

複数台 Kinect を用いた屋内の独居高齢者における位置推定手法

In-door Positioning for Supporting the Elderly who Live Alone with Multiple Kinects

竹田勇馬 黄宏軒 川越恭二
Yuma Takeda Hung-Hsuan HUANG Kyoji Kawagoe

立命館大学情報理工学研究科

Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

The ratio of the elderly population is getting higher and higher with the advance of medical technology. Many of them live alone and social issues like lonely death emerge. In order to support these people, grasping the situation of their daily life is one of the first priority need. Many technologies have been developed for this purpose. However, most of them suffer from the issues like high cost, the necessity to wear sensors for all day long, or the necessity to attach numerous sensors house wide. This paper presents a method to estimate the position of a person with multiple low-cost Kinect depth sensors in an in-door environment. A preliminary accuracy evaluation experiment is conducted and the results are also presented.

1. はじめに

日本では高齢社会を背景として、65 歳以上の独居高齢者人口も増加しており、1980 年には高齢者人口に占める割合は男性 4.3%、女性 11.2%であったが、2010 年には男性 11.1%、女性 20.3%となった [1]。こうした高齢者を支援する方法のひとつに「見守り支援」がある。対象となる高齢者を日常の状態から把握し、対象者の安全や自立、安心などを促すことを目的と支援方法である。そのためには、高齢者の生活の中心である屋内での生活行動を把握する必要がある。関連研究では、多くのセンサを用いることによって、詳細に対象者の行動を推定することができる一方で、以下のような問題がある。第一に、センサ数の増加がある。対象者の位置を取得するために、部屋全体にセンサを取り付ける必要があるため設置の手間とコストが増加する。第二に、対象者の負担がある。対象者はセンサを装着しつづけなければならない、日常生活の負担になる。第三に、推定できる行動が専用機材に依存する。特殊家電製品などの専用機材を利用する場合、例えばクローゼットや本棚を利用する行動は推定できない問題がある。

そこで本研究では見守り支援を行うための準備研究として、深度センサを複数台用いた位置推定を行う。深度センサの座標空間の統合を行い、ユーザの位置の推定を行う。複数台の深度センサを用いることで、1 台では死角となる範囲の計測も可能となる。この手法により、家電などに特殊なセンサを利用したり、部屋全体にセンサを設置する必要がなくなるため、設置の手間とコストを削減できる。さらに、対象者にセンサ装着が不要なため、元の日常生活に近い状態で暮らすことができる。

2. 関連研究

青木ら [3] は、独居高齢者の行動パターンに着目して、観測される人物の行動が日常的か非日常的かを判断する手法を提案した。彼らは人物の行動を検出するために赤外線センサを

用いて人物の位置情報を検出する。さらに、テレビや冷蔵庫などの家電に稼働モニタを取り付けることで、家電の稼働状況の検出を行った。次に、センサから収集される人物の行動を一日毎にまとめ、一日単位で行動パターンの抽出を行い、抽出した行動パターンを分類して Hidden Markov Model(HMM)を用いて学習することにより、観測された行動が日常的または非日常的であるかの判断を行った。森ら [2] は、位置、接触物、重力方向のセンシング情報を融合して分析することで、生活意欲の判定に有用な日常行動を生活意欲判定行動 (Action implying Living Willingness: ALW) を詳細に把握する手法を提案した。センシング情報は、RFID や重力センサを家具に設置し、高齢者が身に着けることで取得した。ALW を詳細に把握することによって、高齢者の生活意欲を判断できる。生活意欲を基に、家族や医師が高齢者に対して、早期に適切なケアを与えることができ、要介護状態の予防につながる。

3. 位置推定システムの手法

3.1 複数台の Kinect の座標空間統合

本手法では、深度センサとして Microsoft 社の Kinect*¹ を用いた。Kinect は 1 台ずつそれぞれ異なった座標空間を持っているため、松島ら [4] の手法を利用して、変換行列を用いた座標空間の統合を行う。変換行列はユーザが Kinect の前に立ち、取得するユーザの骨格位置座標を用いて計算する。各 Kinect は、キャリブレーションを行うために必ず重なる範囲と骨格位置座標を取得できるような配置にする必要がある。変換行列の算出は、4 点 (頭、右肩、左腕、腰) の X,Y,Z 座標から行う。

3.2 ユーザの位置の推定

本研究で想定する環境は独居高齢者の部屋であるため、室内で動きのある物はユーザであると仮定できる。Kinect を用いて深度情報を 640 × 480 の解像度で毎秒 30 フレーム取得する。取得した各フレーム間の差分をとることによって、計測したユーザの深度点集合を取得できる。しかし、このままでは Kinect の歪みの影響によって、多くの余分な深度点がノイズとして残る。これを削除するために各深度点までの距離を求め、閾値以下の深度点の除去を行う。次に、取得したユーザの深度

連絡先: 竹田勇馬

滋賀県草津市野路東 1 丁目 1-1
立命館大学情報理工学研究科
コミュニケーションソフトウェア研究室
is0023re@ed.ritsumeikan.ac.jp

*1 <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>

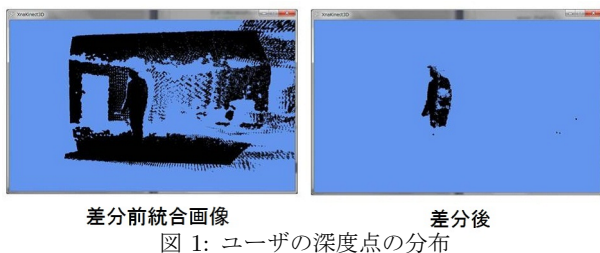
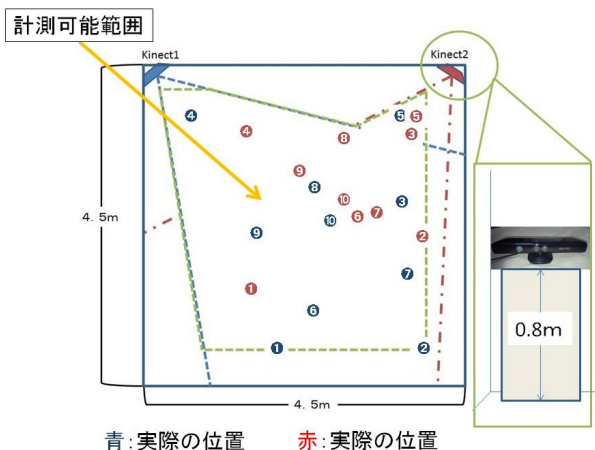


図 1: ユーザの深度点の分布



青: 実際の位置 赤: 推定位置
図 2: Kinect の配置と計測可能範囲

点の座標の平均を算出する。この平均座標がユーザの中心座標であり、本手法のユーザの推定位置となる。

図 1 に座標統合後に差分を行った後の深度点を示す。中央の塊が人物である。一部かけている部分もあるが、人型の深度点の分布が抽出できていることがわかる。

4. 精度評価

4.1 実験方法

Kinect を 2 台用いて、一般的な独居高齢者の部屋を想定し、4.5m × 4.5m 四方の空間で精度評価を行う。Kinect は平均的な身長の人間をよくとれると思われる、床から 0.8m の高さに設置した。基点となる Kinect を Kinect1、変換する Kinect を Kinect2 とする。実験空間内で Kinect が取得する深度情報の差分によってユーザの深度の分布を取得できる範囲に絞り込みを行う。次に、絞り込んだ範囲内で 10 箇所ユーザが立ち、実際の座標とシステムが推定した座標の比較を行う。

4.2 評価結果

計測結果を表 1 と図 2 示す。青が実際の位置を、赤が推定位置を示す。実際の位置と推定位置は、おおむね 1m 以内の誤差があることが分かった。また、実際の位置と各 Kinect の位置関係に着目すると、誤差はいずれかの Kinect に近いほど小さくなり、遠いほど大きくなるがわかる。

今回の実験結果が示した計測可能な範囲の大きさであれば、独居者の屋内での位置推定に使用できると考えられる。

次に、取得した実際の位置とシステムが推定した位置の差から、いずれかの Kinect に近い位置であれば誤差はおおむね 0.5m であるが、離れると誤差は 1m 以上になることがある。これは Kinect から離れるにつれて、Kinect の各深度点の間隔が広がっていくことと、Kinect 自身が持つ歪みによる誤差の影響が考えられる。

表 1: 計測結果

計測位置	実際の位置 (m)		推定位置 (m)		誤差 (m)
	X	Y	X	Y	
1	0.489	2.455	0.700	3.352	0.921
2	1.460	5.100	1.097	4.152	1.015
3	2.157	2.598	1.711	3.223	0.768
4	0.834	1.365	0.393	1.322	0.443
5	2.893	2.217	2.498	2.666	0.598
6	1.899	2.066	1.034	3.299	1.390
7	1.867	3.313	1.350	3.574	1.075
8	2.108	2.228	1.589	2.489	0.581
9	2.194	1.978	1.073	2.539	1.254
10	1.663	2.696	1.258	3.008	0.511

5. おわりに

本論文では、独居高齢者の見守り支援を行うための準備研究として、Kinect を複数台用いた位置推定を行った。まず複数台の Kinect の座標空間の統合を行い、フレームごとに深度点の取得を行った。次に、フレームごとに取得した深度点の分布の差分を行い、ユーザの深度点の分布を抽出した。この分布の平均を取ることによってユーザの推定位置を取得した。

しかし、以下のように本研究において今後改善しなければならない課題や追加すべき機能が残る。第一に、キャリブレーションの精度を高めること。現状の手法では体の厚みや実際の骨格位置との差があるため取得したデータには誤差が生じる。これを解決するために、立方体を地面に設置し、各頂点の座標からキャリブレーションを行う手法を実装する予定である。第二に、座標統合時の誤差を補正すること。Kinect の計測結果にゆがみがあることから計算結果にはノイズが含まれている。今後、歪みの補正を行う予定である。第三に、システムがリアルタイムをリアルタイム化すること。今回はオフラインで位置推定を行ったが、今後、独居高齢者介護で行われている異常検知にシステムを応用するのであれば、本システムをリアルタイムに行動推定ができるように改良する必要がある。第四に、本手法を用いた行動推定手法を実現すること。独居高齢者の見守りを実現するためには、対象者の位置の推定だけでは不十分である。深度点の分布パターンを活用することにより、ユーザの行動推定を実現する。

参考文献

- [1] 内閣府, 平成 24 年版高齢社会白書, (2012)
- [2] 森治佳, 原田史子, 島川博光: "位置, 接触物, 重力方向のセンシング情報を融合した日常行動の詳細な把握", 情報科学技術フォーラム講演論文集 8(4), pp253-254, (2009)
- [3] 青木茂樹, 大西正輝, 小島篤博ら: "独居高齢者の行動パターンに注目した非日常状態の検出", 電気学会論文誌.E, センサ・マイクロマシン専門誌, 125(6), pp.259-265, (2005)
- [4] 松島慎亮, 桑原教彰, 森本一成: "Kinect を用いた手指形状の三次元計測の一手法", 日本人間工学会関西支部大会論文講演論文集, 巻 2011, pp107-108, 2011