

令和 4 年 5 月 27 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K23529

研究課題名（和文）作業員の生体計測を用いた土木工事現場における適応的危険予測マップの構築

研究課題名（英文）Creating hazard estimation maps in construction site using biometric data of construction workers

研究代表者

濱崎 峻資（Hamasaki, Shunsuke）

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・特任助教

研究者番号：10849003

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、動的に変化する工事現場状況に適応的に対応可能な危険推定マップを構築することを目的とした。動的に変化する工事現場に対応するため、本研究で注目したのは作業員の生体データである。監視カメラ等での観察ではオクルージョンの発生などの理由からカメラの位置やアングルを随時変更する必要が発生する場合があるが、作業員は動的に変化する工事現場状況に対応して動くため、動的に変化する工事現場状況への対応が可能となる。本研究では予備実験により注目する生体データを瞬目と心拍とし、VR実験と実際の歩行実験を通じて危険が抽出できることを確認した。その後マップを生成できることを確認し、手法の有効性を確かめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本では少子高齢化が進んでおり、土木建設工事の現場において就業者数の減少による労働力不足が問題となっている。労働力不足の解決や生産性の向上を目的として、高度な建設機械の導入や無人化可能な建設機械の開発、運用の研究が進んでいる一方で、現場を完全に無人化することは技術面でもコスト面でも未だ困難であるため、徐々に自動化されていく建設機械と作業員とが現場で共存していく必要がある。この状況で、作業員の安全という課題がより注目されている。本研究の成果により、動的に変化する工事現場に柔軟に対応して危険の推定を行うことが可能になり、安全な工事プランの策定や現場の構築に寄与できる点で意義深い。

研究成果の概要（英文）：The purposes of this research is to create a hazard estimation map that can adaptively respond to dynamically changing construction site. To deal with dynamically change of construction site conditions, i focused on the biometric data of workers. In the case of observation by surveillance cameras, it may be necessary to change the camera position or angle due to reasons such as occlusion, but workers bio-data can respond to dynamically changing construction site conditions because they move in response to the changes of site. In this study, we confirmed that it is possible to extract dangerous areas by biometric data (blink and heart rate) and conducting VR experiments and actual walking experiments. We create hazard estimation maps and confirmed the effectiveness of this method.

研究分野：安全，ヒューマンロボットインタラクション

キーワード：建設現場の安全 生体計測

## 1. 研究開始当初の背景

日本では少子高齢化が急速に進んでいる。土木建設工事の現場においても就業者数の減少による労働力不足が問題となっている。また、技能労働者数約340万人のうち今後10年間で約110万人の高齢者が離職すると予想されており、現場に慣れた熟練作業員の減少によって経験不足な作業員の割合が増加することも予測される。労働力不足の解決や生産性の向上を目的として、高度な建設機械の導入や無人化可能な建設機械の開発、運用の研究が進んでいる。一方で、現場を完全に無人化することは技術面でもコスト面でも未だ困難であるため、徐々に自動化されていく建設機械と作業員とが現場で共存していく必要がある。この状況で、よりクローズアップされるのが、作業員の安全という課題である。国交省によれば、建設業における労働災害発生要因として建設機械等との接触による事故が15.1%を占めており、建設機械と作業員との共存を目指す上で、工事の効率と安全とを両立させるための解決手法の早急な開発が社会的・学術的に求められている。



図1 想定環境の一例

現在適用されている安全確保の方策として、作業員と建設機械一定距離より近づいた場合に警告を発する手法があり、多くの現場でも作業員の移動ルートと機器の動作スペースを区分して立ち入り禁止にするなど、両者の距離を広げることに着目することが多い。しかし、安全のために作業員が移動できる範囲を過剰に狭く制限することは、工事における作業効率に悪影響を与える恐れがある。工事の効率を落とさずに安全な建設機械の運用を実現するため、ある時点でどこに危険が発生するのかを知る技術が必要である。現場の状況は変化していくため、その動的な環境において起こり得る危険の予測を行う必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、動的に変化する工事現場状況に対応するため、作業員の生体データに着目した。監視カメラ等での観察では、オクルージョンの発生などの理由からカメラの位置やアングルを随時変更する必要がある場合がある。その点、作業員は動的に変化する工事現場状況に対応して動くため、作業員の生体データに着目することで動的に変化する工事現場状況への対応が可能である。よって、本研究では作業員の生体データをもとに、工事現場における危険な箇所を推定し、適応的な危険予測マップを構築することを目的とした。

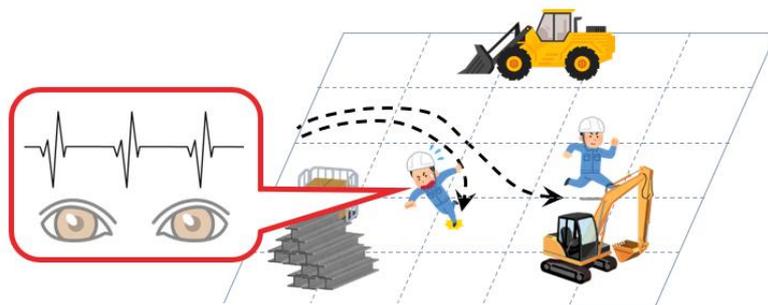


図2 研究のコンセプト

## 3. 研究の方法

本研究では、以下の段階を踏んで研究を遂行した。

### (1) 取得データの決定

生体データ観測から作業員が感じる・遭遇する危険を定量的に得るための準備検証を行った。レーザレンジファインダを配置し、歩行する人間のトラッキングが可能な屋内環境下において、心拍、発汗、手足の加速度、顔の映像などを測定した。測定結果から、作業員が感じる・遭遇する危険を得るために有効な指標として、瞬目と心拍に着目することとした。

## (2) VR 実験

実際に人間に対して危険な事象を経験させる被験者実験を繰り返すことは容易でないため、本研究ではヘッドマウントディスプレイを用いた VR 実験を行った。具体的には、実際の建設工事現場における危険事象に近い体験を被験者に与えるため、建設機械との接触に関する VR 映像を準備し、被験者を集めて VR 実験を行った。被験者がヴァーチャルな危険を体験している間、被験者の瞬目及び心拍についての計測を行った。

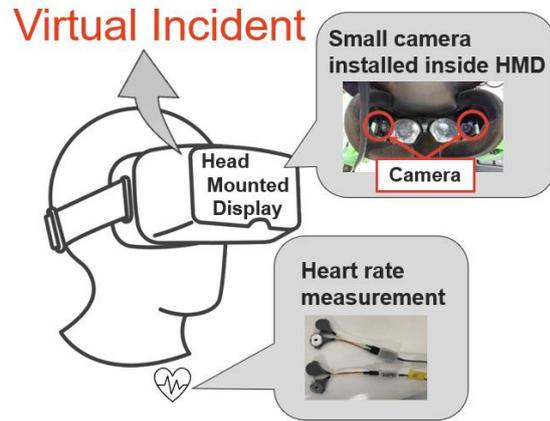


図 3 VR 実験

## (3) 歩行実験

実際に業務として作業を行っている工事現場で実験するのは困難であった為、あらかじめ転倒の危険がある場所を設定した模擬環境を設置し、その環境を歩行する人間の生体反応をモニタリングする実験を行った。人間の生体反応から危険を抽出してマップの生成を行い、実際の危険な場所との比較検証を行った

## 4. 研究成果

3. 研究の方法で示した通りの段階を踏んで研究を遂行し、提案手法の有効性を確認した。主に 3. (1), (2) までの研究成果について、2020 年ロボティクス・メカトロニクス講演会において、「VR 映像を用いた生体計測による土木・建設現場の作業員が危険を感じた場面の検出可能性の検証」、The 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction において「Incident Detection at Construction Sites via Heart-Rate and EMG Signal of Facial Muscle」、 「Investigation of Changes in Eye-Blink Rate by VR Experiment for Incident Detection at Construction Sites」と発表を行った。(3) に関しても、システムの実装と検証実験、データ解析までを行い、提案手法の有効性を確認し、国際学術論文誌への投稿準備を進めている。

本研究の成果により、動的に変化する工事現場に柔軟に対応した危険の推定を行うことが可能になると考えられ、今後加速度的に自動化、ICT 化が進むであろう工事・建設現場において、本研究の成果は安全な工事プランの策定や工事現場の構築にも寄与できる点でも意義深い。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Shunsuke Hamasaki, Mizuki Sugimoto, Ryosuke Yajima, Atsushi Yamashita, Keiji Nagatani and Hajime Asama
2. 発表標題 Investigation of Changes in Eye-Blink Rate by VR Experiment for Incident Detection at Construction Sites
3. 学会等名 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉本瑞生, 濱崎峻資, 谷島諒丞, 山川博司, 高草木薫, 永谷圭司, 山下淳, 浅間一
2. 発表標題 VR映像を用いた生体計測による土木・建設現場の作業員が危険を感じた場面の検出可能性の検証
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mizuki Sugimoto, Shunsuke Hamasaki, Ryosuke Yajima, Hiroshi Yamakawa, Kaoru Takakusaki, Keiji Nagatani, Atsushi Yamashita and Hajime Asama
2. 発表標題 Incident Detection at Construction Sites via Heart-Rate and EMG Signal of Facial Muscle
3. 学会等名 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------