぶ。この非作業動作

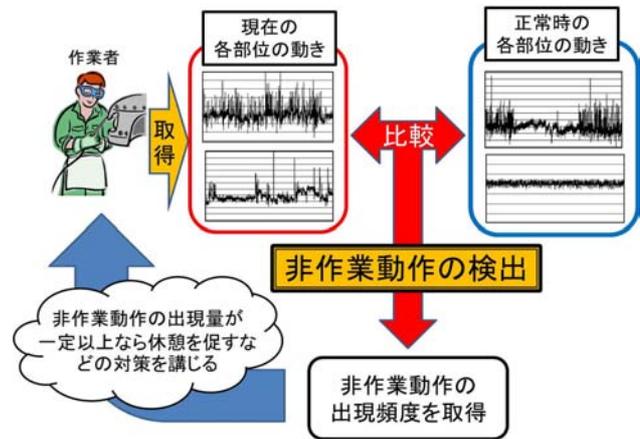


図 1: 手法の概要

作は、正常状態で作業しているときにも発生するものであるが、疲労の蓄積などの異常状態に陥って作業しているときは、その発生頻度が増加する。そのため、作業中の非作業動作を検出し、その出現頻度を取得していくことで、作業者が異常状態に陥っているか推定できると考えられる。非作業動作を検出し、作業者の異常状態を早急に検知することで、ヒューマンエラーを防止できると考えられる。

3. 非作業動作検出による異常状態検知

3.1 非作業動作出現頻度の変化による異常状態の発見

本論文では、作業中に体の複数部位の動きを取得することにより、作業に必要な非作業動作を検出する手法を提案する。各部位の動きは加速度センサを装着することで取得する。図1に本手法の概要を示す。

本手法は、ひとりの作業者がいくつかの作業を繰り返し行うセル生産方式の作業を対象としている。このような作業では、同じ作業を何度も繰り返すため動きや作業時間が一定に決まってくる。特に問題なく作業しているときのこの一定となった動きを正常状態の作業の動きとして取得する。正常状態での動きと現在の動きを比較することで作業時間の変化や動きの量の増加を発見し、非作業動作を検出する。作業者の疲労やストレスが増加すると非作業動作の出現頻度は増加していくと考えられるので、非作業動作の出現頻度や出現回数はそれらが増加するほど、その作業者はヒューマンエラーを起こしやすい異常状態にある可能性が高い。そのため、本手法により検出された非作業動作の出現頻度や出現回数取得していき、その値が一定値以上になった場合に警告を出し、作業者に休憩を促すなどその的確な対策を講じることで、ヒューマンエラーを未然に防止できると考えられる。

[†]立命館大学大学院 理工学研究科

[‡]立命館大学 情報理工学部

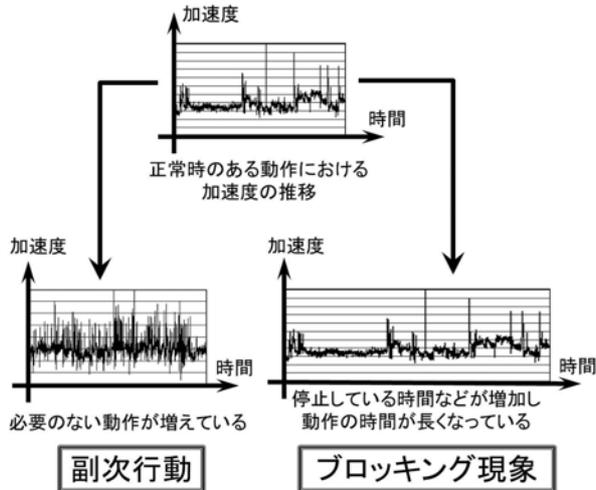


図 2: 非作業動作出現時の加速度データの推移の変化

3.2 非作業動作の判定

本手法では、加速度センサを用いて動作を取得していく。加速度センサを使用することで、カメラを使用した場合に比べて作業者が悲観視感を感じにくく負担が軽減できる。さらに、直接体にセンサを装着するのでカメラでは捉えにくい微細な動きまで取得できると考えられる。

本手法で対象としているセル生産方式の作業では繰り返し同じ作業をするため、一度の作業にかかる時間や作業に必要な動作が一定になってくると考えられる。その作業に必要な動作を日々取得していくことで、一般的な作業時の加速度の推移を取得でき、それと現在の作業時データを比較することで非作業動作を検出する。検出する非作業動作としては、ブロッキング現象と副次行動の2つに着目していく。各非作業動作が発生したときに現れる加速度の推移や作業時間の変化を図2に示す。

ブロッキング現象とは、繰り返し同じ作業をしているときに、ある回数ごとに作業時間が長くなってしまいう現象である。ブロッキング現象は、ある作業における一般的な作業時間を取得しておき、それと現在の作業時間を比較することで判定できる。さらに、このブロッキング現象が発生する原因としては、作業中に不意に動作を止めてしまうことや作業に関係のない行動を挟んでしまうことなどがある。こういった動作が現れているか確認することで、検出精度が向上すると考えられる。

副次行動とは、作業には必要のない髪をいじるや肩を揉むといったような行動である。このような行動は、作業で動かす必要のない部位で発生することが多い。そこで、特定の作業において動かす必要のない部位での加速度の推移を取得し、その作業のその部位における一般的な加速度の推移と比較することで副次行動を判定する。正確に作業することが難しい異常状態時には、これらの動作が発生する頻度が増加すると考えられる。そのため、検出された非作業動作の出現頻度を確認していくことで、作業者の異常状態を検知できると考えられる。

3.3 非作業動作出現頻度の変化

長時間連続で作業をしている場合は、疲労が溜まっていくことで非作業動作の出現頻度が時間が進むに連れて増加していくと考えられる。連続作業中における非作業動作の出現頻度の増加率は、作業者の状態に影響される。作業者が体調不良や精神疾患などの異常状態にある場合は疲労が蓄積しやすく、集中力も長く持続しないので、非作業動作の出現頻度が普段より早く増加する。連続作業における一般的な非作業動作の出現頻度の増加率と作業中の非作業動作の出現頻度の増加率を比較することで、作業による疲労だけでなく、体調不良などの作業者自身の異常状態も検知できると考えられる。1日における単位時間あたりの非作業動作の出現頻度を取得していく。数日分の非作業動作の出現頻度の推移から、連続作業における一般的な非作業動作の出現頻度の増加率をもとめる。これとその日の非作業動作の出現頻度の増加率を比較することで、作業者が異常状態に陥っていないか判断でき、ヒューマンエラー防止につながると考えられる。

4. 既存研究との比較

ヒューマンエラーを防止する手法としては、本手法と同じようにセンサを使用して作業者の動作をトレースする[3]や、カメラを用いて作業者の動作をトレースする[4]などがある。これら2つは、作業順序の間違いが発生したときにその間違いを検出できる。これに比べ本手法は、作業者の動きから異常状態を検出する手法であるため、作業ミスをおこしそうな作業者を事前に発見し、ミスを未然に防止できる。さらに、作業者の状態に着目しているため、順序のミスからではわからない怪我などの事故についても防止できると考えられる。

5. おわりに

本論文では、ヒューマンエラー防止のために作業中に現れる非作業動作を検出する手法を提案した。これにより、作業者が異常状態に陥ることを防止でき、ヒューマンエラーを削減できると考えられる。今後は、本手法の有用性を検証するために実装と評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 村田厚生：ヒューマンエラーの科学—失敗とうまく付き合う方法—，日刊工業新聞社（2008）
- [2] 小松原明哲：ヒューマンエラー 第2版，丸善株式会社（2008）
- [3] Nobuyoshi Sato, Shouichi Odashima, Jun Suzuki and Taiji Ishikawa, Yoshitoshi Murata: Prototype of a Workers' Motion Trace System Using Terrestrial Magnetism and Acceleration Sensors, NBIS '08 Proceedings of the 2nd international conference on Network-Based Information Systems, Turin, Italy, pp.60-70(2008)
- [4] 清水早苗, 平湯秀和, 浅井博次, 丹羽義典: 人物動作に着目したシーン分割による作業動作の異常検出, 情報処理学会研究報告, CVIM, [コンピュータビジョンとイメージメディア], pp.195-200(2007)