

ロボ剣のための知的制御システムの予備実験および物理シミュレータの試作

Experiment of Intelligent controller system and prototype of physical simulator with roboken

1180029 大西 林吾 (Soft Intelligent System On chip 研究室)
(指導教員 星野 孝総 准教授)

1. はじめに

近年、機械（コンピュータ）自身が学習して判断する、人工知能に関する研究がさかに行われている。また、ロボット技術を活用する場も増えており、産業用ロボットから医療用ロボット、災害救助やホビー用途と幅広い分野で活用されている。それにともないロボットの制御方法も変化しており、従来の古典制御中心の制御から、画像処理やセンシングといった状況把握から判断を行うなど複雑化している。そこで人工知能の技術をロボットへ応用することが注目されている。私の研究室ではロボットの知的な制御を目指し研究を行っており、過去の研究として、星野らはライントレースカーのニューラルネットワーク制御器を実装することに成功している。また、その学習には PSO を用いている[1]。ニューラルネットワークやファジィ制御などの知的制御システムを実装・実験することは、近年において容易になっており、ロボット制御のテーマとして多くの研究者が取り組んでいる課題である。そこで本研究では ROBO-剣をテーマに選択し、知的制御するためのシミュレータの試作とステレオカメラによる距離測定について述べる。

2. ROBO-剣について

本研究では ROBO-剣へ自動制御で出場することを最終目標に設定した。ROBO-剣とは二足歩行ロボット協会が主催のアーム型ロボットによる剣道大会である。ROBO-剣の特徴としては、自動制御と手動制御が混在する大会であるが、自動制御の場合、高速な画像処理と知的な制御が求められる。また、ロボットの構造がシンプルであることや FPGA を用いた高速画像処理システムの適用が考えられる[2]。学習によって制御する場合に報酬が設定できることなどの理由により ROBO-剣を研究の最終目標に設定した。人工知能を用いた学習は試行回数が膨大に必要であり、その都度実際のロボットを動かすことは現実的ではない。そこで、シミュレート上でロボットを動かす、学習したものを元に実機を自動で動かすことを目標としている。

3. シミュレータの作成

本研究では Open Dynamics Engine (ODE) を用いてシミュレータの作成を行った。ODE とはオープンソースの物理演算エンジンのことで、動力学演算部分と衝突検出演算部分からなり C++ の API が多数用意されているため簡単にあつかうことが可能である。ODE で作成したモデルを逆運動学により制御し、算出されたモータの角度をマイコンに送信することで実際のロボットを動かしている。図 1 に ODE で作成したモデルを示す。

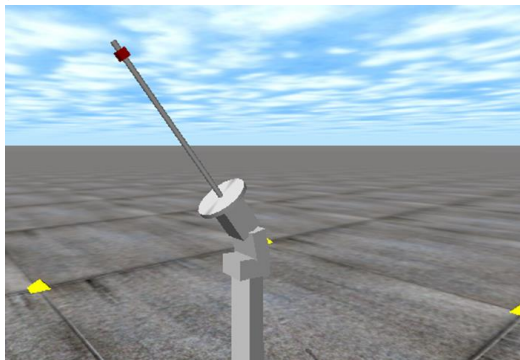


図 1 ODE で作成したモデル

4. ステレオカメラの作成と距離の測定

ROBO-剣では、相手の位置を検出するために、非接触で相手の位置を検出しなければならない。そこで、USB カメラを用いてステレオカメラを作成し、得られた画像から視差を求め距離を測定する手法を行った。ROBO-剣では対象が赤色、青色、黄色と色分けされている。そのため色抽出を行い、対象のみを抜き出し、重心位置を求めることで対象の位置を求めることが可能であると考えられる。画像処理には OpenCV を用いた。処理手順としては HSV2 値化により対象の色を抽出する。フィルタ処理によりノイズを除去した後、対象の重心位置を求める。そして左右の画像の対象の重心位置の差を視差とする。

視差から距離を測定する実験を行った。対象を赤色の折り紙を貼った板とし、距離を変化させながら視差を測定した。

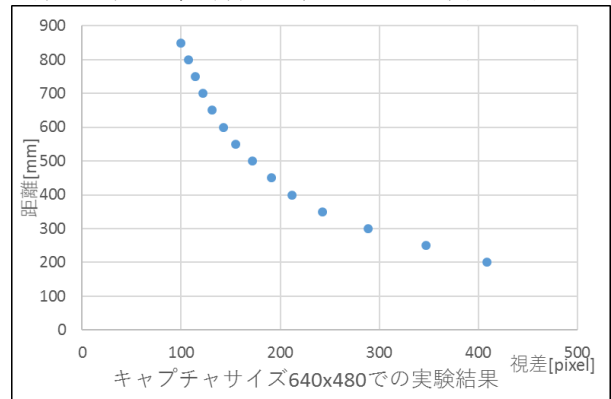


図 2 視差の測定結果

図 2 に視差を測定した実験結果を示す。横軸が視差[pixel]であり、縦軸は実際の距離[mm]である。この測定結果から次の式を用いて距離を算出した。

$$Z = \frac{fT}{D}$$

このとき Z は距離[mm]であり f はカメラの焦点距離[mm]、 T はステレオカメラのレンズ感距離[mm]、 D は撮影素子上の視差[mm]である。計測によって得られた距離と実際の距離から誤差を求め標準偏差を求めた。標準偏差は 13.7[mm]となった。この結果からステレオカメラによって対象の検出と距離測定は可能であると考えられる。

6. おわりに

本論文では ROBO-剣を知的制御するためのシミュレータを作成し、ステレオカメラを用いて現実空間の情報をシミュレータ内に取り込むとともに、ロボットを知的制御するためのシステム開発を目標に研究を行った。今後は本研究で得られた成果物を統合させ、シミュレータ内に現実の座標を落とし込みロボットを制御することを目標に開発をすすめる。

参考文献

- [1] Hoshino, Yukinobu, and Hiroshi Takimoto. "PSO training of the Neural Network application for a controller of the line tracing car." 2012 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 2012.
[2] Kazuaki Matsuda, Yukinobu Hoshino. (2015) The Camera Module Control and Implementation of the Filters by Using the FPGA.