

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 8 月 30 日現在

機関番号：25403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350666

研究課題名(和文)実世界とPCの両者にアクセス可能なハンズフリーインタフェース

研究課題名(英文)A hands free interface that can access both real world and PC world

研究代表者

岩城 敏(iwaki, satoshi)

広島市立大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：00453209

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：生活・介護支援ロボットへの応用を念頭に、PC内アイコンと実物体両者へアクセス可能なインタフェースを開発した。頭部動作でパンチルトアクチュエータ上に搭載されたレーザーポインタの方向を制御することで実物体ポインティングするシステムを開発した。さらに、TOF(Time Of Flight)型レーザーセンサを用いて、実物体を「クリック(3D位置測定)」、「ドラッグアンドドロップ」する方式を開発した。最後に、PC画面上レーザースポット位置に人工的なマーカを重畳表示することで、その視認性を改善する方式を開発した。以上3つの方式に対して、複数被験者による性能評価実験を行った結果、提案手法の有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：With an application to a living support robot in mind, we developed an interface that allows access to both PC icons and real objects. We developed a system to point any real object by controlling the direction of a laser pointer mounted on a pan tilt actuator by user's head movement. In addition, we developed a method of "clicking (3D position measurement)", "dragging and dropping" real objects using a TOF (Time Of Flight) type laser sensor. Finally, we developed a method to improve its visibility by superimposing and displaying artificial markers around the laser spot on the PC screen. As a result of performance evaluation experiments by multiple subjects for the above three methods, the effectiveness of the proposed method was confirmed.

研究分野：ロボティクス

キーワード：インタフェース 実世界 レーザポインタ レーザ距離センサ 支援ロボット

### 1. 研究開始当初の背景

超高齢社会を迎える我国では、運動弱者や身体障害者の支援、特に寝たきり患者の介護が深刻な社会問題となっている。近い将来には、介護者の仕事の内ごく単純な作業に関しては、介護支援ロボットに代替させることが期待されている。寝たきり患者は、周りに実在する医療機器・家電・生活用品・食料品等に囲まれて生きており、その中で自分の興味のある実物体を介護者（そして将来は介護支援ロボット）に的確に伝えることが生命活動を維持する上で必須である。一方でPC（パソコン）やスマートフォンはインターネットすなわちサイバー空間への入り口であり、彼らの精神活動範囲を無限に広げる意味で重要な意味を持つ。本研究では、これらの実空間（実物体）とサイバー空間（PC）の両者に境目無くアクセス可能なハンズフリーインタフェース方式を研究し、これを介護者や介護支援ロボットへの意思伝達手法に応用する。

### 2. 研究の目的

PC操作と実世界物体へのアクセスをシームレスに行うためのインタフェース技術の研究する。すなわち、実世界の実物体とPC内のアイコンとを区別なく同様な操作で扱えるようなインタフェースを実現する（図1）。具体的には、PCマウスで行われるクリック・ドラッグ&ドロップ等のGUI操作を実世界へ拡張し、PCアイコンと実物体とを相互に関連づけることが可能なインタフェースを実現する。本技術を、介護者や介護支援ロボットへの操作意思伝達用インタフェースに応用する。

### 3. 研究の方法

研究計画当初は、頭部動作によるハンズフリーインタフェースを主眼に進めてきたが、4年間の研究の進展に伴い、より応用範囲が広く普遍性のある技術へと進化させることができた。この期間に共通する本研究の技術ポイントは以下のように整理できる。

#### ①システム構成

実物体の特定にレーザポインタを使うこと。そして、それを直接手で持つのではなく、パンチルトアクチュエータに搭載して、その2つの角度を人間が調整するという2段階の操作によるシステム構成。

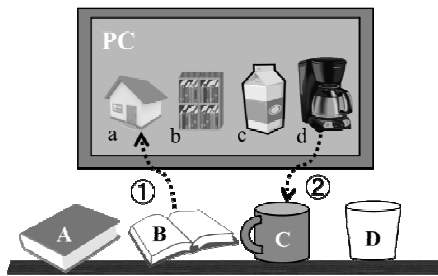


Fig.1 Conceptual image of seamless drag-and-drop operations between PC and real world

#### ②シームレスインタフェース

PCディスプレイ内に存在するオブジェクト（アイコン）と実世界に存在する実オブジェクトとを、境目なく取り扱うことで、両者に跨る操作命令を柔軟に表現する考え方。

この2つを基軸として、本研究では下記のように技術が展開・進化して行った。

- (1) PCと実世界両者にアクセス可能な頭部動作型ポインティング方式
- (2) 実世界クリック方式への拡張とロボット動作教示への応用
- (3) 実世界クリッカーシステムの性能向上

### 4. 研究成果

上記の展開の順に、それぞれの研究成果概要を以下に示す。

- (1) PCと実世界両者にアクセス可能な頭部動作型ポインティング方式(下記雑誌論文3)

上肢運動機能が衰えた人の意思表示支援装置への応用を念頭に、PC内オブジェクトおよび実物体両者へのポインティングをシームレスに実現するハンズフリーインタフェースを開発した（図2）。

これまで筆者らが開発してきたPC用頭部動作インタフェース「枕インタフェース」でGUI操作すると共に、その信号を使ってユーザ頭部付近に設置したパンチルトアクチュエータに搭載されたレーザポインタの方向を制御する。カーソルがPC画面の端まで到達した瞬間、あたかもそのカーソルが実世界にそのまま飛び出すかのようにレーザポインタを時間的・空間的に連続照射する。原理

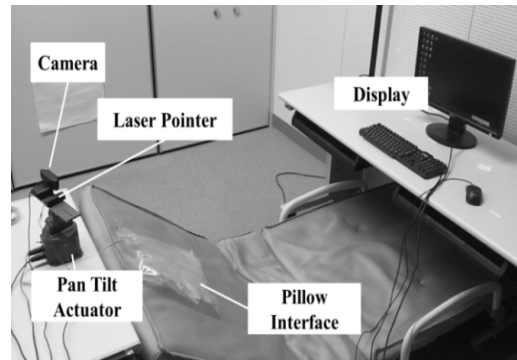


Fig. 2 An overview of the experimental system

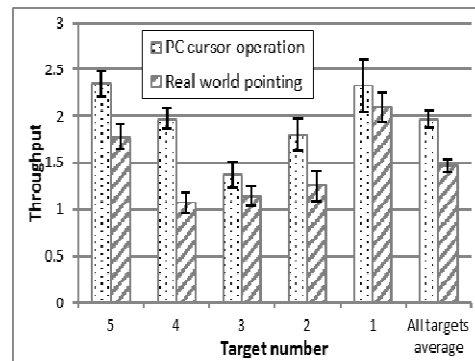


Fig. 3 Experimental results example

確認用実験システムを構築し提案方式の基本的妥当性を確認した。また、PC内アイコンと実物体両者のポインティング性能比較評価実験を Throughput を用いて実施したところ、後者は前者と比べて、75%程度の操作性を有することが分かった (図3)。

(2) 実世界クリック方式への拡張とロボット動作教示への応用(下記雑誌論文2)

上記(1)で使用したレーザポインタの代わりに、TOF (Time Of Flight) 型レーザセンサをパンチルトアクチュエータに搭載することで、ロボットに操作させたい実物体を「クリック」することを可能にした (図4)。実物体をクリックすることで、レーザ長とパンチルトアクチュエータ角度計測により、実物体の3次元位置が得られる。この技術により、実物体とPC内のアイコンとを相互に関係づけるドラッグアンドドロップが実現され、これにより様々なロボットへの命令が生成される。またユーザはレーザセンサ近傍に設置されたカメラ画像を通して部屋全体を見回すことができる (図5)。提案したインタフェース実験装置を構築し、スループットと測定精度の観点から、そのユーザビリティと操作能力を評価した。最後に、多自由度アームを搭載した移動ロボットを用いて物体搬送タスクを行わせることで、提案手法の有効性を確認した。

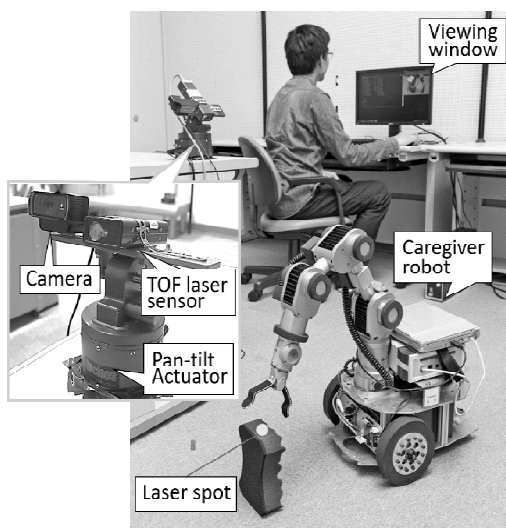


Fig.4 An overview of the real world clicking system

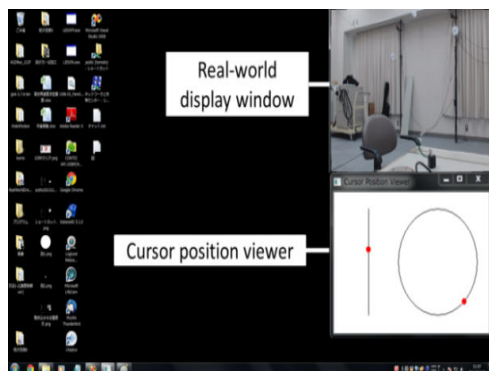


Fig.5 Real world viewing window

(3) 実世界クリッカーシステムの性能向上 (下記雑誌論文1)

上記(2)で開発した実世界クリッカーにおけるレーザスポットは、近くの物体は肉眼で目視し、遠くの物体はレーザセンサ近傍に設置されたカメラ映像 (覗き込みウィンドウと呼ぶ) を通して確認できる。これにより、ユーザの背後含め部屋全域の実物体にアクセスすることが出来る。しかし、このシステムでは、部屋の明るさ・実物体色・距離等によっては、レーザスポットが見辛くなり「クリック」が困難という実用上の問題点があった。そこで、覗き込みウィンドウ内のレーザスポット位置を目立たせるようにマーカを重畳表示し視認性を改善することでクリック性能を向上させることを試みた (図6)。具体的には、レーザセンサによる正確な距離計測と、カメラパラメータの実験的同定に基づくレーザスポット位置計測法 (図7) を提案し、これを用いて複数被験者によるポインティング性能評価実験を行った結果、提案手法の有効性を確認した。



Fig.6 Image example of our proposed laser spot marker

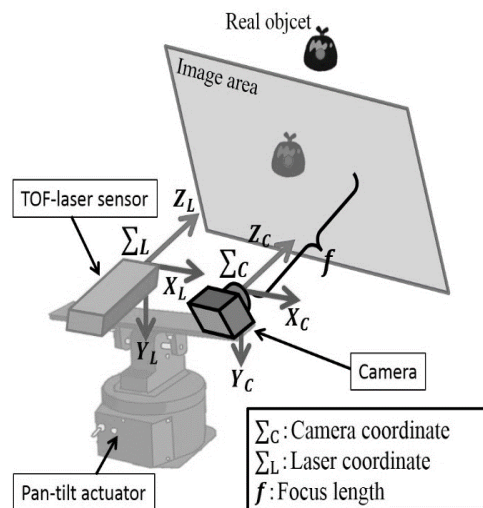


Fig.7 Configuration of Laser sensor and Camera

5. 主な発表論文等 (研究代表者は下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

1. 佐藤 健次郎, 日高 雄太, 岩城 敏, 池田 徹志, TOF 型レーザセンサとパンチルトアクチュエータを用いた実世界クリッカーシステムのポインティング性能向上ー覗き込みウィンドウ内レーザスポット位置計測法の提案と評価ー, 計測自動学会論文集, 54/ 2, pp. 290-297, 2018/02 (査読有り)

2. 安孫子優紀, 日高雄太, 佐藤健次郎, 岩城敏, 池田徹志, “TOF 型レーザセンサとバンチルトアクチュエータを用いた実世界クリック方式の提案と生活支援ロボット動作教示への応用”, 計測自動制御学会論文集, 52/ 11, pp.614-624, 2016/11 (査読有り)
3. 安孫子 優紀, 日高 雄太, 岩城敏, “PC と実世界両者にアクセス可能な頭部動作型ポインティングシステムの提案とその基本動作確認実験”, 計測自動制御学会論文集, 52/ 2, pp. 77-85, 2016/02 (査読有り)

〔学会発表〕 (国際会議 計 6 件)

1. S. Iwaki, “Active air pillow as an IoT device”, 2017 International Conference for Top and Emerging Computer Scientists (IC-TECS 2017), 2017/12 (Invited)
2. Sato, Iwaki, et al., “A Teaching Method for a Life-surpport Robot by Real-world Click - Proposal of Real Object Position Management Database -”, The 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2016), WeCI2.4, 2016/10/12
3. Hidaka, Iwaki, et al., “A Nursing Support System For Connecting PCs With The Real World -A Real-World Cursor-”, Proc. of HNICEM 2015, 2015/12
4. Iwaki, et al., “Drag-and-drop Interface Between Real and PC World for Teaching a Caregiver-robot”, CENTRIC2015, 2015/11
5. Abiko, Iwaki, et al., “Linkage of Virtual Object and Physical Object for Teaching to Caregiver-Robot”, the 24th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2014), 2014/12
6. Nakasako, Iwaki, et al., “Hands-free interface for seamless pointing between physical and virtual objects”, 2014 World Automation Congress (WAC), 2014/08 (Jamshidi & Madni Award)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 2 件)

名称：インタフェース装置

発明者：岩城ほか

権利者：広島市立大学

種類：特願

番号：2013-114670

出願年月日：2013/05/13

国内外の別：国内

名称：飛行物体の誘導位置決め装置および方法

発明者：岩城ほか

権利者：ACSL

種類：特願

番号：2016-141247

出願年月日：2016/07/19

国内外の別：国内

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩城 敏 (IWAKI, Satoshi)

広島市立大学・大学院情報科学研究科・教授  
研究者番号：00453209

(2) 研究分担者

池田 徹志 (IKEDA, Tetsushi)

広島市立大学・大学院情報科学研究科・講師  
研究者番号：50397618