

拡張現実を用いたリモートワーカーとオフィス在席者とのコミュニケーション 支援システムの提案

Proposal of Communication Support System Between Remote Workers and Office Workers using Augmented Reality

酒井 航太[†] 吉野 孝^{††} 呉 海元^{†††}
Kota Sakai Takashi Yoshino Haiyuan Wu

1. はじめに

現在、新型コロナウイルス感染症の流行により、多くの企業がリモートワークを導入している。リモートワークを導入することで、地震や台風、パンデミックなどの非常時でも事業を継続することやオフィススペースや紙などのオフィスコストおよび、通勤時間などの時間の削減が可能となり、ワークライフバランスの向上にもつながる^{*1}。また、厚生労働省からもリモートワークは推進されている^{*2}。

しかし、リモートワークを導入することによりデメリットも存在する。例として、労働実態を把握しづらい、社内コミュニケーションが取りづらい、リモートワークで対応しづらい業務が発生するといったものがある^{*3}。本研究では、リモートワークで対応しづらい業務に着目する。

リモートワークで対応しづらい業務が発生した場合、リモートワーカーとオフィス在席者との連携は、以下のような手順になると考えられる。

- (1) オフィスに誰が在席しているかを確認する。
- (2) オフィス在席者にチャットなどで依頼を送る。
- (3) オフィス在席者は送られてきた依頼を実行する。
- (4) オフィス在席者は依頼者に対して、依頼が完了したことを報告する。

本研究では、このうち (1) および (3) について、オフィスに誰が在席しているかの確認および、オフィス在席者が依頼を実行する際にリモートワーカーとリアルタイムでコミュニケーションを取ることができるシステムを開発し、リモートワーカーとオフィス在席者のコミュニケーションを円滑化することを目的とする。

オフィスに誰が在席しているかを確認する方法について、我々は先行研究で「プライバシーを考慮したカードレス在室管理システム」を開発した [1]。このシステムでは、深度カメラから人物の入退室画像を取得し、入退室画像から個

人再識別を行う「SHAL: 俯瞰視画像を用いた個人再識別のための特徴量記述法」[2] を利用して、ドアを通った人物の在室状況をリアルタイムで更新し、Web アプリケーションの可視化システムで室内の在席情報を一目で確認することが可能である。このシステムを利用することで、リモートワーカーは誰がオフィスに在席しているかを一目で確認することができる。

オフィス在席者とリモートワーカーのコミュニケーションの支援については、Web アプリケーション上で拡張現実を利用したシステムを開発する。Web アプリケーション上でオフィス在席者のスマートフォンなどの Web カメラの映像をリアルタイムでリモートワーカーと共有し、ペイント機能により支援する。本稿では、このオフィス在席者とリモートワーカーとのリアルタイムなコミュニケーション支援システムについて述べる。

2. 関連研究

2.1 AR・MR を用いた研究

加藤らは、スマートグラスの AR 表示による遠隔フィールド作業支援システムを開発した [3]。このシステムは、AR デバイスであるスマートグラスを用いて、遠隔地にいる指示者から現場にいる作業員へ指示を行うというものである。このシステムはスマートグラスを用いており、バッテリーの稼働時間やディスプレイの画角などのハードウェア面での制約が指摘されている。本研究とは、遠隔地にいる人が現地にいる人を支援するという点で類似しているが、日常的に利用されるスマートフォンからアクセス可能な Web アプリケーションとなっており、ハードウェア面での制約が少ないという点で異なる。

Philipp らは、MAUI: Tele-assistance for Maintenance of Cyber-physical Systems を開発した [4]。このシステムは、MR デバイスである Microsoft HoloLens を装着した現場の作業員に対して、遠隔地にいる人が PC から指示を出すことで、作業員の支援を行うというものである。このシステムは HoloLens を用いており、HoloLens の画角および HoloLens 特有のインタフェースが使いづらいという点が指摘されている。本研究とは、遠隔地にいる人が現地にいる人を支援するという点で類似しているが、日常的に利用されるスマートフォンからアクセス可能な Web アプリケーションとなっており、インタフェースに関しては Web アプリケーションの UI によって使いやすくすることが可能である点で異なる。

[†] 和歌山大学システム工学研究科, Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{††} 和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

^{†††} 和歌山大学クロスカル教育機構 データ・インテリジェンス教育研究部門, Data Intelligence Education and Research Division, Organization for Cross-Curricular and Cross-Disciplinary Education, Wakayama University

^{*1} ProFuture 株式会社/HR 総研: <https://kigyolog.com/article.php?id=361>

^{*2} 厚生労働省: https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/shigoto/telework.html

^{*3} HR 総研: <https://hr-souken.jp/research/1338/>

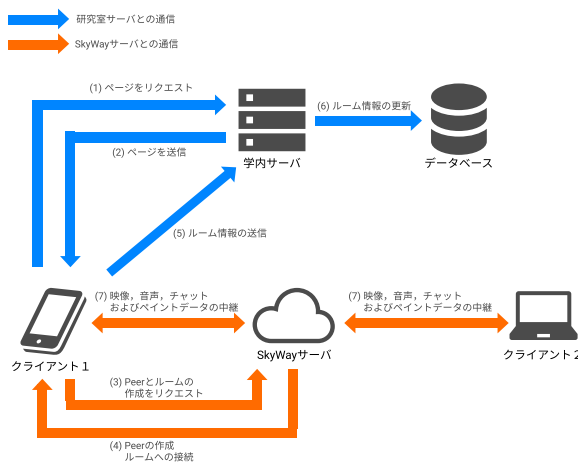


図 1: 提案システムの構成

2.2 ARを用いた遠隔作業支援システムのタイムラグについての研究

大多らは、遠隔作業支援システムにおける指導者によるAR情報の重積手法とネットワーク環境が及ぼす影響についての研究を行った[5]。この研究は、Webアプリケーションを用いた遠隔作業支援システムにおいて、遠隔地にいる指導者が送信したAR情報のタイムラグを削減するというものである。本研究とは、遠隔地にいる人が現地にいる人を支援するという点で類似しているが、大多らの研究はAR表示のタイムラグを減少させることが目的であり、本研究はリモートワーカーとオフィス在席者のコミュニケーションを円滑化することが目的である。

3. 提案システム

3.1 提案システムの概要

本システムは、Webアプリケーション上で拡張現実を利用した、オフィス在席者とリモートワーカーのリアルタイムなコミュニケーションの支援システムである。オフィス在席者はスマートフォンからWebアプリケーションへアクセスし、Webカメラ映像の共有を行う。リモートワーカーは、PCからWebアプリケーションへアクセスし、共有されたWebカメラの映像に対してペイント機能で作業の支援を行う。

支援システムを実装する際、スマートフォンのWebカメラの映像をリアルタイムでPCと共有する機能が必要である。そこで、今回はそのような機能を実現可能なSDKであるSkyWay^{*1}を利用する。SkyWay SDKはビデオ通話や音声通話を簡単に実装することが可能なマルチプラットフォームなSDKで、WebRTCに必要なとされるシグナリングサーバ、STUNサーバ、TURNサーバを提供する。SkyWayを利用した通信の際、クライアントはSkyWayサーバによって作成されるPeerを利用して通信を行う。SkyWayを利用した通信には2通りの形式があり、「電話モデル」と「ルームモデル」である。電話モデルは、あるPeerと通信相手のPeerのみによるPeer to Peerの通信モデルである。一方、ルーム

モデルは、Peerがルームに入室し、ルームに入室したすべてのPeerとの通信を行うモデルである。本システムでは、今後多人数での通信が行われることを考慮し、ルームモデルを採用する。

3.2 提案システムの構成

図1に提案システムの構成を示す。本システムは、学内サーバとの通信とSkyWayサーバとの通信で実現しており、下記の番号は図1の番号にそれぞれ対応している。

- (1) まずクライアントは学内サーバに対して、Webアプリケーションのページをリクエストする。
- (2) 学内サーバはリクエストを受信すると、クライアントへWebアプリケーションのページを送信する。
- (3) クライアントは学内サーバからWebアプリケーションのページを受信すると、SkyWayサーバに対してPeerおよびルームの作成をリクエストする。
- (4) SkyWayサーバは、クライアントからのリクエストに対してPeerおよびルームを作成し、クライアントへそれらを提供する。
- (5) クライアントはルームに接続すると、ルームの情報を学内サーバに送信する。
- (6) 学内サーバは、クライアントから受信したルームの情報を使ってルーム情報のデータベースを更新する。SkyWayサーバは、ルーム一覧を管理するAPIを提供していないため、ルーム情報は学内のデータベースで管理する。
- (7) クライアントは、ブラウザで取得したWebカメラの映像、音声、チャットおよび、その他の機能を利用するためのデータを、SkyWayサーバへ送信する。SkyWayサーバは、クライアントから受信したデータを他のクライアントへ中継する。

3.3 提案システムの機能

ここでは本システムで利用可能な機能について説明する。

3.3.1 ビデオチャット機能

図2にビデオチャットの画面を示す。まず、図2の左側の(1)ビデオチャットのスマートフォン画面について説明する。相手のカメラの映像は図2の左上(A)相手のPCのカメラ映像の場所に描画され、自分のカメラの映像は図2の左下(B)自分のスマートフォンのカメラ映像の場所に描画される。

次に、図2の右側(2)ビデオチャットのPC画面について説明する。相手のスマートフォンの映像は図2の中央(C)相手のスマートフォンのカメラ映像の場所に描画され、自分のカメラの映像は図2の右下(D)自分のPCのカメラ映像の場所に描画される。

^{*1} SkyWay : <https://webrtc.ecl.ntt.com/>



図 2: ビデオチャットの画面例



図 3: カメラ共有時の画面例

3.3.2 カメラ共有機能

図 3 にカメラ共有時の画面を示す。まず、図 3 の左側 (1) カメラ共有時のスマートフォン画面について説明する。カメラ映像の共有はスマートフォンのみから行い、共有したい場合は図 3 の左下 (A) カメラ共有ボタンを押すことで、利用するカメラを内部カメラから外部カメラへ切り替えることができる。切り替えた外部カメラの映像は、図 3 の左上 (B) 自分のスマートフォンのカメラ映像の場所に描画し、相手の PC へも送信する。また、相手の PC のカメラ映像は、図 3 の左下 (C) 相手の PC のカメラ映像の場所に描画する。

次に、図 3 の右側 (2) カメラ共有時の PC 画面について説明する。PC 画面では、相手が共有したスマートフォンの映像が図 3 の中央 (D) 相手のスマートフォンのカメラ映像の場所に描画する。また、自分の PC カメラ映像は、図 3 の右下 (E) 自分の PC のカメラ映像の場所に描画する。

3.3.3 ペイント機能

図 4 にペイント機能使用時の画面を示す。まず、図 4 の左側 (1) ペイントを描画した PC 画面について説明する。PC では、相手のスマートフォンの映像に対してペイント機能を使って図形を描画し、カメラに映った物体を指し示すことができる。使用する図形は図 4 の中央 (A) ペイントツールの選択エリアから選択できる。この図では、丸を選択している。図形を選択した状態で相手のスマートフォンの映像の上をドラッグアンドドロップすると、図 4 の左上 (B) 相手のスマートフォンの映像にペイントを描画した様子のように、スマートフォンの映像に選択した図形を描画することができる。この図形の座標と大きさの情報は、ペイントデータとして相手のスマートフォンにも送信する。

次に、図 4 の右側 (2) 受信したペイントを描画したスマートフォンの映像について述べる。スマートフォンでは、PC から送信されたペイントデータを利用して図形を描画する。描画された図形は図 4 の右上 (C) 自分のカメラ映像に、受信したペイントデータを描画した様子のように表示する。



図 4: ペイント機能使用時の画面例



図 5: テキストチャットの画面例

3.3.4 テキストチャット機能

図 5 にテキストチャット機能の画面を示す。オフィス在席者もしくはリモートワーカーが一時的に離席する場合や音声が使えないときおよび、通信環境があまりよくないときなどに、ある程度のコミュニケーションを取ることを可能にするためテキストチャット機能として導入する。

まず、図 5 の左側 (1) スマートフォンのテキストチャットについて説明する。スマートフォンでは、図 5 の左下 (A) テキストチャット表示ボタンを押すことで、テキストチャットの表示非表示を切り替えることが可能である。テキストチャット表示ボタンが押されたことにより図 5 の左上 (B) テキストチャットのようにテキストチャットを表示される。

次に、図 5 の右側 (2) PC のテキストチャットについて説明する。PC 画面では、図 5 の右上 (C) テキストチャットのように、画面に常時テキストチャットが表示されるようになっている。

3.4 提案システムの利用フロー

ここでは本システムの利用フローについて説明する。図 6 に本システムの利用の流れを示す。まずリモートワーカーが図 6 の上部 (1) 可視化システムの画面に示す席情報の可視化システムを使い、オフィス在席者を確認する。可視化システムのうち図 6 の (A) オフィス在席者のメンバボタンに示すように、緑色になっているメンバは在席していることを示す。オフィス在席者のメンバボタンを押すと、図 6 の (2) メンバメニューに示すようなメンバメニューを表示する。このメンバメニューの図 6 の (C) ビデオチャットボタンに示すボタンを押すことで、図 6 の (3) に示すビデオチャットシステムを開くことができる。

4. おわりに

本稿では、拡張現実を用いたりリモートワーカーとオフィス在席者とのコミュニケーション支援システムを提案し、その概要について述べた。今後は、提案システムの評価実験を行う。



図 6: システム利用の流れ

謝辞

本研究活動は、文部科学省による Society 5.0 実現化研究拠点支援事業 (グラント番号: JPMXP0518071489) によって行われたものである。

参考文献

- [1] 酒井航太, 吉野孝, 呉海元: プライバシーを考慮したカードレス入室管理システムの提案, 2021 年度情報処理学会第 83 回全国大会講演論文集, No.83, Vol.4, pp.157-158 (2021).
- [2] 李鵬, 呉海元: SHAL: 俯瞰視画像から個人再識別のための特徴記述法, 映像情報メディア学会誌, Vol.74, No.4, pp.719-728 (2020).
- [3] 加藤晴久, 小林達也, 辻智弘, 菅野勝, 柳原広昌: スマートグラスの AR 表示による遠隔フィールド作業支援システムの開発, 映像情報メディア学会誌, Vol.71, No.1, pp.35-43 (2017).
- [4] Philipp Fleck, Fernando Reyes-Aviles, Christian Pirchheim, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg: MAUI: Tele-assistance for Maintenance of Cyber-physical Systems, 15th International Conference on Computer Vision Theory and Applications, Vol.5, pp.800-812 (2020).
- [5] 大多和均, 佐野良樹, 長沼晶子, 古澤昌也, 湯瀬裕昭, 渡邊貴之: 遠隔作業支援システムにおける指導者による AR 情報の重積手法とネットワーク環境が及ぼす影響についての評価, 情報処理学会, 第 76 回全国大会講演論文集, No.76, Vol.1, pp.221-222 (2014).