

タイトル	Kinectを用いた自律移動ロボットの制御
著者	杉山, 懐吾; 深谷, 健一; SUGIYAMA, Kaigo; FUKAYA, ichi
引用	北海学園大学工学部研究報告(39): 125-132
発行日	2012-02-14

Kinectを用いた自律移動ロボットの制御

杉山 懐吾*・深谷 健一*

Control of the Autonomous Mobile Robot Using Kinect

Kaigo SUGIYAMA* and Ken-ichi FUKAYA*

要 旨

移動ロボットに搭載したKinectのスケルトントラッキング機能を用い、人間追尾とジェスチャ検出による移動ロボットの制御を行う。ジェスチャで追尾開始または追尾停止の指示を移動ロボットに送り、追尾対象者の座標をリアルタイムで取得し移動ロボットに送信することにより人間追尾を行うことができた。

1. まえがき

移動ロボットが人間を認識することで、資材などの運搬をロボットに手伝ってもらい作業効率を上げることが可能である。本研究では、センサからの情報を基にして、簡便に人間追尾のできるシステムをロボットに搭載し、これを実現する。2010年の研究では距離を計測する測域センサ（北陽電機社製 URG-04LX）を用いて人間認識、人間追尾を行い、**図1**の手ジェスチャ装置で移動ロボットへの動作指示を行った¹⁾。測域センサを用いた人間認識では**図2**に示すように足の開きを検出後、対象者の位置情報を移動ロボットに送信していた。しかし、距離で



測域センサで人間を検出後、手ジェスチャ装置で動作指示を行っている

図1 手ジェスチャ装置による移動ロボットへの動作指示

* 北海学園大学大学院工学研究科電子情報工学専攻

* Graduate School of Engineering (Electronics and Information Engineering), Hokkai-Gakuen University

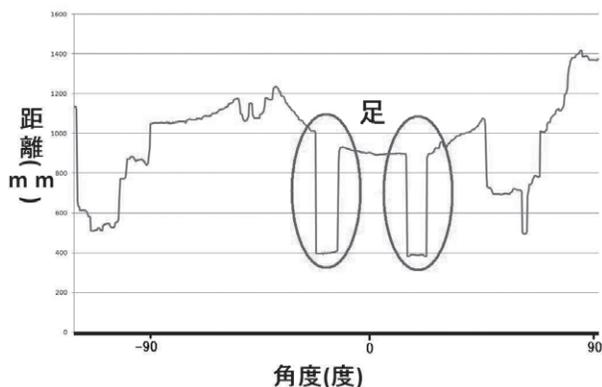


図2 測域センサ (URG-04LX) を用いての足の判別

のみ判定をしているため、机や椅子の足、柱などを人の足と誤認識する、複数人いる、歩いている、足を閉じているなどの状態だと認識できないという短所があった。

2010年10月にKinectが発売され、安価な装置でありながら距離の計測、スケルトントラッキング機能とジェスチャ認識の機能を備えており、移動ロボット分野への適用が試みられている^{2)~6)}。今回、測域センサと手ジェスチャ装置の代わりにKinectを用いる。

2. 実験環境

2.1 システム構成と動作

今回のシステム構成を示す。ハードウェアとして使用するのは移動ロボット (Mobile Robotics社製Pioneer 3-DX)、ノートパソコン (Ubuntu10.10 32bit)、Kinect (Microsoft社製)、12V鉛蓄電池、DC-AC変換器である。図3に示すように移動ロボットの上にノートパソコン、Kinect、鉛蓄電池、DC-AC変換器を載せる。ノートパソコンは移動ロボットとはRS-232Cケーブルで接続し、KinectとはUSBケーブルで接続して、それぞれ移動ロボットとKinectを制御す

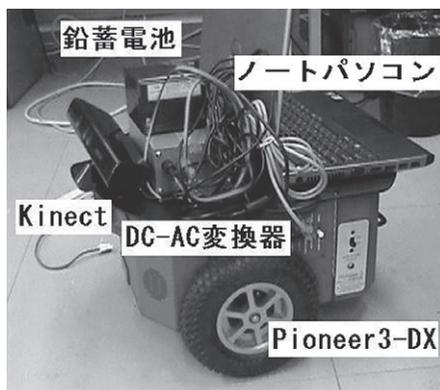


図3 実験装置

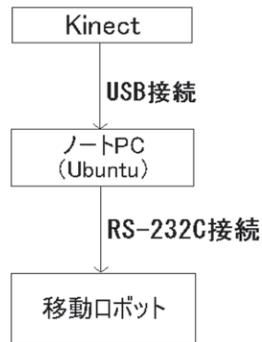


図4 システム構成1

る。図4にシステム構成を示す。KinectはDC12Vで駆動させるのだがゲーム用のデバイスのためAC100V電源用のコネクタしかなく、鉛蓄電池とDC-AC変換器を使用してDC12Vを供給する。

ソフトウェアとしてはノートパソコンに移動ロボットを制御するAriaと、Kinectを制御するのに、統合ツールであるOpenNI⁷⁾、ミドルウェアであるNITE⁷⁾、KinectのドライバであるSensor⁷⁾をインストールしている^{8),9)}。

2.2 Kinect

Kinectの仕様を表1に示す。各デバイスを図5に示す。

3. 人間追尾とジェスチャ認識の方法

OpenNIでは特定のポーズを取ると図6に示すようにスケルトントラッキングが開始される。人体を認識すると頭、胴体、肘、手、足などの体の各部位の座標 (x, y, z) をリアルタ

表1 Kinectの仕様

センサ部	色、深度センサを備えたレンズ
	マルチアレイマイク
	センサの調節を行うためのチルトモータ
視野角	水平視野：57度
	垂直視野：43度
	物理的なチルトの稼働範囲：±27度
	深度センサの人認識の範囲：1.2～3.5m (但し、認識後は最低50cm辺りまでなら認識する)
データストリーミング	320×240解像度：16bitカラー：30フレーム/秒
	640×480解像度：32bitカラー：30フレーム/秒
	16kHzの16bitオーディオ



図5 Kinect

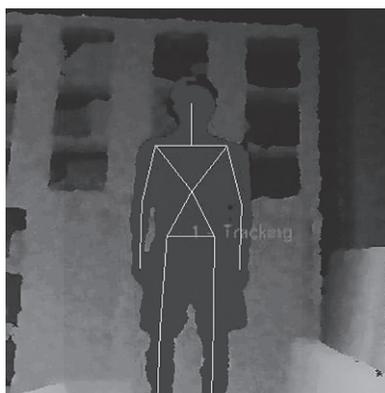


図6 Kinectを用いたスケルトントラッキング

ームで取得する． x と y の座標はスクリーン座標系に変換される．奥行きである z 座標は距離（mm）で表される．

3.1 人間追尾

人間追尾ではまず対象者の胴体の座標を取得する．移動ロボットを常に人間の真正面に移動させるため， x と y の座標を基に，画面の中心から何度ずれた場所に対象者がいるか角度を計算する．次に， z 座標を基にKinectと対象者の距離を取得する．この「角度」と「距離」の2つのデータを移動ロボットに送ることで，移動ロボットは対象者に向かって移動する．追尾のフローチャートを図7に，システム構成を図8に示す．

3.2 ジェスチャ認識

今回は右手を使用してロボットに「開始」，「停止」命令を送れるようにした．しかし，右手だけで命令を送るとなると，腕を振る等の日常で行われやすい単純な動作では誤操作をしてしまう可能性が出てくるので，ジェスチャを複雑に設定しなければならない．そこで，今回は胴体の座標を利用することにした．具体的には胴体の x と y の座標を中心に四角形の範囲を決めて，その範囲内に右手があればジェスチャ開始の合図とする．次に右方向に水平に右手を

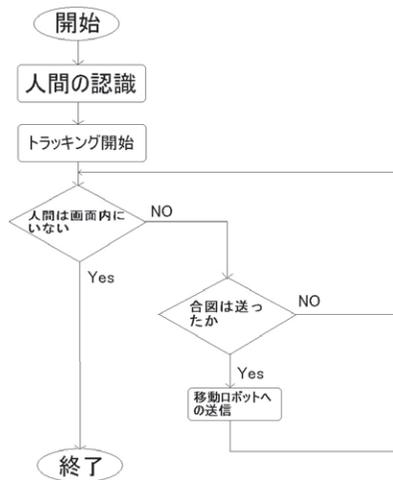


図7 追尾のフローチャート

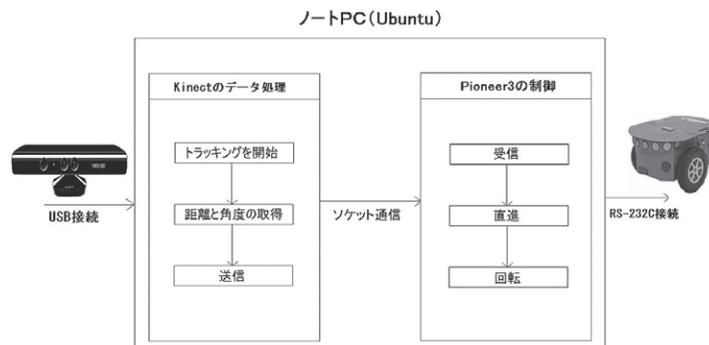


図8 システム構成2

動かして、一定の距離に到達するとジェスチャと認識する。このとき、合図をしてから一定の距離に到達する前に右手を範囲外に移動させたり、到達までに5秒以上かかると合図は失敗となる。ジェスチャを一度送ると追尾開始となり次に送ると追尾停止となる。なお、Kinectは途中で振り向いても右手と左手が入れ替わることがないので、Kinectに対し人間が正面でも背面でもジェスチャが送れるようにした。追尾開始、追尾停止のジェスチャをそれぞれミラーモードで図9、図10に示す。図11に追尾開始ジェスチャのフローチャートを示す。

当初は「開始」と「停止」のどちらも同じジェスチャにしていたが、停止の合図の場合は移動ロボットの速度とKinectとの距離の関係により対象者の本来の骨格とスケルトンの位置がずれることがあり、認識が難しかったので胴体と右手が重なれば停止とすることにした。

4. 実験結果

Kinectが対象者のジェスチャを認識したら距離と座標を取得して、座標から角度を計算した



Kinectに対して正面を向いている



Kinectに対して背面を向いている

図9 追尾開始の合図（ミラーモードで表示）



Kinectに対して正面を向いている



Kinectに対して背面を向いている

図10 追尾停止の合図（ミラーモードで表示）

後にソケット通信で現在位置のデータをロボット制御ソフトARIAに送る。送られてきたデータを基にPioneer 3が移動して対象者を追尾する。

1) ジェスチャによる動作指示

手ジェスチャ装置を使用せずに動作指示を行うことができた。

2) 人間追尾

直線、曲がり角のどちらも滑らかに追尾をすることができた。しかし、Kinectの視野角が限定されるため急激な方向転換を行うと視野から外れ追尾が終了するときもあった。また、移動ロボットとKinectの座標系が異なるため、Kinectの首がずれると移動ロボットとKinectとの座標変換に誤差が生じ、対象者を認識できなくなることがあった。

図12に実際の実験状況とKinectを通して取得したスケルトントラッキングの画像を示す。

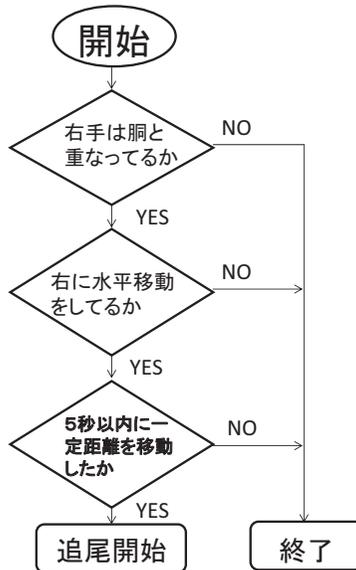
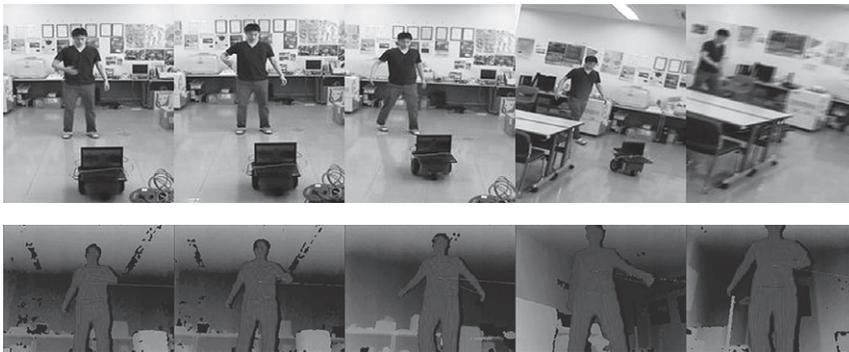


図11 追尾開始ジェスチャのフローチャート



スケルトントラッキング画像

図12 ジェスチャによる操作指示と人間追尾実験 (ミラーモードで表示)

5. あとがき

Kinectが移動ロボットの制御に十分に利用できることを確認した。しかし、移動ロボットとKinectとの座標変換，対象者とKinectの距離がジェスチャによる操作指示に対し重要であり，まだこの部分のプログラムの作りに改良の余地があるので，さらに工夫をしたい。

謝辞

本研究は北海学園大学ハイテク・リサーチセンター研究費の支援を受け，実施された。

参考文献

- 1) 杉山懐吾, 深谷健一: 移動ロボット搭載測域センサを用いた人の探索, 平成22年電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, 23, 2010.
- 2) 鄭龍振, 石橋正教, 倉爪亮, 岩下友美, 長谷川勉: 4台のKinectを搭載した全方向計測ロボットによる環境計測, 第29回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2011AC103-4, 2011.
- 3) 成田翔, 久保田直行, 戸田雄一郎: 距離画像センサによる3次元自己位置推定, 第29回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2011AC3N1-6, 2011.
- 4) 表允哲, 長谷川勉, 辻徳生, 諸岡健一, 倉爪亮: ジェスチャによる移動ロボットへの動作目標指示と誤差修正, 第29回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2011AC3O1-7, 2011.
- 5) 白井暁彦, 小坂崇之, 藤村航: Kinectセンサで自然なジェスチャ入力インタフェースを作る, Interface, 2012 Jan., pp.85-101, 2011.
- 6) 柴田智広, 船谷浩之, 中村彰宏, 大林千尋: Kinectとフリーなライブラリによるルンバの制御と2Dゲームの製作, Interface, 2012 Jan, pp.107-111, 2011.
- 7) <http://75.98.78.94/default.aspx>
- 8) <http://tclip.blog38.fc2.com/>
- 9) <http://tirokartblog.wordpress.com/2011/01/21/kinect-working-on-ubuntu-10-10/>