

1T-8

ロボットとユーザとのインタラクションにおける ロボット・ユーザ・オブジェクトの相対的位置関係の取扱い

立木 翔一[†] 今井 順一[†] 金子 正秀[†]
[†] 電気通信大学

1. はじめに

知能ロボットとユーザとが3次元空間内でインタラクションを行う場合、ロボット、ユーザ、空間内のオブジェクトの3者の相対的位置関係の取扱いが重要である。

相手を移動させる場合、人間は「前、後ろ、左、右」等の移動方向を表す言葉を頻繁に用いる。この際、これらの移動方向を表す言葉が意味する内容は、ロボット、ユーザ、オブジェクトの相対的位置関係によって異なることに注意が必要である。例えば、ロボットとユーザが互いに向い合っている場合、ユーザがロボットに対して、自分を基準にして「左」と言うか、ロボットを基準にして「左」と言うかで、実際に指す方向についての解釈が逆になる。また、相手とオブジェクトとの位置関係について、相手がオブジェクトに対してどのような向きを向いているかによって、「前」や「右」といった指示の仕方が異なってくる。

本論文では、ロボット(図1)、ユーザ及びロボットの視野内外に存在するオブジェクトの3者の相対的位置関係を考慮したインタラクションについて検討する。



画像を取得するカメラ
(距離情報を取得可能)

図1. インタラクションを行うロボットとカメラ

2. 相対的位置関係の把握

ロボットが相対的位置関係を把握しなければならない状況の一つとして、図2のようにロボットがユーザに指示を出し、ユーザを移動させたり、動作させたりするような場面がある。本論文では、ユーザ(図3中央部)が必要とするオブジェクト(例えば図3右下に○で囲んだオブジェクト)を定め、そのオブジェクトの傍らまでユーザを誘導するための、ロボットによる相対的位置関係の把握、およびユーザへの指示方法を考える。

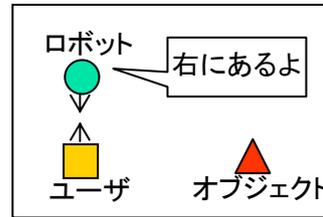


図2. ユーザへの指示



図3. 入力画像例

3. 相対的位置関係の認識方法

図2のような状況で相対的位置関係を認識するためには、ユーザの位置と向き、オブジェクトの位置を認識する必要がある。これらの要素を以下の画像処理技術を利用して求める。また、それぞれの位置データは3次元座標で取得する。

3.1 ユーザの位置の認識

(1) 肌色領域の抽出

肌色分布に対するガウス混合モデル[1]を利用する。尤度マップとして表現された肌色候補領域に対して閾値処理により2値化を行い、肌色領域を求める。

(2) 髪色領域の抽出

HSV表色系での閾値処理および低輝度通過フィルタを併用する。入力画像全体に対してこのような処理を施し、(1)で得られた肌色領域の上部にある領域を、髪色領域として抽出する。

上記(1)、(2)の抽出結果から髪領域の下部にある肌色領域を顔と認識し、顔領域の重心位置をユーザの位置として認識する。

3.2 ユーザの向きの認識

顔領域と髪領域各々の重心座標や、面積の大小関係を利用することにより、ユーザの顔の向きを前後左右の4通りに分けて認識する。

3.3 オブジェクトの認識

HSV表色系における閾値処理を利用する。4に記載した手法により、事前にオブジェクトの色と名前を学習することによって、ユーザの指示したオブジェクトの色を画像上から探索する。将来的には、形状や模様を認識を行うことにより、様々なオブジェクトを扱えるようにする必要がある。

図3に対して以上の3.1~3.3の処理を行った結果を図4に示す。ユーザおよびオブジェクトの3次元座標を認識し、さらにユーザの向きを前後左右の4方向で認識することによって、ユーザに対して8方向の指示を与えることが可能になる。

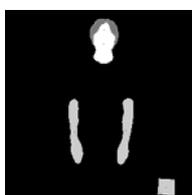
Intelligent Human-Robot Interaction Considering Relative Positions among Robot, User, and Objects

[†] Shoichi TSUIKI, Jun-ichi IMAI, and Masahide KANEKO
 The University of Electro-Communications

4. オブジェクトの色情報の学習

ロボットは、3.1の方法でユーザの顔領域を決定することにより、顔領域以外の肌色領域をユーザの手の領域として認識する。

図5に示すように、ロボットにとって未知のオブジェクトをユーザが両手で持って示すことによって、手の位置関係からロボットはユーザが持っているオブジェクトに注目する。注目した領域から取得したHSVの色情報をヒストグラムで表し、[2]の手法を適用することにより、安定したヒストグラムを得る。このヒストグラムから、ロボットはオブジェクトの色情報を取得し、次回からのインタラクションでオブジェクトを認識するための情報として利用する。



顔の向き「前」

図4. 図2に対する処理結果



図5. 未知のオブジェクトをユーザが持って示す

5. ロボットによる処理の流れ

全体的な処理の流れを図6に示す。ユーザが目的とするオブジェクトをロボットに明示すると、ユーザが視野内に存在することを確認してから、ロボットは回転動作を利用し、視野内外においてオブジェクトを探索する。オブジェクトを発見すると、相対的位置関係を考慮してユーザから見たオブジェクトの位置を指示する。なお、ロボットの視野外にオブジェクトを発見した場合、ロボットはオブジェクトの位置を記憶し、ユーザを視野内に捉えながら、指示を行う。ユーザがオブジェクトを取得したことを認識すると、インタラクションを終了する。

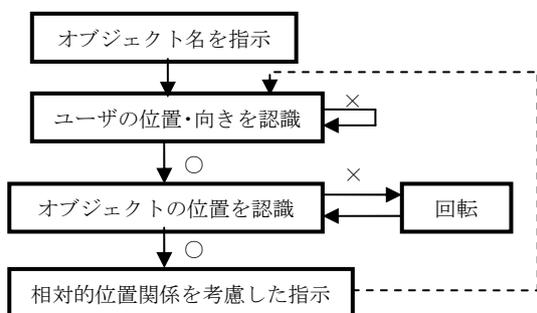


図6. 全体的な処理の流れ

6. 実環境内でのインタラクション実験

ロボットの視野内にユーザを、視野外に4でロボットが学習したオブジェクトを配置して実験

を行った。なお、指示は「1m前」など、ユーザ・オブジェクト間の距離および方向の情報を、音声と動作で示す。

図7にロボットの視野画像の変化を示す。ロボットは初めユーザを認識①し、さらに①の画像内にユーザが必要とするオブジェクトが存在していないことを認識する。そして回転動作(右回りに60°)によりオブジェクトを探索する。オブジェクトを発見②すると、①へ戻り「2m後ろ」と動作と音声を交えてユーザに指示する。さらにユーザの位置や向きの情報から「50cm前」などの指示を与え、ユーザはオブジェクトに近づく③。そして「下にあります」という指示でユーザはオブジェクトを取得することができる④。



①ユーザ認識



②オブジェクト認識



③数回の指示後



④オブジェクトの取得

図7. ロボットの視野画像

7. むすび

本論文では、ロボットとユーザとのインタラクションにおいて、相互及びオブジェクトとの相対的位置関係を考慮することの重要性を示した。さらに、実世界において視野内外に存在するオブジェクトやユーザとの相対的位置関係を考慮したインタラクションを実現した。今後は、オブジェクトの場所をロボットが記憶することにより、オクルージョンのあるオブジェクトへの対応を実現し、より幅広いインタラクションを可能にしていく予定である。

[参考文献]

- [1] Quan Huynh-Thu, Mitsuhiro Meguro and Masahide Kaneko : "Skin-color extraction in images with complex background and varying illumination," IEEE Workshop on Applications of Computer Vision(WACV2002), pp.280-285, 2002.12.
- [2] 島井博行, 栗田多喜夫, 梅山伸二, 田中勝, 三島健稔 : "ロバースタットに基づいた適応的な背景推定法," 電子情報通信学会論文誌, vol.J86-D2, no.6, pp.796-806, 2003.6.