



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | 作業者への振動触覚による情報提示と作業状態検知に関する研究  |
| Author(s)    | 丹羽, 真隆   |
| Citation     | 大阪大学, 2009, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/49682">https://hdl.handle.net/11094/49682</a>  |
| rights       |  |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | 丹 羽 真 隆  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (情報科学)   |
| 学位記番号      | 第 23071 号  |
| 学位授与年月日    | 平成21年3月24日   |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>情報科学研究科マルチメディア工学専攻   |
| 学位論文名      | 作業者への振動触覚による情報提示と作業状態検知に関する研究  |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 岸野 文郎<br>(副査)<br>教授 西尾章治郎 教授 小暮 潔 教授 藤原 融<br>教授 薦田 憲久 准教授 伊藤 雄一 |

#### 論文内容の要旨

近年、センサの小型化や様々な技術の発展などにより、人や物にセンサを取り付けることや、環境に埋め込んだセンサによって人の状態を検出するようなシステムを構築することが容易になっている。そこで、これらのセンサを用いて事故が起こる原因の特定や、作業者が事故を起こしやすい状況の発見を目的とした研究が行われている。これらの研究によって明らかになった事故に繋がる行為やミス、センサによって検出できれば、その場で作業者に警告を与えることで、事故を未然に防止できる可能性がある。

警告を与える手法として、ユーザの視線方向に依存せず、騒音に強く、本人のみに情報を提示可能な振動触覚を利用する手法が考えられる。振動触覚を用いて情報を提示する場合、作業の邪魔になりにくく、状況に応じて装着を容易にするためには、振動子を全身に配置せず、ある特定の箇所のみ装着することが好ましい。このような条件で情報を提示するために、振動の知覚強度の変化を利用した手法が提案されているが、振動の知覚強度は、振動子の装着状態や装着者の状態によって、必ずしも一定であるとは限らないことが問題となる。また、振動の知覚強度のみに頼らない情報提示手法として、振動のオン・オフのパターンと振幅の変化を利用し複数種類の情報を提示する手法が提案されているが、比較的振動に鋭敏な指先において70%程度の判別率であり十分とはいえない。従って、振動強度に頼らず、高い判別率が得られる情報提示手法が望まれる。

一方で、作業者のミスなどによって重大な事故に繋がる可能性がある場面として、建設作業現場の高所作業が挙げられる。高所作業における墜落事故は、死亡や重傷に繋がる原因の1つで、平成19年の建設業での死亡者のうち45%が墜落や転落によるものである。また、墜落事故の事例において、安全帯が正しく使用されていれば、死亡や重傷事故を避けられた可能性があることが報告されている。安全帯が正しく利用されていない例として、安全帯から延びる命綱を固定するためのフックが利用されていない状況が挙げられる。既存のフックが利用状況を検知する手法では、フックが外れていることをリアルタイムに検知できないことや、作業の妨げになる可能性があるという問題がある。

本研究では、これらの問題を解決するために、まず、振動子の振動状態をフィードバック制御することによって、外乱による振動状態の変化を抑える手法を提案、実装し評価する。また、振動の知覚強度を利用せずに複数種類の情報を提示する手法を提案し、触覚における基礎調査の結果をもとに情報提示装置を構築して評価する。そして、事故を防止するために、安全帯のフックを掛けているかどうか、安全帯のフックを掛け

た高さが正しいかどうかを検出する手法を提案し、実験によって提案手法を評価する。

本論文では、第1章にて、研究の目的と従来の振動を用いた情報提示手法および作業者の安全のための事故防止に関する研究について述べる。第2章では、既存の振動子による振動触覚提示手法の問題点とフィードバック制御の必要性を述べ、振動子の振動状態のフィードバック制御手法を確立する。第3章では、振動を用いて複数種類の情報を提示する手法について述べる。そして、情報提示装置を構築するために必要な条件を求め、その条件を基に情報提示装置を構築し、実験を行い、その性能を評価する。第4章では、安全帯のフックの状態を検知する手法を提案、実装し、実験によって提案手法を評価する。最後に、第5章では、本研究で得られた成果を要約する。

## 論文審査の結果の要旨

近年、センサの小型化や様々な技術の発展などにより、人や物にセンサを取り付けることや、環境に埋め込んだセンサによって人の状態を検出するようなシステムを構築することが容易になっている。そこで、これらのセンサを用いて事故が起こる原因の特定や、作業者が事故を起こしやすい状況の発見を目的とした研究が行われている。これらの研究によって明らかになった事故に繋がる行為やミスを、センサによって検出できれば、その場で作業者に警告を与えることで、事故を未然に防止できる可能性がある。

そこで本論文では、警告を与えるためにユーザの視線方向に依存せず、騒音に強く、本人のみに情報提示可能な振動触覚を利用した情報提示に関する手法と、高所作業者の墜落事故を防止するための安全性識別手法を提案し、実装、評価した研究結果についてまとめたものである。その主要な結果は次の通りである。

- (1) 振動知覚強度を用いて情報提示を行う場合において、振動子の振動状態制御の必要性を述べ、振動子の振動状態をフィードバック制御することによって、振動状態を制御する手法を確立し、その制御の必要性を評価実験により示している。
- (2) 振動子を用いて身体の一部で複数の情報を提示するために、振動刺激点が移動する感覚を情報に結び付ける手法を提案している。また、評価実験の結果を基に試作ディスプレイを構築し、提案手法を性能評価し、先行研究との比較から、その有効性を示している。
- (3) 高所作業における墜落事故の原因に、安全帯の胴ベルトから延びる命綱を固定するためのフックが使用されていないことや、正しく利用されていないことがあることに注目し、スイッチと加速度センサが取り付けられたフックを用いて、フックの不使用、フックが誤った高さに掛けられているかどうか判別する手法を提案した。そして、評価実験を通じて提案手法の性能を評価し、その有効性を示している。

以上のように、本論文は、作業者の安全のために必要な、振動触覚を用いた情報提示手法と事故に繋がる行為を検出する手法に関して重要な成果を上げた研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士(情報科学)の学位論文として価値あるものと認める。