



Title	Improving the safety of construction site personnel using multi-sensor data fusion
Author(s)	Chen, Tingsong
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/92958
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (陳 庭 松)

Title

Improving the safety of construction site personnel using multi-sensor data fusion
(マルチセンサデータ融合を用いた建設現場作業員の安全性向上)

Abstract of Thesis

This study focuses on targeted safety monitoring of high-risk groups on construction sites, analyzes the working status of people in special conditions such as ordinary workers and machine operators through multi-sensor data fusion, and provides safety recommendations or early warnings to prevent the occurrence of accidents. In this research, a three-step approach is introduced, through the implementation of this three-step approach, this dissertation aims to provide a comprehensive solution to safety management and hazard prevention in construction sites. It is hoped that the findings of this study will help improve the safety standards and practices in the construction industry and reduce the occurrence of accidents. The introduction of each chapter is as follows.

Chapter 1 introduces the background information about this study and names the motivation for conducting this study. In the third subsection, the research questions, previous shortcomings, and the purpose of this study are highlighted.

Chapter 2 briefly describes the directions and achievements of the research, including the first experiment-based research, such as the drawbacks and shortcomings of single-sensor research, and the second and third experiment-based research, such as the content of driver control assistance systems, and the application of mixed reality in the construction industry.

Chapter 3 proposes a worker motion recognition method based on depth cameras and IMU sensors that can maintain high motion recognition accuracy beyond the optimal depth detection distance. By combining IMU sensors with depth cameras, we can identify workers' movements more accurately and thus prevent and avoid potential safety risks in time.

Chapter 4 proposes a mixed reality-based active safety monitoring solution for operators of large machines at construction sites. By wearing HoloLens 2 and monitoring the operator's eye gaze area, head pointing area and hand movements in real-time, the operator can be alerted by auditory and visual signals in case of distraction or fatigue to avoid accidents.

Chapter 5 is an improvement and enhancement based on the content of Chapter 4. After implementing basic eye, head and hand monitoring, a series of operator movements are monitored and analyzed to further ensure the operator's status and prevent accidents. This technology allows for more comprehensive safety monitoring by monitoring specific movements such as frequent head nodding, disoriented eyes, large head bobbing and hands off the steering wheel when the operator is tired. Meanwhile, we considered the influence of indoor and outdoor environments in the experiment and used multiple random sampling in the result analysis to ensure objectivity.

Chapter 6 is the discussion chapter where the findings of the above three experiments will be briefly explained, and the results obtained will be analyzed and evaluated.

Chapter 7 is the concluding chapter, which summarizes the study, describes the significance and conclusions, discusses the limitations and shortcomings of the study, and briefly introduces future work.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (陳 庭 松)	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教授 矢吹 信喜
	副 査 教授 紀伊 雅敦
	副 査 准教授 福田 知弘

論文審査の結果の要旨

本論文は、建設現場における危険度の高い集団の安全性のモニタリングを対象とし、マルチセンサデータ融合を用いて一般作業員と建設機器の運転員などの特別な状況における作業状況を分析し、事故を未然に防ぐために安全行動の推奨やタイムリーな注意喚起を与える方法論を提示している。本研究では、3段階のアプローチを導入し、この方法を実装することにより、建設現場における安全管理と防災に対する包括的なソリューションを提供している。

第1章では、本研究の背景および動機について記述し、既往の研究において達成されていないポイントを明確化し、研究目的を記している。

第2章では、本研究の方向性と達成について短く述べている。具体的には、単一センサを用いたアプローチの欠点など第一の実験に基づく研究、運転制御支援や建設産業における複合現実感（MR）の応用など第2、第3の実験に基づく研究について記している。

第3章は、デブスカメラと慣性計測装置（IMU）センサに基づく作業員の動きを認識する方法を提案している。本方法では、目視による認識可能距離よりも精度の高い作業員の動作認識が可能である。それは、デブスカメラとIMUを同時に融合して使用しているからであり、これにより、作業員の安全性のリスクを未然に防ぐことが可能であることを示している。

第4章では、建設現場における大型建設機械の運転員のためのMRを用いた安全モニタリング手法を提案している。本方法では、作業員はHoloLens 2を装着し、作業員の目の動き、頭の方向や手の動きなどをリアルタイムに計測し、よそ見をしたり、疲労していたりすることによる事故を防止するために、聴覚と視覚によるアラートを作業員に送るものである。

第5章では、第4章の手法をさらに高度化し、作業員の眼、頭および手の動きのデータを複数の作業員を対象に集約し、どのような動きのパターンにおいて、危険な状況となるのかをより正確に予測できるようにしている。さらに、屋内と屋外の両環境の違いによる影響を評価し、複数の無作為抽出を用いて分析を実施している。

第6章では、以上の3つの実験の方法と結果について考察し、課題と改善手法などについて述べている。

第7章では、結論を述べ、今後の研究課題について記している。

以上のように、本論文は環境エネルギー工学の発展に寄与すること大である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。