

人々の興味を引きつける案内ロボット ——後ろ向きに移動する案内の効果

塩 見 昌 裕^{†1} 神 田 崇 行^{†1}
石 黒 浩^{†1,†2} 萩 田 紀 博^{†1}

案内サービスは、人々とのインタラクションを通じて活動するロボットにとって共通かつ重要なサービスである。本稿では、ロボットが案内を行う際に、周囲に存在する人々の興味を引きつけ、自発的に案内へと参加させるための振舞いをデザインし、その効果を検証する。そのために我々は、ロボットの顔の向き方向や移動方向、案内時の人々とロボットの位置関係に注目し、Area of audience (AOA) と、Area of passing (AOP) という2つの領域を定義した。ロボットが前向きに移動を行う場合には、AOA と AOP の範囲が重なることで、AOA の範囲が減少し、周囲に存在する人々の興味を引きつけることが困難となる。これに対し、ロボットが後ろ向きに移動することで、AOA と AOP の重なる範囲が減少し、前向きに移動する場合と比較して AOA の範囲が大きくなることで、より多くの人々の興味を引きつけることが可能になる。これらの考察をもとに、我々はショッピングモール内での実証実験を行い、ロボットが前向きに移動して案内する場合と、後ろ向きに移動して案内する場合で、周囲の人々の興味を引きつけた割合の比較を行った。その結果、ロボットが後ろ向きに移動して案内することで、前向きに移動して案内する場合よりも、多くの人々の興味を引きつけたことが示された。

How to Encourage People to Listen to a Guide Robot?

MASAHIRO SHIOMI,^{†1} TAKAYUKI KANDA,^{†1}
HIROSHI ISHIGURO^{†1,†2} and NORIHIRO HAGITA^{†1}

Guiding people is one of the common tasks of social robots. In guiding tasks, we are particularly interested in encouraging people to overhear the robot's conversation with others, since it has often been observed that even people who hesitate to interact with a robot are willing to eavesdrop on the conversation. This paper describes a behavior model for a robot that encourages people to overhear its tour guidance. In the model, we distinguish two interaction spaces as defined by a robot's gaze direction and its movement direction: an area of

audience (AOA) and an area of passing (AOP). When a robot moves forward, the AOA and AOP overlap, which reduces the size of the AOA; as a result, this would decrease the chances of people overhearing the robot's conversation. On the other hand, when a robot moves backward, the overlap of the AOA and AOP decreases, which results in a larger AOA, increasing the chance for people to overhear the conversation. Based on these ideas, we conducted a field experiment to compare the ratios of overhearing in “moving forward” and “moving backward” conditions. The experimental results revealed that in fact people more often overhear the robot's conversation in the “moving backward” condition. Moreover, we confirmed that people often overhear conversation in the AOA but rarely in the AOP.

1. はじめに

近年、人とのインタラクションを通じて生活支援を行う、コミュニケーションロボットに関する研究開発が進んでいる。特に、日常環境下で一般の人々に対する情報提供を目的としたロボットの研究が進んでいる。たとえば、商業施設内¹⁾や万博会場²⁾、科学博物館³⁾や病院⁴⁾といった環境で活動するロボットが開発されている。これらのロボットに共通する重要なタスクの1つに、人々を案内する、というものがあげられる。実際に、博物館内で活動する移動可能なロボットの開発^{5),6)}や、万博会場で人々をサポートするロボットの開発²⁾において、人々を案内するタスクが有用であったことが示されている。

人間がこのような施設内での案内を行う際には、特定の人々（たとえば案内料を払った人々）のみに対するサービスとなることが多い。これに対して、過去に行われてきたロボットによる案内サービスは、万博会場や博物館、駅などの公共な場所で不特定多数の参加を容認した自由参加型が主であった^{2),6),7)}。また、ロボットが不特定多数の人々へ情報提供を行うことで、人々の購買行動を促進させるといった研究結果も報告されている¹⁾。このような不特定多数を対象とする情報提供や案内などを行う状況下においては、ロボットとインタラクションをしている対象以外の、周囲に存在する人々の注意を引きつけることが重要になると考える。

しかし、そのような状況下において、周囲に存在する人々が自発的に案内に参加したり、

^{†1} 株式会社国際電気通信技術研究所知能ロボティクス研究所
ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories

^{†2} 大阪大学
Osaka University



図 1 ロボットと他者のインタラクションを観察する人々

Fig. 1 Over hearing an interaction.

その様子を観察したりすることを促すための、ロボットの振舞いに関する研究はこれまでに行われていなかった。我々は、周囲の人々の注意をロボットの振舞いや様子に向けさせることで、不特定多数に対するロボットサービスがより効率良く実現できるのではないかと考える。実際に、過去に行われたいくつかの実証実験において、ロボットとは直接インタラクションを行わず、他者とロボットとのインタラクションの様子や、案内する様子を観察している人々の存在が報告されている^{1),7)} (図 1)。商業施設内の実験においても、多くの人々がロボットとの直接的なインタラクションは行わないものの、ロボットに対する観察を行っていたことが報告されている⁸⁾。そこで、「直接的なインタラクションを行わず、観察を行う人々」を確実に増やすことができれば、より多くの人にロボットがサービスを提供しやすい環境をデザインできると考えた。そのためには、どのようなロボットの振舞いがより多くの人の注意を引くことができるのかを、検討する必要がある。

本研究では、ロボットが後ろ向きに人々を案内することで、人々の振舞いがどのように変化し、案内への自発的な参加がより多く発生するかどうかについて検証を行う。後ろ向きにロボットが移動することで、人々の注意をより引きつける効果が予想される。これは、案内の様子やロボットと他者との対話を行う様子を観察することが、周囲の人々にとって容易になるためである。そこで本研究で、ショッピングモール内で開店を目前に控えた店舗への案内と宣伝を行うロボットを用いた実証実験を行った。実験ではシンプルな案内アルゴリズムをロボットに実装し、前向きと後ろ向きの案内による効果の比較を行った。その結果、後ろ向きの案内がより人々の注意を引きつけることが示された。

我々は、ロボットならではのインタラクション能力を生かした、効率的なロボットサービスの実現に興味を持つ。人々は環境内を歩いている最中に、障害物を避けたり進路を確認したりするために、しばしば顔の向きを変える必要がある。特に、混雑した状況で後ろ向き

に歩く場合には、何度も振り返る必要がある。一方、ロボットにとってそのような「振り向く」という動作は特に必要がない。ロボットは環境中に設置されたレーザレンジファインダやカメラなどを用いることで、正確に周囲の状況や人々との位置関係を計測できる。そのため、人々の注意をより引きつけることが可能な、後ろ向きに人々を案内するという振舞いを、ロボットは容易にかつ安全に行うことが可能である。

2. 関連研究

2.1 案内ロボット

これまで、様々な環境を対象とした案内ロボットの研究開発が進んでいる。その中でも、博物館や万博会場など多くの展示物が存在する環境内で案内を行うロボットの研究開発が進んでいる^{2),3),5),9)}。Burgard らは、博物館内で複数の人々を案内するロボットシステムを開発した⁵⁾。塩見らは、複数のロボットが連携して博物館内を案内するシステムを開発した⁷⁾。より人間らしい案内動作を実現するために、人の視野範囲を考慮した移動経路計算に関する研究開発も進んでいる^{10),11)}。これらのロボットは、実環境下での頑健な案内システムを実現した。

しかしながら、これらの研究は主にロボットが環境内を安全に移動するための技術や、案内時における周囲環境のセンシングに関する技術に主眼をおいたものであった。つまり、案内時に人々の興味を引きつけるための、ロボットの振舞いやその効果に注目をしていなかった。これに対し本研究では、ロボットが移動する際の体の向きや移動方向に注目する。そして、案内時により多くの人々の興味を引きつけるための振舞いを実現し、その効果を検証する。

2.2 情報提供ロボット

案内ロボットと同様に、情報提供を行うロボットの研究開発も広く行われている。ロボットによる情報提供の有効性は、過去の研究から多く示されている。神田らはショッピングモール内での長期的な情報提供を通じて、ロボットが顧客の購買行動を誘発できる可能性を示している¹⁾。Michalowski らは、人々の空間的な振舞いに注目し、ロボットの振舞いを変化させながら情報提供を行う受付ロボットを開発している¹²⁾。複数のロボットを用いて人々の注意をより引きつけることで、効率良く情報提供を行う研究もなされている¹³⁾。Katagiri らは、ポスターセッション会場における人々の位置関係や空間的な関係の変化に関する解析を行った¹⁴⁾。

しかし、これらの研究ではロボットが移動しながら情報提供を行う際の振舞いや、他の

人々が自発的にロボットによる案内に参加するための振舞いなどに注目したものではなかった。また本研究で対象とする、移動をともなう案内時における振舞いに対する解析を行った研究も、行われていなかった。

3. 案内時におけるロボットの振舞いのデザイン

3.1 案内時におけるロボットと人々の役割分類

これまでに行われてきた実証実験では、ロボットと人が対話の様子を観察する人々 (Bystander) の存在が多く報告されている (図 1)。たとえば、駅構内で活動するロボットに対して対話を試みた人の数は、対話の観察のみを行った人の数に比べて少なかったことが報告されている¹³⁾。これらの現象が頻繁に観察された原因は、ロボットがいまだ一般の人々にとって身近な存在ではないために、人々はまずロボットの観察を行ったためと考えられる。

人同士の対話に関する過去の研究では、他者の対話の様子を観察するという人々を含んだ、人々の役割を分類する試みが行われている。Goffman は、会話における各参加者の立場を客観的に記述するモデルとして、Participation framework を提唱している¹⁵⁾。さらに、Clark は、人々が対話を行う際の役割を Speaker, Addressee, Side-participant, Bystander, Eavesdropper という 5 つのカテゴリに分類している¹⁶⁾。ここで、Speaker, Addressee, Side-participant は、対話においてその存在がお互いに批准された役割である、と述べられている。Bystander は対話が行われている周囲に存在しているが、対話には参加していない人々を意味している、Eavesdropper はその存在を Speaker らに批准されていないにもかかわらず、対話内容をいわば盗み聞きしている人々を意味している。

我々は Clark の分類を参考に、ロボットが人と対話を行っている状況における役割の分類を、図 2 に示すように行った。ロボットが複数の人を案内している状況下において、ロボットは Speaker の役割を持つ。ロボットと主に対話を行っている人を Addressee と分類し、Addressee と一緒にロボットの案内に参加した人 (たとえば Addressee の友人や家族など) を Side-participant として分類した。さらに、環境内を通過する歩行者 (Pedestrian) らのうち、立ち止まってロボットの対話を観察したり、案内に参加したりした人々を Bystander として分類した。なお、本研究はロボットが不特定多数の人々を対象とした案内を前提とするため、Eavesdropper に関する分類は行わなかった。

人々を案内するロボットにとって、Bystander を増やすことを目的として振る舞うことで、より容易にかつ多くの人に案内や情報提供などのサービス提供を行うことが可能にな

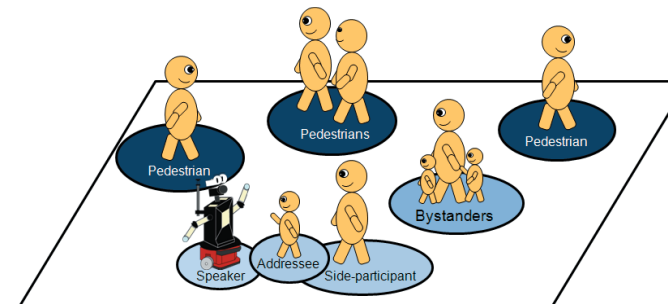


図 2 案内ロボットと、周囲に存在する人々の役割分類
Fig. 2 Participation roles in guiding.

ると考える。Bystander という役割は、Addressee や Side-participant に比べて、ロボットとの対話に参加する際に心理的な抵抗が少ないことが予想できる。そのため、Addressee や Side-participant に比べてその数を増やすことが容易であると考えられる。

3.2 Area of audience and area of passing

3.1 節の議論において、ロボットが案内により多くの人々の興味を引きつけるためには、傍観者である Bystander の存在が重要であることを述べた。そして我々は、Bystander の発生には、ロボットと Addressee らの位置関係によって定義される、2 つの領域が大きく影響すると考えた。

1 つは、Bystander が発生しやすい領域、Area of audience (AOA) である。この領域は、ロボットの顔や、ロボットが人と対話している様子を Pedestrian が自由に観察できる場所である。この領域は、ロボットの正面方向や側面方向に分布すると考える。もう 1 つは、Bystander が発生しにくい領域、Area of passing (AOP) である。この領域は、Pedestrian がロボットを回避する必要がある場所や、立ち止まることが困難な場所である。この領域は、ロボットの進行方向や、ロボットと Addressee の間の空間などに分布すると考える。つまり、Pedestrian は AOA の領域においては Bystander として振る舞う可能性が高く、AOP の領域においては Bystander として振る舞う可能性が低い、と考えた。

これらの領域範囲を定義するために、本研究では 1. ロボットの顔の向き方向、2. ロボットの移動方向、3. ロボットと Addressee の位置関係という、3 つの要因を考慮する。次項以降で、これらの要因に関する考察を述べる。

3.2.1 ロボットの顔の向き方向

我々は、ロボットの顔の向き方向が AOA の範囲に関係する要素であると考えた。過去に行われた研究では、ロボットの顔の向きが人とロボットの対話を円滑にするために有効であることが報告されている¹⁷⁾。さらに、ロボットの顔の向き方向に複数の人々が周囲に集まる現象も、商業施設内や駅構内における実験において報告されている^{1),8)}。人同士の対話においても、たとえばポスターセッションのような状況においては、多くの人々が Speaker の顔が見える範囲に立って観察を行うであろう。そのため、ロボットの顔の向き方向が Bystander の発生する数に影響すると考えた。これらの考察から、ロボットの顔の向き方向において他者がロボットの顔を確認できる領域を、AOA を構成する 1 要因とした。

3.2.2 移動方向

我々は、ロボットの移動方向が AOP の範囲に関係する要素であると考えた。これは、Pedestrian が移動しているロボットや人をよけるという振舞いが、人間の振舞いとして妥当なためである。つまり Pedestrian がロボットや人との対話を観察する際には、ロボットや人の移動方向で立ち止まるのではなく、その範囲から外れた安全な場所での観察を行うと考えた。これらの考察から、ロボットや Addressee の移動方向において他の人々の歩行に影響を与える領域を、AOP を構成する 1 要因とした。

3.2.3 ロボットと Addressee, Side-participant の位置関係

我々は、ロボットと案内を受けている人々の位置関係が、AOA と AOP の両方を構成する要素であると考えた。人々の位置関係によって、Pedestrian が Bystander として振る舞いやすい領域と、振る舞いにくい領域の両方が発生すると考えたためである。

Kendon は、人々が会話を行う際の特徴的な位置関係と空間から成り立つ、F 陣形¹⁸⁾の存在を報告している。F 陣形は、O 空間、P 空間、R 空間の 3 つで構成される。そして、これらの空間は Speaker, Addressee, Side-participant の 3 者の位置関係によって構成される。O 空間と P 空間はこの 3 者を含む楕円で構成される空間である (O 空間は楕円内部の空間、P 空間は楕円の外周を意味する)。図 3 に、F 陣形の例を示す。なお、P 空間を図示するため、図中では P 空間の領域を広く描画している。

我々は、この O 空間と P 空間から構成される楕円状の領域が、Pedestrian にとって立ち入りにくい領域であると考えた。他者との理由なき近接は、心理的な負担を増大させることは過去の研究からもよく知られているためである¹⁹⁾。よって O 空間と P 空間から構成される楕円状の領域を、AOP を構成する 1 要因とした。

これに対し、R 空間は AOA を構成する 1 要因であると考えた。R 空間は、O 空間と P 空

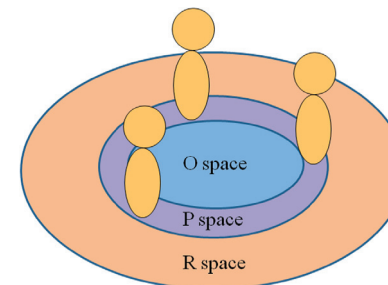


図 3 F 陣形の例

Fig. 3 An example of F-formation.

間の外側の領域であり、対話を行っている人々と直接の関係を持たない人物が存在しうる領域である。片桐らは、他者の会話に参加しようとしている人物が、まず R 空間においてその会話を観察することを報告している¹⁴⁾。つまり R 空間は、Pedestrian にとってロボットと Addressee の対話を観察しやすい領域であると考えられる。なお R 空間は、対話を行っている 3 者を他者が観察できる範囲内に分布すると考える。

以上の考察をまとめると、我々は、ロボットの顔の向き方向において他者がロボットの顔を確認できる領域と、R 空間の領域との論理積から構成される領域を、AOA の範囲と定義した。さらに、ロボットと Addressee の移動方向から構成される他の人々の歩行に影響を与える領域と、O 空間と P 空間から構成される楕円状領域との論理積から構成される領域を、AOP の範囲と定義した。これらの要因を考慮し、AOA の範囲を増加させるような振舞いを行うことで、ロボットが案内を行う際に Bystander の発生を増加させることができると考える。

3.3 AOA と AOP の構成例

これまで、人々を案内するロボットの多くが、顔の向き方向と体の向き方向を進行方向と同一にする前向きの移動を行っていた。しかし前向きの移動は、AOA の範囲を拡大することが困難となり、他者の自発的な案内への参加を促すには不向きであった。我々は、ロボットが後ろ向きに移動することで、AOA と AOP の範囲を拡大させ、より多くの人々を案内に参加させることが可能になると考える。本節では、ロボットの移動方向の違いによる AOA と AOP の範囲に関して記述する。

3.3.1 前向きの移動

図 4 に、ロボットが前向きに移動した場合の AOA と AOP の範囲例を示す。前向きに移動することは、2 つの理由から AOA の範囲を拡大させることが困難になる。1 つめの理

由は、ロボットの顔の向き方向である。ロボットが案内をしている最中に Addressee の方向へ顔を向けた場合、ロボットの移動にともなって AOA の範囲も移動する。ロボットが側面方向に顔を向けた場合、図 4 に示すように AOA はロボットの側面方向にのみ発生する。その際、逆側に存在する Pedestrian は AOA の範囲に進入することができない。2 つめの理由は、AOA と AOP の範囲が重なってしまうことである。図に示すように、前向きに移動することで、AOP を構成するロボットや Addressee の移動方向と、AOA を構成するロボットの顔の向き方向が重なる。

このため、ロボットの正面方向（図 4 の左側）から現れた Pedestrian にとって、AOA の範囲で立ち止まることが困難となる。Pedestrian が正面からロボットとすれ違う場合には、位置関係によってそもそも AOA の範囲に進入しないことが予測される。また、ロボットや Addressee の移動方向が影響し、ロボットの正面方向で立ち止まることも困難になる。さらに、ロボットの背面方向（図 4 の右側）から現れた Pedestrian にとっても、ロボットらが Pedestrian の前方へと移動しているために、AOA の範囲内で立ち止まることが困難となる。

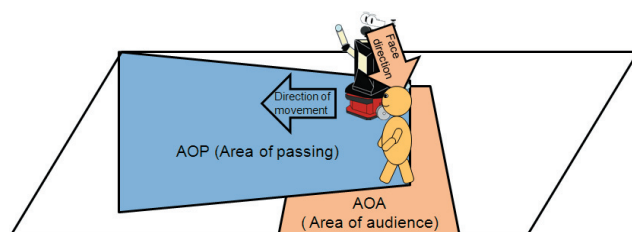


図 4 ロボットが前向きに移動する際の AOA と AOP
Fig. 4 AOA and AOP for walking forward.

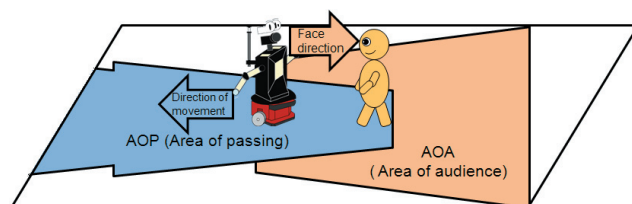


図 5 ロボットが後ろ向きに移動する際の AOA と AOP
Fig. 5 AOA and AOP for backward.

3.3.2 後ろ向きの移動

図 5 に、ロボットが後ろ向きに移動した場合の AOA と AOP の範囲例を示す。後ろ向きに移動することで、Pedestrian は AOA の範囲に進入しやすくなる。Addressee の移動方向や O 空間・P 空間から構成される AOP の範囲は、AOA の範囲の一部と重なるものの、その大きさは前向きに移動する場合に比べて小さくなるためである。さらに、AOA の範囲はロボットの移動にともなって顔の向き方向に拡大されるため、Pedestrian は AOA の範囲に進入しやすい。

このため、ロボットの背面方向（図 5 の左側）から現れた Pedestrian は、AOA の範囲で立ち止まることが容易になる。AOA の範囲はロボットの顔の向き方向に構築されるため、Pedestrian がロボットとすれ違った後でも、AOA の範囲内に立ち止まることが容易になる。さらに、ロボットの正面方向（図 5 の右側）から現れた Pedestrian においても、ロボットに近づくことで AOA の範囲に存在することが可能になる。つまり、ロボットが後ろ向きに移動することで、より多くの人々が AOA の範囲内に存在する可能性を向上させることができる。

4. システム構成

図 6 に、本研究で開発したロボットシステムの概要を示す。本章では、ロボットが実環境内で人々を案内するために必要となるセンシング機能や、ロボットの振舞いを制御するための機能に関して記述する。

4.1 Robovie

図 7 に、本研究で用いたヒューマノイドロボット、Robovie を示す²⁰⁾。ロボットの身長は 120 cm、重量は 40 kg である。両腕に各 4 自由度、首に 3 自由度、移動台車部分に 2 自

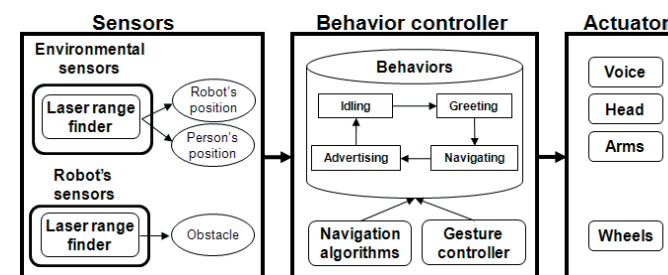


図 6 システム構成図
Fig. 6 System overview.

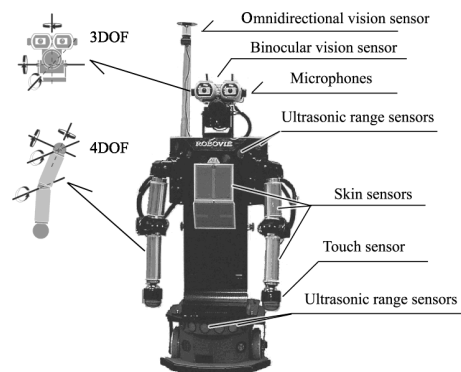


図 7 Robovie
Fig. 7 Robovie.

由度を持ち、人々との対話に必要な身体表現が可能である。頭部には 2 つの CCD カメラとスピーカが設置されており、アイコンタクトや音声対話が可能となっている。

移動台車には、Pioneer-3DX を用いた。本研究では、ロボットの安全性や環境内の床面向上を考慮し、最高速度を 2.5 km/h (700 mm/second) に設定した。この値は、環境内に存在する人々の移動速度や、安全性を考慮して決定された。

案内ロボットにとって重要な機能となる、障害物回避を実現するため、移動台車部分に北陽製の LRF (URG-04LX) を設置した。ロボットに取り付けられた LRF は、主にロボット周囲に存在する障害物検出に用いられる。後述する環境センサでも障害物の検出を行っているが、背の低い子供など、環境センサでは検出が困難な移動障害物の検出を行い、ロボットの安全性向上を試みた。

4.2 環境センサ

本研究では、環境中に設置された複数のセンサを用いて、案内ロボットのセンシング能力を向上させた²⁰⁾。センサを設置した環境は、ユニバーサルスタジオジャパン (USJ) の入り口付近にあるショッピングモールである。ロボットの活動範囲は、そのショッピングモールの通路の一部、服の販売店の前の 20 m ほどの長さの部分である、通路の幅は、約 8 m であった。その領域を取り囲むように、6 台の LRF (SICK 製 LMS-200) を高さ 85 cm の位置に設置した (図 8)。位置計測の手法は、本稿の範囲外であるため詳しくは文献 21) に示すが、胸の高さの位置において、背景スキャンを分離することにより得られた移動物体



図 8 実験風景と LRF の設置場所
Fig. 8 Shopping arcade and laser range finders.

を、パーティクルフィルタにより追跡している。37 Hz の周期で、x-y 位置の情報が計算される。この環境において安定した人位置追跡を実演しており、その位置計測誤差は 6 cm であった。

本研究では、これらの環境センサを用いて、ロボットの自己位置推定も行った。これにより、人々とロボットとの正確な距離関係を計測することが可能になった。上述した、ロボットに取り付けられた LRF と、環境中に設置された LRF を利用することで、ロボットによる安全な案内が実現可能になった。

4.3 Behavior controller

本研究では、ロボットは Addressee をある開店前の店舗前まで案内し、その店舗に関する情報提供を行うというタスクを与えた。このタスクは、1. 待機動作、2. 挨拶動作、3. 案内動作、4. 情報提供動作の、大きく 4 つの動作から構築されている。

待機動作では、ロボットは店舗から 10 m ほど離れた地点で、ロボットに興味を持った人が現れるまで待機を行う。挨拶動作では、ロボットは自身に話しかけた人の方向に体を向け、握手や挨拶を行う。案内動作では、ロボットは「面白い場所に案内してあげるね」と人に話しかけ、店舗前まで移動を開始する。移動している間、ロボットは「今日は暑いよね」「前は大雨がふって大変だったよ」などと、10 種類の雑談をランダムに選択して発話する。情報提供動作では、ロボットは店舗の名前とオープン時期に関する情報提供を行った後に、「ばいばい」などと発話してインタラクションを終了させる。本研究では、これらロボットの動作制御を行うために、以下に示す 2 つの機能を開発した。

4.4 Gesture controller

本機能は、ロボットの顔や腕部分の動作制御を行う。挨拶動作と情報提供動作では、ロボットは握手や指さし動作などのジェスチャを行う。案内動作では、Addressee の方向に顔を向ける制御と、腕を振る制御を行った。なお、顔が回転する角度はロボットの体の正面方向から $\pm 90^\circ$ までとした。

4.5 Navigation algorithms

本機能は、ロボットと Addressee との位置関係に応じて、案内動作時の移動速度や回転速度の制御を行う。ロボットが前向きに移動する場合には、ロボットは Addressee の左斜め前方向約 50 cm 離れた場所に立ち、案内を行うように移動速度や回転速度の制御を行う。ただし、Addressee がロボットから離れるなどの状況が発生し、ロボットと Addressee の距離が 1.5 m 以上離れた場合には、ロボットは移動速度を半減させる。このとき、ロボットは店舗前に到着するか、移動方向の 50 cm 以内に障害物が存在するまで、移動し続けることとした。これは、予備的な実験において、ロボットが静止してしまうと Addressee も立ち止まってしまうという状況が観測されたためである。

ロボットが後ろ向きに移動する場合には、ロボットは Addressee の正面方向約 50 cm 離れた場所に立ち、案内を行うように移動速度や回転速度の制御を行う。つまり、ロボットは Addressee と相対したまま案内を行う。前向きに移動する場合と同様に、ロボットと Addressee の距離が 1.5 m 以上離れた場合には、ロボットは移動速度を半減させる。各条件におけるロボットの移動制御に関する際は、ロボットの位置取りと体の向きとなる。

5. ショッピングモールでの実証実験

案内時におけるロボットの体の向きが、人々の自発的な案内への参加にどのような影響を与えるかを検証するために、ショッピングモール内でロボットが案内を行う実証実験を行った。実証実験では、ロボットが前向きに移動する場合と、後ろ向きに移動する場合の、2 条件での比較を行った。

5.1 実験

5.1.1 仮説

我々は、ロボットが適切に移動速度や回転速度を調整して案内を行うことで、体の向きに影響なく Addressee を案内することが可能であると考えた。また、ロボットが後ろ向きに移動することで、上述した AOA の領域が広がり、ロボットが前向きに移動した場合よりも多くの人々が自発的に案内に参加する、と考える。これらの考察をもとに、本実験では以下

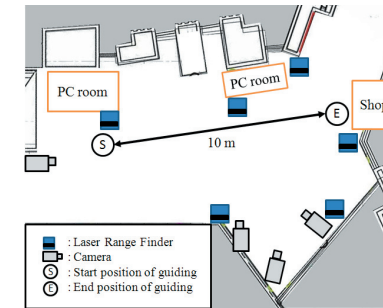


図 9 センサ配置図

Fig. 9 Map of shopping mall.

の 2 つの仮説を検証する。

仮説 1: ロボットが後ろ向きに移動する場合において、案内が成功する割合は、ロボットが前向きに移動する場合の成功する割合と比べて、有意な差はない。なお、この仮説は Addressee と Side-participant に対するものである。

仮説 2: ロボットが後ろ向きに移動する場合において、Bystander と分類される人々の数は、ロボットが前向きに移動する場合と比べて、有意に大きい数となる。なお、この仮説は Bystander に対するものである。

5.1.2 実験環境

本実験は、2008 年 8 月に、ユニバーサルスタジオジャパン (USJ) の入り口付近にあるショッピングモールの通路で行われた。この通路の左側方向には駅が、右方向には USJ やレストラン街が存在しており、期間中は 1 時間に約 400 人程度が通過する場所であった。なお、昼間の時間帯において、主に人々は昼食や買い物を行ったり、USJ に向かって移動したりするために、左から右方向に移動していた。夜間の時間帯においては、主に人々は夕食や買い物を行ったり、駅に向かって帰路についたりするために、右から左方向に移動していた。図 9 に、実験環境の俯瞰図と、我々が設置した LRF およびカメラの位置を示す。ロボットは Start Position で人々を待ち受けており、案内動作時には店舗の前まで移動を行い、情報提供を行う。ロボットが移動する距離は、およそ 10 m である。

なお、この実験は研究目的にのみ利用するという条件の下で、ショッピングモールの管理者の承認を得て行われた。この手続きについては、ATR の倫理審査委員会により承認済みである。

5.1.3 被 験 者

ショッピングモールを訪れる来訪者らの多くは、子供連れの家族やカップル、および観光客であり、人々はロボットと自由に対話を開始することができた。我々は、被験者を以下の4つのカテゴリに分類した。

Pedestrian :

我々は、実験環境内に10秒以上滞在した人々を、Pedestrianとして分類した。なお、環境内のベンチに座っていた人々は、Pedestrianを含むすべてのカテゴリへの分類を行わなかった。

Addressee :

ロボットに話しかけた人々を、Addresseeとして分類した。

Side-participant :

Addresseeがロボットに話しかけた際に、Addresseeと一緒にロボットの挨拶を聞いていた人々を、Side-participantとして分類した。

Bystander :

Pedestrianとして分類された人々の中で、ロボットが案内動作をしている最中に、立ち止まって3秒以上ロボットを注視した人々や、ロボットと一緒に移動を行った人を、Bystanderとして分類した。

以下に、被験者の分類例を示す。ロボットが、3人の人々から構成されるグループに対して案内を行った場合に、その人々は1人のAddressee(ロボットから最も近い人)と、2人のSide-participantとして分類された。さらに、ロボットが案内動作を行っている最中に、他の人々がロボットの案内動作を3秒以上立ち止まって観察していた場合には、その人々をBystanderとして分類した。

被験者を上記のカテゴリに分類するために、1人のコーダが、実験中に観測された269人に対して上記のルールに従って分類を行った。分類作業の妥当性を検証するために、異なる1人のコーダが、ランダムに選択された50人の人々に対する分類作業を行った。複数人で行われた主観評価による分類作業の一致度合いを示す、 κ 係数²²⁾を計測したところ、その値は0.647となり、分類作業の妥当性が示された。なお、分類作業には実験時に記録された映像と人位置データを用いた。

5.1.4 実 験 手 順

実験では、昼夜の利用者数の違いによるPedestrianの進行方向や数の偏りを避けるため、実験時間を昼間と夜間の2種類に分割した。さらに、各条件が両時間帯に含まれるように、



(a) Forward condition (b) Backward condition

図 10 各条件における人・ロボット間インタラクションの様子

Fig. 10 Guiding scenes under each condition.

平日の6日間にわたってローテーションを組んだ。

実験は、ロボットに興味を持った人がロボットに話しかけた時点から開始された。案内動作と情報提供動作は、それぞれ約20秒程度で終了した。挨拶動作から情報提供動作までの一連の動作は、すべて自律的に実行された。

5.1.5 実 験 条 件

本実験では、以下に示す2条件を用いて、ロボットが移動する際の体の向きによる影響を比較した。

Forward condition :

ロボットは、前向きに移動しながら人々を案内する(図10-(a))。案内動作を開始する前に、ロボットは「あなたに、面白い物を紹介してあげるね。案内するから、横に並んでついてきてね」と発話した。

Backward condition:

ロボットは、後ろ向きに移動しながら人々を案内する(図10-(b))。案内動作を開始する前に、ロボットは「あなたに、面白い物を紹介してあげるね。案内するから、僕についてきてね」と発話した。

5.2 評 価 項 目

5.2.1 案内の成功率

ロボットが案内動作を開始した場合に、AddresseeとSide-participantがそれぞれ店舗前まで移動した場合を案内成功とし、その割合を計測した。案内動作の途中で人々が立ち去った場合には、失敗とした。この計測には、録画された映像を用いた。

表 1 案内時における被験者の役割分類結果
Table 1 Number of each role of participants.

	Addressee		Side-participant		Pedestrian	
	案内に最後まで参加した人数	案内の途中で立ち去った人数	案内に最後まで参加した人数	案内の途中で立ち去った人数	Bystanderとして案内に参加した人数	Bystanderとして案内に参加しなかった人数
Forward	15 (78.9%)	4 (21.1%)	26 (81.2%)	6 (18.8%)	15 (20.5%)	58 (79.5%)
Backward	11 (61.1%)	7 (38.9%)	19 (73.1%)	7 (26.9%)	41 (40.6%)	60 (59.4%)

5.2.2 案内時の Bystander の人数

ロボットが案内動作を開始してから店舗前まで移動する間に存在した、Bystander の数を計測した。つまり、ロボットが人々を案内している間に、どれだけ他の人々に対して興味を持たせることができたかを計測した。案内中のロボットの体の向きに関する影響を評価するため、この評価項目に情報提供動作中の Bystander の人数を含めなかった。この計測には、記録された映像と位置推定結果を用いた。

5.3 実験結果

表 1 に、各条件において各カテゴリに分類された被験者の数を示す。Forward condition の実験回数は 19 回、Backward condition の実験回数は 18 回であった。なお、本仮説を検証するために、2 人のコードが Addressee と Side-participant に対する案内の成功と失敗の割合を評価した。1 人目のコードは、95 人 (Addressee と Side-participant の総数) の被験者に対する各カテゴリへの分類作業を行い、2 人目のコードはランダムに選択された 18 人の被験者に対する各カテゴリへの分類作業を行った。2 人の分類作業における κ 係数は 0.74 と高い一致度合いを示しており、仮説を支持するデータの妥当性が示された。この分類の結果、Forward 条件では 19 人の Addressee のうち 15 人と、32 人の Side-participant のうち 26 人が案内成功と分類された。また、Backward 条件では、18 人の Addressee のうち 11 人と、26 人の Side-participant のうち 19 人が案内成功と分類された。

5.3.1 仮説 1 の検証

各条件における Addressee に関する案内成功率に対して、カイ 2 乗検定を行った結果、条件間で有意な差が見られなかった ($\chi^2(1) = 2.501, p = 0.114$)。同様に、Side-participant に関する案内成功率に対して、カイ 2 乗検定を行った結果、有意な差が見られなかった

($\chi^2(1) = 0.551, p = 0.458$)。これらの結果から、仮説 1 が検証された。しかし、Addressee に関するカイ 2 乗検定から得られた p 値は比較的小さい値であり、実験回数の増加によって異なる結果が導き出される可能性も示された。

5.3.2 仮説 2 の検証

各条件における Bystander の人数に対して、カイ 2 乗検定を行った結果、Backward condition 条件における Bystander の人数が、Forward condition 条件における Bystander の人数よりも有意に多いことが示された ($\chi^2(1) = 7.802, p < 0.01$)。この結果から、仮説 2 が検証された。つまり、ロボットが後ろ向きに移動して案内を行うことで、前向きに移動して案内を行う場合よりも、より多くの人々がロボットの案内に興味を持ったことが示された。

6. 考察

6.1 実験時に観察された人・ロボット間インタラクション

実験時にロボットが Addressee らと一緒に移動を行っている間、ほぼすべての Pedestrian はロボットに視線を向けていた。これは、そもそもロボットが身近に存在している状況や、ロボットが日常環境内で人々を案内するという状況が、一般の人々にとっては見慣れない、珍しい状況であったことを示している。そして、そのような状況は Forward condition と Backward condition の両条件下において観察された。つまり、一般の人々にとって、Forward condition における珍しさと、Backward condition における珍しさの間には、差異が少なかったのではないかと考える。

Forward condition では、図 10-(a) に示すように、基本的に Addressee はロボットの側面、もしくは側面やや後方の場所に立ち、ロボットと一緒に移動していた。これは、ロボットが人々を先導する道案内を行うことで、Addressee がロボットについて歩いたためだと考える。そのため、移動時におけるロボットの首は、Addressee の方向へ 90 度回転した状態になっていることが多く観察された。これに対し、Backward condition では、Addressee はロボットの正面方向に立って移動する状況が多く観察された。

図 11 に、Forward condition においてロボットが案内を行っている最中に Bystander が発生する様子を示す。ロボットは、Addressee に挨拶動作を行った後に、店舗前までの移動を開始する (図 11-(a))。Pedestrian らはロボットの案内動作を歩行しながら観察していたが、一部の Pedestrian はロボットの周囲で立ち止まって観察を続けていた。つまり、Bystander として振る舞った (図 11-(b), (c))。立ち止まって観察を続けていた Bystander は、ロボットの情報提供に関する発話内容を最後まで聞いていた (図 11-(d))。このような

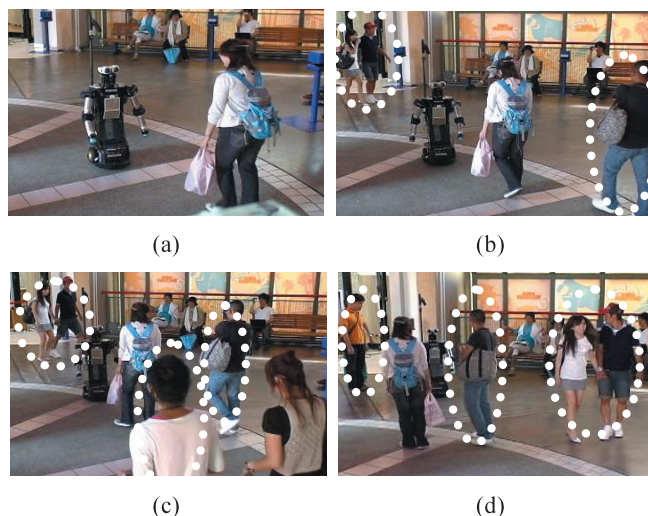


図 11 ロボットの案内を観察する人々
Fig. 11 Robot elicits spontaneous participation in its guiding task.

現象は、実験結果からも示唆されるように、ロボットが後ろ向きに移動して案内を行う場合により多く観察された。

また、ロボットが後ろ向きに移動する場合にのみ、人々の興味深い振舞いが観察された。たとえば、Addressee がロボットと一緒に移動している際に、彼らの親や友人を呼び寄せて一緒にロボットと移動を行う様子が観察された。また、一部の Addressee らは、ロボットが案内を開始した際にはロボットと一緒に移動したものの、他の Pedestrian らとすれ違う際にロボットから離れる振舞いを見せた。録画された映像からの解析を行ったところ、主観的な意見ではあるが、ロボットと相対して移動する様子を他人に観察されることに対して、Addressee らは一種の気恥ずかしさを感じているようにみられた。

一方で、Addressee や Side-participant が Bystander らの方向に顔を向けた際に、Bystander らが立ち去る様子は観察されなかった。むしろ、Bystander らはロボットが店舗前まで移動して立ち止まった時点や、ロボットの情報提供が終わった時点で立ち去る様子が多く観察された。つまり本実験の結果からは、Addressee や Side-participant の顔の向きや存在による、Bystander らへの影響は観察されなかった。

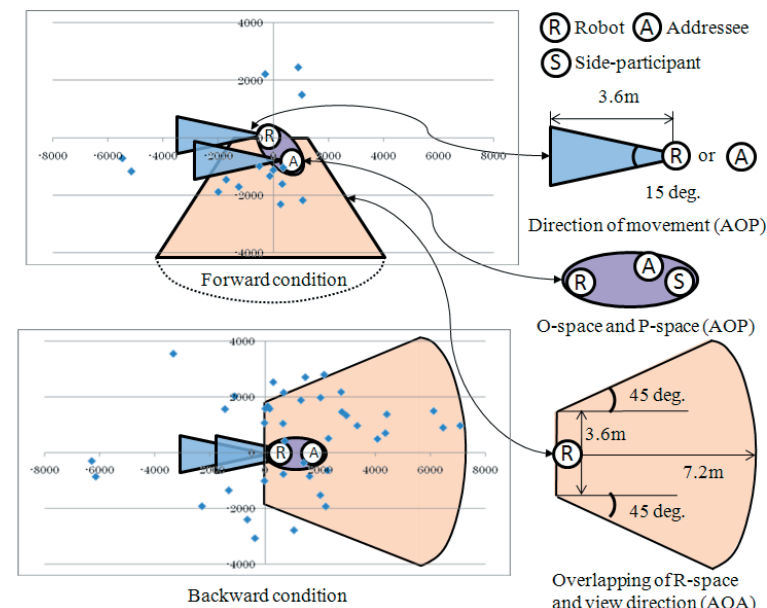


図 12 定義された AOA と AOP の範囲と、Bystander らが立ち止まった座標
Fig. 12 Defined AOA and AOP with stopped positions of Bystanders.

6.2 AOA と AOP の影響範囲

本節では、本実験結果から得られた人々の位置推定結果を用いて、AOA と AOP の妥当性を検証する。そのために、AOA と AOP の範囲を数値的に定義することを試みる。

図 12 の右部分に、AOA と AOP を構成する要素を示した。まず、R 空間を円領域、顔の向きから構成される領域を台形と仮定し、各領域の論理積を AOA の領域として定義した。このとき、R 空間の半径を、人が公衆に対して説明や演説などを行う際に確保する距離（公衆距離）である 7.2m とした¹⁹⁾。これは、人々が他者の会話などを観察する際にとりうる最大距離が公衆距離であると考えたためである。さらに、O 空間、P 空間はロボットと Addressee、Side-participant を含む楕円とし、移動方向はロボットの顔の向きと同様に台形の領域と定義した。移動方向における領域の大きさは、普段人々が他者との間に確保する距離（社会距離）である、3.6m とした¹⁹⁾。

図 12 の左部分に、各条件において Bystander らが 3 秒以上立ち止まった位置と、AOA、

AOP の範囲をプロットしたものを示す．原点は、ロボットの位置を意味している．Forward condition では、Bystander らが立ち止まった場所がロボットの側面方向に多く分布していることが示されている．なお、AOA をロボットの側面方向に表示した理由は、ロボットが移動中に被験者の方向へ顔を向けていたためである．これに対し、Backward condition では、ロボットの側面方向だけではなく、ロボットの正面方向において Bystander らが立ち止まったことが示されている．

これらの結果から、定義した AOA と AOP の範囲内で Bystander らが立ち止まった割合を計測した．その結果、Forward condition では 9 人 (60%) の Bystander らが AOA の範囲内で立ち止まり、1 人 (6.7%) の Bystander が AOP の範囲内で立ち止まった．また、Backward condition においては、27 人 (65.9%) の Bystander らが AOA の範囲内で立ち止まり、AOP の範囲内で立ち止まった Bystander は存在しなかった．仮に、ロボットの存在に対する珍しさや、ロボットが後ろ向きに移動するという珍しさが Bystander らの発生を促していたのであれば、Bystander が立ち止まった場所は AOA や AOP に関係なく分布していたと考えられる．つまりこれらの結果は、AOA と AOP が実際に人々の振舞いに影響を与えていたことを示唆しており、本研究の着眼点の妥当性を指示するものであると考える．

最後に、この定義に基づいて Pedestrian が AOA の範囲内に滞在する時間を計算する．ロボットの移動速度を 2.5 km/h、人の移動速度を 5 km/h と仮定する．ロボットから Y 軸方向に -1.8 m 離れた Pedestrian がロボットの後方からすれ違う場合、その時間はおよそ 10 秒になる．ロボットの前方からすれ違う場合では、およそ 3~4 秒である．これに加えて、ロボットを観察するために Pedestrian が移動速度を減らしたり、立ち止まったりした場合には、この時間がさらに増加する．そのため、Pedestrian が Bystander になるに至るには、この定義においては十分な時間が存在したと考える．

6.3 AOA の分布の違いによる影響

本節では、各条件における AOA の分布の違いが、Bystander の発生にどのような影響を与えたかを考察する．Backward condition では、Forward condition よりも多くの Bystander が発生した．各条件における AOA の面積差と、AOA の範囲に Pedestrian が進入しやすかったかどうかという、2 つの要因が Bystander の数に影響したと考える．

各条件における AOA の面積は、AOA と重なる AOP の領域に加えて、通路の幅という環境の構造による影響を受けて変化していた．本実験において、ロボットが移動した通路の幅は約 8 m であった．Forward Condition では基本的に Addressee はロボットの側面、

もしくは側面からやや後方の場所に立っていたため、AOA はロボットの側面方向に分布しやすい．その際、通路の幅は AOA の範囲よりも狭くなるため、AOA の面積は減少する．一方で、Backward Condition では AOA はロボットの正面方向に分布しやすいため、通路の幅による影響が少ない．日常環境における多くの通路において、進行方向に対する通路の長さより幅方向の長さは基本的に短くなる．そのため、日常の通路環境では、Backward condition の方が Forward Condition よりも大きい AOA を発生させやすいと考える．

また Forward condition において、Pedestrian が AOA の範囲に進入する可能性が、Backward Condition に比べて少なくなると考える．図 12 上部に示すように、ロボットが被験者の方向へ顔を向けている場合、逆方向を移動している Pedestrian は AOA の範囲に進入しない．しかし、Backward Condition では、立ち位置の関係からロボットの両側面方向に AOA が発生しやすいため、Pedestrian が AOA の範囲に進入する可能性が増加すると考える．よって、より多くの Pedestrian が AOA の範囲内に滞在できる可能性の高い Backward condition が、より多くの Bystander の発生を促したと考える．

6.4 応用可能性

本研究では、一般の人々が利用する実環境下での実証実験を行った．そのため、実験中に環境を通過した人の数や移動方向、家族や友人といった属性などの、我々が統制できない要因が存在した．これらの要因を実証実験で回避することは非常に困難であるため、我々はロボットの振舞いなどの条件間で統制可能な要因を考慮して実験を実施し、仮説を検証した．このような統制が困難な実環境下で検証された仮説や知見、観察された人・ロボット間インタラクションの様子は、特にヒューマンロボットインタラクションに関する研究において有用なものであり、実社会で活動するロボットの研究開発における一般性を議論するために、欠かせない要素である．

我々は、比較的単純な方法を用いて AOA と AOP の範囲を定義し、その妥当性を検証した．AOA と AOP の範囲を定義する方法に関してはまだ議論の余地があるものの、本研究での実験結果は AOA と AOP の有効性を十分に示したと考える．AOA と AOP のコンセプトは、移動する際の体の向きや移動方向に基づくものであるため、異なる場所での案内サービスへ容易に適用が可能である．さらに、AOA と AOP の妥当性を一般の人々を対象とした実証実験で示したことも、高い応用可能性を示したと考える．

なお本研究では、ロボットの顔の可動範囲を正面方向から $\pm 90^\circ$ に限定した．そのため、ロボットが前向きに移動する際に、進行方向の真後ろへと顔を向けることは行わなかった．これは、本研究はロボットの顔の向きによる影響ではなく、主にロボットの移動方向の体の

向きに関する影響に注目したことと、より自然なロボットの振舞いの実現を目指したためである。ロボットが真後ろへ顔を向けることは可能であるが、後ろ向きに移動する案内とは異なり、人間がそのような振舞いを行うことはしない。

7. おわりに

本研究では、ロボットが人々の案内を行っている際に、より多くの人々に興味を持たせ、自発的な案内への参加を誘発する振舞いを実現した。ロボットと直接インタラクションを行う人々だけではなく、ロボットと他者のインタラクションの様子を観察する人々の存在に注目し、Area of audience (AOA) と Area of passing (AOP) という2つの領域を定義した。ロボットが前向きに移動するのではなく、後ろ向きに移動することで、AOAの範囲を広げながら移動を行うことが可能となり、より自発的な案内参加を誘発することが可能であると考えた。

この仮説を検証するために、本研究では一般の人々が利用するショッピングモール内での実証実験を行った。また、環境内に設置されたセンサと連動して、安全に人々の案内を行うことが可能なロボットシステムを開発した。実験では、ロボットは特定の店舗まで人々を案内し、情報提供を行うという商業的なタスクを与えた。実験結果から、ロボットが後ろ向きに移動して人々を案内することで、ロボットが前向きに移動する場合よりもより多くの人々が、ロボットの案内に興味を持ったことが示された。また、実験から得られた人々の位置情報から、提案したAOAとAOPのコンセプトが妥当であることが示された。

謝辞 本研究に参加していただき、様々なご支援をいただいた住商アーバン開発株式会社の管理スタッフの皆様へ厚く感謝申し上げます。本研究にご協力いただいたATR 知能ロボティクス研究所の秋本氏、宮下氏、田近氏、垣尾氏、胡桃沢氏に厚く感謝申し上げます。本研究は、総務省の研究委託により実施したものである。

参 考 文 献

- 1) 神田崇行, Dylan F. Glas, 塩見昌裕, 萩田紀博: 移動する人にサービス提供するロボットのための環境情報構造化, 日本ロボット学会誌, Vol.27, No.4, pp.81–91 (2009).
- 2) Siegwart, R., et al.: Robox at expo.02: A Large Scale Installation of Personal Robots, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol.42, No.3, pp.203–222 (2003).
- 3) Thrun, S., et al.: Minerva: A second-generation museum tour-guide robot, *Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pp.1999–2005 (1999).

- 4) Mutlu, B. and Forlizzi, J.: Robots in Organizations: The Role of Workflow, Social and Environmental Factors in Human-Robot Interaction, *HRI2008*, pp.287–294 (2008).
- 5) Burgard, W., et al.: The interactive museum tour-guide robot, *Proc. National Conference on Artificial Intelligence*, pp.11–18 (1998).
- 6) 塩見昌裕, 神田崇行, ダニエル イートン, 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, Vol.24, No.4, pp.489–496 (2006).
- 7) Shiomi, M., et al.: A Semi-autonomous Communication Robot – A Field Trial at a Train Station, *HRI2008*, pp.303–310 (2008).
- 8) Bergström, N., et al.: Modeling of Natural Human-Robot Encounters, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (2008).
- 9) Sisbot, E.A., et al.: Navigation in the Presence of Humans, *Humanoids 2005*, pp.181–188 (2005).
- 10) Sisbot, E.A., et al.: Implementing a Human-Aware Robot System, *IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication 2006* (2006).
- 11) Simmons, R., et al.: Grace: An autonomous robot for the AAAI robot challenge, *AI Magazine*, Vol.24, No.2, pp.51–72 (2003).
- 12) Michalowski, M.P., Sabanovic, S. and Simmons, R.: A Spatial Model of Engagement for a Social Robot, *Proc. AMC 2006* (March 2006).
- 13) Hayashi, K., et al.: Humanoid robots as a passive-social medium – A field experiment at a train station, *HRI2007*, pp.137–144 (2007).
- 14) Katagiri, Y., Bono, M. and Suzuki, N.: Conversational Inverse Information for Context-based Retrieval of Personal Experiences, *Proc. International Workshop on Conversational Informatics*, pp.1–6 (2005).
- 15) Goffman, E.: *Forms of Talk*, University of Pennsylvania Press (1981).
- 16) Clark, H.H.: *Using Language*, Cambridge University Press (1996).
- 17) 神田崇行, 石黒 浩, 小野哲雄, 今井倫太, 前田武志, 中津良平: 研究用プラットフォームとしての日常活動型ロボット “Robovie” の開発, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J85-D-I, No.4, pp.380–389 (2002).
- 18) Kendon, A.: *Spatial Organization in Social Encounters: The F-formation System, Conducting Interaction: Patterns of Behavior in Focused Encounters*, Cambridge University Press (1990).
- 19) エドワード・T・ホール (著), 日高敏隆, 佐藤信行 (訳): *かくれた次元* (1970).
- 20) Nishio, S., et al.: Robotic Platforms Structuring Information on People and Environment, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (2008).
- 21) Glas, D.F., et al.: Laser Tracking of Human Body Motion Using Adaptive Shape

Modeling, *Proc. Int. Conf. Intelligent Robots and Systems*, pp.602–608 (2007).

22) Carletta, J.: Assessing agreement on classification tasks: The kappa statistic, *Computational Linguistics*, Vol.22, No.2, pp.249–254 (1996).

(平成 21 年 4 月 20 日受付)

(平成 21 年 11 月 6 日採録)



塩見 昌裕 (正会員)

2004 年大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻博士前期課程修了。2007 年同専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。現在, ATR 知能ロボティクス研究所研究員としてコミュニケーションロボットの研究に従事。ネットワークロボット, コミュニケーションロボット, 集団とロボットの相互作用に興味を持つ。



神田 崇行 (正会員)

1998 年京都大学工学部情報工学科卒業。2000 年同大学大学院情報学研究科社会情報学専攻修士課程修了。2003 年同専攻博士課程修了。博士 (情報学)。現在, ATR 知能ロボティクス研究所上級研究員。ヒューマンロボットインタラクション, 特にロボットの自律対話機構や社会的能力, 人間型ロボットの身体を利用した対話に興味を持つ。



石黒 浩 (正会員)

1991 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻博士課程修了。工学博士。同年山梨大学工学部情報工学科助手, 1992 年大阪大学基礎工学部システム工学科助手。1994 年京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻助教授。2001 年和歌山大学システム工学部情報通信システム学科教授。現在, 大阪大学大学院基礎工学研究科・システム創成専攻教授, ATR 知能ロボティクス研究所第二研究室客員室長。視覚移動ロボット, 能動視覚, パノラマ視覚, 分散視覚に興味を持つ。



萩田 紀博 (正会員)

1978 年慶應義塾大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年日本電信電話公社 (現, NTT) 武蔵野電気通信研究所に入所。文字認識や画像認識等の研究に従事。NTT 基礎研究所等を経て, 現在 ATR 知能ロボティクス研究所所長。工学博士。IEEE, 電子情報通信学会, 人工知能学会各会員。