

人の集団とロボットとのノンバーバルコミュニケーションの実現法の提案

奈良先端科学技術大学院大学：○岡 孝明、武田 英明、西田 豊明

proposal of a method of non-verbal communication between crowd and a robot

Nara Institute of Science and Technology: *Takaaki OKA, Hideaki TAKEDA, Toyoaki NISHIDA

Abstract : In this paper, we propose a method of generating the behavior of a robot based on implicit information of crowd to live human and robots together more natural. In practice, Neural-Network whose parameters are images from a camera and time learns the behaviors.

Keywords : Human-robot Communication, Implicit Information, Neural-Network

1 はじめに

実世界においてロボットを制御するとき、マンーロボット間のコミュニケーションは、モダリティの違いはあっても、一般に、何らかの明示的指示によって成り立っている。近年、2足歩行ロボットやペットロボットのような、ロボットの形態の進歩が相次ぎ、そのことにより、行動においても、より自然に人間と共存できるロボットが求められている。そのためには、実世界における人間の集団から、暗黙の情報を得、それを基に行動を制御されるロボットが必要である。本研究では、実世界の環境として筆者の研究室を選び、その中の特定の場所における人間の集団の様子、時間という情報から、その集団の状態 (mood) を学習させ、ロボットにとって近づいていいって構わない集団なのかどうかを判別させる。具体的には、研究室内に設置したカメラからの画像入力と、入力のあった時間をパラメータとして、3層のニューラルネットワークを用いて学習しロボットの行動を生成する。

2 問題のモデル化

上述のとおり、本研究での目的は、人間の集団があったとき、ロボットがその集団に近づいてよいかどうかを判断することである。ここでは、人間の集団が、2つの mood、すなわち「accept」と「reject」を持っているものと仮定する。ロボットは集団の mood が「accept」である時にその集団に近づいてよいものとし、「reject」はその逆とする。ロボットによる mood の判断において、明示的でない情報のうちどんなものが有意な情報であるかを調査する。

3 具体的実験手段

3.1 試行の流れ

コンピューターと cod カメラを接続し、計測地点を写す。そして、そのカメラからの入力データを、ニューラルネットワークを含む複数の方法で内部処理することによって人の集団の mood を判断させる。「accept」であると判断した場合ロボットを動かす。（「reject」であると判断した場合、ロボットは動かない）その結果、実際に「accept」か「reject」かが分かるので、予想通り「accept」であれば正の学習を、判断が間違っていた（つまり「reject」であった）場合は負の学習を行う。

3.2 入力データの内部処理の詳細

カメラより得られた入力画像は9分割され、画像内のどこに黒い塊（人を意味する）があるかを分かるようにする。これは計測地点での人の分布、密度と、mood との相関を明らかにするためである。画像内の黒い塊は、まず画像を2値化して、次に収縮・膨張処理をして画像に含まれるノイズを取り除き、抽出される。そして、ラベリング処理によって、黒い塊の数を数える。また、この時、黒い塊が9分割した領域のどこにあったかを保存しておく。この処理によって得た情報と、計測した時間を、ニューラルネットワークへの入力パラメータとして、「accept」か「reject」かの判定をさせる。より詳しく述べると、時間を24分割して、それぞれの時間に、ニューラルネットワークの入力層の1つのノードを対応させ、該当時間のノードには入力1を、その前後1時間について、対応するノードに入力0.5を与える。画像入力については、9分割した領域それ

それにノードを対応させる。これで、ニューラルネットワークへ送り込む入力パターンができる。ニューラルネットワークは、24個の時間入力ノードと9個の画像入力ノードからなる入力層、6個のノードからなる隠れ層、そして、出力として0から1までの実数値をとる1個のノードからなる出力層から構成される。出力は0が完全な「reject」、1が完全な「accept」を意味する。出力ノードの閾値関数にはシグモイド関数を用いているので、出力値 out は $0 < out < 1$ の値をとる。教師信号 d は、「reject」の時0、「accept」の時1を与えるので、誤差 $d-out$ は常に0でなく、誤差訂正学習が可能である。学習は、バックプロパゲーション法を用いて行う。

4 実験結果の評価

以上に述べた実験を、1日3回ペースで行い、ロボットが mood を取り違える、すなわちロボットが人の集団に「reject」される確率の遷移を調べた。この値が時間をかけるごとに低下していくのであれば、現在設定している入力パラメータが、人間の集団の mood において有意であるということが判明するし、時間をいくらかけても誤答率が低下しないのであれば、パラメータが有意でないということになる。以下に、誤答率の推移を表にまとめた。

実験日数	試行回数	reject 回数	誤答率
1日目 - 3日目	9	5	0.555
4日目 - 6日目	9	4	0.444
7日目 - 9日目	9	2	0.222

表 1: 誤答率の推移

上表を見ると、誤答率は、時間を追うごとに下がっていることがわかる。このことから、設定したパラメータが mood の判断に有意であるとも考えられるが、しかし、実際には、ニューラルネットワークは、行動を起こさないという選択を探ることによって、誤答率を下げようとしている。実験中にその対策として、「accept」された経験を繰り返し入力した（「励まし」と呼んでいる）。しかし、この「励まし」も、同じ信号を何度も入力すると、段々その効果が弱ることが分かり、結果として、ニューラルネットワークは行動を起こさないことで「reject」されることを避けるようになった。

この結果より、以下のように考えられる。

- ニューラルネットワークは入力される頻度の高いパターンを学習するが、パターンの入力頻度とその重要性には実際は相関はない。たとえ回数は少なくとも重要なことは重要であると認識する工夫（たとえば入力パターンの「感情」による重みづけなど）が必要である。
- そのための方法として、同じ情報を反復させる「励まし」を試してみたが、回数を追うごとにその効果は落ちる。このことから、学習の進んだニューラルネットワークをリフレッシュさせるには、
 - それまでの学習と（少なくとも）同じだけのデータ入力をする
 - 同じ情報を反復させるのではなく、手を変え品を変え、違うデータ入力をする

ことが必要であることが分かる。このような事実は、ニューラルネットワークだけでなく、本質的に同様のアーキテクチャである脳型コンピュータや、あるいは実際の人間の脳においても通用する原理であると考えられ、興味深い。

5 結論

人の集団の持つ暗黙の情報を基にして、集団の状態を判断し、ロボットの行動を生成する手法を提案した。本手法の有効性を、実環境においてロボットを実際に動かす実験によって確認した。しかし、本手法における学習方法である単純なニューラルネットワークによる行動生成は、さまざまな問題があり、改良の余地が残されている。今後は、ニューラルネットワーク以上に、自律的に情報生成し、環境に適応するシステムを研究する予定。

参考文献

- 1) 平野 広美: C でつくるニューラルネットワーク, pp.24-31, パーソナルメディア (1991).
- 2) 中野 駿 (編): C でつくる脳の情報システム, pp.128-134, 近代科学社 (1995).
- 3) 武田 正則: 基礎からの画像処理, pp.197-241, 工学社 (1996).
- 4) 合原 一也: ニューラルコンピュータ 脳と神経に学ぶ, pp.110-114, 東京電機大学出版局 (1988).