

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：38001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00292

研究課題名(和文) ジェスチャ操作型ロボットを用いた身体性の拡張による生活支援

研究課題名(英文) Livelihood activities supported by embodiment expansion based on gesture operated robots

研究代表者

小渡 悟 (ODO, SATORU)

沖縄国際大学・産業情報学部・准教授

研究者番号：90369207

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：カメラ搭載型移動ロボット(小型ヘリコプタ、地上走行型ロボット)とヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用い、視覚と触覚の拡張を行うシステムを構築した。HMDにより、以下の2種類の形式がある。(1)透過型デバイス：室内の環境情報、ならびに、生活家電の操作リモコンをAR技術により提示することで視覚情報の拡張を行った。(2)非透過型デバイス：ロボットからの映像をもとに、ユーザの頭部の動きに合わせた映像を提示することで臨場感が得られた。両システムともにジェスチャ認識により制御することができ、触覚提示装置により対象物に触れた感覚も提示することができた。これより、提案システムが実現できた。

研究成果の概要(英文)：A system came into place to extend vision and tactile sense using a camera mounted mobile robot (a small helicopter, ground-running robot) and a head mounted display (HMD). There are two kinds of formats by HMD as follows: (1) A transparent-type device: Presentation of indoor environmental information and remote operation of home electronics by AR technology enabled to realize the expansion of the visual information. (2) A non-transparent type device: The images from the robot were successful to offer a sense of realism, making it possible to present images in line with users' head movement. Both systems were together controllable by gesture recognition and were also able to express the sense of touching an object by using a tactile sense presentation device. This has made it possible to realize the proposed system.

研究分野：情報工学

キーワード：ジェスチャ操作 遠隔制御 生活支援 IoT 拡張現実

1. 研究開始当初の背景

インターネットとロボットサービスの融合が進んだことで、ロボットを遠隔操作する研究が数多く提案されている。近年、特にマイクロプロセッサやGPS、慣性センサなどの小型化・高性能化により小型の無人飛行ロボット(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)が可能となったことで、航空測量の自動化、災害時の危機管理・監視などの用途において盛んに研究が進められている。

ユーザが遠隔地にあるロボットを介してあたかもその場にいるかのように感じながら操作を行う技術体系としてテレグジスタンスがある。多くの場合、臨場感を高めるためにユーザの身体操作とロボットの動作が直感的に対応することが望ましいことから人型ロボットが用いられることが多い。そのため、人型の身体形状を保つことが難しいような場所では、このようなシステムの活用が難しい場合があった。

(a) UAV

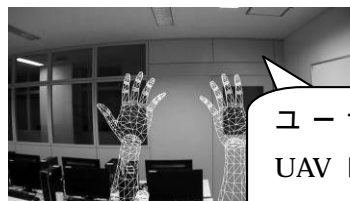


(b) HMD 映像



画像解析により人物検知。
ユーザに注意を促す

(c) HMD 映像



ユーザの手(CG)を
UAV映像に合成して
HMDに提示

(d) HMD 装着ユーザ



HMD

ジェスチャ操作により UAV を制御

モーションセンサ

図1 ジェスチャによる小型飛行ロボットの制御 (a)~(d))

申請者は遠隔地のロボットにユーザの身体を投影するのではなく、ユーザの目や手の拡張と捉え、UAVを用いて身体性を拡張したものとしてきた。UAVを仮想的な体の一部とし、ユーザが飛翔している感覚や手を伸ばして操作をする感覚を提示するシステムを構築した。これより、図1に示すようなUAVをユーザの自然な動きで制御を行うシステムの提案、また、ユーザをサポートするという点から自律制御とユーザの操作を組み合わせたシステムの提案を行ってきた。

UAVを用いた研究では外界の計測・認識として地物計測、海難救助や被害観測における捜索支援などUAVの三次元空間での高い移動性を活かした情報収集などのシステムが数多く提案されている。しかし、UAVの特性上、荷物の搬送となると機器の大型化に繋がり、屋内で使用する場合に支障をきたす。

そこで本申請研究では、まず屋内の状況、ならびに、生活家電を拡張した目(UAV映像)で確認できる基本システムを構築する。生活家電はリモコン操作が可能、もしくは、ホームネットワークに接続された機器を対象とする。UAV映像は必要に応じてARにより情報を重ねて提示し、生活家電に関してはARで表現された仮想リモコン操作することでネットワークを経由して制御を行う。また、実際に手元に搬送してもらいたい物品に関しては屋内天井に設置したパン・チルト・ズームカメラからの情報と地上走行ロボットからの情報をもとに行うシステムを構築することを目指した。

2. 研究の目的

ジェスチャ操作型カメラ搭載小型ヘリコプタ(UAV)とヘッドマウントディスプレイ(HMD)を組み合わせARにより情報を重ねられた映像をもとに室内の状況確認、ならびに、生活家電の制御を行う。また、地上走行型ロボットと組み合わせることで、必要な生活用品を搬送することができる生活支援システムを構築することを目指した。

3. 研究の方法

平成27年度はUAVのジェスチャによる安定制御、ならびに、カメラ映像からの生活家電、生活用品を中心とした一般物体識別の精度向上について改善を行う。平成28年度以降は、生活家電、生活用品を中心とした一般物体識別の精度の検証を行い、UAVの制御システムを完成させる。引き続き、ネットワークを経由した生活家電の制御、地上走行ロボットの安定走行のための環境認識、地上走行ロボットの自己位置推定を行い、最終的なシステムの完成を目指す。

4. 研究成果

(1) 検討項目

ジェスチャ操作型ロボットを用いた身体性の拡張による生活支援を目的として、以下

のことを検討した。

：ジェスチャ操作型カメラ搭載小型ヘリコプタ (UAV) とヘッドマウントディスプレイ (HMD) を組合せ, AR により情報を重畳した映像 (UAV 映像) をもとに室内の状況確認と生活家電の制御。

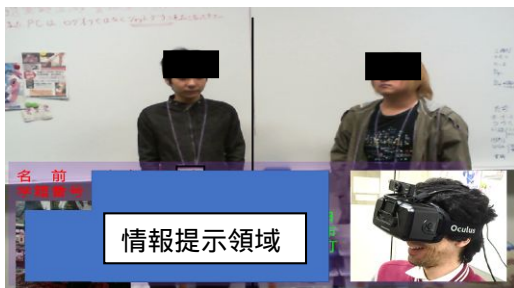
：地上走行型ロボットと組合せることで, 必要な生活用品を搬送することができる生活支援システムの構築

(2) 平成 27 年度研究成果

平成 27 年度は上記(1)- の項目について検討を行い, 室内の状況確認, 生活家電の識別に必要な画像からの一般物体識別の精度向上ならびに, AR による情報インタフェースを構築した。一般物体識別の精度向上には学習済みネットワーク (Pre-trained network) を用いた CNN (Convolutional Neural Network; 畳み込みニューラルネットワーク) により特徴量を抽出し, SVM (Support Vector Machine) により識別を行うことで実現した。AR による情報提示インタフェースについては, 図 2-a の透過型デバイス (Moverio BT-200) によるシステム, 図 2-b の非透過型デバイス (Oculus Rift DK2) にて検討を行った。映像入力は透過型デバイスでは内蔵のカメラ, 非透過型デバイスでは新たに広角カメラを装着することで行った。両システムともカメラからの映像をリアルタイムで識別することで状況に合わせた情報提示を行うことを実現した。また赤外線リモコンと組み合わせることで, AR により表示された仮想リモコンを操作することで制御対象の操作を実現した。



(a) 透過型デバイス



(b) 非透過型デバイス + 広角カメラ

図 2 情報提示システム

(3) 平成 28 年度研究成果

平成 27 年度では(1)- の項目を中心に検討を行い, 室内における家電機器をユーザが直感的に操作できるシステムを構築した。要素技術の有効性を確認できたことから平成 28 年度は以下の事項を検討した。

触覚デバイスによる触覚の提示: 触覚デバイス (Unlimited Hand) を使用し, 操作対象に触れている感覚を再現した。また, 触覚を提示できることから, 入力が必要な場面においてユーザに刺激を提示 (入力を促すため) するシステムを構築した (図 3)。

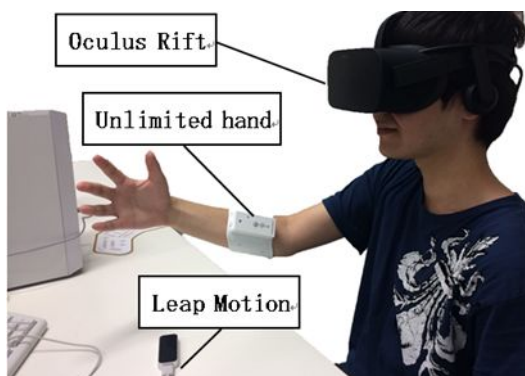


図 3

全天球映像による没入感の強調: RICOH THETA S, ならびに, Raspberry Pi ベースのパノラマカメラシステムを移動体に装着した状態で撮影し, HMD を装着した仮想空間内に提示することで没入感のある空間を作り出すことができた。

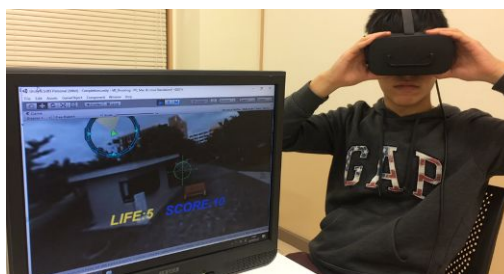


図 4

地上走行型ロボットのジェスチャによる操作: 上記(2)- と Raspberry Pi をベースとした走行体をジェスチャ操作可能なシステムを構築した。

(4) 平成 29 年度研究成果

平成 27 年度では室内における家電機器をユーザが直感的に操作できるシステムを構築した。平成 28 年度では, 触覚デバイスによる触覚の提示により「操作対象に触れている感覚の再現」「操作タイミングのサポート」, 全天球映像を用いた没入感のある空間の提示, 地上走行型ロボットのジェスチャによる制御の 3 つのシステムを構築した。

平成 29 年度は上記の(1)-, (1)- に関して次の事項を検討した。

：(1a)小型マイコンボード (Raspberry Pi 3) とスマートスピーカ (Google Home), ならびに, 各種センサを用いた簡易家電制御と遠隔見守りシステムを構築した。通常のスマートホームの機能に加え, 環境センシング, 映像による顔認識, 感情推定を組み込むことで遠隔からの見守りを支援することが実現できた。

(1b)小型ヘリコプタ (AR.Drone 2.0) をネットワーク経由で制御するシステムを構築した。

：地上走行型ロボットに搬送物を搭載するためのロボットハンド

(Dobot Magician) について検討を行った。ロボットハンドとカメラを組み合わせることで対象物を自動でピックアップできるシステムを構築した。

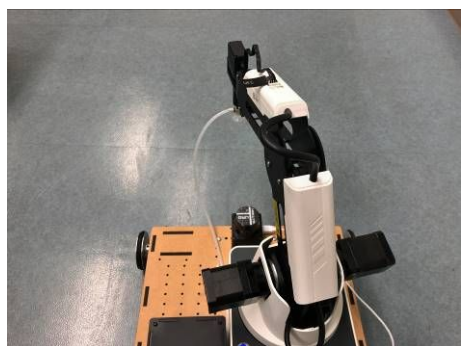


図5 ロボットハンド搭載地上走行型ロボット

(5) 最終成果

カメラ搭載型移動ロボット (小型ヘリコプタ (UAV), 地上走行型ロボット) とヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用い, 視覚と触覚の拡張を行うシステムを構築した。

HMD により, 以下の2種類の形式がある。

透過型デバイス (Moverio, HoloLens) 室内の環境情報 (湿度, 温度, 気圧), ならびに, 生活家電の操作リモコンを AR 技術により提示することで視覚情報の拡張を行った。

デバイスのカメラ映像を用いて手の動作を識別することにより生活家電を制御することができた。

非透過型デバイス (Oculus, Vive) カメラ搭載型移動ロボットから 360 度撮影の映像を提示した。

ユーザの頭部の動きに合わせた映像が提示されることで, その場にいるかのような臨場感が得られた。地上走行型ロボットの操作は, モーションセンサ (Leap Motion) を用いて手の動きを計測し, ジェスチャ操作により行った。また, 走行型ロボットのロボットハンドを用いることで対象物を移動させることができた。

の共通の機能として触覚提示装置 (Unlimited Hand) を用いることで, スイッチ操作時, 対象物に触れた時の感覚を提示することができた。

これより, ジェスチャ操作型ロボットを用いた身体性の拡張による生活支援システムが実現できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

小渡 悟, 環境センシングに基づく情報家電の遠隔制御と遠隔見守りシステムの構築, 産業情報論集, 査読なし, 第2巻, 2018 (印刷中)

〔学会発表〕(計16件)

新里 健, 仲川 龍, 小渡 悟, 環境センシングに基づく簡易家電制御と遠隔見守りシステムの提案, 電気学会九州支部沖縄支所, 2017

新里 健, 小渡 悟, 臨場感・存在感の向上を目指した VR アバターシステムの構築, 電気学会九州支部沖縄支所, 2017
上地 祐汰, 小渡 悟, 拡張現実と疑似触覚を用いた直感的にモデリング可能なシステムの構築, 電子情報通信学会, 2017

清田 光, 小渡 悟, バーチャルキャラクターとのコミュニケーションについての研究, 電子情報通信学会, 2016

小渡 悟, 深層学習による物体認識と拡張現実感インタフェースによる家電制御, 電気学会九州支部沖縄支所, 2015

〔図書〕(計1件)

小渡 悟 他, 泉文堂, 沖縄の観光・環境・情報産業の新展開, 2015, 283 (243-255)

〔その他〕

(1) Web ページ

小渡悟研究室

<http://www.okiu.ac.jp/teacher/sodo>

ゼミ紹介

<http://www.okiu.ac.jp/sanjyo/zemi/odo.html>

専任教員一覧

<http://www.okiu.ac.jp/academic/teacher/>

(2) ラジオ講座

番組名: 沖国大ラジオ講座 ~ 万国津梁を目指

して

第9回「バーチャルリアリティの世界へようこそ(前編)」(2017年11月29日放送)

第10回「バーチャルリアリティの世界へようこそ(後編)」(2017年12月6日放送)

(3) フォーラム

沖縄-東アジア ICT 連携フォーラム (O-FEAL) ウェルカムレセプション(2018年3月5日開催)

沖縄国際大学小渡研究室による研究紹介

(4) パネリスト

総務省「若年層に対するプログラミング教育の普及推進」事業 成果発表会(沖縄エリア)・教育関係者によるパネルディスカッション(2018年1月12日開催)

沖縄国際大学産業総合研究所 第26回フォーラム「沖縄型グローバル人材の育成」・パネルディスカッション(2017年11月11日開催)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小渡 悟 (ODO, Satoru)

沖縄国際大学・産業情報学部・准教授

研究者番号: 90369207