

エージェントの視線動作にユーザが抱く

違和感予測モデルの提案

PredGaze: a Study of Predict Agent Gaze Behavior

大塚 洋平¹ 秋田 祥平¹ 奥岡 耕平¹ 木本 充彦¹ 今井 倫太¹

Yohei Otsuka¹, Shohei Akita¹, Kohei Okuoka¹, Mitsuhiko Kimoto¹, and Michita Imai¹

¹ 慶應義塾大学

¹ Keio university

Abstract: デジタルサイネージや道案内ロボットの登場でデジタルエージェントは現実社会にも徐々に浸透しつつあり、今後さらに普及していくだろう。エージェントとの円滑な対話のために人間に対して意図を感じさせることは非常に重要である。その実現のために視線制御やエージェントの擬人化などの研究が存在する。また、エージェントの振る舞いが人間の予想と異なる時、そこに違和感を感じるということが知られている。本論文では人間が内部にもつエージェントモデルに対する違和感を分散を用いて表現した PredGaze を提案する。PredGaze では誤差・確信度・違和感という三つの変数で人間の内部状態を表す。この三つの変数によるモデル化の妥当性を検証するために「人間とエージェントのインタラクションが長くなるほど同じ誤差でも違和感が大きくなる」という仮説を検証する実験を行なった。実験ではエージェントの視線動作変化のタイミングを変化させることで人間の印象にどのような変化があるか実験協力者に対してアンケートをとった。アンケートの結果、エージェントの自然さやエージェントに対する違和感の項目で有意差が現れた。また、人間のエージェントとのインタラクションの長さが人間のエージェントに対する違和感に影響するという人間特性も明らかにした。

1. はじめに

デジタルエージェントは普及しつつあり、飲食店の接客や駅の道案内などでその存在をよく目にするようになった。デジタルエージェントは人間とインタラクションを取る必要があり、そのインタラクションの質が接客や案内の質を左右する。より自然で円滑なインタラクションを発生させることは非常に重要な課題である。

インタラクションにおいて、相手の動作から相手の意図を推測すること、および自分の動作によって自分の意図を相手に感じさせることは重要である。

エージェントの視線に関する関連研究は多い[1][2][3][4][5][6][7]。視線が人間の意図や感情を伝えるというものや、エージェントの視線の仕草によって人間が受け取る印象が異なることもわかっている。

ところが、エージェントの表情や仕草自体が人間の印象に及ぼす影響を調べた研究は存在しても、エージェントの動作変化が人間の印象に及ぼす影響は明らかになっていない。人間同士で考えると、相手の振る舞いの変化による違和感印象に大きく影響するはずである。例えば今まで下を向いて話していた

人が急にこちらを向いて話すようになれば、その印象はより明るく活発的になるはずである。

そこで本論文では「分散を用いた、人間内部のエージェントモデルから生じる違和感生成モデル」を提案する。

このモデルを用いることで、特に視線について人間の予測するエージェント動作とエージェントの実際の動作の誤差から人間が感じる違和感を表現することができる。ここで視線を扱った理由は上で述べたように視線がインタラクションにおいて非常に重要であるということと、その定義が他の非言語コミュニケーションと比べて簡単だからである。

モデルの妥当性の検証のために、今回は視線動作変更のタイミングと人間の抱く印象との関係を調べるために実験を行い、実験協力者にアンケートを実施した。

2. 背景

2.1. エージェントの意図推定

エージェント研究において意図の推測や伝達は非常に重要である。佐藤ら[8]はロボットが人間の意図

を推定できないことによって発生している負担についてまとめている。また、寺田ら[3]は人間がロボットやエージェントを機械としてではなく意図的なものであると認識することがより良いインタラクションの鍵であるとしている。

また横山ら[9]は人間が他者の行動を観察し、自己を他者の状況においたときにどう行動するかを考え、他者の行動の意図を推定するとしている。これをもとに阿部ら[10]は子供の遊び相手をするロボットの行動戦略を設計し、子供が飽きることなく長時間遊ぶことのできるモデルを提案した。

2.2. インタラクションにおける視線

インタラクションにおいても視線は注目されていて、アバターの視線を適切に制御することによって仮想上の会議におけるユーザの円滑なコミュニケーションを実現することに成功した研究も存在する[7]。

エージェントの視線行動を動的に生成するモデルも提案されており、吉岡[11]は相手を見たい・相手と視線を合わせたくない・相手と視線を合わせ続けたくないという三つの欲求を元に動的に視線行動を生成できるモデルを提案している。

2.3. 視線行動における人間の印象変化

エージェントの視線行動変化によって人間の印象を操作しようとする関連研究も多くある。

Patterson[12]は人間が他者に対して潜在的な意図を持っている場合、その意図に沿った行動を相手から引き出すために自らの印象を操作しようとすることを明らかにしている。深山[5]はこれをエージェントにも適応し、実際に視線行動の操作によって人間が感じる印象を操作することに成功した。

一方黒木ら[13]は視線だけでなく表情にも注目し、人間に与える印象の変化を考察している。また、吉川ら[14]は人間の視線行動に対して応じたエージェントの視線行動を生成することでより高い被注視感を人間に与えられるとしている。

2.4. 本研究での取り組み

以上の関連研究において、エージェントの行動によって人間の注目を引いたり、印象を変化させたりすることができることがわかる。また、人間が予測する行動や態度とエージェントの実際の行動に乖離が見られる場合、人間の印象が変わることがわかっている。

しかし、視線行動の重要性が明らかであるにも関わらず人間の予測する視線行動と乖離した視線行動

をエージェントがする場合、人間の印象がどのように変化するかを調べられていないという課題がある。

3. 提案

3.1. 違和感推定モデルの設計

人間がエージェントの視線に感じる違和感を誤差・確信度・違和感という三つの変数を用いて考える。

・予測との誤差は違和感を生む

人間の予測と異なる動きをエージェントがした時、人間はエージェントに対して違和感を感じるはずである。この違和感の大きさは誤差がないときはゼロであり、誤差が大きくなればなるほど大きくなる。

・予測の確信度は違和感を生む

エージェントの動きと予測の誤差が同じ場合でも人間の確信度が高いほどその違和感は大きいはずである。確信度が大きくなるほど違和感の分散が小さくなり、同じ誤差の場合でも違和感が大きくなる。

・正しい予測は確信度を増加させる

エージェントの動きが人間の予測どおりであると、人間の予測に対する妥当性が向上し、エージェント動作に対する確信度は向上するだろう。

3.2. PredGaze

本論文では、視線制御モデルである iK-Gaze[11]を用いた違和感推測モデルである「PredGaze」を提案する。

PredGaze では人間がエージェントの視線動作を予測する際の確信度と予測からの誤差によって発生する違和感を、時間を変数とした分散表現で表す。その構成を図 1 に示す。

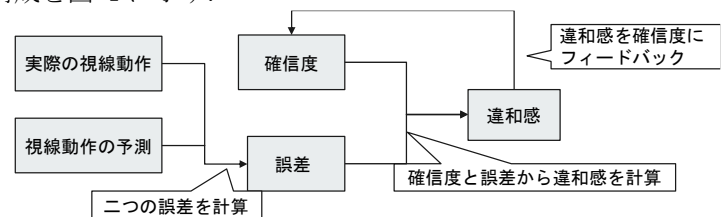


図 1 PredGaze の全体図

4. 実験

本章では第 3 章で示したモデルを用いて、PredGaze の「同じ誤差でも、その発生タイミングによって違和感が異なる」という性質が実際の人間にも当てはまるかどうかを検証する。

4.1. 実験目的

この実験の目的はデジタルエージェントの視線行

動を iK-Gaze を用いて変化させ、変化のタイミングによって人間の感じる違和感がどのように変化するかを調べることを目的とする。

4.2. 実験環境

実験環境を図 2 に示す。実験協力者にはモニターの前に直立してもらい、実験協力者がエージェントの発話をその視線を確認しながら聞き取れるようにしてもらった。実験協力者の視線はディスプレイ上部のカメラから OpenFace[16]を用いて認識し、ディスプレイ付属のスピーカーから音声が出力される。



図 2 実験の様子

4.3. 実験条件

実験の条件は視線行動を「目をそらす」から「凝視する」に変化させるタイミングで(15s, 60, 120s)の 3 パターンとした。実験協力者には全てのパターンを実施する。

またその三度の実験で発話内容が異なるが、三つのシナリオについてそれぞれ偏らないように配慮して実験を設定した。また同様に変化のタイミングのカウンターバランスをとった。

4.4. 実験参加者

実験には 12 人の大学生(男性 9 名, 女性 3 名: 平均年齢 21.9 歳)が参加した。

4.5. 教示と実験の流れ

実験協力者には、(1) 現在エージェントの対話についての研究を行なっている、(2) エージェントの話を聞いてもらってアンケートに答える、(3) それを三回繰り返す、という三つを教示した。

実験の流れとしては教示が終了したのちに、カウンターバランスを考慮している視線行動変化のタイミングと発話内容に基づいてエージェントが発話を行った。

その後エージェントの印象に関するアンケートを

実施した。これを三条件分繰り返した。

今回使用したアンケートは表 1 に表す、Bartneck らが発表したエージェントの評価基準[15]のうち異形性・生物性・信愛性・知能性の評価基準を用いた五段階評価の質問と、表 2 に表す、実験協力者が感じた視線行動の違和感について尋ねる七段階評価の今回独自に設定した質問を行なった

表 1 Bartneck のアンケート項目(五段階)

異形性	
偽物のような	- 自然な
機械的	- 人間的
意識を持たない	- 意識を持っている
人工的な	- 生物的な
ぎこちない動き	- 活発な動き
生物性	
死んでいる	- 生きている
活気のない	- 生き生きとした
機械的な	- 有機的な
不活発な	- 対話的な
無関心な	- 反応のある
信愛性	
嫌い	- 好き
親しみにくい	- 親しみやすい
不親切な	- 親切な
不愉快な	- 愉快的な
ひどい	- よい
知能性	
無能な	- 有能な
無知な	- 物知りな
無責任な	- 責任のある
知的でない	- 知的な
愚かな	- 懸命な

表 2 独自のアンケート項目(七段階)

エージェントの視線動作は自然だと思う	
そう思わない	- そう思う
視線動作の変化があったと思う	
そう思わない	- そう思う
視線動作の変化に違和感を感じた	
そう思わない	- そう思う

5. 結果

5.1. Bartneck のアンケート項目

Bartneck のアンケート項目に対する被験者の回答の平均をグラフにしたものを図 3 に示す。分散分析を行なった結果いずれの項目についても有意差は見られなかった($p > .10$)

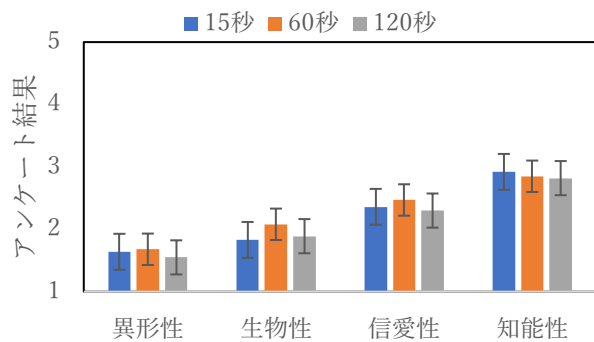


図3 Bartneckのアンケート結果

5.2. 視線動作に関するアンケート項目

視線動作に関するアンケート項目に対する被験者の回答の平均をグラフにしたものを図4に示す. 分散分析を行なった結果, 自然さと違和感の項目について有意差があった($p < .01$). そこで Bonferroni 法による多重比較を行なった. 自然さの項目では 15 秒-60 秒($p < .01$), 15 秒-120 秒($p < .05$)で有意差が見られた, また, 違和感の項目では 15 秒-120 秒($p < .01$)で有意差が見られた.

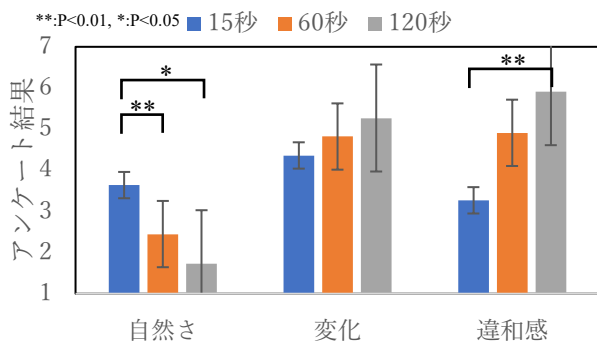


図4 独自設定したアンケート結果

6. 考察

アンケートによる評価では, Bartneck の指標について異形性・生物性・信愛性・知能性のいずれにおいても有意差が見られなかった. 一方で今回独自設定したアンケートによる評価ではエージェントと人間の対話時間が長くなるほど, 同じ誤差でも自然さが減少し, 違和感が増加する傾向があることがわかった. これはエージェントとのインタラクションの過程で, 人間の中のエージェント像が固定化していくことで「このエージェントは目をそらすのだ」という確信度が向上していたためだと考えられる.

この結果は PredGaze の式(3)から導かれた違和感と性質的に同じものであり, PredGaze のモデルとしての妥当性を考える上で有益な結果であった. さら

に, エージェントとのインタラクションの時間が長くなるほどその後の違和感が大きくなるという非自明な人間特性についても検証することができた.

7. 結論

本論文では人間とエージェントの視線について, 人間内部の違和感生成をモデル化した PredGaze を提案した.

PredGaze では誤差・確信度・違和感という三変数を用いて, その相互関係により違和感を表現した. 被験者実験では PredGaze の「インタラクションが増加するほど同じ誤差でも違和感は増加する」という性質が人間内部に存在するのかをアンケートを用いて評価した. その結果アンケート項目のうち自然さと違和感の項目について有意差があった. このことから PredGaze の持つ「インタラクションが増加するほど同じ誤差でも違和感は増加する」という性質が人間内部にも存在することを明らかにした. 将来研究としては違和感をより定量的に扱ったり, 視線に限らず他の振る舞いに拡張することが考えられる.

参考文献

- [1]. Kendon, Adam. "Some functions of gaze-direction in social interaction." *Acta psychologica* 26 (1967): 22-63.
- [2]. 武川直樹. "コミュニケーションにおける視線の役割: 視線が伝える意図・気持ち." *電子情報通信学会誌= The journal of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers* 85.10 (2002): 756-760.
- [3]. 寺田和憲, & 伊藤昭. (2009). 身体的インタラクションによる意図推定. In *人工知能学会全国大会論文集 第23回全国大会 (2009)* (pp. 1G20S32-1G20S32). 一般社団法人 人工知能学会.
- [4]. 中島幸宏, 武川直樹, 湯浅将英, & 大和淳司. (2008). 擬人化エージェントとの視線・仕草による相互理解-「じーっ, うん」で, ワカッテクレタ?. *HAI2008*.
- [5]. 深山篤, 大野健彦, 武川直樹, 澤木美奈子, & 萩田紀博. (2002). 擬人化エージェントの印象操作のための視線制御方法. *情報処理学会論文誌*, 43(12), 3596-3606.
- [6]. 森政弘. (2003). 不気味の谷-人型ロボットデザインへの注意. *ロボコンマガジン*, 28, 49-51.
- [7]. Colburn, A., Cohen, M. F., & Drucker, S. (2000). *The role of eye gaze in avatar mediated conversational interfaces* (p. 2000). Technical report, Microsoft Research.

- [8]. 佐藤知正, 西田佳史, 市川純理, 畑村洋太郎, & 溝口博. (1995). ロボットによる人間の意図の能動的理解機能. *日本ロボット学会誌*, 13(4), 545-552.
- [9]. 横山絢美, & 大森隆司. (2009). 協調課題における意図推定に基づく行動決定過程のモデル的解析. *電子情報通信学会論文誌 A*, 92(11), 734-742.
- [10]. 阿部香澄, 岩崎安希子, 中村友昭, 長井隆行, 横山絢美, 下斗米貴之, ... & 大森隆司. (2011). 子供と遊ぶロボット: 他者の状態推定に基づく行動決定モデルの適用. *HAI シンポジウム*.
- [11]. 吉岡駿. (2019). iK-Gaze によるエージェントの視線行動の動的生成手法の提案. 慶應義塾大学修士論文.
- [12]. Patterson, M. L. (2012). *Nonverbal behavior: A functional perspective*. Springer Science & Business Media.
- [13]. 黒木裕己, 白石祥子, 武川直樹, 湯浅将英, & 深山篤. (2005). 視線と表情を持つ擬人化エージェントのインタラクションによる印象変化. *電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理*, 104(747), 49-54.
- [14]. 吉川雄一郎, 篠沢一彦, 石黒浩, 萩田紀博, & 宮本孝典. (2007). 応答的注視ロボットによる被注視感の呈示. *情報処理学会論文誌*, 48(3), 1284-1293.
- [15]. Bartneck, C., Croft, E., & Kulic, D. (2008). Measuring the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence and perceived safety of robots.
- [16]. OpenFace, <https://github.com/TadasBaltrusaitis/OpenFace>