

J-008

ロボット動作画像観察時の注視点の計測 Measurement of gaze point in observation of robot hand motion images

千葉 和也[†]
Kazuya Chiba

藤田 豊己[†]
Toyomi Fujita

1. はじめに

ロボットが人間または他のロボットと協力して作業をスムーズに行うには、相手の行動を観察してその動作内容を認識し、それに対応した行動をとれば効率的である。そのためには観察時にカメラから得られる動作画像から注目すべき特徴領域を検出することが有効となる。これは人間の眼球運動による視覚情報獲得の原理と同様である。人間は固視とサッケードからなる眼球運動を繰り返して視覚情報を獲得し、環境認識を行っている[1]。そこでこの固視領域を解析することでロボットの動作原理理解のための有効な注視特性が得られると考えられる。本研究では、眼球運動計測システムを使い、ロボットが対象物に向けて手先を動作させている画像を観察したときの注視位置を計測し、その特性を検証する。

2. 計測システム

2.1 システムの概要

コンピュータ画面上にロボット手先動作の画像を表示し、それを被験者が観測したときの注視位置を測定する。眼球運動計測装置にはディテクト社の View Tracker[2]を用いる。計測システムを図1に示す。周囲は暗幕によって仕切られ、暗闇の環境で行われる。被験者は計測用ヘッドマウント(図2)を装着しアゴ台で頭を固定して画像を観察する。目の高さがディスプレイ中央に合うようにアゴ台の高さを調整する。被験者とディスプレイ間の観察距離は55cmとした。

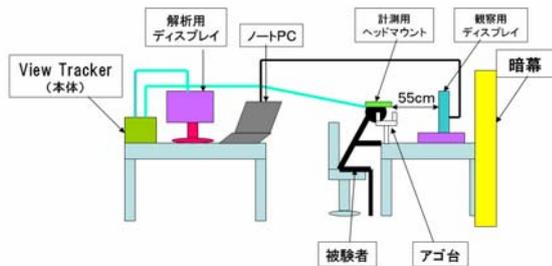


図1. 計測システム



図2. View Tracker



図3. 実験環境

2.2 注視位置計測の原理

View Trackerの注視位置計測の原理は、角膜反射光法[3]である。人間の角膜表面は平面性が良好で光をよく反射する。眼球を赤外線LEDで照射したときの角膜上の生じる反射点をアイカメラの画像(図4)から求める。この画像から瞳孔部分の中心点と角膜反射点の位置座標を求める処理を行う。

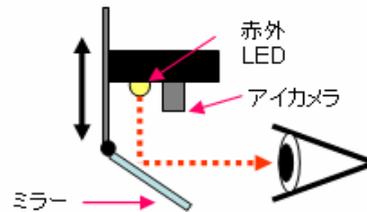


図4. 注視位置計測

2.3 キャリブレーション(注視点校正)

実際の計測をする前にキャリブレーションを行い、眼球画像内の眼球位置と実際の注視位置の対応をとる。実際には画面上を動く赤点を観測させ、その各点に対応した眼球位置を記録し、キャリブレーションマップを作成する。

3. 実験方法

画面上にロボット動作画像を含む様々な画像をランダムな順序で表示し、それを被験者が観察した時の注視位置を前章で述べたシステムで計測した。画像はロボットが作業のために対象物に向かって手先を動作させているシーンのなかから3枚を選び、互いの画像間の影響を排除するために無関係な画像を7枚加えた計10枚の画像を使用した。1画像につき5秒ずつ表示し、連続的に表示した。被験者にはこれらの画像を観察するとの指示のみを与え、その他の特別な指示は与えなかった。この計測実験を1被験者につき3回以上行い、各実験は前回の計測の影響が及ばないように1日以上インターバルを置いた。実験には8名の被験者が参加した。



図5. 実験で使ったロボット手先画像

[†] 東北工業大学 工学部 知能エレクトロニクス学科
Department of Electronics and Intelligent Systems, Tohoku
Institute of Technology

4. 結果

注視位置計測の実験結果を以下の図6～図9に示す。各結果において、左の図は実験から得られた視線変化である。右の図はそのデータから停留点を注視点として抽出したものである。

図6は同一被験者の同一画像の結果を比較したものである。両結果ともアーム部分に注視点が集まっていることがわかる。図7は同一被験者の異なる画像を比較した結果である。アーム部分に特に注視点が多くなっている。

図8は異なる被験者の同一画像を比較した結果である。アーム部分またはロボット本体に注視点が集まっていることがわかる。図9は異なる被験者の異なる画像を比較した結果である。アーム部分またはロボット本体に注視点が多くなっている。

5. 考察

同一被験者が同一画像を観察したときの注視位置は観察ごとに異なるものの類似性が見られる。同一被験者が異なる画像を観察したときの注視位置についてもいくつかの類似性が見られることが分かった。異なる被験者が同一画像を観察した場合の注視位置は同一被験者のときと比べると類似性が低くなる傾向がみられた。異なる被験者が異なる画像を観察した時の注視位置の類似性は非常に低くなることがわかった。図6から図9の結果から、被験者・画像の共通性が低くなるに従って類似性も低くなる傾向になった。これは同一被験者と異なる被験者の場合とではたとえ同一画像でも脳内ではたらくプロセスに違いがあるためと考えられる。

今回、同一被験者間の場合と異被験者の場合で注視位置は異なっていたが、全体として画像のアーム部分への注視が特に多くなる傾向が見られた。これはロボットのアーム部分が画像のなかで特徴的な意味を持つからと考えられる。

6. おわりに

本研究では、ロボットの他者動作認識に向け、ロボットが手先を動作させている画像を観察したときの人間の注視位置を計測し、その特性を検証した。今回、特に同一被験者の場合で、位置的な類似性が高くなる結果が得られた。異被験者間の場合では同一被験者の場合より類似性が低くなる傾向がみられた。

今回は、視線変化の停留点を注視点として抽出したのみで、類似性について定性的に評価したのみにとどまった。今後は指標を用い、より具体的な類似性を検証していきたい。

参考文献

- [1]藤田豊己, “「作業移動ロボットの先動作時の関心領域の特性と検出」”, 東北工業大学紀要 I : 理工学編 1, 29号(2009)
- [2]View Tracker, URL: http://www.ditect.co.jp/products/category_005.html
- [1][3]古賀一男, “「眼球運動実験 ミニ・ハンドブック」”, (財)労働科学研究所出版部, pp.35, 1998.

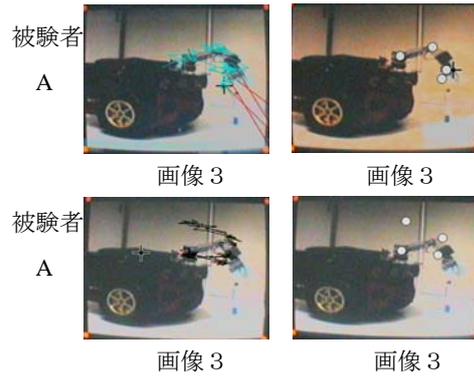


図6.計測実験結果 (同一被験者の同一画像での比較)

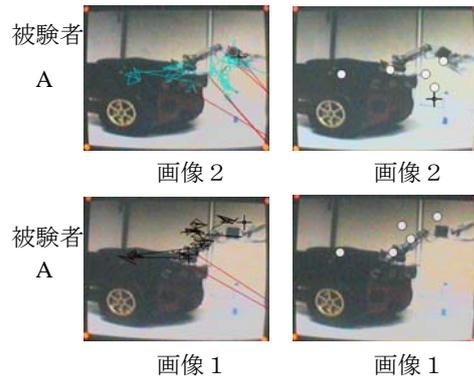


図7.計測実験結果 (同一被験者の異なる画像での比較)

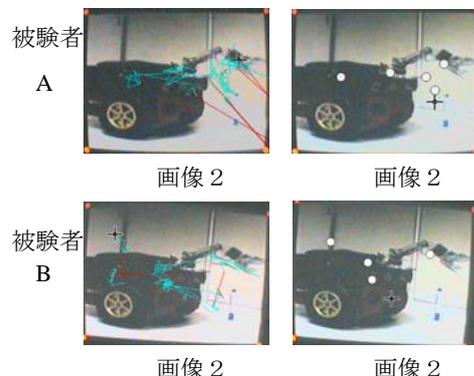


図8.計測実験結果 (異なる被験者の同一画像での比較)

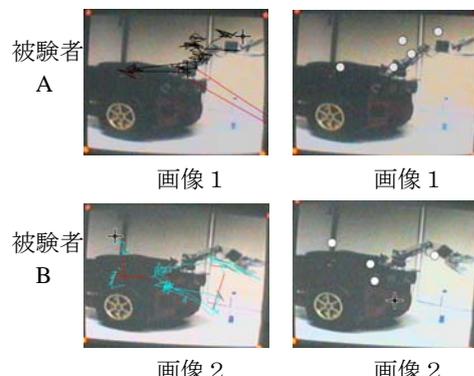


図9.計測実験結果 (異なる被験者の異なる画像での比較)