

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：12608

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2022

課題番号：20K23321

研究課題名（和文）全天周映像を用いた半球面型遠隔通信システムの開発

研究課題名（英文）Research on telecommunication system using a hemispherical display

研究代表者

宮藤 詩緒（Miyafuji, Shio）

東京工業大学・情報理工学院・助教

研究者番号：90883497

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、半球面ディスプレイによる全天周映像表示を行う遠隔通信システムの開発を通じ、全天周映像が人間の知覚と遠隔通信に与える影響を研究した。球面・半球面ディスプレイと全天周カメラの組合せにより、既存研究の問題であった方向情報の欠如という問題解決を試みた。また、この遠隔通信システムを用い、遠隔介助者と車椅子使用者を繋ぐ、遠隔操作・コミュニケーションシステムの提案を行った。遠隔介助者は半球面ディスプレイで車椅子側の全天周映像を観察し、車椅子を操作する。このとき、遠隔の全天周映像から車椅子使用者の顔の方向をリアルタイムで検出し、観察箇所を可視化することで、操作中のコミュニケーション支援を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、半球面ディスプレイを用いることで、全天周映像中の方向情報を正しく伝達できることを証明した。また、半球面ディスプレイでの遠隔地表示、球面ディスプレイでの遠隔者表示を組み合わせ、遠隔車椅子介助システムを提案、実装した。このシステムにより、介助者が遠隔にいても車椅子使用者のコミュニケーション支援や操作介助を行うことが可能となった。このシステムが車椅子使用者のコミュニケーションに対する心理的負担の軽減に貢献することを車椅子使用者、介助者へのインタビューから検証した。

研究成果の概要（英文）：This study investigates the influence of omnidirectional video on human perception and telecommunications through the development of a telecommunication system that displays omnidirectional video using a hemispheric display. By combining a spherical/hemispherical display and an omnidirectional camera, this research attempted to solve the problem of lack of directional information, which has been a problem in existing research. This research also proposed a teleoperation and communication system that connects a telecaregiver and a wheelchair user using this telecommunication system. The remote caregiver observes the omnidirectional surround image of the wheelchair on a hemispheric display and operates the wheelchair. The remote caregiver can visualize the observed point by detecting the direction of the wheelchair user's face in real time from the remote omnidirectional surround image, thereby supporting communication during operation.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：球面ディスプレイ 全天周映像 遠隔コミュニケーション 遠隔操作 車椅子

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年の働き方の変化や交流方法の変化から、遠隔通信の需要が高まっている。また、通信の発展から、高解像度の超広角のカメラによる撮影を行なった通信を行うことも可能となり、周囲 360 度の全天周を撮影可能な全天周カメラを用いた遠隔通信も出現している。しかし、既存の平面ディスプレイで全天周映像を表示する手法では、画像の歪みが顕著となる問題と方向情報の理解が困難であり、全天周映像を有効に表示できていないという問題点がある。そこで本研究では、これらの問題を克服し方向情報が保たれたまま全天周映像全体を俯瞰することの可能なディスプレイとして、球面を用いた半球面ディスプレイと全天周カメラを組み合わせた遠隔通信システムを作成する。このシステムを用いて、現実と一致した方向情報を含む全天周映像表示を行なうことで、全天周映像による人間の視野拡張が、遠隔通信が個人の知覚や複数人の行動にどのような影響を及ぼすか研究を行う。

### 2. 研究の目的

研究の目的は、全天周映像を用いた遠隔通信への応用を目標に、方向情報を保ったまま全天周映像全体を俯瞰することのできる、全天周映像提示ディスプレイとインターフェースの実現である。

### 3. 研究の方法

本研究では目的達成のため、半球面ディスプレイと全天周カメラを用いたシステムを提案する。本研究では、以下の 2 段階で研究を進める。半球面ディスプレイへの全天周カメラの組込。ポインティング指示や視線方向の表示による遠隔作業支援。



### 4. 研究成果

本研究では、半球面ディスプレイによる全天周映像表示を行う遠隔通信システムの開発を通し、全天周映像が人間の知覚と遠隔通信に与える影響を研究した。この遠隔通信システムを用い、遠隔介助者と車椅子使用者を繋ぐ、遠隔操作・コミュニケーションシステムの提案を行った。遠隔介助者は半球面ディスプレイで車椅子側の全天周映像を観察し、車椅子を操作する。このとき、遠隔の全天周映像から車椅子使用者の顔の方向をリアルタイムで検出し、観察箇所を可視化することで、操作中のコミュニケーション支援を行った。

図 1. 全天周カメラの組込みを行った半球面ディスプレイ

半球面ディスプレイへの全天周カメラの組込：

半球面ディスプレイでは、全天周画像が実際の方向情報を保ったまま半球面スクリーンに投影される。スクリーンは裏表で同じ画像を映し出すため、ディスプレイを斜め上から観察すると、ユーザは図 1 のような半球面ディスプレイの外側面と内側面の両面を一度に観察可能となり、方向情報を保ったまま全周囲の様子を観察することが可能となる。また、ユーザがディスプレイを真上から観察することで、全天周画像全体を観察することも可能である。また、内側面のみに集中して斜め上からの観察をすれば、一人称視点と同じ観察も可能であるため、ユーザが必要とした観察方法を選び自由に観察方法を変更することが可能となる。本研究では、全天周映像内に映し出された人物が映像中のどの方向を注視しているか、全天周映像から判別する実験を行った。全天周映像を表示するシステムとして、本研究が提案する半球面ディスプレイと平面ディスプレイを比較したところ、半球面ディスプレイは平面ディスプレイに比べて上下方向の情報をより正確に伝達可能であることがわかった。



図 2．半球面を用いた遠隔車椅子介助システム．車椅子上の球面ディスプレイと遠隔介助者の半球面ディスプレイに相互の全天周カメラ映像を表示し，遠隔操作・遠隔コミュニケーション支援を行う．

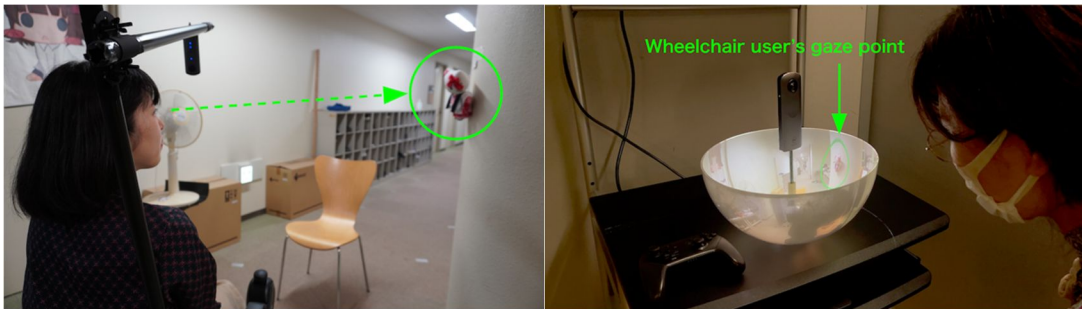


図 3．（左）車椅子上の全天周カメラから車椅子使用者の顔の向きを推定．（右）遠隔介助者の

ディスプレイに車椅子上の全天周映像と車椅子使用者の注視点情報を表示

ポインティング指示や視線方向の表示による遠隔作業支援：

半球面ディスプレイに組込まれた全天周カメラの全天周映像から，ユーザのジェスチャや視線方向を推定し，通信相手への注目地点の表示や，ディスプレイの操作のインタラクションを付与することで，図 2 に示す遠隔作業支援を行った．ジェスチャの推定として指差し推定を行う．指差し操作では，全天周映像から画像処理により指の位置を推定し，指差しを行なった場所を遠隔者のディスプレイ上に提示する．また，視線方向の推定には深層学習を用いる．また，図 3 に示すように，全天周映像上のユーザの画像と視線先のディスプレイ上の表示を学習させることでユーザの注目地点を推定する．また，遠隔地の話者の顔の向きや視線をディスプレイ観測者が認知できるか，どの角度までの正確性を保てるか，被験者実験による検証を行った．

以上より本研究では，半球面ディスプレイを用いることで全天周映像中の方向情報を正しく伝達できることを証明した．また，半球面ディスプレイでの遠隔地表示，球面ディスプレイでの遠隔者表示を組み合わせ，遠隔車椅子介助システムを提案，実装した．このシステムにより，介助者が遠隔にいても車椅子使用者のコミュニケーション支援や操作介助を行うことが可能となった．このシステムが車椅子使用者のコミュニケーションに対する心理的負担の軽減に貢献することを車椅子使用者，介助者へのインタビューから検証した．

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 Luna Takagi, Shio Miyafuji, Jefferson Pardomuan, and Hideki Koike
2. 発表標題 LUNAChair: Remote Wheelchair System Linking Users to Nearby People and Assistants
3. 学会等名 Augmented Humans International Conference 2023 (AHs '23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Luna Takagi, Shio Miyafuji, Jefferson Pardomuan, and Hideki Koike
2. 発表標題 LUNAChair: Remote Wheelchair System that Links Up a Remote Caregiver and Wheelchair Surroundings
3. 学会等名 User Interface Software and Technology (UIST '22 Adjunct) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高木瑠名, 宮藤詩緒, ジェフェルソンパルドムアン, 小池英樹
2. 発表標題 車椅子使用者を周囲の人と遠隔介助者に繋ぐ遠隔車椅子システム
3. 学会等名 WISS 2022: 第30回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ
4. 発表年 2022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
---------	---------