

ジェスチャ認識手法のサービス・ロボットの操作への応用

Application of Gesture Recognition Method to Operation of Service Robot

○ 李在勲 (愛媛大) 岡本伸吾 (愛媛大)

Jae Hoon LEE, Ehime University
Shingo OKAMOTO, Ehime University

Abstract: Service robots that need to perform service tasks in human daily environment are required to have communication capability for interacting with human users. For that, human gesture, as well as voice, is considered as an effective method to convey user commands to a robot. This paper investigated algorithms of recognizing human gesture for operating service robots. Two recognition algorithms, machine learning based on Hidden Markov Model and heuristic method based on the position-posture information of habitual human motion, had been utilized. As a main sensor, 'Kinect Sensor' that can provide the position information of human skeleton based on three dimensional depth information with RGB image had been employed for detecting human gesture. Three representative applications of operating service robot with gesture recognition had been demonstrated. A mobile platform with Kinect sensor and laser scanner had been used as a service robot with the capability of communicating with human.

Key Words: Service Robot, Human Robot Interface, Gesture Recognition

1. 緒言

近年のロボット技術は一般的な産業現場での応用範囲を超えて、福祉や介護など人間の日常生活での様々な応用先で活用するために、日々発展されている。ロボットが人間の日常生活環境でサービス作業を行うためには、人間との接触に安全性を確保するなど、解決しなければならない問題が多くある。その中で重要な課題の一つは、人間の命令や意思をロボットに伝えるとともに、ロボットからの返事や状況を人間に伝達する意思疎通方法(HRI: Human Robot Interaction)である⁽¹⁾。

ロボットから人間への情報伝達として、予め計算機に用意した画像や音を画面やスピーカーなどを用いて実現することが可能である。しかし、人間からロボットへ命令を伝える方法はまだ課題が残っている。簡単な方法として、ボタン、キーボード、タッチパネル、ジョイスティックなどの機器を利用する方法があるが、一般使用者には不便である。また、未来のサービス・ロボットのためにはより人間に親しい方法を用いることが望ましい。音声は社会での意思疎通方法として最も多く利用されていることから、ロボットの操作においても適切な方法として考えられる。しかし、複数の声から使用者の特定音声を認識出来ない問題などから、まだロボットの操作には活用されていない状況である。一方、ジェスチャ認識分野では、カメラで得た画像を基に人間の動作を検知する従来の方法と共に、3次元スキャナを用いたモーション・キャプチャー技術が開発され、ゲームなどに応用されている^(2,3)。そこで本研究では、手と腕の動きをロボットに認識させ、人間の命令を伝えるジェスチャ認識によるサービス・ロボット操作について考察した。

2. ロボットシステムと腕の検知

図1に本研究で使用したロボットシステムを示す。左右の独立駆動輪と受動キャスタを持つ移動車ロボットに Kinect センサとレーザスキャナ、そしてノートパソコンが計算機として搭載されている。図2に示すように Kinect センサからの計測データは計算機で処理され、ロボットの行動を決定し、サービス作業を行うことになる。また、情報処理結果やロボットの状況は、計算機の画面やスピーカーで

ユーザに示すことによってロボットから人間への情報伝達を行う。

特に腕の検知には Kinect センサが利用され、3次元計測データから人間骨格の主要な15か所の位置情報が実時間で得られる。本研究では右腕の手と肘の位置を用いてジェスチャ認識を行った。Kinect センサからは図3に示すようにセンサ中心に設置されたセンサ座標系での位置情報が提供される。その情報から手の位置と、腕の方向を用いて人間のジェスチャを認識した。腕の方向は肘から手に向かうベクトルの方向を正面(X-Y平面)と側面(Y-Z平面)に投影し、各平面での方向に分けてジェスチャ認識を行った。

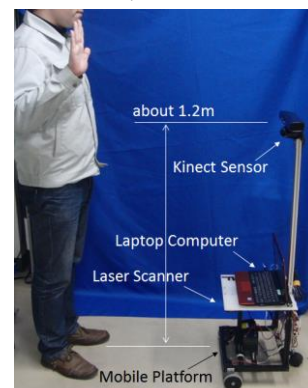


Fig. 1 Mobile Service Robot

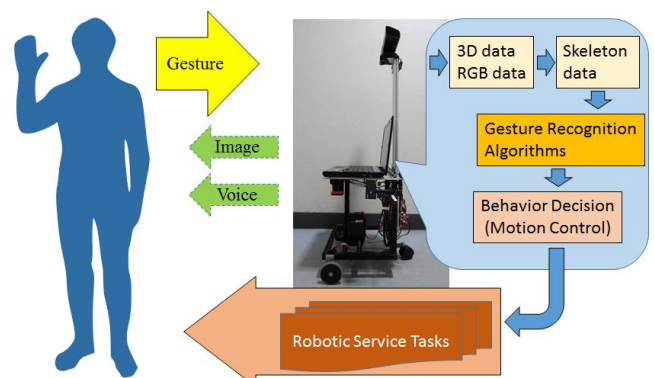


Fig. 2 Human-robot interaction with gesture recognition

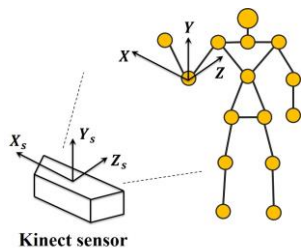


Fig. 3 Coordinate systems for detecting motion of human arm

3. ジェスチャ認識手法

本研究では機械学習基盤認識方法と領域基盤認識方法をジェスチャ認識手法として採用した。

3-1 機械学習基盤認識手法

機械学習法に基づくジェスチャ認識としては、隠れマルコフ・モデル(HMM: Hidden Markov Model)を活用した。このモデルには複数の状態が存在し、ある状態から他の状態に遷移する確率が与えられている。そして時間が進むにつれて状態遷移が確率的に発生する。人間のジェスチャとは特定の動きを行うことであり、ジェスチャ毎に特定の状態遷移確率のモデルとして表現されることである。本研究では、ジェスチャ毎に腕の方向が変化することに注目した。正面と側面での腕の方向を状態とし、各ジェスチャによるその方向の変化を HMM モデルに学習させた。また、認識の際には入力ジェスチャを学習させた複数のモデルに対する尤度を計算し、どのジェスチャを行ったかの判断をさせることができた。

3-2 手の位置情報を活用した認識手法

ある程度簡単なジェスチャについては、特別なアルゴリズムを使わずに手の位置情報のみで認識を行った。ただし、単純に手が特定の領域に存在するかどうかを判定するだけでは、ある瞬間に手がその領域を通ることで、そのジェスチャであると判断される誤認識を起こすことが多い。その対策として、時間情報を一緒に活用し、手が特定の領域にある時間以上存在するときそのジェスチャを行ったと判定する。

4. サービス・ロボット操作の応用例

本研究ではジェスチャ認識方法をサービス・ロボットに搭載して、以下の3つのサービス作業に適用し HRI の検討を行った。

4-1 人間追従機能を有するパートナ・ロボット

小荷物の運送機能と人間追従機能を持つ移動車ロボットが、使用者のパートナとしてサービス作業を行う場合の例を想定した。ロボットは何時もサービス対象となる人間を追従し小荷物などを搬送する。ユーザーは必要に応じてある場所での待機、追従の再開、元の位置への移動命令を、ジェスチャを用いて与える。ロボットはその命令を認識し、画像と音声の返事と共に、追従・待機・移動のサービス作業を行う。

4-2 物体運送サービス作業

作業者の隣りで小荷物運送作業を行うサービス・ロボットの例を想定した。作業中で席から離れられないユーザーが、横に待機していたロボットに、特定の部屋に移動し必要とする物体を持って来るよう指示する。ロボットは指示された部屋に移動すると、その部屋にいる別の人間がロボットに目標物を載せて元の位置に移動するように指示する。ロボットはユーザーの位置に移動して運送サービス作業を完了する。

4-3 手差した場所を掃除するサービス作業

掃除機能と物体運送を有するロボットが掃除作業を行う人間を手伝う場合の例を想定した。ロボットは掃除道具とゴミ箱を搭載して、掃除作業を行うユーザーを追従する。ユーザーは事務室の掃除作業を行い、必要に応じて取れたゴミをロボットに入れたり掃除道具をロボットから取ったりする。また、ある場所の床面にダストがあることを発見したユーザーは、ロボットにその場所を掃除するよう手差し動作で指示する。

4-4 検討結果

以上の3つの応用例では、ジェスチャ認識を用いた指示方法でサービス・ロボットの操作が効率的に行われた。図4は各応用例の実験の様子を示す。



(a) Application of partner service robot



(b) Application of object delivery service



(c) Application of cleaning helper robot

Fig. 4 Examples of operating the service robot with gesture

5. 結言

応用例を通して検討したジェスチャ認識に基づく HRI は効果的な手法であることが確認された。今後は、ジェスチャ認識性能の向上、スマート機器と一緒に活用するための技術、より多くのサービス作業への適用に対する研究を行う予定である。

参考文献

- (1) S. Rossi, E. Leone, M. Fiore, A. Finzi and F. Cutugno, An Extensible Architecture for Robust Multimodal Human-Robot Communication, Proc. of IEEE IROS, pp.2208-2213, 2013.
- (2) 藤井辰也, 李在君, 岡本伸吾, ジェスチャ認識システムを搭載した移動車ロボットの開発, 日本機械学会中国四国支部学術講演会, 611, 2014.
- (3) 顧堯, 李在君, 岡本伸吾, 人間を追従したり手差した場所に動く移動車ロボット, 日本機械学会中国四国学生会第45回卒業研究発表講演会, 1418, 2015.