

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560278

研究課題名(和文) オンデマンド型の画像認識による視覚障がい者のための知覚支援に関する研究

研究課題名(英文) Object Recognition Aid for the Visually Impaired Based on On-demand Image Processing

研究代表者

滝沢 穂高 (Takizawa, Hotaka)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：40303705

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究プロジェクトでは、視覚障がい者(以下、ユーザ)周辺の物体を単なる障害物として検出するだけでなく、その物体が何であるのかを認識し、ユーザに情報提示する支援システムを開発した。具体的には以下の3つの研究項目を進めた。(1) Microsoft KinectなどのRGB-Dセンサーを使って、椅子、机、階段、エレベーターや手摺を認識する手法を開発した。(2) バイブレータ、スピーカ、マイクや音声認識技術に基づく視覚障がい者用のユーザインターフェースを開発した。(3) 提案システムと通常の白杖を比較するユーザ実験を実施し、提案システムの方が効率的であることを確認した。

研究成果の概要(英文)：In this research project, we proposed an assistive system to help visually impaired individuals (users) not only detect obstacles in their vicinity, but also recognize what these objects are. The following three items were conducted: (1) we built recognition methods of several objects, such as chairs, desks, stairs, elevators, and handrails, by use of RGB-D sensors, such as Microsoft Kinect. (2) We also developed user interface systems based on vibrators, loudspeakers, microphones, and voice recognition technique. The user interface system allowed users to instruct the system and to understand the output of the system easily. (3) We conducted user studies to evaluate our assistive system. We compare our system with a conventional white cane, and confirmed that our system was more effective to find target objects.

研究分野：福祉工学

キーワード：視覚障がい者 支援システム 測距センサー 画像処理 ユーザインターフェース

### 1. 研究開始当初の背景

厚生労働省によると、2012年、日本における視覚障がい者(以下、ユーザ)の数は約31万人で、その多くは白杖を使って歩行していると言われている。白杖の障害物検知範囲を拡大することを目指して、レーザや超音波等を用いた歩行支援システムの開発が1960年代から進められてきた。しかし、これらのシステムは障害物の有無を検知することはできたが、その物体が椅子なのか机なのか一体何であるのかを認識し、ユーザに提示することはできなかった。

### 2. 研究の目的

障害物を検知するだけでなく、その物体が何であるのかも認識し、ユーザに情報提供することによって、その知覚活動を支援する新しい研究の枠組みを創設する。このコンセプトを具現化するために、(ア) Kinect センサーを用いて、多種多様な物体が存在する複雑な生活環境を正しく認識する画像処理技術を開発し、(イ) ユーザが欲しい情報をユーザ自身に選択してもらい、システムはその情報をユーザが理解できる形式に整理して提示するユーザインターフェースを開発し、(ウ) 目隠し晴眼者と視覚障がい者による実験を実施し、アンケート等による主観的評価と目的動作完了までの経過時間等を指標とする客観的評価を行う。本研究のような「オンデマンド型の人支援」が成功すれば、障がい者の生活レベルが向上するという社会的な成果が得られるだけでなく、よりシビアな状況でも役に立つ人支援システムへの学術的、技術的な応用、貢献ができると考える。

### 3. 研究の方法

本研究プロジェクトでは、具体的には以下の三つの研究項目をすすめる:(ア) 画像認識技術の開発: 高精度で安価な Kinect センサーを用いて、(a) 休息に使える椅子、(b) 直上下階への移動に使える階段、(c) より遠くの階に移動するためのエレベータ、(d) 荷物等の整理に使える机、(e) 点字シールが貼付されていることがある手摺、(f) 空席を認識する手法を開発し、実シーンに適用し、有効性を確認する。(イ) 視覚障がい者に特化したユーザインターフェースの開発: テンキーやマイクを使ってコマンド入力し、バイブレーションやスピーカから情報出力するユーザインターフェースを開発する。(ウ) ユーザ実験による評価: 提案システムを使って目隠し晴眼者が対象物体を探す実験を実施し、主観的評価と客観的評価を行う。

### 4. 研究成果

Kinect を白杖に搭載した支援システムなどを開発し、さらに Kinect で得られる距離・画像情報を用いて椅子、机、上り階段、下り階段、エレベータなどを認識し、視覚障がい者に情報提示するソフトウェアなども開発

した。またユーザ実験を実施し、有効性を確認した。本研究は新規性や有効性が認められ、国際論文誌に論文が掲載されたり、IEEE の国際会議で受賞したりするなどの成果を得た。

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

Hotaka Takizawa, Shotaro Yamaguchi, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki and Shinji Mizuno, Kinect cane: an assistive system for the visually impaired based on the concept of object recognition aid, Personal and Ubiquitous Computing, Springer, Vol.19, No.5-6, pp.955-965, doi=10.1007/s00779-015-0841-4, 査読有, 2015.

[学会発表](計29件)

倉持裕介, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: Kinect 白杖による上り/下り階段の認識手法の改良, 電子情報通信学会技術研究報告 WIT2015-88 - WIT2015-111, 115巻, 491号, 101-105頁, 2016.3.5, 筑波技術大学 春日キャンパス 講堂(茨城県つくば市).

中村大樹, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 視覚障がい者のための点消灯の画像認識システムと Google Play への公開, 第41回感覚代行シンポジウム, 1巻, 1号, 9--12頁, 2015.12.7, 産総研臨海副都心センター別館11階多目的室(東京都江東区).

倉持裕介, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: Kinect 白杖システムによる顔検出を利用した空席認識に関する基礎的検討, 第41回感覚代行シンポジウム, 1巻, 1号, 5--8頁, 2015.12.7, 産総研臨海副都心センター別館11階多目的室(東京都江東区).

Hotaka Takizawa, Koji Kainou, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki, Shinji Mizuno: A Preliminary Study on Self ADL Training for the Visually Impaired Based on a Parametric-speaker Robot, Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Mechatronics (ICAM2015), 1巻, 1号, 239--240頁, 2015.12.7, Nishiwaseda Campus of Waseda University, Shinjyuku, Tokyo.

中村大樹, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 視覚障がい者のための室内照明とエレベータボタンの点消灯の画像認識に関する基礎的検討, 映像情報メディア

学会 2015 年年次大会予稿集, 1 巻, 1 号, 2 pages (13C-1) 頁, 2015.8.26, 東京理科大学・葛飾キャンパス(東京都葛飾区).

Koji Kainou, Hotaka Takizawa, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki, Shinji Mizuno : A Preliminary Study on Network-based ADL Training for the Visually Impaired by Use of a Parametric-speaker Robot, Proceeding of the 8th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction, 1 巻, 1 号, 9-12 頁, 2015.8.24, Hitotsubashi Hall, Chiyoda, Tokyo.

Hotaka Takizawa, Kazunori Orita, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki, Shinji Mizuno : A Spot Navigation System for the Visually Impaired by Use of SIFT-Based Image Matching, Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction 2015, UAHCI 2015, LNCS 9178 巻, Part IV 号, 160-167 頁, 2015.8.7, The Westin Bonaventure Hotel in Los Angeles, California, USA.

中村大樹, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : 視覚障がい者のためのオプティカルフローを用いたエスカレータの昇降方向の認識に関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (PRMU2014-159\_200), 114 巻, 521 号, 111-116 頁, 2015.3.19, 慶應義塾大学理工学部矢上キャンパス 14 棟 2 階 セミナールーム 1 (14-201), セミナールーム 2 (14-202) (神奈川県横浜市) .

北川 晃, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : ステレオカメラ白杖システムによる障害物検出と椅子と机の認識に関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (WIT2014-85-121), 114 巻, 512 号, 203-298 頁, 2015.3.14, 筑波技術大学 (茨城県つくば市) .

倉持裕介, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : Kinect 白杖システムによる椅子認識手法の改良, 電子情報通信学会技術研究報告 (WIT2014-85-121), 114 巻, 512 号, 197-201 頁, 2015.3.14, 筑波技術大学 (茨城県つくば市) .

織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : 視覚障がい者のためのスポットナビゲーションシステムの性能評価, 電子情報通信学会技術研究報告 (WIT2014-85-121), 114 巻, 512 号, 185-189 頁, 2015.3.14, 筑波技術大学 (茨城県つくば市) .

戒能孝治, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修

央, 水野慎士 : パラメトリックスピーカロボットによる視覚障がい者の単独 ADL 訓練に関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (WIT2014-85-121), 114 巻, 512 号, 171-174 頁, 2015.3.14, 筑波技術大学 (茨城県つくば市) .

織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : SIFT に基づく画像照合を用いた視覚障がい者の記憶想起支援に関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (PRMU2014-87-111), 114 巻, 409 号, 93-98 頁, 2015.1.22, 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良県生駒市) .

Kuramochi, Yusuke, Takizawa, Hotaka, Aoyagi, Mayumi, Ezaki, Nobuo, Mizuno, Shinji : Recognition of Elevators with the Kinect Cane System for the Visually Impaired, Proceeding of 2014 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, 1 巻, 1 号, 128-131 頁, 2014.12.13, Korakuen Campus, Chuo University, Bunkyo, Tokyo.

戒能孝治, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : 超指向性スピーカを搭載したロボットによる視覚障がい者への音声案内に関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (WIT2014-53-71), 114 巻, 357 号, 1-4 頁, 2014.12.11, 産総研臨海副都心センター別館バイオ・IT 融合研究棟 11 階第 1,2 会議室 (東京都江東区) .

倉持裕介, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : 音声認識エンジンと超指向性スピーカを用いた Kinect 白杖システムの基礎的検討, 第 40 回感覚代行シンポジウム予稿集, 29-32 頁, 2014.12.8, 産総研臨海副都心センター別館バイオ・IT 融合研究棟 11 階第 1,2 会議室 (東京都江東区) .

織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : 視覚障がい者のためのスポットナビゲーションによる記憶想起支援システムの基礎的検討, 第 40 回感覚代行シンポジウム予稿集, 25-28 頁, 2014.12.8, 産総研臨海副都心センター別館バイオ・IT 融合研究棟 11 階第 1,2 会議室 (東京都江東区) .

倉持裕介, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : Kinect 白杖システムのためのユーザインターフェースの開発, 電子情報通信学会技術研究報告 (福祉情報工学 WIT2014 36-52), 15-18 頁, 2014.10.19, ユウベルホテル (熊本県熊本市) .

倉持裕介, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士 : Kinect 白杖システムによる机の認識と性能評価, 第 13 回情報科学技

術フォーラム (FIT2014), 431-432 頁, 2014.9.4, 筑波大学 (茨城県つくば市).

戒能孝治, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 超指向性スピーカを用いたロボットによる視覚障がい者のための遠隔作業訓練に関する基礎的検討と評価実験, 第13回情報科学技術フォーラム (FIT2014), 429-430 頁, 2014.9.4, 筑波大学 (茨城県つくば市).

21織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 視覚障がい者支援のための照明条件の変化を考慮したスポットナビゲーションの基礎的検討, 第13回情報科学技術フォーラム (FIT2014), 415-417 頁, 2014.9.4, 筑波大学 (茨城県つくば市).

22倉持 裕介, 滝沢 穂高, 青柳 まゆみ, 江崎 修央, 水野 慎士: Kinect 白杖システムによるエレベータと手すりの認識, Media Computing Conference 2014, 2014 年度 画像電子学会第 42 回年次大会 予稿集, S8-2 (4 pages) 頁, 2014.6.30, 早稲田大学 国際会議場 (東京都新宿区).

23戒能 孝治, 滝沢 穂高, 青柳 まゆみ, 江崎 修央, 水野 慎士: 超指向性スピーカを搭載したロボットによる視覚障がい者の ADL 訓練に関する基礎的検討, Media Computing Conference 2014, 2014 年度 画像電子学会第 42 回年次大会 予稿集, S8-1 (4 pages), 2014.6.30, 早稲田大学 国際会議場 (東京都新宿区).

24Hotaka Takizawa: Using Microsoft Kinect to Develop a Cane-type Assistive System, 29th International Technology and Persons with Disabilities Conference, 1 巻, 1 号, 6 頁, 2014.3.19, Manchester Grand Hyatt, San Diego, USA.

25織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 視覚障がい者のための画像照合を用いたスポットナビゲーションに関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 福祉情報工学 WIT2013-67\_92, 1 巻, 1 号, 111-116 頁, 2014.3.8, 筑波技術大学春日キャンパス (茨城県つくば市).

26Kazunori Orita, Hotaka Takizawa, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki and Mizuno Shinji: Obstacle Detection by the Kinect Cane System for the Visually Impaired, Proceedings of the 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, 1 巻, 1 号, 115-118 頁, 2013.12.15, Kobe International Conference Center, Chuo, Kobe.

27織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 視覚障がい者のための SIFT 特徴量を用いた画像照合による環境への仮想注視の付与に関する基礎的研究, 第 39 回 (2013 年) 感覚代行シンポジウム講演論文集, 1 巻, 1 号, 35-38 頁, 2013.12.9, 産総研臨海副都心センター別館バイオ・IT 融合研究棟 11 階会議室 (東京都江東区).

28織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 視覚障がい者支援のための Kinect を用いた障害物検出の基礎的検討, 第 12 回情報科学技術フォーラム (Forum on Information Technology 2013), 3 巻, H-018 号, 131-134 頁, 2013.9.6, 鳥取大学 (鳥取県鳥取市).

29織田和典, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 江崎修央, 水野慎士: 視覚障がい者支援のための Kinect を用いた障害物検出の基礎的検討, 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム MIRU2013, Extended Abstract 集, SS1-12 号, 1-2 頁, 2013.7.30, 国立情報学研究所 (東京都千代田区).

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.pr.cs.tsukuba.ac.jp/~takizawa/research/theme/theme-j.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

滝沢 穂高 (TAKIZAWA, Hotaka)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号: 40303705

### (2) 研究分担者

水野 慎士 (MIZUNO, Shinji)

愛知工業大学・情報科学部・教授

研究者番号: 20314099

江崎 修央 (EZAKI, Nobuo)

鳥羽商船高等専門学校・制御情報工学科・教授

研究者番号: 30311038

青柳 まゆみ (AOYAGI, Mayumi)

愛知教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 40550562