

ロボット2体の共同注視が与える引き込み効果の検証

Verification of the Drawing Effect Caused by the Joint Gaze of Two Robots

一條 剛志^{1*} 棟方 渚² 開 一夫³ 小野 哲雄²
Takashi Ichijo¹ Nagisa Munekata² Kazuo Hiraki³ Tetsuo Ono²

¹ 北海道大学工学部

¹ School of Engineering, Hokkaido University

² 北海道大学大学院情報科学研究科

² Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

³ 東京大学大学院総合文化研究科

³ Graduate School of Arts and Sciences, Tokyo University

Abstract: Joint gazes of multiple people have the effect of drawing others' attention to the object being gazed at. In this study, we analyzed what drawing effects the joint gaze of two robots can cause on people. More specifically, we looked into the differences of when the robots focused their gaze on a target both synchronously and asynchronously. We have also examined what drawing effects there might be when the target was the experiment participant. As a result, we found the rate of correct answers in the experiment rose when the robots focused their gaze synchronously. Also, we verified the sense of immersion participants felt towards the interaction with the robots increased when the robots jointly gazed at the participant.

1 はじめに

ロボットが人と共存するためには、両者の円滑なインタラクションが必要である。その実現のためには、言語やジェスチャーの問題など、様々な要因が絡むが、ひとつの重要な要素として視線が挙げられる。

視線の中でも共同注視は、認識の共有に役立ち、その役割は吉田ら [1] が検証した危機感や緊急性の伝達といった本能的なものから、中野ら [2] が提案する幼児の学習プロセスや、Kaplan ら [3] が検証した話題の獲得など、コンテキストに則したもので幅広い。しかしながら、様々な場における共同注視の共通する所は「如何に相手の視線を誘導できるか」という点にある。

一方で共同注視には、何気ない自分の視線に相手が誘導されるといった、意図しないものもある。このように、多様な役割をもつ共同注視であるが、そのプロセスは十分には明らかになっていない。

そこで本研究では共同注視の機構の解明を目標とし、視線を誘導するための新たな要因を検証する。特に、指差しや指示語といった自明な要因ではなく、これまで取り上げられなかったインタラクションに関わる数や、集

団の力動性(ダイナミズム)といった、暗黙的な要因に注目する。

その要因のひとつの候補として、視線の数による影響が挙げられる。たとえば、巨大広告は共同注視を利用したメディアであり、時間経過と共に注視者は増加するのだが、そこに生じる共同注視は1対1に限ったものではない。人は、多くの視線に引き込まれる形で誘導されると解釈できる。

また、片上ら [4] が提唱した雰囲気工学では、人が集まりコミュニケーションする場には雰囲気が生じ、雰囲気を感じ取ることのないままコミュニケーションをすることは困難であるとしている。このような集団特有の要因が共同注視に与える影響は未知であり、検証の必要があると考えた。

本研究ではロボットと人を2対1とし、ロボット同士インタラクションに人が介入する環境を想定することで、これらの数や集団特有の暗黙的な要因について検証した。

2 関連研究

暗黙的な要因のひとつに、アイコンタクトがある。

*連絡先：北海道大学工学部情報エレクトロニクス学科
〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目
E-mail: ichijo@complex.ist.hokudai.ac.jp

Hoque ら [5] は、マネキンの頭を用いて、視線誘導に効果的な行動を検証している。結果、アイコンタクトには、視線誘導を引き起こす効果が確認された。

また、アイコンタクトには別の効果がある。松坂ら [6] が構築したグループ会話に参加する対話ロボットの研究では、アイコンタクトはインタラクションの意図を相手に伝える行動であるとしている。また、発話者に対して視線を向ける事で期待感を表し、期待感を与える事で、人との円滑なグループ会話が可能になるとしている。

このように、アイコンタクトには、相手に働きかける効果があり、人との関係構築に役立つ結果が示されている。

3 実験概要

本研究では、アイコンタクトが有する関係構築能力に着目し、ロボット2体が実現しているインタラクションへの引き込み効果を、共同注視と関連付けて、以下の仮説を立て、検証を試みる。

図 1-a のように、予めロボット2体がインタラクションしている環境から、図 1-b のようにロボット2体が他者(被験者)を共同注視することで、他者は2体とアイコンタクトを行い、インタラクションの場(図 1-b, 破線)を形成しようとする。従って、共同注視前はインタラクション外にいた他者(図 1-a)を、2体のグループへと引き込む効果が期待できる(図 1-b)。また、ロボット2体のインタラクションに引き込まれる(場に入る)事で、ロボット2体の注視対象へ、より視線が誘導されると考えられる(図 1-c, 1-d)。

以上の仮説から、本研究では、「インタラクションへの

引き込み効果」と「注視対象への視線誘導の効果」について検証する。

また、ロボット2体を用いる事で、共同注視の条件が設定可能となる。これらの条件によって、被験者への注視対象の伝わりやすさに有意差がでるか検証する。

4 実験設定

4.1 被験者

日常的に PC を利用している、被験者 20 名(男性 17 名、女性 3 名)で実験を行った。

4.2 実験器具

ロボット2体には Robovie-R Ver.2, Ver.3(ヴイストン株式会社)を、視線調査の為のアイカメラには、SMI Eye Tracing Glasses(SMI 社)を使用した。

4.3 実験環境

アイカメラを装着した被験者の視界の両端にロボット2体を、被験者の 2m 先にテーブルを配置した。被験者とロボット、ロボット同士の距離は、Mumm ら [7] が検証したパーソナルスペースを参考にし、1.2m と設定している。また、テーブルの上には 10 色のオブジェクトを用意し、30cm 間隔で 2 列に配置した。

なお、実験は 2 部に分かれているが、実験環境は統一して設定した。

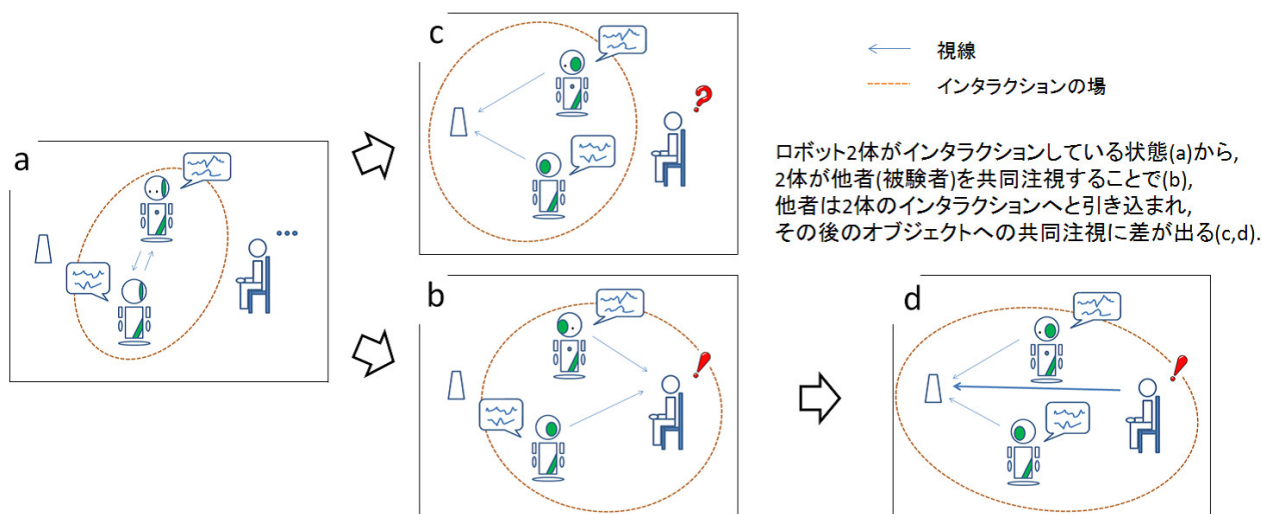


図 1: 本研究の概要

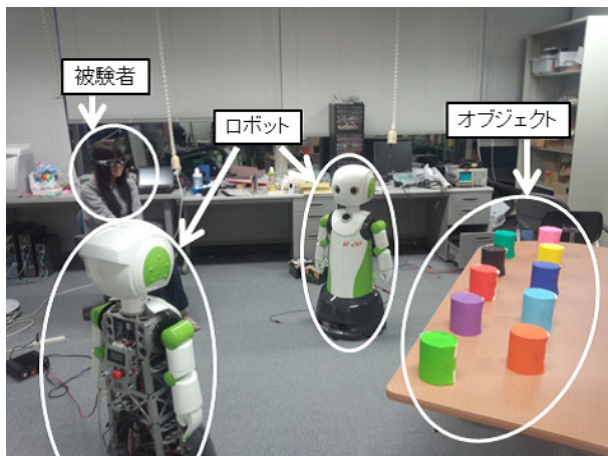


図 2: 実験環境

4.4 実験 1

実験 1 では、ロボット 2 体が被験者を共同注視の対象とする・しないことを共同注視の条件とし、以下の手順で検証を試みる。

1. 図 1-a のように、ロボット 2 体が人が理解できない人工言語で会話を行う。
2. 被験者を共同注視する条件では、会話の中で被験者を共同注視する。被験者を共同注視しない条件では、会話を続ける。
3. ロボット 2 体がテーブル上のひとつのオブジェクトを共同注視する。
4. ロボット 2 体は共同注視終了後、会話を続ける。
5. 会話終了後、被験者にアンケートを行う。

アンケートでは、被験者にテーブル上のオブジェクトの色の配置を、覚えている範囲で記入してもらう。また、ロボット 2 体が会話の対象としていた色や、2 体の会話の内容を事後的推測から答えてもらう。

なお、実験前半の被験者への説明では、オブジェクトについては触れないものとする。

4.5 実験 2

実験 2 では、ロボット 2 体の視線の移動開始から、オブジェクトを共同注視するまでの過程を、同期条件(ロボット 2 体が同時にオブジェクトを見る共同注視)と非同期条件(片方のロボットの視線を追ってもう一方のロボットがオブジェクトを見る共同注視)に分ける。これらの同期・非同期条件の違いが、被験者への注視対象の伝わりやすさに影響があるか、以下の手順で検証する。

なお、実験 2 では、ロボット 2 体がオブジェクトを共同注視することを予め被験者に伝えておく。

1. ロボット 2 体がテーブル上のひとつのオブジェクトを同期・非同期条件で共同注視する。
2. 被験者はロボット 2 体から注視対象を判断し、注視対象の色を言う。
3. 以上を 13 回繰り返す。
4. 終了後、被験者にアンケートを行う。

アンケートでは同期・非同期のわかりやすさや違いについて尋ねる。

5 実験結果

5.1 実験 1

観測した全ての被験者は、共同注視の対象になる・ならないに関わらず、2 体のオブジェクトへの共同注視に誘導されていた。

図 3 は実験 1 においてロボット 2 体がオブジェクトを共同注視した際に、被験者がロボットの視線を追従した平均回数である。実験 1 では 2 名(両条件 1 名ずつ)のアイカメラのデータがうまくとれていなかったため、18 名から算出した結果である。ロボット A - オブジェクト間、ロボット B - オブジェクト間の追従回数を求めた。視線の追従は、相手の意思を読み取ろうとする行動であり、被験者は事前に共同注視される事で、よりロボット 2 体の注視対象を意識していることが分かる。

また、ロボット 2 体が被験者を共同注視すると、全ての被験者は 2 体とのアイコンタクトを試みており、注視対象となった被験者は「自分に意見を求められている」と感じた。特に、ある被験者は「ロボットがねだっている」と感じており、この結果は、2 章で説明した松坂らの言う期待感が表れた結果と言える。

注視対象になった条件の被験者は、ロボット 2 体の会話内容について、テーブル上のオブジェクトの色や文脈等から推測したものが多かった。一方、注視対象とならなかった条件では、「手や頭の調子について話していた」、「今晚どう？ 飲みに行く？ みたいな話」等、オブジェクトに全く触れない会話内容を推測した被験者も確認できた。

また、オブジェクトの色の配置に関するアンケートでは、正解数も少なく、ほとんどの被験者が半数も答えられなかったものの、視線を誘導された先にあるオブジェクトの位置には、20 名中 17 名が何らかの色を答えていた。従って、色に関する共有はできていないものの、場所という情報の共有はできている結果と言える。

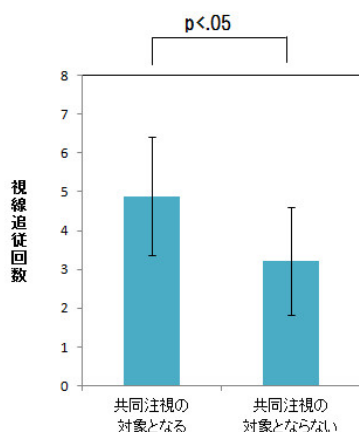


図 3: 視線追従回数 (実験 1)

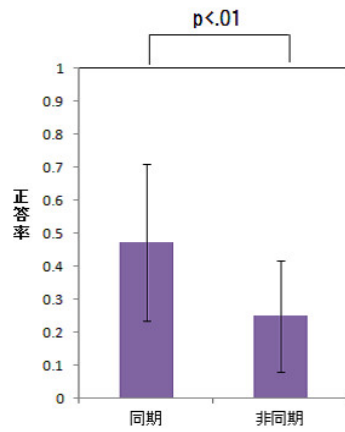


図 4: 注視対象の正答率 (実験 2)

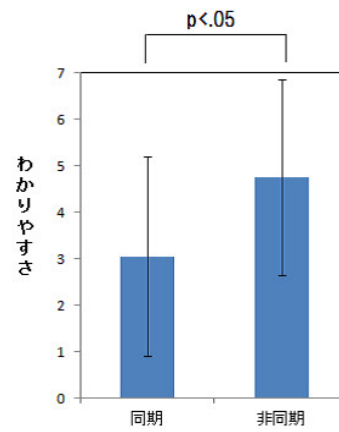


図 5: 被験者の理解容易度 (実験 2)

以上から、被験者を注視対象とする事で、被験者のインタラクションに対する没入感が向上する事が検証できた。

5.2 実験 2

図 4 は実験 2 から算出した、共同注視の過程による、注視対象の平均正答率を表している。ロボット 2 体がオブジェクトを同時に見る共同注視 (同期条件) は、片方のロボットがもう一方の視線を追う事でオブジェクトを見る共同注視 (非同期条件) よりも、被験者はロボット 2 体が見ているオブジェクトを正しく判断できていることがわかる。

一方、図 5 は実験 2 のアンケートで調査した、共同注視の同期・非同期条件による、わかりやすさに関する被験者の回答を示したものである。被験者 20 名中、15 名が非同期の方がわかりやすいと答え、同期の方がわかりやすいと感じた被験者は 3 名であった (2 名は同期・非同期の違いに気が付かなかった)。多くの被験者は、「非同期の場合、1 体の視線から大まかな範囲を絞り、もう 1 体でオブジェクトを決定するため、同期よりもわかりやすい」と答えており、上記の正答率と反対の結果となった。

また、同期の方がわかりやすいと答えた被験者からは、「2 体の視線を同時に追える」、「非同期の場合は後に動いたロボットの視線を追ってしまうから、2 体の視線の交点がわかりづらい」といった意見が得られた。

6 考察

実験 1 から、アイコンタクトの関係構築効果は、2 対 1 環境でも有効であることが、視線追従回数や、アンケート結果での「期待感」から確認できる。従って、図 1 に

おけるインタラクションへの引き込み効果、注視対象への視線誘導効果が確認できた。

一方で、アイコンタクトの視線誘導への効果は薄れていると考えられる。これは、図 1 の仮説とは異なり、全ての被験者が、注視対象になる・ならないに関わらず、視線が誘導されたからである。では、なぜ薄れたのだろうか。これが本研究で扱う、集団特有の要因である。すなわち、2 対 1 環境となることで、1 対 1 環境で誘導に有効なアイコンタクトよりも、より強力な集団特有の要因が働き、アイコンタクトの効果は薄れてみえるのである。本研究での要因の特定は難しいが、「2 体がインタラクションを行っている」ことが条件といえるだろう。

実験 2 の結果について、同期・非同期条件で正答率に差が出た理由を考察する。たとえば、多くの人が、車のクラクションや暗転からのスポットライトのような、強烈な刺激に誘導されて、最短で視線が移動した場合、そこに同期する共同注視が生じる。強烈な刺激は、いわば本能への刺激である。従って、同期する共同注視に対して、危機感のようなものが関連付けられているのではないかと。一方、非同期の共同注視は、普段私達が会話の中で用いるものであり、よりコンテキストに則った共同注視といえるだろう。

このことは、同期・非同期条件に対する、被験者のわかりやすさからも考察できる。同期の場合は範囲を絞らずオブジェクトを決定する。図 6 のように、オブジェクトを決定するプロセスが段階的でないため、難しいと感じるのだろう。また、本来は視線だけでなく、言語での補完が可能である。従って、共同注視の役割のうち、範囲を絞る過程に重点を置いているとも考えられる。

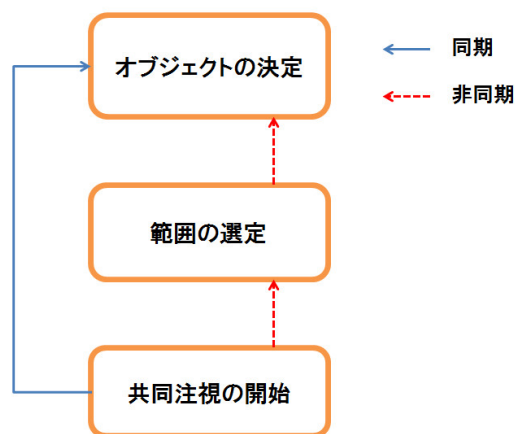


図 6: 注視対象判別のプロセス

7 おわりに

本研究では、被験者とオブジェクトの距離やロボットとの位置関係など、限定的な条件下ではあるが、被験者を注視対象とすることで、インタラクションへの没入感が向上し、引き込み効果が検証された。加えて、被験者をインタラクションへ引き込んだ後にオブジェクトを共同注視することで、被験者はロボットからの期待を感じ、視線追従回数の結果から、注視対象への視線誘導効果が確認できた。また、集団特有の要因が共同注視に影響していることを確認すると共に、正答率や被験者の認識を算出することで、同期・非同期といった見方の違いを検証した。今後の展望としては、より制限の少ない条件下での検証や、3対1、4対1...と数を増やした場合の検証が必要となる。

また、今回検証した引き込み効果は、今井ら [8] が提唱した指示語の共通化のように、集団での基準の構築に役立つと期待できる。

参考文献

- [1] 吉田真也, 橋本稔, 玉津幸政: 頭部ロボットの情動表出を伴う視線誘導と状況提示, 日本感性工学会研究論文集 Vol.7 No.4, pp.791-796 (2008)
- [2] 中野史, 吉川雄一郎, 浅田 稔, 石黒浩: マルチモジュールの相互促進的学習による共同注意発達過程の構成, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集, 2A1-F21 (2009)
- [3] F.Kaplan, V.V.Hafner: The Challenginges of Joint Attention, *Interaction Studies, Volume 7, Number 2*, pp.135-169 (2006)
- [4] 片上大輔: 雰囲気の工学的生成は不可能か?, 人工知能学会全国大会, 1J3-OS-22a-100 (2013)
- [5] M.M.Hoque, T.Onuki, E.Tsuburaya, Y.Kobayashi, Y.Kuno, T.Sato, S.Kodama: An Empirical Framework to Control Human Attention by Robot, *Computer Vision - ACCV 2010 Workshops*, pp.430-439 (2011)
- [6] 松坂要佐, 東條剛史, 小林哲則: グループ会話に参加する対話ロボットの構築, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol.J84-D-II, No.6, pp.898-908 (2001)
- [7] J.Mumm, B.Mutlu: Human-robot proxemics: physical and psychological distancing in human-robot interaction, *Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction*, pp.331-338 (2011)
- [8] M.Imai, K.Hiraki, T.Miyasato, R.Nakatsu, Y.Anzai: Interaction With Robots:Physical Constraints on the Interpretation of Demonstrative Pronouns, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 16(2), pp.367-384 (2003)