



ステレオ遠隔作業支援システムによる 遠隔押印の研究

A Study of Remote Stamping with Stereo Remote Assist System

淀渡元貴¹⁾, 床井浩平²⁾, 大山英明³⁾, 中村壮亮⁴⁾

Motoki YODOWATARI, Kohe TOKOI, and Eimei OYAMA, Sosuke NAKAMURA

- 1) 法政大学 理工学研究科電気電子工学専攻 (〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2, motoki.yodo@gmail.com)
 2) 和歌山大学 (〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷 930, tokoi@wakayama-u.ac.jp)
 3) 産業技術総合研究所 (〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 2, eimei.oyama@aist.go.jp)
 4) 法政大学 (〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2, snakamura@hosei.ac.jp)

概要: 新型コロナ対策として多企業がテレワークを推進している。しかし、機密書類・重要書類に対する押印作業等は権限を持つ社員が出社せざるを得ないため完全なテレワーク化の障害となっている。そこで我々は、AR/MR 技術をベースとした遠隔作業支援システムに隠消(DR)技術の機能を付加することにより、情報の機密性を保持しつつ作業指示が可能な遠隔作業支援システムを提案・開発し、遠隔押印が可能であることを確認した。しかし、先行研究で開発したシステムでは、単眼カメラを用いていたため、作業者の奥行き知覚に問題があり、押印の精度には問題があった。本稿では、ステレオカメラを用いた試作システムを提案・実装した。

キーワード: 作業支援・評価、拡張・複合現実、テレプレゼンス、遠隔押印、機密情報

1. はじめに

昨今、新型コロナ対策として、多くの企業がテレワークを推進している。パーソル総合研究所によると、2020年の3月9日から15日の期間で全国の正社員2万人に対し、テレワークを実施している企業は13.2[%]であったが、緊急事態宣言後の4月10日から12日の期間でテレワークの実施率は27.9[%]となり、大幅に増加している[1, 2]。しかしながら、テレワークを行う作業には制限がある。例えば、社外との契約書等に対する押印等の作業は、現状テレワークでは困難である。出社している社員は、遠隔地にいる社員の遠隔指示に基づいて作業を行うことは可能であるが、機密情報を含むものは権限を持つ社員が出社せざるを得ないため、完全なテレワーク化の障害となっている。そこで我々は、作業者の視界から機密情報を隠蔽・消去することが可能な、Diminished Reality (DR) 機能を持つ、AR/MR ベースの遠隔作業支援システムを開発している[3-5]。このシステムを利用することにより、情報の機密性を保ちつつ、権限を持たない社員に様々な作業を行わせることが可能になる。さらに、権限を持たない社員だけでなく、外部の代理作業者に依頼して様々な作業を行うことも可能になり、テレワークのさらなる効率化が期待できる。

本稿では AR/MR 技術をベースとしたステレオ遠隔作業支援システムに、DR 技術の機能を付加し、代理作業者の感覚情報を制限しながら機密情報を保護しつつ、様々な遠隔作業を可能とする遠隔作業支援技術を提案し、試作システムによる遠隔押印実験により、その可能性を検証する。

2. 遠隔押印技術と課題

我々は、機密情報含む書類を扱う権限の無い作業者が、機密書類を扱って、押印等の作業を行うことを可能にする遠隔作業支援システムを提案・開発している。その概念図を図1に示す。ビデオシースルーHMDを装着した作業者には、図1の中央の図のような、情報隠蔽・消去処理を施して、機密情報を隠蔽・消去したカメラ画像に、押印箇所を示すCG図形を重畳したAR画像を見せる。指示者には、図1の下の図のように、そのままのカメラ画像にCG図形を重畳したAR画像を見せる。完全な画像情報を得る指示者は、書類内容を確認し、押印作業においては、印鑑の印面の向きや持ち方を確認し、マウスやペン、キーボードを使って、CG図形で書類の押印箇所を指定し、作業者の印鑑を誘導し、押印結果を確認することができる[3-5]。文献[3-5]では、スマートフォンを利用して、文書の機密性

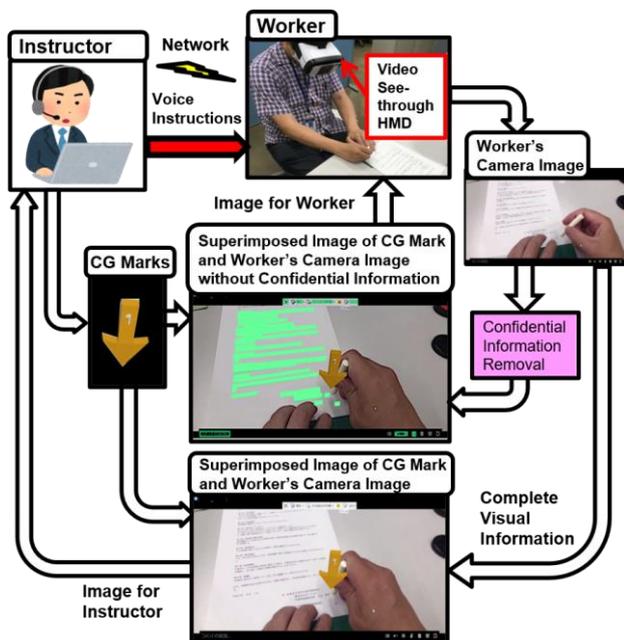


図 1: 機密情報を保護可能な遠隔作業支援システムの概念図

を保ちつつ遠隔押印が可能な試作システムを構築、報告した。評価実験では、書類の「印」に印面が重なるように遠隔押印が可能であることを確認できたが、「印」の中心から押印した面の中心へのずれは大きく、重要文書としては、少々見苦しかった。その原因の一つとして、文献[4,5]の試作システムが、スマートフォンのカメラを利用した単眼システムで有り、作業者も指示者も、正確な奥行き情報を取得することが困難であったことが推測された。

ぼかし画像により作業者の視点がぼやけるため、作業者の安全面に問題が生じる。従って画像のぼかし度合いを適切に設定する必要がある、なおかつ、作業は安全な環境で着座している状態で行わなければならない。

3. ステレオ遠隔作業支援システムによる遠隔押印

3.1 ステレオ遠隔押印システムの提案

現時点では、商用サービスとして普及していないが、ステレオカメラやデプスカメラとステレオHMDを利用して、より正確な奥行き情報を取得可能な遠隔作業支援システムの研究が進んでいる[6-9]。指示者から作業者への指示には、文献[8]等のようにハンド・ジェスチャーを用いる遠隔作業支援システムや、文献[6,7,9]のように指示者の手のCGに作業者の手を追従させるトレイグジスタンス型のシステムがある。図2にステレオカメラとステレオHMDを用いた遠隔作業支援システムの概念図を示す。

ここでは、このようなステレオ遠隔作業支援システムに、図1のようなDR技術を利用して、機密情報の保護の機能を付加する。図3にその概念図を示す。作業者は、図3の中央の図のように情報の隠蔽処理を行ったHMD画像に、押印箇所を示すCG図形を重畳したステレオAR画像を見る。指示者は、図3の中央下の図のような、作業者のステ

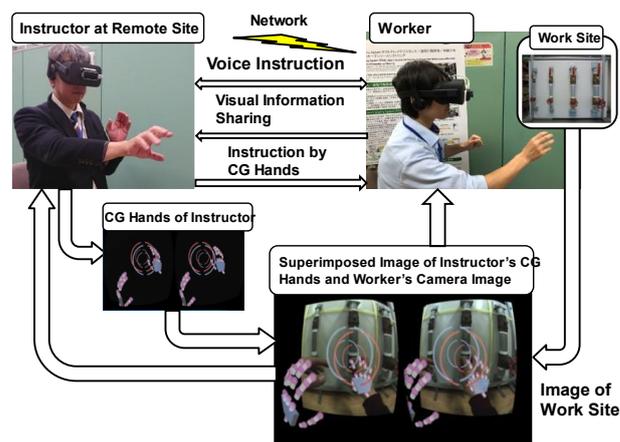


図 2: ステレオカメラとステレオHMDを用いた遠隔作業支援システムの一例

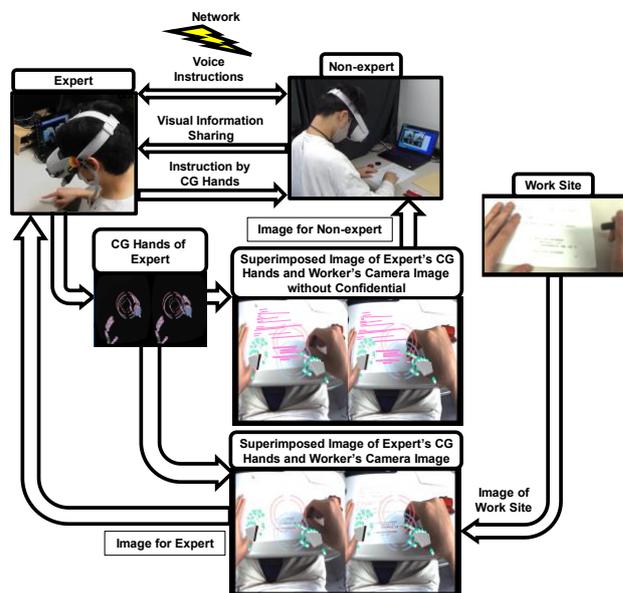


図 3: 情報隠消技術を付加した、ハンド・ジェスチャーを用いたステレオ遠隔作業支援システムの概念図

レオカメラ画像にCG図形を重畳したAR画像を見つつ、ハンド・ジェスチャーと音声による指示を行う。図3のような構成により、機密情報を保護した遠隔押印が可能となる。

3.2 試作システムの実装

提案する情報隠消技術を付加したステレオ遠隔作業支援システムによる遠隔押印の性能を評価するため、試作システムを構築した。今回は、ステレオ化による遠隔押印の精度への影響を見るため、簡単にシステムを構築できる手法の1つとして、ぼかし用フィルムをHMDのレンズと眼の間に挟み込むことで、ぼかし処理を行い、作業者が文字を読めない状態を実現している。画像処理によるぼかし処理や押印箇所を示す「印」マークや作業者の手を検出し、隠蔽・消去処理を行わない機能を持つ画像処理プログラムの開発は今後の課題である。

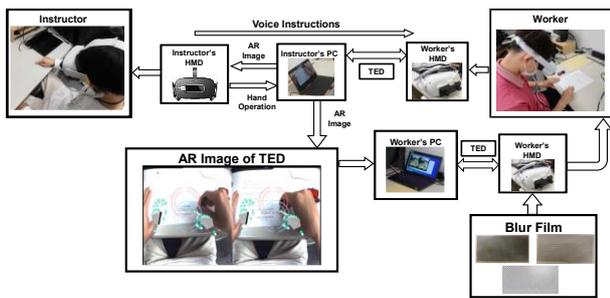


図 4: 試作システムの概要

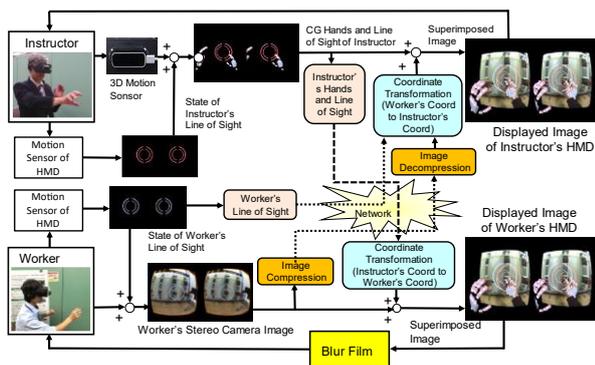


図 5: 試作システムの情報処理

図 4 に、ステレオカメラを用いた遠隔押印システムの試作システムの構成を示す。作業用者のステレオカメラとして、OVR Vision Pro を使用しており、作業用 HMD, Oculus Quest 2 の前面に取り付けている。一方、指示者用 HMD はモーションセンサの Leap Motion を前面に取り付け、指示者のハンド・ジェスチャーを取得している。指示者側 PC 及び作業用者側 PC で使用するアプリケーションは、テレグジスタンス型遠隔作業支援を実現できるオープンソースソフトウェア TED[9]を使用している。図 5 にその情報処理の概略を示す。これは、前述のテレグジスタンス型遠隔作業支援システム[6,7,9]に、フィルムによるぼかし処理を追加したものである。

無線 LAN 環境下で、非専門家のカメラから専門家の HMD までの信号遅延を、光パス・コミュニケーションズ社製の遅延測定器 DPN2011B を用いて測定した。測定を 10 回繰り返したときの平均遅延時間は 183[ms]であった。

比較のため、ステレオカメラでなく単眼カメラを用いた試作システムも構築した。単眼システムでは、指示者は、HMD を装着せず、ノート PC のディスプレイを利用する。指示者の手の動きは、頭部または胸部に装着した Leap Motion を用いて取得する。

4. 遠隔押印実験

ステレオ遠隔作業支援システムの試作システムにおいて、単眼カメラ及びステレオカメラを用いたぼかし処理を実装した際の押印の正確性及び作業時間を測定するために行う実験について述べる。ぼかし用フィルムについて、単眼カメラ及びステレオカメラの画像のぼかしの度

合いが十分近くなるようにそれぞれ作成した。フォントサイズが 11[pt]の場合で、多数の文字が確認可能な距離は、70[mm]であった。文献[4,5]と同様に、作業者が遠隔地にいる指示者の指示に従い、封筒から書類を取り出し、押印作業を行う作業から封筒に入れるまでの流れを書類の文字を見ること無く行う作業を行う予定である。

5. むすび

本研究では、AR/MR 技術をベースとしたステレオ遠隔作業支援システムに隠消技術の機能を付加した、遠隔押印システムを提案し、実装を行った。今後は人間工学実験を行い、試作システムによる押印の精度や作業時間、アンケートによる主観的評価等の調査を行う予定である。

参考文献

- [1] 総務省, 令和 2 年情報通信白書のポイント テレワークの推進,
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd123210.html>, 2021 年 1 月 20 日
- [2] パーソル総合研究所, 新型コロナによるテレワークへの影響について, 全国 2 万人規模の緊急調査結果を発表,
<https://rc.persolgroup.co.jp/news/202003230001.html>, 2021 年 1 月 20 日
- [3] 大山英明: AR/MR/DR 技術による遠隔押印の提案, VRSJ2020, 2020.
- [4] 淀渡元貴他: AR/MR/DR 技術を用いた遠隔押印に関する実験的評価, ROBOMECH2021, 2021.
- [5] E. Oyama, et. al.: Integrating AR/MR/DR Technology in Remote Seal to Maintain Confidentiality of Information, Advanced Robotics, 35:11, 704-714, 2021.
<https://doi.org/10.1080/01691864.2021.1929472>
- [6] T. Maeda, et. al., Immersive Tele-collaboration with Parasitic Humanoid: How to Assist Behavior Directly in Mutual Telepresence, ICAT2011, p. 4-9. 2011.
- [7] F. Tecchia, et. al., 3D helping hands: a gesture based MR system for remote collaboration, 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industr, p. 323-328, 2012.
- [8] J. Amores, et. al.: ShowMe: A Remote Collaboration System that Supports Immersive Gestural Communication, in: CHI 2015; 2015.
- [9] 大山他: TelExistence Display System (TED): テレグジスタンス/遠隔行動誘導/体験共有のための AR 表示オープンソースソフトウェア, SI2017, 2017.
- [10] E. Oyama, et. al.: Integrating AR/MR/DR Technology in Remote Seal to Maintain Confidentiality of Information, Advanced Robotics, (will appear).