

# 指さし動作認識による移動ロボットへの目標地点の指示

## Target Position Instruction to Mobile Robot based on Finger Gesture Recognition

餅川 穂十 山下 晃弘  
Minoru Mochikawa Akihiro Yamashita

介護や家事などの人間生活に適応させた支援ロボットの实用化は、少子高齢化社会への大きな支援になると期待されている。ロボットに荷物を運ばせるなどの支援する場面では、人が直接ロボットに指示したい場合も想定される。ロボットの目標動作位置や動作量を双方向的に指示するために視覚的にジェスチャ認識で与えることができれば、人にとって直感的な指示ができ、特殊な器具の装着も必要ないので、有用である。

本研究では、Microsoft が販売する Kinect の骨格トラッキング機能を用いて指さしジェスチャを認識し、指示した位置へのロボット移動システムを構築した。ロボットは mindstorms EV3 (LEGO 社) を使用し、Kinect をロボットに搭載する形で実装した。本稿では、構築したシステムと、指さし位置の認識精度に関する実験結果について報告する。

キーワード: 移動ロボット, ジェスチャ認識, 目標位置推定

### 1. まえがき

現在、民用ロボットは福祉や家事をさせるなど人の生活を支援するものとして注目されている。ロボットに作業させるときには、人が直接ロボットに指示したい場合も想定される。ジェスチャを使ったインターフェースは、人にとって直感的な指示ができ、特殊な器具の装着も必要ないので、近年注目されている。ジェスチャ認識を利用した機械を操作する研究[1][2][3]が数多く行われている。

これらの研究では、Microsoft が販売する Kinect を用いて人のジェスチャを認識する機能を実装しているが、Kinect の設置場所はロボット自体ではなく、机や専用の台などの固定された場所に設置して実装している例が多かった。つまり、人間のジェスチャを Kinect で認識し、遠隔地にあるロボットを操作する、という利用を想定している。一方で、ロボットと人間とのコミュニケーションを考えた場合、ロボット自体が直接人間のジェスチャを認識し、その結果に応じて適応的に振る舞う技術も重要である。

そこで本研究では、ロボットに Kinect を搭載する形で実装し、ロボットが人間のジェスチャを認識して適応的に行動を制御するシステムの実現を目的とする。今回実装したロボットは、小型のものを使用し、Kinect に角度を付け搭載することで、全身が映るように工夫をした。

本稿では、Kinect の骨格トラッキングシステムを使用し、人間の関節の座標を取得し、ジェスチャ認識を用いてロボットへの移動目標地点を指示するシステムの構築について述べるとともに、指さし位置推定における推定誤差の調査結果と考察について報告する。

### 2. システムの構成

#### 2.1 システムの概要

被験者の骨格情報を Kinect で取得し、PC で指さし位置の計算を行った。今後は取得した指さし位置の推定値に対してロボットを移動する制御機能を実装する予定であるが、本稿では指さし位置の推定機能に焦点を絞り、その精度と誤差について考察する。システムの構成を図 1 に示す。

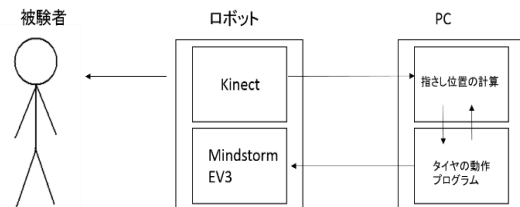


図 1 システムの構成

#### 2.1 Kinect

本研究では Kinect の骨格トラッキングシステムを用いて、「頭、右腕、右肘」の座標を取得した。本研究で用いた Kinect の仕様を表 1 に示す。

表 1 Kinect の仕様

センサー部	色および深度センサーを備えたレンズ
	ボイスマイク
	センサー調整を行う為のチルトモータ
視野角	水平視野: 57 度
	垂直視野: 43 度
	深度センサーの範囲: 1.2m~3.5m
データストリーミング	320×240 解像度: 16bit
	深度: 30 フレーム/秒
	640×480 解像度: 32bit
	深度: 30 フレーム/秒
骨格トラッキングシステム	2 人のアクティブプレイヤーを含む 6 人までの人体を認識
	アクティブプレイヤー 1 人に対し 20 の関節をトラッキング
チルト角	上下 27 度

#### 2.2 mindstorms EV3

mindstorms EV3 は LEGO 社とマサチューセッツ工科大学の共同開発により 2013 年に発売されたブロックロボットシステムである。mindstorms のモータを 4 つ使用し、Kinect が搭載した形でも走行できるように実装した。曲がるときは左右のモータのデューティー比を変えることで実現している。作成したロボットを図 2 に、mindstorms EV3 のスペックを表 2 に示す。

† 国立高専機構東京高専 NIT, Tokyo College

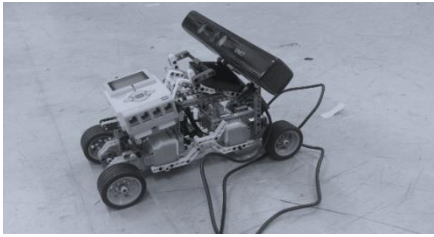


図 2 作成したロボット

表 2 mindstorms EV3 のスペック

OS	Linux
CPU	ARM9
メモリ	64MB
ストレージ	フラッシュメモリ (16MB)

### 2.3 指さし位置の推定

長谷川らの研究[1]で、指さしジェスチャによる推定位置を求める手法が提案されている。本研究とは Kinect の設置方法などシステム構成は異なるが、指さし位置の推定位置を求める式は同様の式を利用した。Kinect と地面のなす角を  $\theta$  とする。人が示した位置の 3 次元は

$$\frac{x - x_{head}}{x_{hand} - x_{head}} = \frac{y - y_{head}}{y_{hand} - y_{head}} = \frac{z - z_{head}}{z_{hand} - z_{head}} \quad \text{式 1}$$

により求める。式 1 は頭と手の座標から得たベクトルである。式 1 を変形し、指さし位置を式 2 と式 3 のように得る。

$$goal_x = x_{head} + \left( \frac{z - z_{head}}{z_{hand} - z_{head}} \cos \theta \right) (x_{hand} - x_{head}) \quad \text{式 2}$$

$$goal_y = y_{head} + \left( \frac{z - z_{head}}{z_{hand} - z_{head}} \right) (y_{hand} - y_{head}) \cos^2 \theta \quad \text{式 3}$$

## 3. 実験

### 3.1 実験設定

2.3 節で示した式 2 と式 3 を利用して、床面に設置した 14 個のマーカの位置に対する指さし動作の計測精度を求める実験を行った。カメラは地面から高さ 0.13m、地面に対して  $40^\circ$ 、マーカの間隔を 1m で配置した。指さしを 10 回行って精度を検証した。図 2 にマーカの配置を示す。

### 3.2 指さし位置の誤差

1 番人から遠い列での平均誤差は 0.919m, 1.128m, 2 番目でのそれは 0.681m, 0.875m, 人の真横であるマーカのそれは 0.614m, 1.778m, であった。誤差の平均値は 0.919m, 1.268m であった。図 4 に指さしの推定位置, 表 3 に誤差の分布及び平均値をそれぞれ示す。表 3 の単位は meter である。

### 3.3 考察

今回の実験では、x 軸も y 軸も誤差が 1m ほど生じた。また、原点つまり人から遠い地点にあるはずのマーカが近くにあるといった誤差が生じていた。今後は誤差が生じた原因を追究するとともに、実験方法や式の妥当性を検討する必要がある。

## 4. まとめ

本研究では室内での指さし位置を認識するシステムを開発した。今後は、指さし位置の精度を高めたり、このシステムを用いてロボットの移動を実現したりする。

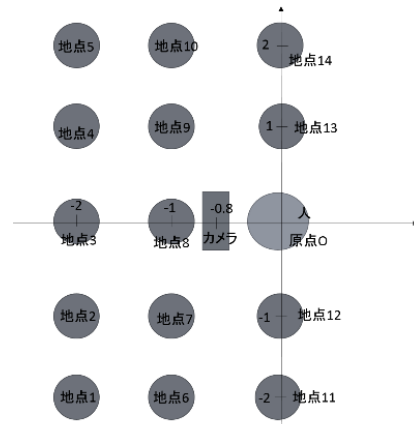


図 3 マーカ、人、カメラの配置

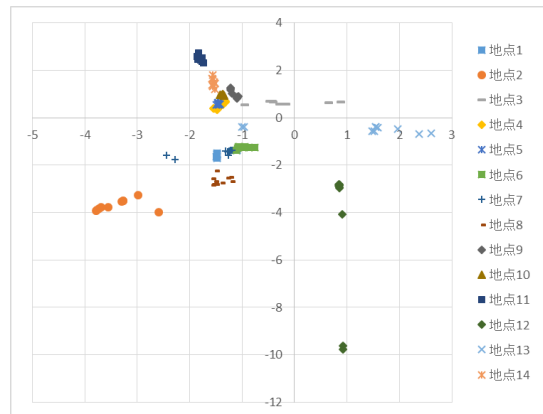


図 4 指さしの推定位置

表 3 指さし位置の誤差

マーカ番号	x	y	座標x	座標y	誤差x	誤差y	誤差の平均	
							x	y
1	-2	-2	-1.60876	-1.7381	1.19124	0.2619	0.91896	1.127516
2	-2	-1	-3.78372	-3.98366	0.98372	2.98366		
3	-2	0	-0.228	0.634693	2.572	0.634693		
4	-2	1	-1.49437	0.671605	1.30563	0.328395		
5	-2	2	-1.45236	0.571066	1.34764	1.428934	0.681285	0.874845
6	-1	-2	-0.99532	-0.89513	0.80468	1.10487		
7	-1	-1	-1.04745	-1.02636	0.75255	0.02636		
8	-1	0	-1.4356	-1.91525	0.3644	1.91525		
9	-1	1	-1.13922	0.820246	0.66078	0.179754	0.61407	1.778097
10	-1	2	-1.37348	0.852009	0.42652	1.147991		
11	0	-2	-1.04745	2.042093	0.24745	4.042093		
12	0	-1	-1.80629	-2.50831	1.00629	1.50831		
13	0	1	-1.25602	-0.38976	0.45602	1.38976		
14	0	2	-1.54652	1.197668	0.74652	0.802332		

## 参考文献

- [1] 長谷川 勉：“ジェスチャによる移動ロボットへの動作目標の指示と誤差修正”，第 24 回日本ロボット学会学術講演会, 2011
- [2] 渡邊 茂：“NUI を用いた移動ロボットプラットフォームの制作”，千葉職業能力開発短期大学校紀要 第 18 号, 2013
- [3] 矢田幸大：“指さし対象認識による個人用知的移動体の直感的な操作”，情報処理学会第 75 回全国大会