

B-59

随意性眼球運動を基にした視線調節ロボットの学習制御

◎須田 治彦・桑野 守晶・若松 秀俊 (福井大学 工学部) ・小島 寛次 (オムロン株式会社)

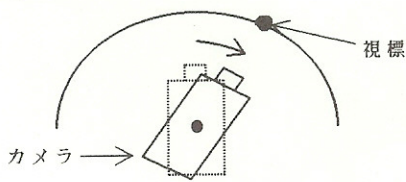
1. はじめに

生体は、優れた視覚パターン認識能力や、優れた視線調節能力を有している。ここではこの眼球の視線調節能力に着目し、眼球運動を工学的に実現することを考えた。眼球では様々な運動を、複雑に組み合わせる視線調節を行っている。このため眼球運動を基にした視線調節を行わせようとした場合に、従来の制御方式にしたがって構成することには限界がある。本研究では、脳のニューラルネットワークにヒントを得て、眼球運動の視線調節機構を工学的に実現できないかどうか、また、これより眼球運動が如何なる制御機構となっているのかを推察する。

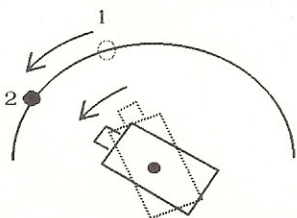
2. 眼球運動と視線調節システムの構成

生体の様々な優れた視線調節のうち、随意的な眼球運動による調節には、視点を急速に変えて眼球の中心窩で視標を捉えようとするときに起こる Saccade 運動による調節と、ゆっくりと移動する指標を追従するとき起こる Pursuit 運動による調節がある。¹⁾

本研究では、これらの随意的眼球運動を行うことが可能な基本的機構を備えた視線調節ロボットを試作した。²⁾ このロボットを制御対象とし、ニューラルネットワークを利用した学習方法による制御を行わせる。眼球運動を行わせる視線調節ロボットでは、眼球の代わりに小型カメラを用いる。これを水平方向に回転できるようにし、サーボモータにより回転させる。このサーボモータの回転を、与えられた制御方式に従って、コンピュータで制御することにより視線調節を行わせる。このとき視線調節ロボットの小型カメラから出力される画像データを2値化処理する。この情報を基にして視線調節ロボットの制御を行わせる。³⁾ 図1に視線調節ロボットの動作原理図を示す。



(a) サッケードの動作原理図



(b) パーシュートの動作原理図

図1 視線調節ロボットの動作原理図

図1(a)は Saccade の動作原理図を示している。視標が図の黒丸で示したところにある場合、破線で描かれているカメラを実線で描かれた位置まで、急速に回転させる運動を表している。図1(b)は Pursuit の動作原理図を示している。視標が1から2へある速度で移動しているとき、カメラを視標の移動速度に合わせて回転させる運動を表している。

3. ロボット制御へのニューラルネットワークの適用

学習アルゴリズムはバックプロパゲーションとし、ネットワークタイプは階層型、階層数は3層、層間結合タイプは全結合型とする。製作したロボットでは詳細な教師信号の作成が困難なので、ニューラルネットワーク単体ではなく、ネットワークを含む制御システムにより、学習制御を行う。⁴⁾

ニューラルネットワークの入力層には、小型カメラからの2値化画像データを入力する。ニューラルネットワークは入力情報に基づいてなんらかの出力を出す。このとき、Saccade 動作では、網膜誤差をなくすように、すなわち小型カメラの光軸と視標の位置が一致するように学習を行わせる。また、Pursuit 動作では、視標の移動速度とカメラの回転速度が一致するように学習させる。⁵⁾ 図2に本研究に用いた階層型ニューラルネットワークモデルの構成図を示す。

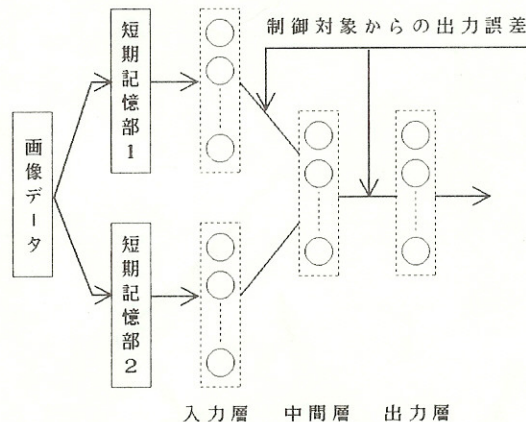


図2 ニューラルネットワークの構成図

4. おわりに

本研究では階層型ニューラルネットワークモデルに着目して、生体の随意的眼球運動を基にした視線調節を行うロボットの学習制御を行った。また、ここでは Saccade と Pursuit 運動を行わせるための制御をおのおの独立に行った。しかしながら、実際にはこれらを複雑に組み合わせて視線調節を行わせる必要がある。このために、ネットワークを構造化することにより2種類の動作パターン系列を取り扱えるように構成する必要があると思われる。ここでは、小型カメラの動作方向は水平方向のみを取り扱ったが、水平方向と垂直方向に同時に回転が可能な機構をもつロボットを開発し、両方向に同様の制御を行うことにより、随意的眼球運動を実現する必要がある。

参考文献

- (1) 小松崎他：眼球運動の神経学，医学書院，東京(1985)。
- (2) 須田他：眼球運動を基にした視線調節ロボットの試作，電気関係学会北陸支部連合大会論文集，204(1990)。
- (3) 須田他：随意的眼球運動を行う視線調節ロボットの制御，電気学会全国大会論文集，13，100(1991)。
- (4) 川人：運動制御とニューラルネット，電子情報通信学会誌，73-7，706/711(1990)。
- (5) 北村他：画像と制御，朝倉書店，東京(1991)。