

ミニマムエージェントとの空間的インタラクションを通じた 自分に対する好悪推定

Estimate of Likes and Dislikes for oneself through the Spatial Interaction with the Minimum Agent

吉岡源太[†], 竹内勇剛[‡]
Genta Yoshioka, Yugo Takeuchi

[†] 静岡大学大学院情報研究学研究所
Graduate School of Informatics, Shizuoka University
gs13049@s.inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

In this study, we investigated it whether we influenced a judgment of the likes and dislikes of the robot by letting you behave to have feelings only to moving for a robot. When a robot showed friendly movement, the subjects who felt that a robot was a friendly person were seen a lot. We may be possible to let you feel it to have feelings even if this knowledge is simple movement.

Keywords — minimum agent, emotion, interaction,

1. はじめに

人とコミュニケーションを行うロボットの開発が盛んに行われている。これらのロボットは医療・福祉・教育・エンターテイメントなど幅広い分野で活躍している。さらには、ソニーの「AIBO」のような家庭用として開発されたロボットも現れた[1]。しかし、このようなロボットは長期にわたり人の関心を引くことが困難で、飽きられてしまいやすい。この問題の対策の一つとして、人に対してロボットに感情があるように感じさせることで飽きを軽減させるという手法がある[2]。

ロボットの感情表出方法は様々な研究がおこなわれている。人間の身体的な動作から特徴をとらえて感情を推定する方法[3]や表情から感情を推定する[4]研究がある。また、ペットロボットなど、動物を模し、その動物に似た特徴に似た動きを行わせ、感情を持たせる研究もあった[5]。

これらのように感情の表現方法として人や動物などから特徴をとらえてモデル化を行っているものが多い。一方、Heiderらの実験では単純な図形の運動映像を見せることで、その図形に対して感

情や社会的因果関係を付与して人々が解釈できることを示唆している[6]。つまり、人や動物を模したロボットに複雑な動きをさせなくても単純な形状のロボットが移動によって感情に相当する内部状態を表現することは可能ではないかと考える。

そこで、本研究では感情と移動の関係を検討し、移動のみでロボットの内部状態を示唆する動作を考え、その有効性を評価する。これが明らかになれば、移動を主としているだけのロボットでも対人的な振る舞いが可能になるのではないかと考えられる。

2. 内部状態を想定させる動作

内部状態を示すものとして、目的や意図などがあげられるが、これらの内部状態は状況に依存しやすい。本研究では内部状態として感情を示すような動作に注目する。

2.1 ラッセルの円環モデル

感情という概念は、人によってとらえ方が異なり、定義が明確ではない。そのため、感情について体系化を行った感情モデルが用いられる。ラッセルは、人の感情を「快 - 不快」、「覚醒 - 眠気」の2つの直行する軸上に配置したモデル（ラッセルの円環モデル）を提唱した[7]。本研究では感情を移動という単純な動作で推定させることを目的とする。そこで、ラッセルの円環モデルの各軸を移動のパラメータに対応させた内部状態想定動作を提案する。

2.2 モデルに対するパラメータの対応

ラッセルの円環モデルの「快-不快」の軸には対人距離の対応が考えられる。人にはパーソナルスペースがあり、親密さと距離の関係がある[8]。このことから、相手に対して近づいたり、離れたることで快く思っているか、不快に思っているかを表現できると考えた。次にラッセルの円環モデルの「覚醒-眠気」に対して反応時間のパラメータが対応できるのではないかと考えられる。石橋らの研究では、覚醒と反応時間の関係が挙げられている[9]。つまり、相手の動きに対しての反応時間によって、覚醒と眠気を表現できると考えた。これらのことから、ラッセルの円環モデルの「快-不快」の軸に対人距離を対応でき、「覚醒-眠気」の軸に反応時間を対応することができると考えられる(図1)。

本研究では、図1のモデルから得た内部状態を想定させる動作に基づいて実験を行う。ただし、内部状態想定動作を用いることで人が感情のような内的状態を解釈するかを検証し、円環状に並んだ各感情の状態を示すかどうかの検証は行わない。

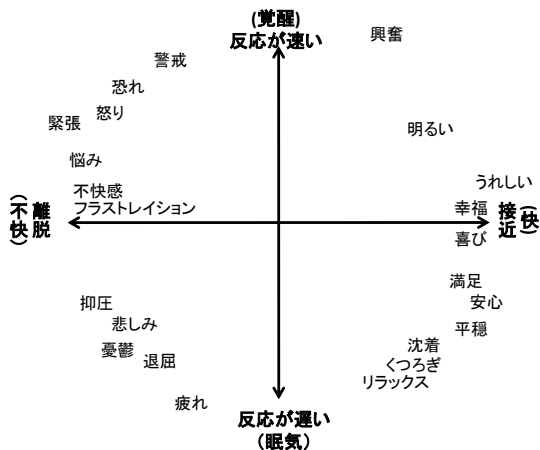


図1 移動のパラメータを属したラッセルの円環モデル

2.3 内部状態想定動作の生成

今回 2.2 節で提案された内部状態想定動作を単純にロボットに動作させるだけでは、内部状態を解釈されるかどうかは不明である。これら動作から内部状態を解釈するためには状況が必要となる。

そこで、本研究では、ロボットに対して実験協力者に誘導と妨害動作と思わせる状況を作り、ロボットに意図があるように振る舞わせる。そうすることで、実験協力者との関係性を構築させ、ロボットの内的状態を想定させる動作の変化が実験協力者の対応によって変化するように設定した。

3. 自分に対する好悪評価実験

3.1 実験目的

本実験では、移動によってインタラクションを行うロボットの動きに対して、提案した内部状態想定動作に基づいた変化を与えた場合のエージェントの自分に対する好悪を評価する。ロボットの動作に対して想定した動作に対し服従したか抵抗したかで評価する。

3.2 実験協力者

実験協力者は大学生・大学院生 90 名である。

3.3 実験目的

課題として、2 択式脱出ゲームを行ってもらう。2 択式脱出ゲームとは、スイッチが 2 つ用意されており、片方のスイッチは脱出するためのスイッチ (以降あたり) となっているのでそれを当てるゲームである。また、あたりでないスイッチは以降はずれとする。実験協力者は複数回ゲームを行う、5 回あたりをあてることで課題を終了することができる。実験の様子を図 2 に示す。

また、この実験環境の中には、Roomba が配置されている。Roomba は外見から前後が分からないようにするために、円柱のような外装を装備する。Roomba は動作として、実験協力者がスイッチへ向かう行動に対して、どちらか一方のみに動作を示す。動作を示す側のスイッチでは誘導又は妨害を想定させるような動きを行う。動作を行わない側のスイッチに対し対しては、あまり積極的には動かない。主な動作は表 1 に示し、図 3 には動作の範囲を示す。

動作を示す側のスイッチに近づくにつれてその動作は積極的になる。誘導を示す場合はスイッチ

の近くではそのスイッチの近くで回転し、押ししてほしいことをアピールするかのように動作を行う。妨害を示す場合はスイッチに近づく実験協力者に対して、ぶつかってくるような動作を見せ、押ししてほしいことをアピールするかのように動く。また、動作をしない側のスイッチに対しては近づくとはば動作しなくなる。

表 1 各位置での動作表

実験協力者の位置	動作を示す側のスイッチ		動作示さない側のスイッチ
	誘導想定時	妨害想定時	
A or A'	スイッチの横で旋回	スイッチの選択位置手前で立ちふさがる	動作しない
B or B'	スイッチの横側へ向かう	徐々に実験協力者との距離をせばめる	Y軸のみ追従
C or C'	スイッチと実験協力者の直線状よりずれた位置に移動	スイッチと実験協力者の直線状位置に移動	誘導・妨害する側 (CorC') と同じ動作



図 2 実験の様子図

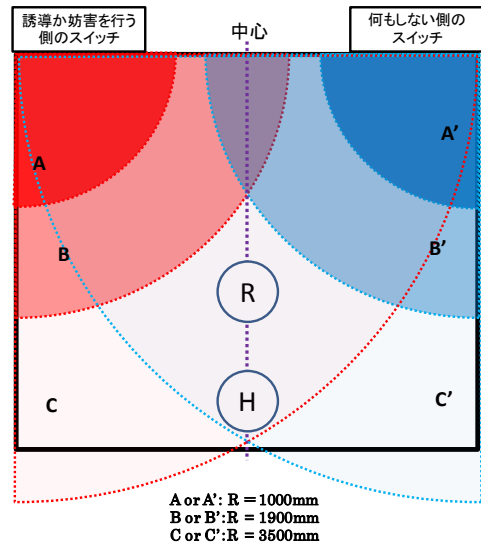


図 3 各動作範囲

図 4 には実験環境図を示す。また、実験の手続きを図 5 に示す。課題では毎試行に選択試行時間という時間を設けている。これは、開始から 1 分間 Roomba とインタラクションを行わせる目的で設けている。そのため、この間は実験協力者にスイッチを押さないように伝えておく。

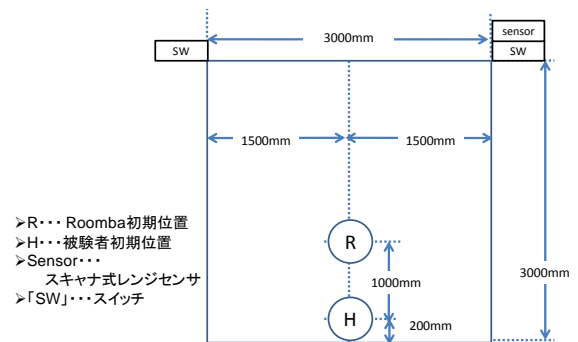


図 4 実験環境

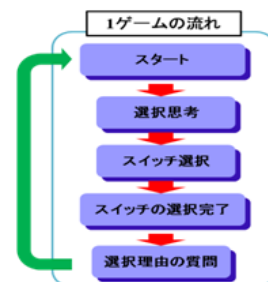


図 5 実験手続き

3.4 実験条件

表 2: 実験条件

		内部状態想定動作	
		無	有
利潤誘導率	100%	条件 I	条件 IV
	50%	条件 II	条件 V
	0%	条件 III	条件 VI

「利潤誘導率」と「内部状態想定動作」の2要因により実験を行う(表 2)。「利潤誘導率」は実験中において、Roomba が実験協力者をあたりのスイッチへ導こうとした割合を指し示す。つまり、実験協力者に対して Roomba がどのような目的を持っているかを想定させる水準となる。利潤誘導率が 100% の場合は脱出させようとする想定をため、あたりに対しては誘導を推定させる動作を、はずれに対しては妨害を想定させる動作を行う。利潤誘導率が 0% の場合は脱出させまいとする想定をさせるため、はずれに対しては誘導を想定させる動作を、あたりに対しては妨害を想定させる動作を行う。利潤誘導率が 50% の場合は目的がないと想定させるあたり・はずれどちらに対しても同じ割合で誘導・妨害を想定させる動作を行う。

「内部状態想定動作」は、2.2 節で述べた内部状態を想定させる動作を有しているかどうかである。つまり、Roomba に感情があるかのように振る舞わせるかどうかの水準を示す。内部状態想定動作を有した場合の動作遷移図を図 7 に示す。図 7 の動作遷移は 1 施行前のゲームが原因となる。実験協力者が Roomba の動作に対して、従ったかどうかで内部状態想定動作が変化し、人との距離感が近づいたり遠ざかったりする。また、実験協力者が選択したスイッチが、Roomba が動作を行う側のスイッチである場合、内部状態想定動作が変化し、反応の速さ変化する。例えば、1 回目の Roomba に誘導を想定させる動作させた時、実験協力者が Roomba が動く側のスイッチを押した場合、実験協力者は Roomba の動作に従ったことになり、さらに Roomba が接近する側のスイッチを押すことになる。この時 Roomba の動作は前試行より接近

と、反応が速い状態を示す状態に遷移する。また、内部状態想定動作を付与しない場合と内部状態想定動作を付与した場合の 1 試行目は図 7 のふと枠で示す動作を行う。

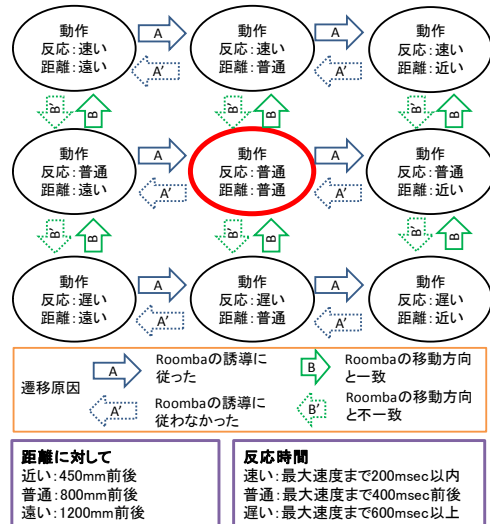


図 7 内部状態想定動作させた場合の動作遷移図

3.5 仮説

人は、内部状態想定動作をしたロボットに対して、内部状態想定動作をしなかったロボットよりも好意や敵意を感じやすくなる。(仮説 1)

3.6 実験結果

今回の条件ごとでのロボットの誘導または妨害を想定した動作に対して服従した回数と抵抗した回数の平均結果をそれぞれ図 8, 図 9 に示すようになった。各グラフの有無は内部状態想定動作を使っているかどうか意味する。

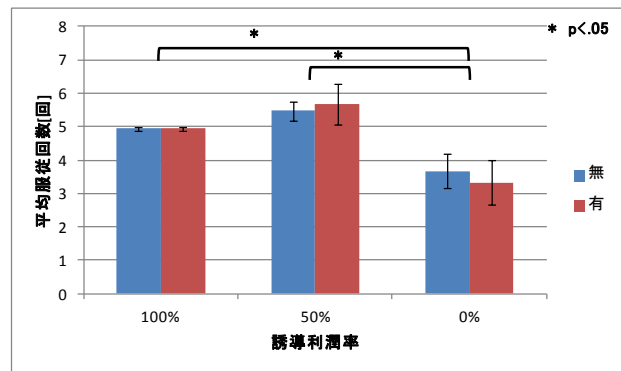


図 8 各条件の平均服従回数

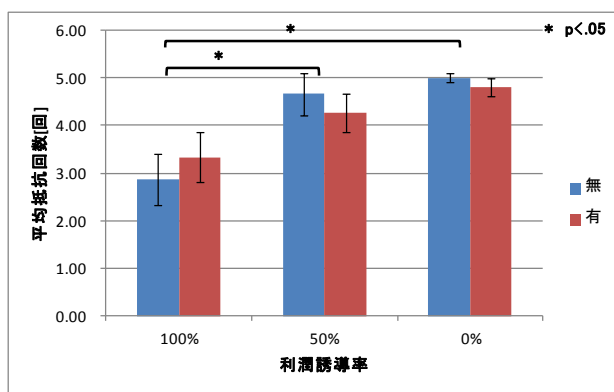


図9 各条件の平均抵抗回数

分散分析の結果より、平均服従回数は内部状態想定動作の主効果($F_{(1,84)} = 0.01, n.s.$)と2要因による交互作用($F_{(2,84)} = 0.17, n.s.$)は観測されなかった。利潤誘導率の要因では主効果($F_{(2,84)} = 10.64, p < .01$)が観測された。また、LSD法による多重比較から服従回数は、利潤誘導率が100%と50%の場合の方が0%の場合より5%の水準で有意に多くなるという結果が得られた。

分散分析の結果より、平均抵抗回数も同様に内部状態想定動作の主効果($F_{(1,84)} = 0.02, n.s.$)と2要因による交互作用($F_{(2,84)} = 0.59, n.s.$)は観測されなかった。利潤誘導率の要因では主効果($F_{(2,84)} = 10.03, p < .05$)が観測された。LSD法による多重比較から服従回数は、抵抗回数は利潤誘導率が100%と50%の方が0%の場合より少なくなることが分かった。この結果から行動ロボットの目的によって変化するものであり、内部状態想定動作の有無によってロボットに対する服従・抵抗の回数が増える結果は見られなかった。

この結果はあたり判定の結果によって選択されてしまっている部分が大きく出ていると考えられる。次にアンケートから実験協力者のロボットに対する印象がどのような結果となっていたかを調べた。

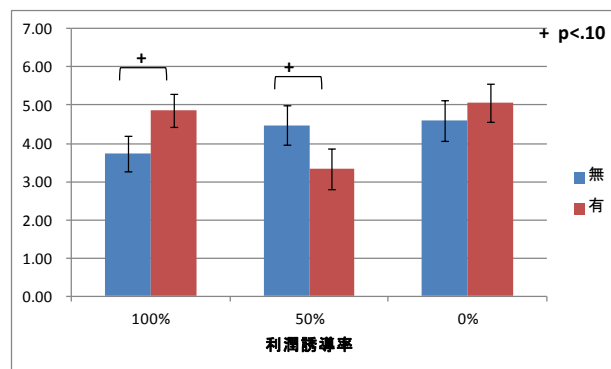


図10 アンケート調査

アンケート調査における「ロボットに対して関わりたい存在であると思ったか？」の質問に対するアンケート結果を図10に示す。アンケートは7段階で評価となっていて数値が高いほど関わりたいと思っていることを示す。分散分析の結果から、内部状態想定動作要因の主効果($F_{(1,84)} = 0.14, n.s.$)と利潤誘導率要因の主効果($F_{(2,84)} = 1.67, n.s.$)は観測されなかったが、2要因間の交互作用($F_{(2,84)} = 2.59, p < .10$)の傾向が観測された。利潤誘導率が100%である時は内的状態動作を用いる方が関わりたいと思われる傾向が強く、利潤誘導率が50%では逆に内的状態動作を用いない方が関わりたいと思う存在になる傾向があることが分かった。利潤誘導率0%の時は感情も有無にかかわらず、高い評価が得られ、より関わりたいと思われている結果となった。

また、アンケート調査での「ロボットはあなたにとってどのような存在であったか？」という自由記述の質問に対する回答では利潤誘導率が100%の条件では内的状態想定動作を用いた条件の方が味方として捉えた実験協力者の数が多くみられた。利潤誘導率50%の場合では内的状態想定動作を用いた場合の方が邪魔な存在や敵といったような嫌な印象を与えていた。利潤誘導率0%では妨害動作に対しては敵としてとらえていた人数が少なく、味方として取る人も多かった。これは、結果的にロボットの動作によって正解のスイッチを覚えてしまっている状態であったため、このような結果に行ったのではないかと考えられる。また、内部状態想定動作を有する場合の条件では

数人ではあるが、人や動物に例える実験協力者もあり、これはロボットに対して感情を持っているような存在に感じた人もいたと考えられる。

以上の結果から、ロボットが実験協力者に対して脱出を手伝う目的を持っているような動作をしている場合、内部状態想定動作させた方が好意的な存在として捉えやすくなっていた。しかし、ロボットが脱出を阻もうとしている目的を持っているような動作の場合は内的状態動作を用いても用いなくても友好的な存在として捉える実験協力者の方が多かった。また、ロボットが目的のない動作しているような場合、内部状態想定動作させた方が敵として捉えられやすかった。これはロボットの動作によって結果が分かりやすかったかどうか依存していたのではないかと考えられる。なお、仮説は好意的な存在である場合にのみ支持される。

4. まとめと今後の課題

本研究では、ラッセル円環モデルのパラメータに対人距離と反応時間で対応した内部状態を想定させる動作を考案した。2択式脱出ゲームの課題を通し、移動ができるだけロボットに対する好悪の評価を調査した。その結果から、ロボットが内部状態を持っているように想定させる動作をさせることで、実験協力者に対して感情に相当する内的状態を持っているように感じさせることができた。特に、ロボットが助ける目的を持っていると想定される動作をさせている場合に実験協力者がロボットに対してよりの好意的な存在に感じやすくなることがわかった。

しかし、今回の動作は結果に依存したものとなっており、敵意として示す動作を行わせた場合でも好意的な存在として受け取られることもあった。今後、結果に依存しない実験を行い、内部状態想定動作を付与した場合においてどのような存在としてとらえるかを検討したい。

参考文献

- [1] AIBO Official Site:
<http://www.sony.jp/products/Consumer/aibo/index.html>; (最終アクセス日: 2013/09/18).
- [2] 平川大介, 野澤孝之, 近藤敏之, (2007) "HAIの促進と持続に関する一考察", HAI シンポジウム, 2C-2,
- [3] 増田恵, 加藤昇平, 伊藤英則, (2011) "ラバン理論に基づいたヒューマンフォームロボット身体動作の動作特徴抽出と表出感情推定", 日本感性工学会論文誌, Vol.10 No.2 pp.295-303.
- [4] 後藤 祐司, 加納 政芳, 加藤 昇平, 国立勉, 伊藤 英則(2006) "ロボットの感情表現の感情領域を用いた表情生成" 人工知能学会論文誌, Vol. 21, No. 1, P55-62.
- [5] 田島年浩: 感情を持ったペットロボット; 映像情報; メディア学会誌, vol.54, No.7(2000)
- [6] F.Heider, M.Simmel: An experimental study of apparent behavior, American Journal of Psychology; Vol.57, No.2, pp.243-259, 1944.
- [7] James A. Russel: A Circumplex Model of Affect; Journal of Personality and Social Psychology, Vol.39, No.6, pp.1161-1178, 1980.
- [8] 渋谷冒三(1990) "人と人との快適距離 パーソナルスペースとは何か" NHK ブックス, pp.73-110.
- [9] 石橋基範, 吉田倫幸, (2000) "覚醒低下に伴う反応時間と脳波の変動" 人間工学, Vol. 36, No.5.