

K-025

Kinect 白杖システムによる机の認識と性能評価

Recognition of Desks with the Kinect Cane System and its Performance Evaluation

倉持 裕介^{†1}
Yusuke Kuramochi滝沢 穂高^{†1}
Hotaka Takizawa青柳 まゆみ^{†2}
Mayumi Aoyagi江崎 修央^{†3}
Nobuo Ezaki水野 慎士^{†4}
Shinji Mizuno

1. はじめに

現在、日本には約31万人の視覚障がい者がいると言われており[1]、白杖や盲導犬などが視覚障がい者の支援として用いられている。白杖による障害物検知は、離れたところにある物体の把握が困難という問題がある。また、盲導犬は多額の養成費を必要とするため、日本国内での盲導犬の稼働数は約1000頭[2]と少ない。

これらの問題を解決するために、これまでに様々な視覚障がい者支援システムの開発[3]が行われてきた。森ら[4]はカメラとセンサを搭載した車いすによって、障害物を回避する盲導犬ロボットを開発し、岡安ら[5]は超音波センサを用いたスマート電子白杖を提案した。また、Zöllnerら[6]や、Bernabeiら[7]は、Kinectを用いた障害物検知システムをそれぞれ提案した。これらの支援システムでは、いずれも環境中の物体を障害物として検知するのみであり、対象物体が何であるかを認識することができない。そのため、物体認識が可能な支援システムの開発が望まれている。

このことを踏まえ、我々は、Kinectを搭載した白杖システム[8][9]を開発し、これまでに椅子、上り階段、下り階段、エレベータ、手すりを認識する手法を提案した。本研究では、Kinect白杖システムの更なる性能向上のために、机を認識する手法を新たに提案し、それを実環境に適用した結果を示す。

2. Kinect 白杖システム

Kinect白杖システムは、白杖に、Kinect、テンキー、バイブレータを搭載し、背負子にノートPCとKinectの電源として用いるUPSを装備したウェアラブルシステムである。このシステムをユーザが装着している様子を図1に示す。本システムは、通常は白杖として使用し、物体認識を行う際には、安全確保のために立ち止まり、白杖をなるべく垂直に立てて使用する。

本手法による物体認識では、ユーザがある程度周辺の状況を、環境音や行動履歴、周辺環境に関する一般知識等から把握できていると仮定する。例えば、オフィスにある机の上で作業を行いたいとした場合、ユーザはオフィスにいることと、そのオフィスの何処かに机があることは把握しているとする。ユーザは、システムに認識したい特定の物体の探索を指示する。支援システムは、指示された物体の認識を行い、その結果をバイブレータの振動によってユーザに提示する。

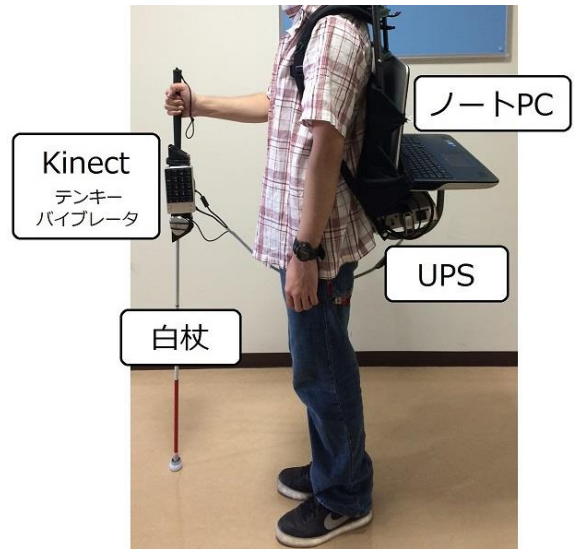


図1 Kinect 白杖システムの外観

3. 距離画像を用いた机の認識

Kinectの距離センサによって、シーン中の各点までの距離を画素値とする距離画像を得ることができる。この距離画像中の各画素をエッジと呼ぶ。また、Kinect白杖の座標系は、左から右に向かう水平方向をx軸正方向、上から下に向かう鉛直方向をy軸正方向、撮影方向をz軸正方向とした右手座標系で定義する。

物体認識は、距離画像のエッジを基にして行うが、このエッジの数は、最大で約30万にもなるため、これを直接用いると計算に時間が掛かり、リアルタイムでの物体認識が困難になる。そこで本研究では、図2のように3次元空間を立方体領域(セル)に分割することを考える。セルの活用によって、エッジ情報を直接用いるよりも計算量を抑えることができる。

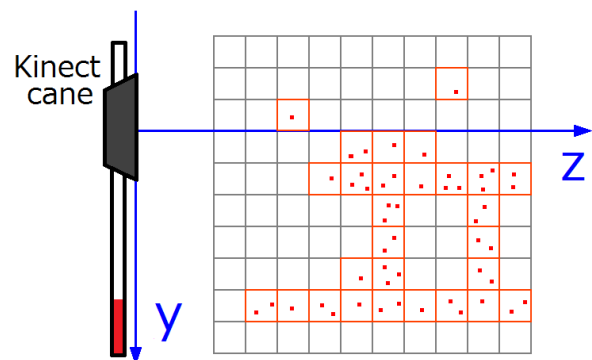


図2 セルによる3次元空間の分割

†1 筑波大学, University of Tsukuba

†2 愛知教育大学, Aichi University of Education

†3 鳥羽商船高等専門学校, Toba National College of Maritime Technology

†4 愛知工業大学, Aichi Institute of Technology

本手法では、机の天板の部分を認識することを考える。まず床面の認識を行い、その床面から 60~80cm (一般的な机の天板の高さ) の高さに位置する平行な領域を、机の天板として認識する。以下に、提案手法のアルゴリズムを示す。

1. 距離画像のエッジを 3 次元空間上に投影し、1 辺が 10cm のセルに分割する。そのうち、エッジが内包されているセルのみを残す。
2. x,z 座標値が等しいセルの集合で、y 座標値が最も大きいセルを抽出する。その中で最も連結数の多いセル群に内包しているエッジに、最小二乗法を適用し、平面を当てはめる。これを床面の基準となる平面とし、これが xz 平面に平行となるように、エッジ全体を回転させる。
3. 再び 3 次元空間を 10cm 立方のセルに分割し、エッジが内包されているセルのみを抽出する。その中で、床面からの高さが 60~80cm にあり、その上にはセルが存在しないセルを求める。
4. 3. で求めたセルの中から、セルが 30 個以上連結しているセル群に内包しているエッジを、机の天板として認識する。

4. 実験

第 3 章で述べた机の認識手法を実環境に適用した結果の画像を示し、また、認識精度の評価を行う。

4.1 机の認識実験結果

机を含むシーンにおける認識結果を図 3 に示す。なお、距離画像はエッジが近いほど青色に、エッジが遠いほど赤色に近い色で示している。また、結果画像では、机の天板部分を赤色、床面を緑色で示し、それ以外の部分を青色で示している。図 3 から分かるように、距離画像での机の天板部分のエッジが、結果画像では赤色で表示されており、机の認識に成功していることが確認できた。

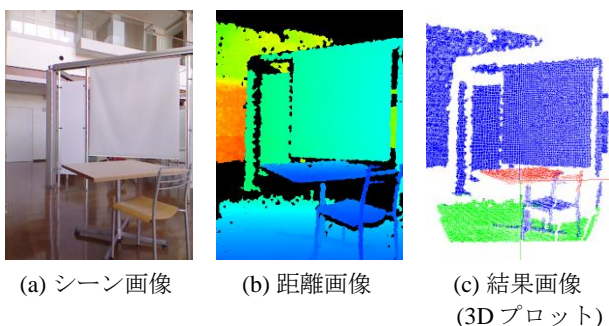


図 3 机を含むシーン

4.2 認識精度評価実験結果

机を含むシーン 89 枚と、机を含まないシーン 59 枚の、計 148 枚の距離画像に対して、提案手法による認識実験を行った。この実験結果を表 1 に示す。

表 1 の結果より、机を含むシーンでは、およそ 8 割の場合で、机が存在するシーンとして正しく認識できた。また、

机を含まないシーンでは、ほとんどすべての場合において、「机が存在しない」と正しく認識できた。

表 1 机の認識精度評価

		認識結果	
		机が存在すると認識	机が存在しないと認識
実際のシーンの状態	机を含む (89 枚)	69 正解(TP)	20 不正解(FN)
	机を含まない (59 枚)	1 不正解(FP)	58 正解(TN)

5. まとめ

本研究では、Kinect を搭載した白杖システムを用いて、机を認識する手法を提案した。机の認識実験によって、本手法の有効性が確かめられた。

今後の課題として、物体認識の精度の向上、新たな物体の認識手法の提案、本システムの軽量化等の改良が挙げられる。

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, “平成 23 年生活のしづらさなどに関する調査 (全国在宅障害児・者等実態調査) 結果” (2013).
- [2] NPO 法人全国盲導犬施設連合会, “盲導犬情報 第 6 号” (2011)
- [3] 渡辺哲也, 南谷和範, “視覚障害者支援技術研究のレビューと将来への展望”, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, Vol.109, No.358, p.57-64 (2010)
- [4] Hideo Mori, Shinji Kotani, and Noriaki Kiyohiro, “HITOMI: Design and Development of a Robotic Travel Aid”, Assistive Technology and Artificial Intelligence, Vol.1458, pp. 221-234 (1998)
- [5] Mitsuhiro Okayasu, “Newly developed walking apparatus for identification of obstructions by visually impaired people”, Journal of Mechanical Science and Technology Vol.24, No.6, pp.1261-1264 (2010)
- [6] Michael Zöllner, 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, Vol.6949 (2011)
- [7] D. Bernabei, F. Ganovelli, M. Di Benedetto, M. Dellepiane and R. Scopigno, “A Low-Cost Time-Critical Obstacle Avoidance System for the Visually Impaired”, INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDOOR POSITIONING AND INDOOR NAVIGATION (2011)
- [8] Hotaka Takizawa, Shotaro Yamaguchi, Mayumi Aoyagi, Nobuo Ezaki, Shinji Mizuno, “Kinect Cane : Object Recognition Aids for the Visually Impaired”, IEEE 6th International Conference on Human System Interaction (HSI2013), pp.473-478 (2013)
- [9] Kazunori 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, Vol.1, No.1, pp.115-118 (2013)