

# 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

## Basic Study on Spot Navigation for the Visually Impaired Considering the Changes of Ambient Light

織田 和典<sup>†</sup>      滝沢 穂高<sup>†</sup>      青柳 まゆみ<sup>‡</sup>      江崎 修央<sup>§</sup>      水野 慎士<sup>¶</sup>  
Kazunori ORITA   Hotaka TAKIZAWA   Mayumi AOYAGI   Nobuo EZAKI   Shinji MIZUNO

### 1. まえがき

現在日本には約 31 万人の視覚障がい者がいるとされている [1]. それに対して視覚障がい者を補助する盲導犬の数は約 1000 頭と不足しており, その育成は高額のコストがかかると言われており [2]. このようなことから視覚障がい者を支援するシステムの開発が求められている.

視覚障がい者がある目的地までの移動経路を支援者等から教わる際, 途中の各要所 (スポット) でその場所における付帯的な情報 (例えば, 「改札を出て, すぐ左にトイレがあり, また 10m 先には信号がある」) も一緒に教わることがある. 後日, その視覚障がい者はその記憶を頼りに行動するが, 付帯情報を忘れてしまうことが視覚障がい者の行動を制限してしまうことがある. 先の例ではトイレに関して忘れてしまった場合, この視覚障がい者はそのトイレを利用できない. 視覚障がい者を案内するシステムが提案されているが, マーカの設置 [3][4] や GPS[5][6] を必要とする. またこれらのシステムは視覚障がい者を目的地まで誘導することはできるが, 各スポットの情報を提示することは目的としていない. 主に晴眼者向けのシステムとして, 現実環境に関連付けられた仮想環境にエアタグというデジタル情報を貼り付けるセカイカメラ [7] があるが, 視覚障がい者にとって扱うことは難しい.

本論文では, 視覚障がい者が日常歩くスポットを案内するカメラベースのスマートフォンアプリを提案し, 日照条件や, 照明条件が変化する実環境に適用した実験結果を示す.

### 2. スポットナビゲーションの概念

視覚障がい者が, 各スポットの付帯情報に関する記憶を想起することを支援するための仕組みを提案する. 本枠組みでは, まず, 視覚障がい者と同伴した支援者が, その視覚障がい者が日常おとずれる各スポットで, 環境画像を撮影し, 同時に付帯情報を読み上げて音声データとして録音する. 後日, その視覚障がい者が再訪したスポットで環境画像を撮影すると, 対応する音声データが再生される.

### 3. スポットナビゲーションシステムの概要

2 章で述べたスポットナビゲーションを, 本研究ではスマートフォン (Google Nexus 4) または Kinect 白杖 [8][9][10] へ実装する. 本システムの処理は以下の 2 段階で構成される.

1. Registration phase: 視覚障がい者が一人で, もしくは支援者と共に各スポットをおとずれ, 視点を変えた複数枚の画像を撮影すると共に, 音声メモを録音する. システムは撮影された環境画像をキー, 録音された音声メモを値として辞書に登録する.
2. Spot navigation phase: 後日, 視覚障がい者はそれぞれのスポットで, 音声メモを参照したい場合に, 環境画像を撮影し, システムに問い合わせる. システムは Scale Invariant Feature Transform(SIFT)[11] (または Colored SIFT[12]) を用いて辞書画像と問い合わせ画像の両方から特徴点 (キーポイント) を抽出し, 両者の幾何学的な関係を考慮して照合する. 照合の取れた問い合わせ画像に対応する音声データを再生する.

#### 3.1 SIFT

SIFT は回転, スケール, 照明による変化に頑強な特徴量を各画素に記述することができる. SIFT の算出はキー

<sup>†</sup> 筑波大学大学院 システム情報工学研究科

<sup>‡</sup> 愛知教育大学 障害児教育講座

<sup>§</sup> 国立鳥羽商船高等専門学校 制御情報工学科

<sup>¶</sup> 愛知工業大学 情報科学部情報科学科

ポイントの検出 (Detection) と特徴量の記述 (Description) の2段階から構成され、128次元の特徴量で記述される。

### 3.2 CSIFT

CSIFTはAlaaらにより提案された。SIFTに比べ照明の色変化に頑強なキーポイントを抽出することが可能な手法である。ガウシアンカラーモデル [13] より、RGB情報と反射光スペクトル方向の微分係数 ( $E, E_\lambda, E_{\lambda\lambda}$ ) には以下の線形変換が成立する。

$$\begin{pmatrix} E \\ E_\lambda \\ E_{\lambda\lambda} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.06 & 0.63 & 0.27 \\ 0.3 & 0.04 & -0.35 \\ 0.34 & -0.6 & 0.17 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

式(1)より変換した画像から特徴点を検出し、RGB画像の勾配情報を用いて特徴量の記述を行う。

### 3.3 キーポイントの対応探索

辞書画像と問い合わせ画像の双方で抽出された各キーポイントの特徴量を比較し、画像間の対応点探索を行う。辞書画像  $d$  上のキーポイント  $k^d$  と問い合わせ画像  $q$  上のキーポイント  $k^q$  の特徴量を其々  $v^d, v^q$  と表すと、特徴量間のユークリッド距離  $\delta$  は次式により算出される。

$$\delta(v^d, v^q) = \sqrt{\sum_{i=1}^{128} (v_i^d - v_i^q)^2}. \quad (2)$$

ここで、あるキーポイント1点に対し、画像上の全てのキーポイントとの特徴量間距離  $\delta$  を求め、それが最小となる点同士をペアとして検出する。

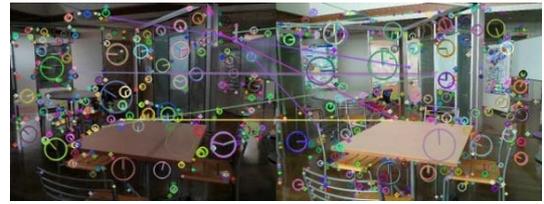
### 3.4 キーポイントペアの検証

本手法では、辞書画像を撮影した時のカメラ位置と方向、アングルと問い合わせ画像を撮影した時のそれらは同じもしくは近いものと仮定する。3.3節における対応点探索によって算出されたキーポイントのペアが、この仮定を満足しているかどうかを手法 [14][15] で提案されている基準の中、Too few pairs, Size consistency, Direction consistency, 2D Affine constraint, Area size, Axis inversion の6つを用いて検証する。辞書画像の中で、これらの基準を満たしキーポイントの数が一番多いものを、問い合わせ画像と対応する候補画像とする。

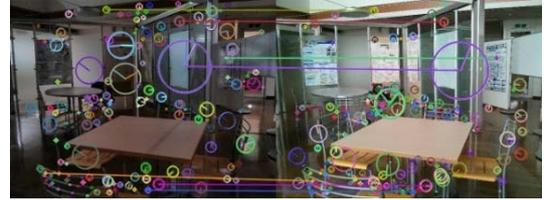
## 4. 評価実験

### 4.1 実験条件

CSIFTとSIFTのそれぞれを用いて、同じスポットで、異なる日照、照明条件下で撮影された環境画像をSIFTとCSIFTを用いて画像照合し、その結果を比較する。

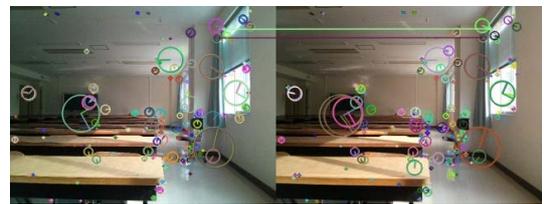


(a) SIFT

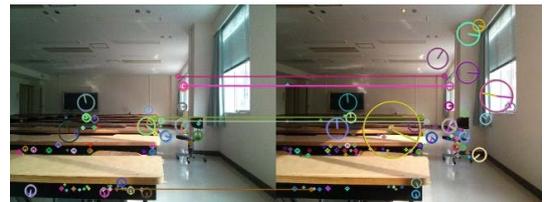


(b) CSIFT

図 4.1 照合結果 1(左 19 時照明無し, 右 16 時照明無し)



(a) SIFT



(b) CSIFT

図 4.2 照合結果 2(左 15 時照明無し, 右 16 時照明無し)



(a) SIFT



(b) CSIFT

図 4.3 照合結果 3(左 16 時照明無し, 右 16 時照明有り)

### 4.2 実験結果

図 4.1 から図 4.4 に照合結果を示す。それぞれ (a) が SIFT, (b) が CSIFT の結果を表しており、左右で日照や照明条件が異なっている。図 4.1 と図 4.2 はカメラの位置、方向は固定しており、図 4.3 と図 4.4 はカメラの方向が少

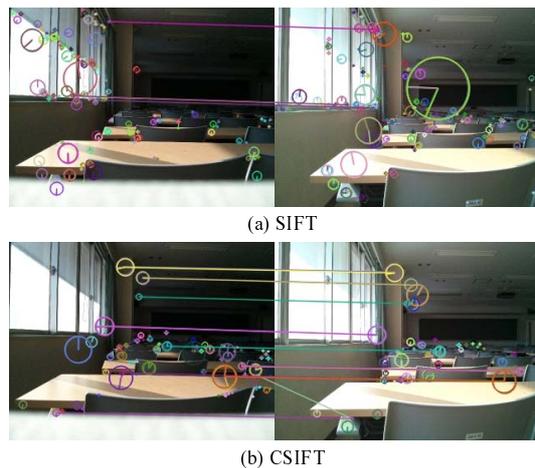


図 4.4 照合結果 4(左 16 時照明無し, 右 17 時照明無し)

し異なる。SIFT の結果画像では誤ったキーポイントペアを複数検出しているか、あるいは検出されたキーポイントペアが少ないのに対し、CSIFT の結果画像では SIFT よりも多くの正しいキーポイントペアが検出されていることがわかる。この実験では、CSIFT のほうが SIFT よりも良い結果を得ていることがわかる。

## 5. 結論と今後の課題

本研究では、視覚障がい者が日常赴く場所の付帯情報に関する記憶を想起することを支援する、スポットナビゲーションの概念を提案し、夕日等の日照条件や、蛍光灯などの照明条件が変化する実環境での画像照合の実験を行い、その結果を示した。

今後の課題としては、システムの高速度化、CSIFT を用いた画像照合の認識精度評価を行うことが挙げられる。さらに、視覚障がい者を対象とした使用者実験を行い、システムの有効性を検証しなければならないと考える。

### 5.1 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 25560278 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課統計調査係：“平成 18 年身体障害児・者実態調査結果” (March 2008)
- [2] The National Federation of All Japan Guide Dog Training Institutions Information of The Guide Dog No.6(March 2011)
- [3] Gordon E. Legge, Paul J. Beckmann, Bosco S. Tjan, Gary Havey, Kevin Kramer, David Rolkosky, Rachel Gage, Muzi Chen, Sravan Puchakayala, and Aravindhhan Rangarajan: "Indoor Navigation by People with Visual Impairment using a Digital SignSystem", PLoS One 8(10): e76783, (2013)

- [4] Michael Zollner, Stephan Huber, Hans-Christian Jetter, and Harald Reiterer: "NAVI - A Proof-of-Concept of a Mobile Navigational Aid for Visually Impaired Based on the Microsoft Kinect" Lecture Notes in Computer Science, Volume 6949, (2011).
- [5] 石川 准, 兵藤 安昭: "GPS による視覚障害者歩行支援システムの開発", 情報処理学会研究報告. QAI, [高品質インターネット]2005(2), pp.51-56, (2005)
- [6] 荒川 明宏: "視覚障がい者の歩行支援助地図と GPS ナビセミナー", IT コラム, pp40-45, 2010. NEWS, pp.3-4, 2012.
- [7] Sekai Camera Support Center BEYOND REALITY. <http://support.sekaicamera.com/ja/service>
- [8] Hotaka Takizawa, Shotaro Yamaguchi, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki, Shinji Mizuno, Kinect Cane: An Assistive System for the Visually Impaired Based on Three-Dimensional Object Recognition, The Proceedings of the 2012 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, Vol.1, No.1, pp.740-745, (2012).
- [9] Hotaka Takizawa, Shotaro Yamaguchi, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki, Shinji Mizuno, "Kinect Cane: Object Recognition Aids for the Visually Impaired", The proceedings of the 6th IEEE International Conference on Human System Interaction (HSI2013), 6 pages (CDROM proceedings), (2013).
- [10] Kazunori Orita, Hotaka Takizawa, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki, Shinji Mizuno, "Obstacle Detection by the Kinect Cane System for the Visually Impaired", 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2013), pp.115-118 (CDROM proceedings), (2013).
- [11] 藤吉弘: "Gradient ベースの特徴抽出 -SIFT と HOG-", 情報処理学会 研究報告, CVIM 160, pp.211-224, (2007).
- [12] Alaa E. Abdel-Hakim and Aly A. Farag, "CSIFT:A SIFT descriptor with color invariant characteristics", Proc. of IEEE Conference on ComputerVision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 1978-1983, (2006).
- [13] J.M. Geusebroek, R. van den Boomgaard, and A.W.M. Smeulders, "Color and scale: The spatial structure of color images," ECCV, vol.1, pp.331-341, 2000.
- [14] Yoshinari Kameda, Yuichi ohta: "Image Retrieval of First-Person Vision for Pedestrian Navigation in Urban Area", ICPR, pp.364-367, (2010).
- [15] Takeshi Kurata, Masakatsu Kouroggi, Tomoya Ishikawa, Yoshinari Kameda, Kyota Aoki, and Jun Ishikawa: "Indoor-Outdoor Navigation System for Visually-Impaired Pedestrians:Preliminary Evaluation of Position Measurement and Obstacle Display", Proceedings of ISWC2011 pp.123-124, (2011).