

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 6 月 16 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01482

研究課題名(和文) 画像・距離情報融合による身体装着型視覚障害者行動支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of a Wearable-type Daily Living Activities Support System for the Visually Impaired based on Images and Distance Information

研究代表者

中村 明生 (Nakamura, Akio)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号：00334152

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ユーザ身体装着型(ウェアラブル型)の視覚障害者支援システムの開発に取り組んだ。具体的には以下2点の実現を目指した。A. 手に持った物を手探りで撫でる要領で触ることで表面の文字を抽出・認識し、読み上げる。/ B. 環境中の段差・障害物(物体・移動人物)を検出、ユーザに音声等で案内を行う。各項目に関して研究を進め、派生研究を含めて複数の学会発表を行った。ハードウェアシステムは複数のプロトタイプを経て一つのシステムへの統合作業中である。

研究成果の概要(英文)：The objective of this research is to develop a wearable-type daily living activities support system for the visually impaired. We have achieved the following two issues: A) to propose a system that recognizes text characters from the region pointed at with a fingertip and reads the text aloud, and B) to propose a system that detects steps, forks or obstacles, and navigates the user to the destination with voice guidance. We have conducted research on for each issue and made academic presentations including derivative research. The integrated hardware system has been developed based on some prototypes.

研究分野：コンピュータビジョン

キーワード：視覚障害者支援 画像情報処理 文字抽出 段差・障害物検出 行動認識

## 1. 研究開始当初の背景

日本には 30 万人以上の視覚障害者が生活しているが、生活する上でインフラ整備が追いついていない場面が多い。視覚障害者や福祉用具関連企業関係者と話したり、調査したりした結果、数ある問題の中、申請研究では以下の問題に取り組むことにした。

- ・点字は中途失明者の場合、習得率が 13% 弱にとどまる。医薬品を代表に商品パッケージのラベルに点字を付与するものが多いが、まだ数は少ない。点字があったとしても習得率が低いせいで役立たない。
- ・駅ホームでの転落は 1/4 が経験。細かい段差につまずくことも多い。

点字は視覚障害者支援の代表的なものと言えるが、習得率が低く、日常生活で役立っているとはいえない。電子書籍もまだ普及しているとは言えず、音声読み上げにも限界がある。さらに身近な例で言えば、袋に書いてあるポテトチップの味が分からない、という話も視覚障害者から聞いている。これらに対し、点字ラベルメーカーの話を知ると、企業の社会的責任から商品ラベルに点字を印字する商品が増えているが、点字が読めないという問題に対しては解決策になっていない。接触型の点字読み取りセンサを開発する研究もあるが、ユーザが使いやすい携帯型の点字読み取り機器は提案されていない。申請者は、視覚障害者支援のために指先で物体表面の文字列を指定し、それを読み上げるシステムの研究を行っている。これまでの成果として、国内・国外の学会発表及び基礎システムに関して特許出願も行った。

また、視覚障害者はちょっとした段差でもつまずくことが多いと聞く。駅ホームの転落事故に関しては健常者が考える以上に頻繁に起こっていることが聞き取りで明らかになっている。身体装着型のナビゲーションシステムに関する研究もあるが、目の前のちょっとした段差に対応するようなシステムはない。これに対して、申請者はレーザレンジセンサを用いた前方段差の検出システムのプロトタイプの開発も行っており、国際会議での発表も行った。

最近では iPhone のアクセシビリティ機能のように、視覚障害者がようやく ICT 技術の恩恵を受けるようになってきているが、まだまだ不十分である。文字の認識・読み上げや転倒・転落防止といった身近な問題の解決に取り組むことは急務である。

## 2. 研究の目的

ユーザ身体装着型(ウェアラブル型)の視覚障害者支援システムの開発を目指す。カメラ、距離センサを組み合わせ、画像処理をコア技術として、具体的には以下 2 点を実現する。

A. 手に持った物を手探りで撫でる要領で触ることで表面の文字を抽出・認識し、読み上げる。

B. 環境中の段差・障害物(物体・移動人物)を検出、ユーザに音声等で案内を行う。

A の本質は冗長な文字認識を排除、いかに認識対象文字領域を限定するか、ということであり、B に関しては回避に間に合うよう高速に精度よく周囲の物体・人物を検出するかが重要である。視覚障害者のみならず、視力の衰えた高齢者用活字読み上げや海外旅行者の指差し翻訳などへの利用も期待でき、応用可能性が高い。

## 3. 研究の方法

研究の目的で述べた 2 点 A, B を実現するため、以下の研究計画項目を実施する。

### A-1) 指先領域の抽出精度の改善

照明条件変化に対応するため、3 点の反射マーカを配置した指輪を装着、赤外線を照射して指輪のマーカを検出し、指輪の位置から指先領域を推定する手法を提案する。さらに、画像情報のみならず、レーザレンジファインダ(LRF)を用いて距離データ取得も行い、精度向上を目指す。

### A-2) 複雑背景からの文字領域の抽出

検出した指先領域の先に文字抽出領域を設定、その内部から文字を抽出する。エッジ個数・密度・色などの特徴に基づいた文字抽出に加え、局所不変特徴量等の採用に関しても検討を加える。また、服模様認識に関する研究を行っており、テクスチャを利用したマッチングに関する知見もあるため、その成果に基づく周波数特徴量の導入に関しても検討を加える。

### A-3) 曲面・歪曲平面上の文字領域の抽出

A-2)に引き続き、ペットボトル表面などの曲面や菓子袋表面などの歪曲平面上の文字領域を抽出する。物体表面を計測、得られた距離情報から曲面フィッティングを行って形状を復元した上で平面上に展開する。また、表面の反射・陰影の影響による色合いの変化も考慮し、Shape from Shading を利用した補正に関して検討を加える。

### A-4) 微振動への対応及び手で保持した物体表面文字抽出

商品を手を持って文字認識を行う場合の微振動に対応するため、オプティカルフローを用いたイメージモザイクング、焦点ボケを用いた揺れ補正技術に関して検討を加える。また、指先で文字を指定せず、手で持った物体を軽く振って抽出対象文字領域を限定、文字を抽出することを考える。

### B-1) 段差検出手法の改良、3 次元化

ユーザの胸部に加速度センサ付の LRF を装着し、ユーザ前方の段差・障害物を検出する。Kinect, Xtion 等の 3 次元点群を一括して取得できるセンサを組み合わせ、前方の段差・物体等に関する 3 次元情報を取得する。

### B-2) 環境中の移動人物検出・行動予測

ユーザ周囲の歩行者の行動予測を行い、ユーザが回避できる十分なタイミングで通知する。行動予測については人物の顔・身体の向き、移動方向・速度・加速度、爪先の向きなどを特徴として学習することで行う。

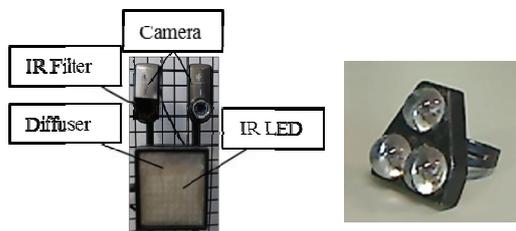
C) 基礎的システムを統合、ハードウェアシステム構築

A), B)の成果を統合し、ウェアラブル型のハードウェアシステムを開発する。複数被験者による評価実験を行い、提案手法・システムの有効性を確認する。

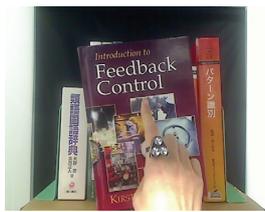
#### 4. 研究成果

A-1)~A-2)に関しては、担当学生の学位論文として結実した。赤外線照射機器と指先検出用指輪型マーカを用いて照明変化に対して頑健に指先を検出する手法を提案した (Fig. 1)。また、文字が混在する環境において、指先で指定した領域内から、色の分布と文字候補の形状に基づき、傾きやノイズに対処した上で文字を抽出する手法を提案した。評価実験の結果、赤外線が十分に照射されている範囲では90%以上の指先検出、細文字を除いて10種類の物品上から70%以上の文字抽出を確認した。ただ、レーザレンジファインダ(LRF)を用いて距離データを取得して精度向上をはかる点に関しては芳しい結果は得られていない。

→ 雑誌論文①



(a) 赤外線照射器・カメラユニット (b) 指輪型マーカ



(c) 指先指定文字検出

Fig. 1 指差し文字検出システム

A-3)に関しては、表面の反射・陰影の影響が大きく、芳しい結果は得られていない。

A-4)に関しては、手ブレなどの微振動への対応手法の検討を行った。また、手で保持した物体から特定文字列・必要情報を抽出する手法について検討を加えた。特定単語認識のための学習に利用するデータセット生成のために、フォントデータを用いたデータセット生成手法を提案した (Fig. 2)。

→学会発表④⑧

B-1)に関しては、危険領域および階段領域

検出手法を提案した (Fig. 3)。さらに、屋内誘導のための分岐路検出やトイレや名札といったピクトグラム認識に基づく自己位置簡易同定手法を提案した (Fig. 4)。

→学会発表②⑥⑨⑩

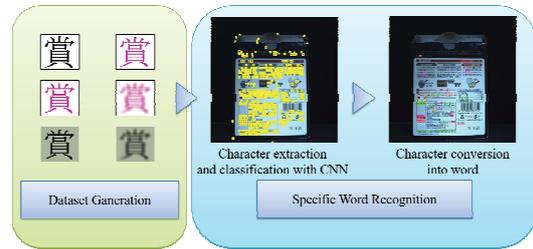
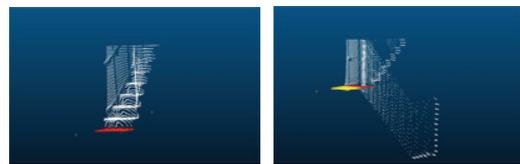


Fig. 2 文字認識のためのフォントデータを用いたデータセット生成



(a) 上り階段 (b) 下り階段

Fig. 3 前方段差検出システム



Fig. 4 ピクトグラム検出・識別システム

B-2)に関しては、複数の異なるカメラに写る同一人物を外見に基づいて照合する人物再同定問題と関連させて、特徴量検討などを行った (Fig. 5)。

→雑誌論文②, 学会発表⑤⑩⑫

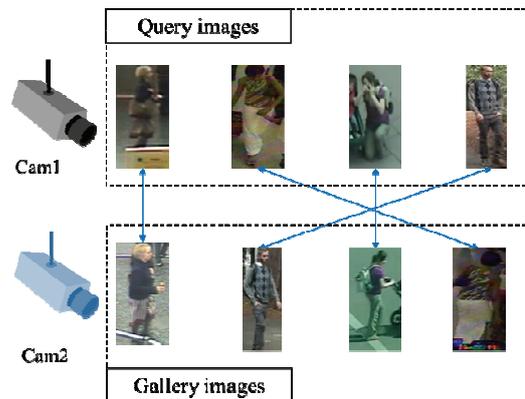


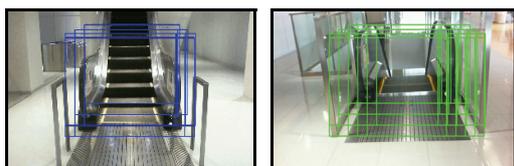
Fig. 5 人物再同定問題

C)については2018年6月現在引き続き作業中である。

さらに、A-1), A-2)の派生として複雑背景下での点字認識手法、B-1)の派生としてエスカレータの位置および昇降方向検出手法の

提案を行った (Fig. 6).

→学会発表①③⑦



(a) 上向き・下降 (b) 下向き・上昇

Fig. 6 形状と動きの特徴を用いた  
エスカレータの位置および昇降方向識別

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 淵田 正隆, 中村 明生, “視覚障害者のための指差し文字検出システムの開発”, 精密工学会誌, vol.82, no.12, pp.1109-1118, December 2016.  
<https://doi.org/10.2493/jjspe.82.1109>
- ② 阿部 香織, 宮下 侑大, 片岡 裕雄, 中村 明生, “人物再同定のための重み付き特徴統合の検討”, 精密工学会誌, vol.82, no.12, pp.1119-1127, December 2016.  
<https://doi.org/10.2493/jjspe.82.1119>

[学会発表] (計 12 件)

- ① 坂上 智紀, 井上 淳, 中村 明生, “形状と動きを用いたエスカレータの位置および昇降方向識別手法の基礎検討”, 動的画像処理実利用化ワークショップ (DIA2018) 予稿集, pp.297-302 / USB IS2-7.pdf, March 2018. [愛知県名古屋市 (中京大学(名古屋キャンパス)) / 2018.03.09]
- ② 矢部 俊之, 淵田 正隆, 井上 淳, 中村 明生, “視覚障害者のための屋内誘導システム開発 —ピクトグラム検出・識別手法の基礎検討—”, ビジョン技術の実利用化ワークショップ (ViEW2017) 予稿集, pp. (1-6)/USB IS2-C11.pdf, December 2017. [神奈川県横浜市 (パシフィコ横浜 アネックス・ホール) / 2017.12.08]
- ③ 大塚 智己, 淵田 正隆, 井上 淳, 中村 明生, “点字翻訳システムの開発 —物体表面の点字領域抽出に関する基礎検討—”, ビジョン技術の実利用化ワークショップ (ViEW2017) 予稿集, pp. (1-4)/USB IS1-C9.pdf, December 2017. [神奈川県横浜市 (パシフィコ横浜 アネックス・ホール) / 2017.12.07]
- ④ Hiroya Yatsuyanagi, Masataka Fuchida, Kazushige Okayasu, and Akio Nakamura, “Development of a Specific Word Recognition System for the Visually Handicapped -Character Recognition based on Dataset Generated from Font Data-,”

Proceedings of the 2017 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2017), pp.(1-6)/0240\_FI.pdf, December 2017. [Taipei, Taiwan (Howard Plaza Hotel) / 2017.12.13]

- ⑤ 岡安 寿繁, 阿部 香織, 中村 明生, “衣服部位の属性推定に有効な特徴の調査”, 動的画像処理実利用化ワークショップ (DIA2017) 予稿集, pp.292-297 /CD-ROM IS2-14.pdf, March 2017. [島根県松江市 (島根県立産業交流会館 (くにびきメッセ)) / 2017.03.10]
- ⑥ 加藤 周, 矢部 俊之, 淵田 正隆, 中村 明生, “屋内ピクトグラム検出・識別システムの基礎検討”, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.(1-4)/CD-ROM 2V1-05.pdf, September 2016. [山形県山形市 (山形大学 (小白川キャンパス)) / 2016.09.08]
- ⑦ 坂上 智紀, 淵田 正隆, 中村 明生, “視覚障害者のためのエスカレータの位置および昇降方向検出手法の基礎検討”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH 2016) 講演論文集, pp.(1-4) /CD-ROM 2A1-19a3.pdf, June 2016. [神奈川県横浜市 (パシフィコ横浜 展示ホール A) / 2016.06.10]
- ⑧ 八柳 洸哉, 淵田 正隆, 中村 明生, “商品パッケージにおける特定文字領域検出手法の検討”, 第 22 回画像センシングシンポジウム (SSII 2016), pp. (1-5)/USB IS3-12.pdf, June 2016. [神奈川県横浜市 (パシフィコ横浜 アネックス・ホール) / 2016.06.10]
- ⑨ 加藤 周, 中村 明生, “屋内誘導のためのピクトグラム識別手法の基礎検討”, 動的画像処理実利用化ワークショップ (DIA2016) 予稿集, pp.(1-4) /CD-ROM IS2-A5.pdf, March 2016. [岩手県盛岡市 (岩手大学 (上田キャンパス・工学部)) / 2016.03.08]
- ⑩ 阿部 香織, 宮下 侑大, 片岡 裕雄, 中村 明生, “統計的重み付けによる人物再同定のための特徴統合手法の検討”, 動的画像処理実利用化ワークショップ (DIA2016) 予稿集, pp.(1-7)/CD-ROM OS3-1.pdf, March 2016. [岩手県盛岡市 (岩手大学 (上田キャンパス・工学部)) / 2016.03.07]
- ⑪ 上田 雄貴, 淵田 正隆, 井上 淳, 中村 明生, “3D 点群データを用いた段差検出手法の検討”, ビジョン技術の実利用化ワークショップ (ViEW2015) 予稿集, pp. (1-5)/USB OS4-H6(IS2-8).pdf, December 2015. [神奈川県横浜市 (パシフィコ横浜 アネックス・ホール) / 2015.12.04]
- ⑫ 森田 慎一郎, 山辺 智晃, 宮下 侑大, 中村 明生, “追従ロボットのための見失いを考慮した特定人物再同定手法の検討”, 第 33 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.(1-4)/CD-ROM 1H3-02.pdf,

September 2015. [東京都足立区 (東京電  
機大学(東京千住キャンパス)) /  
2015.09.03]

[図書] (計 0 件)

なし

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

なし

○取得状況 (計 0 件)

なし

[その他]

なし

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

中村 明生 (NAKAMURA, Akio)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号：00334152

### (2)研究分担者

なし

### (3)連携研究者

なし

### (4)研究協力者

なし