

人の意図により動く自動合わせ鏡システムの開発

Development of Coupled Mirror System that Moves by Estimating Human Intention

豊永 哲士^{1*} 蓮本 諒介¹ 小山 大幾¹ 今井 倫太¹
Tetsushi Toyonaga¹ Ryosuke Hasumoto¹ Daiki Koyama¹ Michita Imai¹

¹ 慶應義塾大学

¹ Keio University

Abstract: 近年、人の活動を支援するロボットの研究は盛んであるが、人の意図を読み取って支援するという点においてはいくつか課題が残る。本研究では、カメラと Kinect のみを用いた人の意図推定システムを開発する。また、ユーザの取りうる意図の選択肢を減らすために状況を限定化することで意図推定を可能にする。本研究では、「合わせ鏡」という状況に着目することで、未知の作業モデルに対してカメラと Kinect から人の頭部の位置と視線の変化から意図推定を行い、自動で鏡を動かすシステムを開発する。

1 はじめに

本研究では、人の意図を推定し、その意図に基づいて、人を物理的に支援するロボットの開発を行う。本研究の目的は、ロボットが人の意図を推定することによって、ロボットによる支援の質を向上させることにある。

人間とロボットが共同作業をするような状況を考えた時、ロボットが人間の意図を理解したうえで作業をする、あるいは作業する人間を支援することが可能であれば、より円滑に作業を進められると考えられる。

従来研究においては、Jian らによって感圧センサを体に装着することで人の動きの意図を推定し、人をパワーアシストするロボットの研究 [1] や、小川原らによってユーザの視線運動の履歴から意図を推測しロボットに作業を支援させる研究 [2] 等が行われている。

しかしこれらの従来研究にはいくつかの問題点がある。[1] ではロボットによる支援を受けるために毎回センサを体に装着する必要があるため、気軽に使用できる環境であるとは言い難い。[2] では、ロボットが支援する作業のモデルが既知であるという条件を満たす必要があり、未知の作業モデルに対しては対応することが難しい。

以上より、本研究ではユーザにセンサを装着せず Kinect とカメラのみで人間の意図を推定するシステムを目標とする。また、取りうる意図の数が無数にある場合、意図推定を行うことは困難であるため、状況を限定化する

必要がある。本研究では合わせ鏡という状況に注目し、Kinect とカメラ、ディスプレイ、アームロボットを用いて疑似合わせ鏡を作成する。この合わせ鏡という状況下においてユーザの行動順は未知であるため未知の作業モデルとして考えることができる。よって本システムにより未知の作業モデルに対し意図推定が可能になると考えている。

2 合わせ鏡

2.1 合わせ鏡について

合わせ鏡とは鏡の前で別の鏡を用いて自分の後頭部を見る行為のことである。図 1 に合わせ鏡の例を示す。



図 1: 合わせ鏡の例

このような合わせ鏡という状況下においてはユーザ (図 1 中の男性) の意図は自分の後頭部の上下左右のい

*連絡先: 慶應義塾大学理工学部情報工学科
〒223-0061 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
E-mail: toyonaga@ailab.ics.keio.ac.jp

ずれかの方向、あるいはそれらを組み合わせた方向を見たいという意図に限られると考えられる。このように状況を限定化して人の取りうる意図の選択肢を減らすことで、意図推定を容易化できる。

2.2 合わせ鏡環境

本研究では、ユーザの正面にディスプレイを設置し、ディスプレイの上部に Kinect を設置した。またユーザの後方にアームロボットを設置し、アームロボットの腕にカメラを固定させた。簡単な例を図 2 に示す。



図 2: 合わせ鏡環境

実際にユーザが使用する際にはディスプレイやアームロボットの腕の位置を調整したうえで、その二つを離して設置し、その間にユーザが入ることで使用できる。

Kinect から得られる画像を図 1 中の正面の鏡による像、カメラから得られる画像を図 1 中の後方の鏡による像とすると、アームロボットを動かすことは図 1 中の鏡を持った女性が動くことと同じである。このようにして動く合わせ鏡の環境を設定した。

3 自動合わせ鏡システム

3.1 システム概要

図 3 にシステム構成図を示す。

まず、Kinect から得たセンサ情報を入力としてもとに意図推定モジュールにて処理を行い、アームロボットと合成処理モジュールにモータ指令値と推定意図を出力する。次に、Kinect、カメラから得た画像と意図推定モジュールから得たデータを入力として合成処理モジュールにて処理を行い、ディスプレイに画像を出力する。

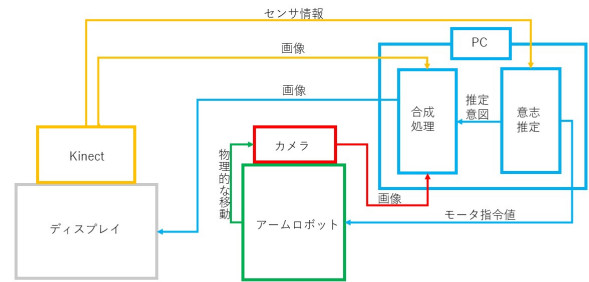


図 3: システム構成図

3.2 意図推定モジュール

意図推定モジュールでは Kinect から得られたセンサ情報をもとにユーザの意図を推定する。Kinect から得るセンサ情報は顔の向きや体の動きであるが、これらによる意図推定について詳しく述べていく。

まず顔の向きの各回転軸である Pitch, Yaw, Roll に関する回転量を考える。Pitch, Yaw, Roll の例は図 4 に示す。

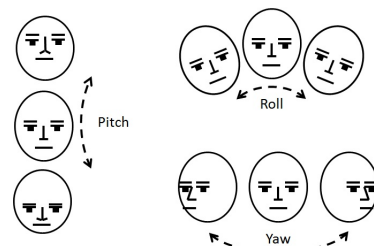


図 4: Pitch, Yaw, Roll

ユーザが合わせ鏡をしているとき、後方の鏡に対して見たい部分が映るように動くことと仮定すると、例えば後頭部の上部を見たいという意図を持った時には顔を上に向け、右部を見たいという意図を持った場合には顔を右に向けると考えられる。よって上下左右の回転量である Pitch と Yaw について考えればよい。本システムでは、Pitch の回転量を α とし、Yaw の回転量を β とし、この α, β をそれぞれ顔の向きから得られる意図とする。

次に体の動きであるが、ユーザが合わせ鏡をしているときに体を動かしたときについて考える。例えば合わせ鏡の最中にユーザが体を右に動かしたとすると、ユーザは後方の合わせ鏡に対して後頭部の左部を映したいという意図を持っていたと考えられる。同様に合わせ鏡の最中に体を上に動かした場合は後頭部の下部を見たいという意図があると考えられる。このようにユーザの体の移動量を計算することによってユーザの意図を推定することができると考えられる。本システムで

は、Kinect によってユーザが検知された領域の画像中での平均 2 次元座標 (\bar{x}, \bar{y}) を考える。この平均座標を毎フレームごとに測定し、変化量 $(\Delta x, \Delta y)$ を算出する。この変化量をユーザの体の動きによる意図とする。

最後に $\alpha, \beta, (\Delta x, \Delta y)$ よりユーザの総合的な意図を推定し、合成処理モジュールに出力するとともに、ユーザの意図に合わせてアームロボットが動くようにモータ指令値を出力する。

3.3 合成処理モジュール

合成処理モジュールでは、Kinect とカメラから得られた画像を意図推定モジュールから送られた意図と Kinect から得たセンサ情報をもとにして合成する。図 5 に出力画像の例を示す。

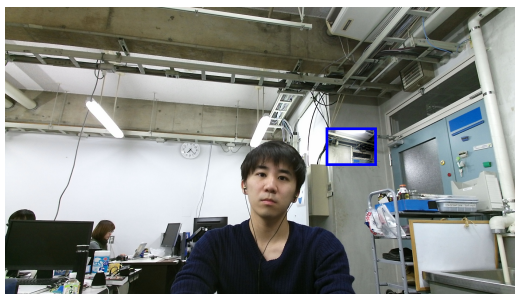


図 5: 出力画像例

図 5 において、青い四角形で囲まれた部分はカメラから得られた画像、つまり後方の鏡の像であり、それ以外は Kinect から得た正面の鏡の像である。このように二つの画像を合成しディスプレイに出力することで、ユーザは実際に合わせ鏡をしているように感じる。

また、本研究ではオクルージョンを考えた実装を行う。オクルージョンとは三次元空間において手前にある物体が背後にある物体を隠して見えないようにすることであり、合わせ鏡という状態においては、後方の鏡が自分の体の後ろに隠れてしまい、正面の鏡の像として後方の鏡の像を視認できなくなるということである。図 6 にオクルージョンの例を示す。

図 6 ではカメラから得られた画像がユーザによって隠れているように見える。このようにオクルージョンを実装したことでより現実の合わせ鏡に近い実装になっていると言える。

4 まとめと今後の展望

本稿では合わせ鏡という状況下において、人の意図を推定し人に対して物理的な支援を行うシステムを提案した。本システムはセンサを人に装着せずに Kinect

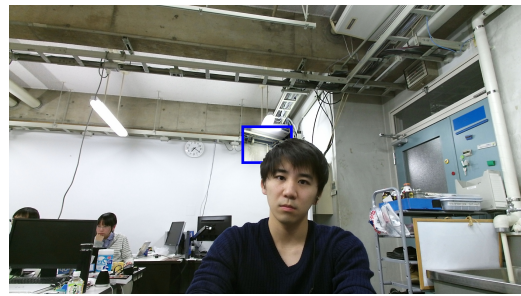


図 6: オクルージョン例

とカメラのみを用いて意図推定を行い、また未知の作業モデルに対し意図推定を行うことができるという特徴がある。

今後は取りうる意図の種類として、上下左右のほかにも拡大や縮小してみたいという意図なども追加したい。また、人の表情等を利用することにより、意図推定をより高度にし、鏡を動かしたいという意図を読み取ることで頭部が動いていなくても鏡を動かすことができるようなシステムを開発したい。更に、合成処理においてアームロボットの動きに応じてカメラから得られた画像に上下左右の傾きを付与することで実際の合わせ鏡により近づけていきたい。

参考文献

- [1] Jian Huang, Weiguang Huo, Wenxia Xu, Samer Mohammed, Yacine Amirat: Control of Upper-Limb Power-Assist Exoskeleton Using a Human-Robot Interface Based on Motion Intention Recognition, *IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING*, Vol. 12, No. 4, pp. 1257-1270 (2015)
- [2] 小川原 光一, 崎田 健二, 池内克史: 視線運動からの意図推定に基づいたロボットによる行動支援, インタラクション 2005 予稿集, pp.103-110