

ロボットの発話途中の沈黙と言い直しによる人の注意誘導

川口 一画^{*1} 葛岡 英明^{*1} 鈴木 祐也^{*1} 中尾 誉^{*1}
 山下 淳^{*1} カローラ ピッチ^{*2} 山崎 敬一^{*3}

Effect of Restarts and Pauses of a Robot's utterance on Drawing People's Attention

Ikkaku Kawaguchi^{*1} Hideaki Kuzuoka^{*1} Yuya Suzuki^{*1} Homare Nakao^{*1}
 Jun Yamashita^{*1} Karola Pitsch^{*2} Keiichi Yamazaki^{*3}

Abstract – In this paper we consider the development of a museum guide robot that has both autonomous and remotely controlled features. We focus on the capabilities such a robot could have to help focus the attention of a visitor on an object or artefact. Inspired by studies of social interaction, which investigate whether the robot could deploy “restarts” and “pauses” at certain moments in its talk to first elicit the visitor's attention/gaze towards the robot. We report an experiment where we deployed such a robot to interact with real visitors to a science museum. These experiments show that such a strategy does seem to have a significant impact on obtaining the visitor's gaze.

Keywords : Human-robot interaction, museum guide robot, ethnomethodology, communication, user study.

1 はじめに

ヒューマンロボットインタラクションの研究の応用として、博物館などにおける案内ロボットの開発が盛んにおこなわれるようになった [1, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13]. 展示案内ロボットが満たすべき重要な要素の一つとして、鑑賞者の注意(視線)を特定の場所へ誘導することがあげられる。一般的にロボットは、腕または指を用いて対象を指し示すことによりこれを達成する。なおこのプロセスは、事前にアイコンタクトを行った上で動作を行うことによりさらに効果的になることが示されている [6]. しかしながら、博物館においては鑑賞者が展示に集中しており、ロボットの身体動作や視線に必ずしも気がつかない場合がある。このような場合には、ロボットが展示物に関する解説をしつつ、なんらかの自然な発話や行為によって、鑑賞者の注意をロボットに誘導できることが好ましい。

ロボットの自然な発話や行為の設計において、社会学における人間同士のインタラクション分析によって得られた知見を参考にする手法が用いられはじめている [8, 14]. これらの研究では、会話分析や相互行為分析における従来の知見や、実際の博物館や高齢者介護施設におけるフィールドワークの分析結果に基づいて

ロボットの動作を設計することによって、人間と自然なインタラクションをおこなえることを示している。

本研究においては、鑑賞者の注意をロボットに誘導する手段として、Goodwin による知見を参考にすることとした。Goodwin は人間同士の会話において、話し手が自分の発話の開始時点、もしくは任意の時点で聞き手の注目を得ようとする場合に使う戦略を見出した [2, 3]. これによれば話し手は聞き手の注目を得ることに失敗したとき、それまでの発話を途中で止め沈黙 (pause) し、場合によっては同じ内容を言い直す (repeat) ことにより聞き手の注意を自分に誘導することができる。そこで本研究では、ロボットが博物館における説明の途中で言い直しや沈黙をすることが、鑑賞者の注意をロボットに誘導する効果があるかどうかを確認することを目的とする。

本論文では、まず言い直しと沈黙について解説する。次に実験に用いたシステムの構成を説明し、実験方法、そして結果と考察を述べる。なお、筆者らはすでに同様の研究を実施しているが [9], 本研究では実験方法を見直した新たな実験による結果に基づいて分析と考察を行っている。

2 発話途中の言い直しと沈黙

先述の通り Goodwin の研究によると、話し手は発話を開始した後に聞き手の注意が自分に向いていない場合、発話の途中で沈黙 (例 1 参照), もしくは言い直し (例 2 参照) を行うことによって聞き手の注意を

^{*1}筑波大学

^{*2}Bielefeld University

^{*3}埼玉大学

^{*1}University of Tsukuba

^{*2}Bielefeld University

^{*3}Saitama University

自分に誘導する。以下の例1, 例2のトランスクリプトは Goodwin の論文からの引用である。

例1: 沈黙

1. A: They've changed- (-----) the China
 B: X-----
2. A: City.
 B: -----

例2: 言い直し

1. A: Can ya bring?-(0.2) Ca you bring me
 here that nylo n?
 B: X_

トランスクリプト中において、アンダーラインの部分は聞き手が話し手を見ていることを、それ以外の部分は見ていないことを示し、'X'は聞き手が話し手を見はじめた時点を示す。またハイフン'-'は1つにつき0.1秒の時間を表し、注意を得るための沈黙を表す。

この Goodwin の報告に基づき、筆者らは人間-ロボット間のインタラクションにおいてロボットが言い直しと沈黙を行った場合も、鑑賞者がロボットの方に視線を向ける確率が高くなるのではないかと予想した。そしてこの言い直しと沈黙を指さし動作の前に行うことによって、より効果的に鑑賞者とロボットの間での共同注意の達成が可能となると考えた。

この仮説を確認するために、筆者らは東京都にある科学技術館において実験を行った。今回は初期段階として、発話途中の言い直しと沈黙による鑑賞者の注意誘導の効果のみについて調べた。引き続いておこなわれる指さし動作に対する効果については今後の課題とした。

3 システム構成

実験に用いたシステムは、身体性を用いた案内を行うためのロボット、発話のためのスピーカ、システムを制御するための動作制御用ノート PC、制御用カメラ、遠隔操作指示者ブースからなる。

図1にシステムの概要を示す。今回の実験では案内ロボットとして SONY の AIBO (ERS-7) を用いた(図2)。AIBO を用いたのは、人々に受け入れられやすい外観と解説動作を示すのに十分な自由度を持ち合わせていたからである。AIBO は腕部に3自由度、頭部に2自由度を持ち、これは鑑賞者に対してロボットの注意方向を示したり、指差しのジェスチャーを行うのには十分な自由度である。また、フリーのライブラリである OPEN-R SDK を用いることによりロボットのコントロールを行うプログラムの開発を行った。なお実験の際にはロボットの指差しをより明確に示すた

め、人間が指さしを行う際の指さしの手の形状を模したパーツを右腕に装着して用いた。

ロボットは無線 LAN を通して外部の PC と接続されており、これにより後述の自律モードもしくは遠隔操作モードのいずれかによる制御を行うことができた。制御には、Microsoft Visual C++ を用いて作成した GUI 制御プログラムを用いた。遠隔操作者が利用するロボット制御用 GUI には、自律モードの開始と停止を切り替えるボタンが用意されており、遠隔操作者は任意の時点で簡単に自律モードと遠隔操作モードを切り替えられた。

自律モードでは、カメラの画像から鑑賞者の顔を検出することによって、ロボットの動作を決定することができる。しかし今回の実験においては、顔検出の機能は使わず、あらかじめ定義された一連の動作を単純に順次実行するようにプログラムした。ロボットの発話は、あらかじめ分割して録音された音声ファイルを順次、ロボットの近くに設置したスピーカから再生することで実現した。

遠隔操作モードにおいては遠隔地の操作者が遠隔操作指示者ブースを用いてロボットの操作を行うことができる。遠隔操作指示者ブースには3面ディスプレイが設置してあり、そこにはロボット後方に配置した3眼カメラからの映像を表示した。これにより操作者は約180度の視野角を得られ、説明を行う展示物だけでなく展示物周辺や鑑賞者の様子も同時に知ることができた。また3面ディスプレイはタッチセンサーとなっており、指差しを行いたい対象の映像部分に触れると、それにほぼ対応する方向を指さしするようにロボットの腕を動作させた。

操作者の頭上にはモーションキャプチャセンサ(サイバース社、ステレオラベリングカメラ)が設置されており、操作者の頭部に装着したマーカの位置を検出することによって、操作者の頭部とロボットの頭部の動作が同期するように制御した。遠隔操作モードでは操作者の発話をロボット側に送信し、スピーカから出力してロボットの発話とした。

4 実験

本節では、案内ロボットによる展示案内において、発話途中の言い直しと沈黙が鑑賞者の注意誘導にどのような影響を与えるか調べるために行った実験について述べる。

4.1 実験方法

実験は東京都にある科学技術館3階にて行った。ロボットは「ガスクエスト」というガスとエネルギーに関する様々な展示を行っているブースに配置され、浮沈子という実験装置についての説明を行った。浮沈子

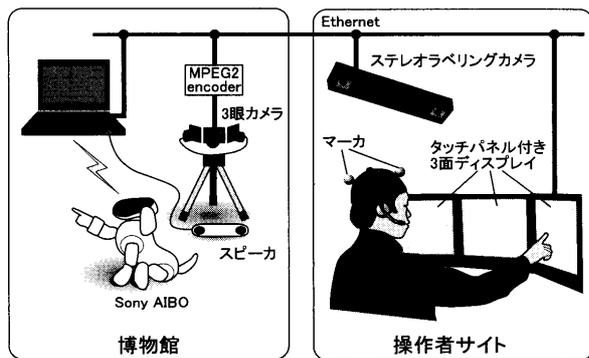


図1 システム概要

Fig.1 Overview of the system.

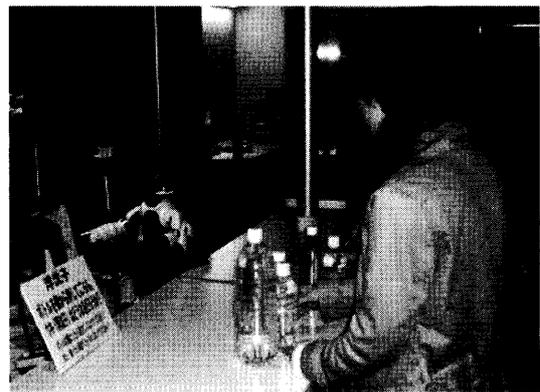


図3 実験の様子

Fig.3 A scene from the experiment.

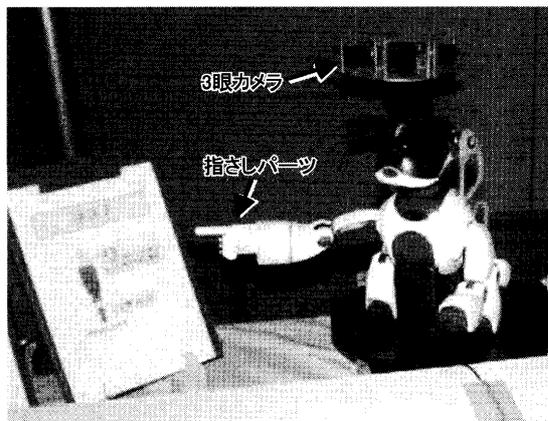


図2 案内ロボットに利用したソニー AIBO

Fig.2 Sony AIBO as a museum guide robot.

実験装置は水で満たされたペットボトルと、内部の豆電球ほどの大きさの浮き（浮沈子）から構成される。浮沈子は通常ペットボトル上方に浮いているが、ペットボトルが握られるとその圧力により浮沈子の中に水が入り、下方に沈む。

実験に当たってロボットは、事前に録音された人の音声による発話と、設定された身体動作を同時に行う自律モードにより浮沈子の原理の説明を行った。なお浮沈子実験装置は比較的目立たない場所に設置されており、それ自体では鑑賞者を浮沈子の展示に誘導することが困難だったため、各セッション開始時に遠隔操作モードによって、遠隔操作者がロボットを介して、近くにいる鑑賞者の注意を引くように声をかけた。すべてのセッションにおいて、1名の実験者が遠隔操作者をつとめた。またロボットの発話用音声データは実験者（20代前半男性）によって録音されたものを用いた。これは予備実験において合成音声と人の発話データを比較したところ、人の発話データを用いた場合の方が被験者が最後まで説明を聞く割合が高まるという傾向が見られたためである。ただし音声の違いが与える影響については今後の研究が必要であると考えられる。

被験者は浮沈子の近くを偶然通りかかった一般の来館者である。各セッション開始時、離れた場所にいたロボット操作者は浮沈子実験装置に近づいた鑑賞者に対して呼びかけを行った。この際操作者は、近づいた鑑賞者の方にロボットの頭を向け腕を振り、同時に「こんにちは」と発話した。鑑賞者がそれに気づきロボットに近づくと、「まず、こちらのペットボトルを、両手でぎゅーっと握ってみてください。」という発話を行い、鑑賞者がそれに従いペットボトルを握ったのを確認した後自律モードによる説明に移行した。なお自律モード時の音声には遠隔操作を行った実験者の声を用いることにより、モードの切り替えが自然なものとなるようにした。鑑賞者はロボットがどのように制御されているかを知らないため、遠隔操作モードと自律モードがいつ切り替わったのか、気づいている様子はなかった。図3に実験の様子を示す。

ロボットによる発話途中の言い直しと沈黙の効果を調べるため、言い直しと沈黙のある条件（RP条件）と言い直しと沈黙のない条件（通常発話条件）の比較を行った。RP条件では、展示説明のための一連の発話の中の1カ所で言い直しと沈黙を行った。表1は通常発話条件の SCRIPT で、表2は言い直しと沈黙条件の SCRIPT である。この実験では表2に示されているように説明中に2度の沈黙と2度の言い直しを行った。表2に示されているように、ロボットは括弧内に示された時間沈黙し、その後同様な内容の言い直しを行った。ここで注意されたいのは、本実験でロボットにおこなわせた言い直しと沈黙の仕方は、人間によるそれとは多少異なるということである。人の場合は言い直しと沈黙を組み合わせて発話することは比較的少なく、沈黙の時間はより短いことが多い。しかし本実験では Goodwin の知見を参考にしつつ、人の取り得る戦略の中でも、最もロボットに適した言い直しと沈黙の方法を模索することとした。今回の実験で言い直

しと沈黙を組み合わせたのは、注意誘導の効果をより高めるためであり、沈黙の時間を多少長くしたのは、著者らが過去に何度も実施した予備実験から、十分に効果が得られる時間を経験的に求めた結果である。言い直しと沈黙が単独で用いられた場合や、様々な沈黙の長さに対する影響については、今後の課題とした。

通常発話条件では、RP条件の沈黙と言い直しの部分の SCRIPT (表2中の「評価範囲」) を表1に示されるような類似した表現の発話に置き換え(表中の「評価範囲」)、両条件の評価範囲の発話の要する時間が等しくなるようにした。評価範囲の発話に要する時間は8秒であり、以下に説明する計測はこの評価範囲のみについて実施された。なお、通常発話条件とRP

表1 通常発話条件の説明SCRIPT
Table 1 Script for the fluent condition.

<input type="checkbox"/> こんにちは <input type="checkbox"/> まず、こちらのペットボトルを、両手でぎゅーっと握ってみてください。	遠隔操作
<input type="checkbox"/> すると、中に入っている浮きが沈むのがわかりますよね。 <input type="checkbox"/> この浮きのことを浮沈子と言います。	
<input type="checkbox"/> では、浮沈子がペットボトルの中で、沈んだり浮かんたりする理由を説明します。	評価範囲
<input type="checkbox"/> 浮沈子をよく見ると、上の方に空気が入っているのがわかると思います。 <input type="checkbox"/> この空気は浮力を持っていて、そのおかげで、浮沈子が浮いています。 <input type="checkbox"/> でも、ペットボトルを握ることで生じる力によって、浮沈子の中に水が入ってしまうんですよ。 <input type="checkbox"/> よーく観察すると、上の空気が縮んでいるのがわかりますよね。 <input type="checkbox"/> 浮沈子に水が入って重くなるから、沈んでしまうんですね。 <input type="checkbox"/> それではここで、説明を終わりにします。	
	自律モード

表2 RP条件の説明SCRIPT
Table 2 Script for the restart and pause condition (RP condition)

<input type="checkbox"/> ここまで通常発話条件と同じ	評価範囲
<input type="checkbox"/> では、浮沈子が下にさが(0.9秒停止) //沈黙 下にさが(1.0秒停止) //言い直し 沈む理由を説明します。 //言い直し	
<input type="checkbox"/> 以下通常発話条件と同じ	

条件で発話内容が同一である場合の結果については、筆者らによる文献 [9] を参照されたい。

4.2 評価方法

実験の様子は、鑑賞者から見てロボットの後方、および横方向からビデオで撮影し、ロボットの発話に対する鑑賞者の反応を記録した。特にロボットの後方から撮影した映像では、ロボットの後ろ姿と鑑賞者の正面からの映像を明瞭に撮影することが出来たため、それをもとに鑑賞者が発話途中の沈黙と言い直しによってロボットを1度でも見た場合に、注意誘導に成功したと考え、その鑑賞者の人数を数えた。その際、計測している時間は表1, 2中の「評価範囲」のみで、その計測時間の最初から最後までロボットの説明を聞いていた鑑賞者のみを計測の対象とした。また、鑑賞者がロボットを見た継続時間は考慮せず、一瞬でも見た場合は注意誘導に成功したと考えた。この注意誘導の本来の目的は、鑑賞者がロボットに注意を向けた後、ロボットの視線移動や指さし等の身体動作に気がつき、共同注意を達成することである。しかし、注意誘導の後、鑑賞者がどの程度の長さロボットを見れば、その後の共同注意に対して十分であるのかということは、今後さらなる検討が必要であるため、本論文においては一瞬でもロボットを見た場合を成功と判断した。

なお、本実験では、一般の観賞者のできるだけ自然な反応を観察することを目的としたため、ロボットとのインタラクションの仕方について特に制限を設けなかった。従って、鑑賞者は一人ではなく家族や友人と一緒に複数で訪れることがあった。この際、先に述べたように同じグループ内であっても評価範囲の時間の最初から最後までロボットの説明を聞いていた鑑賞者のみをデータ計測の対象とした。ただし、同じ説明を2度聞いた被験者については、2度目の鑑賞におけるデータは計測しなかった。さらに、評価範囲に入る前からロボットの方を見ていた鑑賞者、障害物によって視線を確認できなかった鑑賞者、時々スピーカから発生した音声のノイズに対して視線を移動したと思われる鑑賞者、鑑賞者の一人の指差しに対応して視線を向けた鑑賞者など、言い直しと沈黙以外の理由によりロボットを見た事象は、計測の対象外とした。

4.3 実験結果

通常発話条件と、RP条件の2つの条件において、評価範囲の間にロボットに注意を誘導された鑑賞者の数を比較した。結果を表3に示す。表中で「成功」とはロボットに注意を誘導された(ロボットを見た)ことを意味する。「成功率」は各条件の全鑑賞者のうち、「成功」した鑑賞者の割合を示している。

この表が示す通り、RP条件では100人の鑑賞者中58人(58.0%)が計測時間中に一度はロボットの方を見

た。一方、通常発話条件においては85人中5人(5.9%)であった。 χ^2 検定の結果、2条件間で有意な差があることがわかった($p < 0.01$)。なお、今回の実験で計測の対象外となった鑑賞者のうち、ロボットの方を見たにもかかわらず説明途中でその場を去った鑑賞者は、RP条件で5名、通常発話条件で1名であった。本実験では人数が少ないために統計的な議論はできないが、発話条件の差と鑑賞の中断との関係については、今後より多くの被験者に対して実験をする必要があると考えている。

表3 評価範囲において注意誘導された鑑賞者数。
Table 3 Number of visitors who gazed at the robot.

	成功数	総鑑賞者数	成功率
RP条件	58	100	0.580
通常発話条件	5	85	0.059

5 考察

5.1 注意獲得確率の時間的な推移

本実験結果より、ロボットが発話の途中で沈黙と言い直しをすることによって、鑑賞者の注意をロボットに誘導できる確率が有意に高くなることが示された。そこで、言い直しと沈黙の効果をより正確に確認するために、ビデオを0.1秒単位で分析して、発話に対してどのタイミングで鑑賞者が視線をロボットに向けるのかを確認した。図4に、評価範囲における0.1秒ごとの成功率を示す。なお、図4に示したように、沈黙の時間は2.4~3.3秒と4.0~5.0秒である。

この図からは、ロボットが沈黙するより前の1秒付近から、言い直しと沈黙条件の方が成功例が多いように見えるが、これは1, 2名の差であり、偶然であると考えられる。注目すべきは、ロボットが沈黙してから0.4秒後ぐらいから1秒後にかけて急激に成功率が増加していることがわかる。一方通常発話条件では、評価範囲を通して成功率が大きく変化した区間はなく、全体の成功率もRP条件に比べて低かった。これにより、言い直しと沈黙が、鑑賞者の注意をロボットに誘導する効果があることが確認できた。ただし、今回の実験からは個別の沈黙と言い直しがどの程度の効果を持つのかということは確認できず、これは今後の研究課題である。

今回の実験において、鑑賞者がロボットに注意を向けてしまった理由は、ロボットに異常が発生したのではないかと鑑賞者が考えた可能性もある。本実験においては、次々と訪れる鑑賞者を対象に実験を実施したため、鑑賞者にその理由をインタビューすることが困難であった。この理由を明らかにすることは、鑑賞者

のロボットに対する信頼度にも関わるため、今後の検討が必要である。しかしながら、仮に鑑賞者がロボットに多少の異常を感じたことが、ロボットに注意を向けた理由であったとしても、本実験結果が無効であるとは言えないと考えている。たとえばGoodwinが挙げている例の中には”anyway, (0.2) uh:, (0.2) we went t- I went ta bed” [3] という発話によって、話し手が聞き手の視線を獲得した例が示されている。人間同士の会話であっても、このように繰り返される沈黙と単語の途中での言い直しが、聞き手に異常を感じさせた可能性は否定できない。したがって異常を感じてロボットを見たのだとしても、人間同士の例と本質的に異なるものではない可能性がある。ただし、人間同士の例とは異なりロボットの場合は「異常=故障」と判断されることもあるため、今後慎重な検討が必要であると考えている。

5.2 鑑賞者の状態による違い

展示物に対する鑑賞者の関わり方の違いが、ロボットの言い直しや沈黙の効果にどのような影響を与えるのかということも興味深い問題である。本実験では、計測の対象となった鑑賞者の中で、計測時間中に展示物のペットボトルを一度も握っていない者と、少なくとも一度は握っていた者と、別々に成功率の分析を行った。その結果、ペットボトルを握っていた場合にロボットを見た鑑賞者が83人中44人(53.0%)であったのに対して、ペットボトルを握っていない場合でロボットを見た鑑賞者は17人中14人(82.4%)であった。 χ^2 検定の結果、これらの2条件間で有意な差があることがわかった($p < 0.05$)。これにより、展示物に対する鑑賞者のかかわり方によって、ロボットに対する反応の仕方に差が生じる可能性が示された。仮にシステムが、鑑賞者と展示物のインタラクション状態を検出することができれば、例えば鑑賞者が何かの展示物に注目している場合には異なる方法で鑑賞者の注意を獲得することなど、状況に対応して適切な注意獲得手段を選択できるかもしれない。

5.3 適切さの問題

本研究では、ロボットの発話途中における言い直しと沈黙という手法が、鑑賞者の注意をロボットに誘導する効果があることは確認できた。しかしこの手法が、人とロボットのインタラクションに対して適切であるかどうかという問題は今後検討する必要がある。

特に注意すべきなのは、同一の鑑賞者に対してこの手法を多用することによってロボットに対する信頼性や親近感などを低下させる可能性があるということである。また、鑑賞者が徐々に慣れてしまい、2回目以降の言い直しや沈黙は効果が大きく減少する可能性も考えられる。そうした問題を避けるためには、鑑賞者

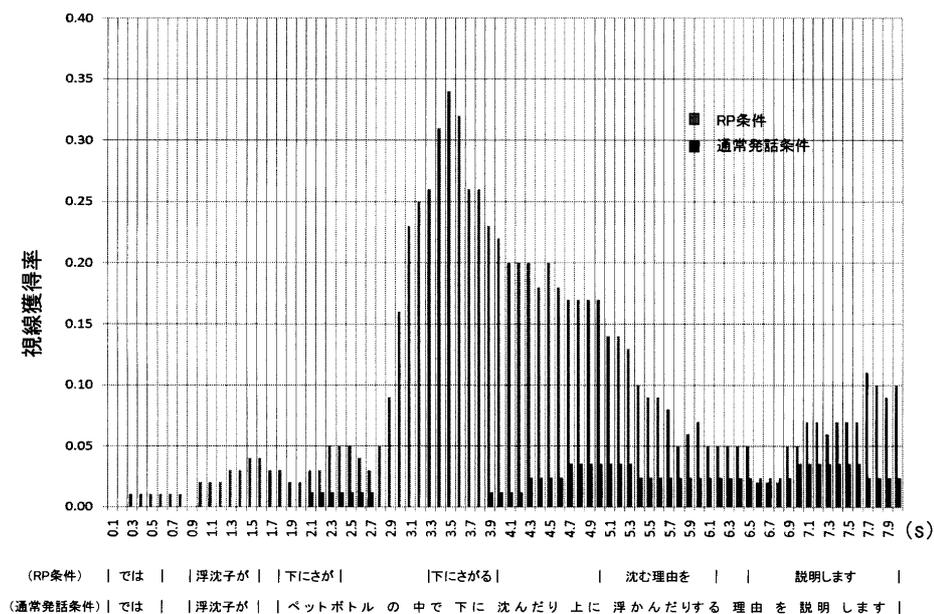


図4 評価範囲において鑑賞者がロボットを見た確率の時間的推移

Fig.4 Ratio of the visitor who gazed at the robot.

の視線を常に計測して [15], 鑑賞者の視線がロボットに向けられていないときのみ利用するべきであろう。また, まず「こちらを見てください」などとロボットに明示的な発話をさせて [11], それでも視線が誘導できなかった場合の手段として利用することが考えられる。

このように視線検出を利用して自動的にこの手法を実行させる場合に問題となるのが, 複数人の鑑賞者に対する対応である。通常, 博物館における展示説明では, 一人の解説者が複数人の鑑賞者に対して解説をおこなわなければならない, 本手法を実用化するためには, 今後この問題に対応することが必要である。鑑賞者の中で視線を獲得できていない人数の割合がある一定値以上の場合にのみ, 言い直しと沈黙などの手法で視線の獲得を試みるといった方法が考えられるが, その効果については今後の実験で確認する必要がある。また, 展示案内というタスクにおいては部分的な注意誘導の成否だけでなく, 説明そのものに対する鑑賞者の注意や興味の向上が非常に重要となると考えられる。現在は展示説明における一連の行動の中の限られた部分において, いかにか鑑賞者の注意をロボットに誘導するかということについてしか考察を行っていないが, 前述の通り今回提案した手法を多用することによって信頼性や親近感を低下させる可能性もある。そのため, 今後は今回提案した手法が鑑賞者にどのような影響を与えるかということも含め, 展示案内というタスク全体に対して議論を行っていく必要がある。

6 おわりに

本論文では, 博物館の展示案内ロボットにおける発話途中の言い直しや沈黙が, それと対話する来館者の注意(視線)に与える影響を調査した。実際の博物館において, 一般の来館者を対象とした実験を実施した結果, ロボットの発話途中で言い直しや沈黙をさせることは, 対話者の注意をロボットに誘導する効果があることが示された。

今後は, ロボットに対話者の視線を精度良く検出する機能を実装し, 鑑賞者の視線に応じて, 必要な時にのみ言い直しと沈黙をおこなうようにする必要がある。また, 複数の鑑賞者への対応も重要である。それらと同時に, ロボットによるこうした手法が人間に与える影響を調べ, どのような発話の仕方, あるいは頻度であれば対話者に許容されるのかを明らかにしなければならない。

謝辞

実験環境を提供していただき, 様々なご支援をしていただいた科学技術館の小林成稔氏とスタッフの皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Bennewitz, M., Faber, F., Joho, D., Schreiber, M., and Behnke, S.: Towards a humanoid museum guide robot that interacts with multiple persons; In Proc. 5th IEEE/RSJ Int. Conf. on Humanoid Robots, pp.418-423 (2005).
- [2] Goodwin, C.: The Interactive Construction of a Sentence in Natural Conversation; Everyday

Language: Studies in Ethnomethodology, G. Pshathas. New York, Irvington Publishers, pp.97-121 (1979).

- [3] Goodwin, C.: Conversational organization: interaction between speakers and hearers; Academic Press (1981).
- [4] Hayashi, K., Sakamoto, D., Kanda, T., Shiomi, M., Koizumi, S., Ishiguro, H., Ogasawara, T., and Hagita, N.: Humanoid Robots as a Passive-Social Medium -A Field Experiment at a Train Station-; in Proc. HRI 2007, pp. 137-144 (2007).
- [5] Heath, C.: Analyzing face to face interaction: video, the visual and material; In D. Silverman (Ed.), Qualitative research: Theory, method and practice, pp.266-282 (2004).
- [6] Infanoid Project, <http://univ.nict.go.jp/people/xkozima/infanoid/robot.html>.
- [7] Kaplan, F., Hafner, V.: The Challenges of Joint Attention; In Interaction Studies, 7(2), pp.135-169 (2006).
- [8] Kuno, Y., Sadazuka, K., Kawashima, M., Yamazaki, K., Yamazaki, A., and Kuzuoka, H.: Museum Guide Robot Based on Sociological Interaction Analysis; In Proc. CHI 2007, pp.1191-1194 (2007).
- [9] Kuzuoka, H., Pitsch, K., Suzuki, Y., Kawaguchi, I., Yamazaki, K., Kuno, Y., Yamazaki, A., Heath, C., and Luff, P.: Effect of Restarts and Pauses on Achieving a State of Mutual Gaze between a Human and a Robot; Proc. CSCW'08, pp.201-204 (2008).
- [10] 塩見 昌裕, 神田 崇行, イートン ダニエル, 石黒 浩, 萩田 紀博: RFID タグを用いたコミュニケーションロボットによる科学館での展示案内; 日本ロボット学会誌, Vol24, No4, pp.489-496 (2006).
- [11] Shiomi, M., Kanda, T., Koizumi, S., Ishiguro, H., and Norihiro H.: Group Attention Control for Communication Robots with Wizard of OZ Approach; In Proc. HRI '07, pp. 121-128 (2007).
- [12] Sidner, C.L., Kidd, C.D., Lee, C. and Lesh, N.: Where to Look: A Study of Human-Robot Engagement; In Proc. IUI 04, pp.78-84 (2004).
- [13] Sugiyama, O., Kanda, T., Michita I., Ishiguro, H., and Hagita, N.: An Attention Sharing Model utilizing Pointing Gesture and Reference Term; in Proc. SIG Network Robot (2006).
- [14] Yamazaki, K., Kawashima, M., Kuno, Y., Akiya, N., Burdelski, M., Yamazaki A., and Kuzuoka H.: Prior-to-request and request behaviors within elderly day care; Implications for developing service robots; In Proc. ECSCW 2007, pp.61-78 (2007).
- [15] Yonezawa, T., Yamazoe, H., Utsumi, A., and Abe, S.: GazeRoboard: Gaze-communicative Guide System in Daily Life on Stuffed-toy Robot with Interactive Display Board; In Proc. IROS 2008, 2008, pp. 1204-1209 (2008).

(2009年3月9日受付)

[著者紹介]

川口 一画



1986年生まれ。2008年筑波大学第三学群工学システム学類卒業。同年筑波大学大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻入学、現在に至る。ヒューマンロボットインタラクションやインタラクティブシステムに興味を持つ。

葛岡 英明



(正会員)
1992年東京大学大学院情報工学専攻博士課程修了。同年筑波大学構造工学系講師。2006年筑波大学システム情報工学研究科教授、現在に至る。CSCW, HRIの研究に従事。博士(工学)。

鈴木 祐也



1985年生まれ。2007年筑波大学第三学群工学システム学類卒業。2009年筑波大学大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻卒業。ヒューマンロボットインタラクションやユーザーインタフェースに興味を持つ。

中尾 誉



1986年生まれ。2009年筑波大学第三学群工学システム学類卒業。ヒューマンロボットインタラクションやインタラクティブシステムに興味を持つ。

山下 淳 (正会員)



2002年筑波大学大学院博士課程工学研究科単位取得退学、同年東京大学先端科学技術研究センター特任助手、2005年より筑波大学大学院システム情報工学研究科講師。博士(工学)。PDAやタンジブルインタフェースを用いた教育支援システムなどに従事。

カローラ ピッチ



In 2006, she receives her PhD in Linguistics from Bielefeld University. In 2008, she joins Applied Computer Science & CoR-Lab at Bielefeld University. She is interested in the multimodal organization of social interaction. Her research draws on ethnomethodological Conversation Analysis (CA) for fine-grained analysis of videotaped data.

山崎 敬一



埼玉大学教養学部教授。専門は社会学、エスノメソドロジー、会話分析、CSCW, CHI, ロボットヒューマンインタラクション。主な著書として『モバイルコミュニケーション』(編著 大修館2006年), 『社会学理論としてのエスノメソドロジー』(ハーベスト社 2004年), 『実践エスノメソドロジー入門』(編著 有斐閣2004年)。