

手ぶり動作の計測と移動ロボットへの応用

北海学園大学 ○深谷 健一, (株) 東京コンピュータサービス 健名 裕希, (株) 札幌システムサイエンス 郡司 佑輔
要旨

人間同士のコミュニケーションでは頻りに用いられる手ぶり動作を奥行きカメラ Kinect により認識させる。手ぶり動作認識と Kinect 搭載の他のセンサ機能を併用することで、移動ロボットが「指定された特定物体を取ってくる」、「人間を追尾しながら環境地図を作成する」システムを構築し可視化した。

1. まえがき

ロボット技術を介護や家事などの生活分野に適用した生活支援ロボットの実用化が少子高齢化社会への大きな支援になると期待されており、ロボットと人間とのコミュニケーションが課題の一つである。人間同士のコミュニケーションでは言葉の他に表情、視線、手ぶり・身ぶり動作、姿勢などの非言語インタフェースを併用して効果をあげている。手ぶり動作を移動ロボットに応用する過程を図1に示す。センサを移動ロボットに搭載する方式では人間が手ぶらでコミュニケーションでき、自然、簡便であるが、環境変化の影響を受けやすい。人間がセンサを持つ方式では環境変化に強いが、装置を手を持つ必要がある。先行研究では手ぶり動作計測に主眼が置かれ、応用を想定しての研究が少ない。本報告では移動ロボットを用いる二つの応用を想定し、システム実現に必要な他の計測との連携をも考慮する。Microsoft 社の奥行きカメラ Kinect を活用する。

2. 指差し動作の応用²⁾

生活支援ロボットでは「指定された特定の物体を取ってくる機能」が必要とされており¹⁾、指差し動作で特定物体の場所を示すとともに音声で物体名を指定するシステムを可視化する。装置構成を図2に示す。Kinect を3台使い、①指差し計測、②音声認識、③特定物体認識をそれぞれの Kinect が分担処理する。図3に処理フローを示す。

Kinect のスケルトン・トラッキング機能を利用して、掌 A と手首 B の位置座標を取得すると、指差した床面から高さ h の座標 C は次式で求められる (図4参照)。

$$x_C = \frac{1}{z_B - z_A} \{x_A(z_B - h) - x_B(z_A - h)\}$$

$$y_C = \frac{1}{z_B - z_A} \{y_A(z_B - h) - y_B(z_A - h)\}$$

指差し認識の精度を確認するため、最大半径 3m の円周上に 20 点のマーカーを配置し (図5)、3名の被験者に全てのマーカーを3回指差ししてもらった。取得座標データの実測値と理論値の誤差の平均は x 座標が 19cm、y 座標が 46cm となった (表1)。人間が遠くを指差した場合、腕全体が Kinect と平行に近づき、掌と手首を判別して位置を計測することが困難であった。この応用ではおおよその位置を指



図1 手ぶり動作の移動ロボットへの応用過程

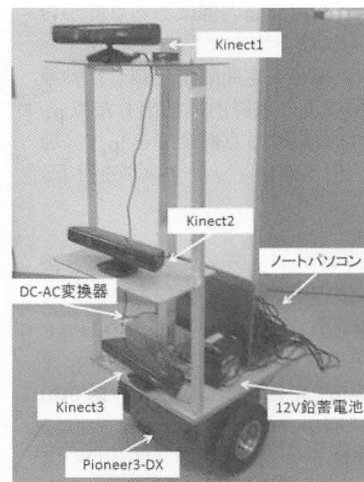


図2 装置構成

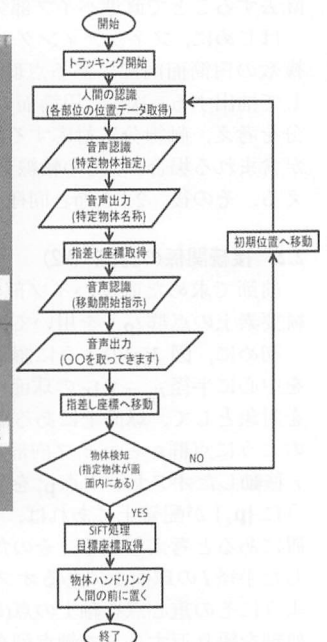


図3 処理フロー

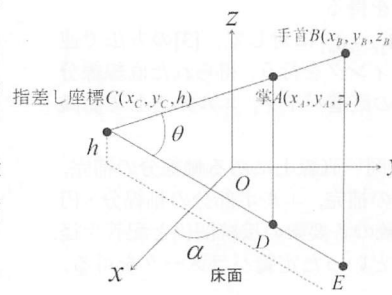


図4 指差し座標計算

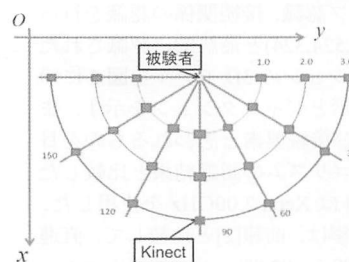


図5 指差しマーカーの配置

	誤差平均(cm)	
	x座標	y座標
被験者1	20	42
被験者2	16	38
被験者3	19	56
平均	19	46

表1 指差し座標誤差

定できればロボットがその場所に接近し、音声で指定された物体を含む画像を撮影して、SIFT 特徴認識によりロボットとの相対座標を求める。これによりロボットは移動し特定物体をハンドリングして人間の前に持ってくる。動作状況を図 6 に示す。

3. 手ぶり動作の応用³⁾

人間が先導してロボットを追尾させると同時に周囲環境の地図を作成する。ロボットへの操作指示に手ぶり動作を使う。Kinect では頭や手、足など人体の各部位を 3 次元座標としてリアルタイムに取得でき、手ぶり動作による指示に頭、右掌、左掌、左手首のスケルトン・トラッキング機能を利用する。掌の軌跡から前進、後退、停止、旋回さらに人間追尾指示を行う。装置構成を図 7 に示す。

1) 手ぶり動作認識 (Kinect1) 右手の手ぶり動作認識でロボットに対し『追尾の開始』と『後退』、『停止』の命令を送れるようにした。『追尾の開始』は右手を最初に上方向に垂直かつ手前方向に一定距離移動、次に先の動作と反対方向に一定距離移動、最後に再び 2 つ前の動作を行う。『後退』は右手を最初に右方向に水平に一定距離移動、次に左方向に水平に一定距離移動、最後に再び右方向に水平に一定距離移動させる。右手を頭の座標から 30 cm 以上上方に挙げるジェスチャを『停止』とする。

2) 人間追尾動作 (Kinect1) 人間追尾では対象者の胴の座標を逐次取得し、移動ロボットの正面中心から対象者までの角度と移動ロボット中心から対象者までの距離を計算する。このデータを移動ロボットに送信すると、ロボットは対象者の方向に向き直り、その後前進する。この一連の流れを繰り返し行うことで人間追尾を実現する (図 9)。

3) 地図作成 (Kinect2~Kinect4) 移動ロボットの左右と後方に搭載した 3 台の Kinect から得られる距離データと移動ロボットの現在の位置、角度のオドメトリデータを用いて地図を描画する。計測は移動ロボットが人間を追尾しているとき、移動ロボットが前進を終えたタイミングで行う。地図の描画は OpenGL を使い、計測が行われた後、逐次実行しており、1 台の Kinect につき最大 640 点の取得データを移動ロボットの現在位置と角度を考慮した上で全て点として描画している。図 10 に部屋の地図を描画した結果を示す。多数の点群で示されるのは壁や障害物、連続した線で示されるのは移動ロボットの移動軌跡、線上の矢印はその時点での移動ロボットの向きを示す。

4. あとがき

複数台の奥行カメラ Kinect を活用することにより手ぶり動作認識に基づく二つの応用を実現した。システム設計者が操作者を兼ねており操作は容易であった。未熟練者が使用する状況では操作の習熟が必要となる。指差し座標



図 6 指定された特定物体を取って来る動作状況

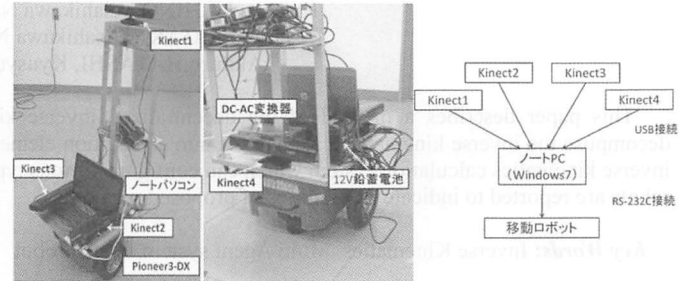


図 7 装置構成



図 8 追尾開始手ぶり動作(ミラー反転表示画像)



追尾開始 旋回 人間追尾地図作成

図 9 人間協調型地図作成の動作状況

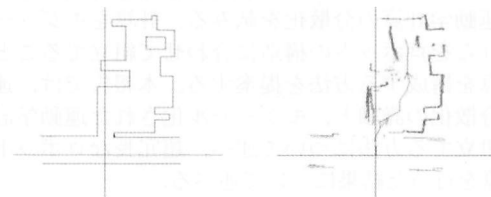


図 10 部屋地図の作成(左:部屋形状, 右:作成地図)

誤差や手ぶり動作の誤認識など今後の改善が必要である。

謝辞 本研究は、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(平成 20 年~平成 24 年)の支援を受けて行われた。

参考文献 1) 永田和之他: 人が指示した物を取ってくれる日常生活支援ロボット, 日本機械学会福祉工学シンポジウム 2007, MG313, pp. 235-238, 2007. 2) 郡司佑輔他: 3 台の Kinect を搭載した移動ロボットによる特定物体ハンドリング, 第 5 回 RSJ-HRT 講演会, P14, pp. 130-133, 2013.

3) 健名祐希他: 4 台の Kinect を搭載した移動ロボットによる人間協調地図作成, 第 5 回 RSJ-HRT 講演会, P23, pp. 152-155, 2013.