

仮想環境上での身体性人工知能へのアプローチ

鈴木 孝洋

茨城大学大学院理工学研究科

岸 義樹

茨城大学工学部情報工学科

1. はじめに

近年、知能には身体が必要であるということがよく言われるようになってきている[1]。その根拠となっているものの一つに、最近の脳科学の非侵襲計測で明らかになった「想像が仮想的身体運動である」というものがある[2]。つまり、想像という現象には身体が必要である可能性がある。そこで現実世界にロボットを作成し、そのことを確かめる研究は有用であるが、そもそも身体性の本質はある環境に包括された身体を持つ知的主体が存在することであると考える。

そこで本研究では、仮想環境上に仮想身体を持ったロボットを配置して動作させることにより知能の身体性の重要性を探る。こうすることにより、様々な環境での身体性の在り方をシミュレートでき、また、そこで得られた知見を応用することにより、より現実世界に近いインターフェースのアプリケーションの開発が可能となる。また、ヒトの認知の仕組みを考える上でも有効性の高いシミュレーションの手段となる。

今回の研究ではその第一段階として、DirectX によって 3D の仮想空間を作り、そこに特定の動作を繰り返す身体を持ったロボットを配置し、視覚情報だけでそのロボットの動作を真似するロボットの機能構成とその検証を行う。これによって、仮想環境上でも身体性の研究を行えることを示す。(使用したマシン: Dell Vostro200 CPU: Intel®Core™2DuoCPU E6850@3.00GHz RAM: 1013MB)

2. システムの構成

3D 空間に手足の各関節が自由に回転する 2 体のロボットを図 1 の様に配置する。この図では、手前にある背中を向けているロボットが真似される側のロボットで、特定の動作を繰り返し続

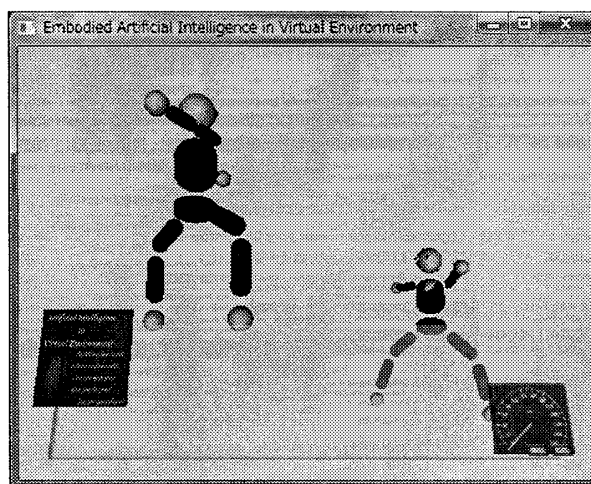


図 1 : 動作画面 1

ける。奥にある手前を向いているロボットが真似をする側のロボットで、左右の目から入ってくる視覚情報だけで手前のロボットの真似をする。真似をする側のロボットは 3 層ニューラルネットワークを持っており、それぞれの層を入力層、中間層、出力層とすると、入力層は感覚神経、中間層は中枢神経、出力層は運動神経に対応している。左右の目から入ってきた視覚情報が入力層に入力され、その情報が中間層を経由して出力層のニューロンを発火させる。出力層ニューロンはそれぞれの関節とつながっており、その発火状況によってそれぞれどの方向に回転するのが決まる。視覚情報から相手の動作を認知する方法は、3 層ニューラルネットワークとは別にエッジ検出ニューロン、角度検出ニューロン、視差検出ニューロンを配置することによって行う。それらのニューロンによって相手の手足の位置をリアルタイムで検出し、そのデータを正解データとしてニューラルネットワークのコネクションの重みをリアルタイムで更新し続けることによって真似をする。

・角度検出ニューロンの仕組み

はじめに目から入ってくる画像を縦横それぞれ 40 分割して 1600 の領域を作成し、

Approach to Embodied Artificial Intelligence in Virtual Environment

Takahiro Suzuki, Yoshiki Kishi
Ibaraki University
4-12-1 Nakanarusawa, Hitachi, Ibaraki, 316-8511, JAPAN

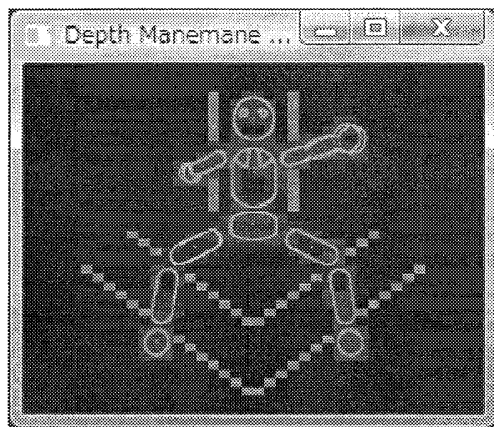


図2：動作画面2

それぞれの領域をエッジ検出ニューロンと対応付ける。次にエッジ処理を施し、エッジが含まれている領域を検出する。図2ではその領域を赤色で表示している。つまり、その領域のエッジ検出ニューロンが発火したことになる。そして、図2の足の近くにある緑色の領域が角度検出ニューロンになっていて、上側のV字が膝上の足、下側のV字が膝下の足の角度を検出する。発火したエッジ検出ニューロンがある場所と同じ場所にある角度検出ニューロンも発火し、それによってそれぞれの角度がわかる仕組みになっている。

・視差検出ニューロンの仕組み

視差検出ニューロンは図2では腕の近くにある緑色の領域に対応している。これも角度検出ニューロンと同じくエッジ検出ニューロンと同じ位置にある視差検出ニューロンが発火する仕組みになっているが、視差検出ニューロンの場合、その領域にあるエッジの左目画像と右目画像の視差を検出する。具体的には、左目画像と右目画像にエッジ処理を施した後、ラベリング処理を施してそれぞれのオブジェクトに分けその重心を検出し、左目画像と右目画像でそれぞれ対応したオブジェクトの重心の差によってそのオブジェクトがどれくらい手前にあるのか、または奥にあるのかを検出する。図2では、手前にあるオブジェクトのエッジはよりピンク色に、奥にあるオブジェクトのエッジはより赤色になるように表示している。

3. 実験

以上のようなシステムを構築し、実際に「真似をする」という知的動作を仮想空間上で行える

ことを動作実験で確認した。

また、3層ニューラルネットワークのニューロン発火の閾値を上昇させ、身体を動作させるための神経は使用しているが実際には身体は動作しないという仮想的身体運動の状況を作り出し、どのような動作をするのか検証した。その結果閾値を上昇させればさせるほど真似をする動作が遅れていくという現象を確認した。つまり、閾値が低い時は約1.5秒遅れて同じ動作を行っていたのに対し、閾値を上昇させると約3.4秒遅れて同じ動作を行うなどという結果になった。

4. 考察

仮想環境上に仮想身体を持ったロボットを配置し視覚情報だけで相手の行為の真似をするという知的行為をさせることによって、仮想環境上でも身体性の研究を行えることを確認した。

今回の実験でニューロン発火の閾値を上昇させると真似をする動作が遅れるという現象を確認したが、これは、反射神経にはニューロン発火の閾値が関わっている可能性を示唆する。また、遅れている間の動作を記憶していると考えると、ニューロン発火の閾値は記憶、特に短期記憶に関わっていることも示唆している。

5. おわりに

今回の実験では真似をするロボットもされるロボットも同じ位置にとどまっている。今後それぞれのロボットが自由に動き回っても真似が出来るようにしていきたい。

また、神経を仮想環境に「もの」として存在させなかったが、神経も「もの」として存在させる方法を探っていきたい。

さらに、相手の動作を認知するモデルとして今回は視覚情報からボトムアップ的に情報処理を考えたが、実際のヒトはナイサーが提唱している[3]ように視覚情報を予備的解析し背景情報や文脈情報などの既存知識を利用してものごとを認知していると考えられるので、その様なトップダウン的な情報処理も組み込んでいきたい。

参考文献

- [1] Ron Chrisley, Embodied artificial intelligence, Artificial Intelligence, Volume 149, Issue 1, September 2003, Pages 131-150
- [2] 月本洋「ロボットのこころ」森北出版, 2002
- [3] 「認知心理学」
http://jp.encyarta.msn.com/encyclopedia_761554715/content.html