

スマートフォンを用いた複数作業員に対応した遠隔地間作業指示支援システム

阪本敦哉[†] 鈴木直義[†] 湯瀬裕昭[†] 渡邊貴之[†]

静岡県立大学大学院経営情報学研究科[†]

1. はじめに

コンピュータや産業機械などの操作、物品の並べ替えなど、特定の作業を行う作業員に対して指導者が遠隔地から作業の指示を行う遠隔地間作業指示では、熟練した指導者が作業の現場まで出向く必要がないため、業務の効率化やコストの削減が可能となる。

著者らは既に、スマートフォンを用いた遠隔地間作業指示支援システム SPRInT を開発し、評価を行ってきた。システムを用いた結果、作業効率の向上が見受けられた[1][2]。これまでの著者らのシステムは単一作業員に対する作業指示のみであったが、複数作業員に対する作業指示が必要な場合も考えられる。

このような複数作業員に対して遠隔地間作業指示を行うことができるシステムとして、遠隔地にいる指導者が、作業員の装着するヘルメットに取り付けられたカメラの映像を見て指示を行うことができるシステムが既に開発されており、建築、土木等の危険を伴う仕事向けに有効に活用されている[3]。

一方、近年普及してきているスマートフォンは、カメラ、タッチパネル、ディスプレイ等の遠隔地間作業指示支援に必要である機能やセンサがコンパクトに集積されている。そのため、複数作業員に対しての遠隔地間作業指示支援のプラットフォームとしても活用が期待できる。また、スマートフォンは、日常手にする機会が多いため、スマートフォンを使用したことがあれば習熟を必要とせず、直感的にシステムを使用することが可能である。

一方で、例えば災害時にのみ使用する専用の遠隔地間作業指示支援システムである場合、いざという時に操作に戸惑う可能性があることが考えられる。

そこで本論文では、スマートフォンを用いた複数作業員に対応した遠隔地間作業指示支援システムを開発し、評価を行う。

2. 先行研究

既存の遠隔地間作業指示支援システムでは、

The Remote Instruction Supporting System Based on Smart Phones for Multiple People

Atsuya Sakamoto[†], Naoyoshi Suzuki[†], Hiroaki Yuze[†] and Takayuki Watanabe[†]

[†]Graduate School of Management and Information, University of Shizuoka

視覚情報を提示する方式に合わせて専用装置を開発したり、別々のセンサやデバイスを組み合わせたりすることで装置を実現する例が多く、誰もが手軽に利用できるシステムとはなっていない。

そこで著者らは、一般に普及しているスマートフォンをプラットフォームとした遠隔地間作業指示支援システム SPRInT(Smart Phone based Remote Instructional Training System)を開発し、評価を行ってきた。

SPRInT では作業員が撮影している映像または、撮影した静止画を指導者に送信する。それを指導者が見ることにより、作業員と指導者で視点を共有することができる。

また指導者は、送られてきた映像または画像の任意の座標を指定することにより、作業員側の画像の同一の位置にマーカを表示することができる。これにより、作業員は視覚的フィードバックを得ることが可能である。

さらに指導者は、指導に必要な静止画を5枚まで撮りためることができ、ライブモードとスチルモードを切り替えることにより、その画像を任意のタイミングで作業員に提示することが可能となっている。これにより作業員側では、作業時にスマートフォンを机の上に置いても指導箇所にもマーカが表示され続ける。

このシステムを用いて評価実験を行ったところ、作業効率の向上が確認できた。マーカを表示させることにより、作業員は視覚的フィードバックを得ることができ、指導者が発する単語数も少なくなるため作業効率が向上した。問題点として、スチルモード時に指導者が作業員の作業の様子がわからず作業がスムーズに行われない場面があった。

また、SPRInT は指導者1人に対し、作業員1人を対象としていたために、複数作業員に指示を行うことはできなかった。

3. 複数作業員への指示に対応した SPRInTx

SPRInT では作業員1人への作業指示を想定していたのに対し、SPRInTx では作業員複数人への作業指示を想定し、システムを構築する。

複数作業員に対する指示では、複数の映像を同時に見る必要があるため、SPRInTx では指導者は、スマートフォンを用いず、Web ブラウザ上で動作する Web アプリケーション (図1) を使用し、指示を行う。指導者は画面上の任意の座標をクリックすることにより、マーカを表示させることができる。

また、SPRInT では静止画の撮りためや、ライブモードとスチルモードの切り替えを指導者が行っていたのに対し、SPRInTx ではそれらの操作を作業員が行う。その理由としては、複数の作業員の画面キャプチャを指導者が行うことは負担が多いためである。また、文献[2]で問題となっていたスチルモードの際、指導者が作業員の様子がわからないという問題は、スチルモード時にも作業員の撮影している映像を送信することにより解決している。

本システムは、専用アプリケーションについては、iOS SDK4.2, Web アプリケーションについては、HTML5 及び JavaScript を用いて開発した。

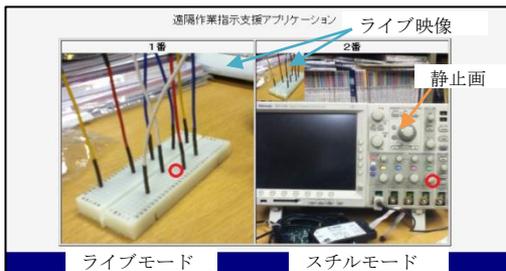


図1. Web アプリケーションを PC 上の Web ブラウザで動作させた例

4. 評価実験

本章では、SPRInTx を用い、評価実験及び考察を行う。

4.1 評価実験概要

本論文では、作業員を G1 (作業員 1 人), G2 (作業員 2 人) の 2 グループに分けて実験を行った。実験内容は、図2に示すブレッドボードに差さっているジャンパワイヤを指示された位置に差し替えるという簡単な実験である。

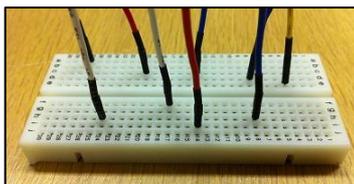


図2. 実験に用いたブレッドボードとジャンパワイヤ

本報告では、通信方式として、無線 LAN を用いて実験を行った。画像の更新間隔は秒間 2 コマとし、jpeg 画像の品質を 40% に設定した。こ

のとき、jpeg 画像のサイズは、平均約 16KB 程度であった。また、音声通話に関しては、Skype のグループ通話を用いた。

4.2 実験結果

評価実験を行った結果を以下の表1に、評価実験に際して行ったアンケートを表2に示す。

表1. 作業に要した時間(s)

グループ	G1	G2
時間	370s	407s

表2. アンケート結果

	はい	いいえ
指示された場所はわかりやすかったか	2人	1人
SPRInTx は使いやすかったか	3人	0人

実験結果より、作業員の人数が増加した場合でも G1 と G2 では大きな差は見られないことから、SPRInTx は複数作業員に対する遠隔指示も有効であると考えられる。また、アンケート結果より、どの被験者も SPRInTx を使用しやすと感じていることが分かった。しかし、細かい場所を指定する実験であったため、マーカでは指示が伝わりにくかった点もあった。

5. まとめ

本論文では、複数作業員に指示を行うことができる遠隔地間作業指示支援システム SPRInTx を開発し、実験を行った。

その結果、作業員が複数であっても、作業時間に大きな差は見られなかった。そのため、SPRInTx による複数作業員に対する遠隔作業指示は有効であるということが確認できた。また、被験者が使用しやすと感じていることから、SPRInTx の習熟は困難でないということが確認できた。

本論文では、上記のような作業実験を行ったが、このようなシステムを用いることにより、災害時等の指示にも活用できることが期待できる。

参考文献

- [1]. 阪本, 鈴木, 湯瀬, 渡邊, "カメラ及びタッチパネルを有するスマートフォンを用いた遠隔地間作業指示支援", 情報処理学会研究報告会, 2010年3月.
- [2]. 阪本, 鈴木, 湯瀬, 渡邊, "スマートフォンによる遠隔地間作業指示支援システムの実装とその評価", DICOM2010, 2010年7月.
- [3]. 谷沢製作所, "http://www.tanizawa.co.jp/"