

# スムーズに人間とすれ違うためのロボットインタラクション

鮫島 萌<sup>†</sup>  
慶應義塾大学 理工学部

石井 健太郎<sup>‡</sup>  
慶應義塾大学大学院 理工学研究科

今井 倫太<sup>§</sup>  
慶應義塾大学 理工学部

{samesima,kenta,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

## 1 はじめに

現在多くの企業や研究所で、人間社会で活動することを想定した人型ロボットが開発されており、特定のタスクを背負って活動することが求められている。移動を伴うタスクの場合、ロボットは周囲の環境を常に考慮しながら移動しなければいけない。そこで、本研究ではロボットの移動に焦点を当てる。

ロボットが人間社会で活動するときには、障害物回避の問題を考えることが不可欠である。このとき主動的障害物は人間であり、人間を回避することが重要になる。

HOSPI[1]は搬送タスクを円滑に行うため、半楕円形の物体検知エリアを使い、離れた位置から人間を検出し回避を行う。PMR-5[2]は、移動時にプロジェクタでロボットの次の動作を予告表示する。これにより人間にロボットの進行方向を知らせ、人間に回避を促すことができる。

しかし人間により経路が塞がれている場合、HOSPIはただ回避動作を繰り返すだけで搬送タスクが中断されてしまう。PMR-5はプロジェクタの投影先が床であるため、人間はロボット以外に床にも注目している必要があり気付かれない可能性がある。

そこで本研究では、発話とジェスチャーを用いて障害となる人間に回避を促すロボット・インタラクションを提案する。インタラクションは発話で“通りたい”という意図を、ジェスチャーで“回避して欲しいのが左右のどちらか”を伝えるものである。人間が立ち塞がっていて通れないという問題は、ロボットが通りたいという意図を伝えて人間に回避を促すことで解決する。また、発話・ジェスチャーはロボット自身が行うものであるから、人間はロボット以外の場所を注目している必要がない。

## 2 回避を促すインタラクション

### 2.1 回避を促すアプローチ

本研究で提案する回避を促すインタラクションは、発話とジェスチャーで構成される。発話は人間のコミュニケーションの最も基本的な手段であり、発話を行えば人間はロボットの意図を理解できることは容易に想像できる。しかし、意図を理解し回避しようとしても

ロボットが左右のどちらに動くかが分からなければ人間は回避行動を起こしづらい。そこで、ジェスチャーを用いて人間に回避してほしい方向を示すことで、人間が回避しやすくなると考えた。

### 2.2 発話とジェスチャー

発話は「通ります、道を空けてください」とした。人間が道を空けてほしいときによく「ちょっとすみません」と発話するが、ロボットの発話では人間らしさよりも理解しやすさを優先して考えた。「通ります」で“ロボットの進行経路であること”を、「道を空けてください」で“回避をして欲しいこと”を直接簡潔に示せるため、発話をこのように設定した。

ジェスチャーはロボットが進みたい方向の手を前に出し、手のひらを横に向けて上下に2回振るというモーションを使用した。手を前に出すことでその方向に進むことを示し、またそちらの方向に人間が移動してしまうのを遮ることができる。上下に振るのは握手やポインティングのモーションと間違えられないようするためである。

### 2.3 インタラクションの発動

作成した発話とモーションは人間から1.5メートルの距離で発動させる。これは社会距離の1.2メートルを考慮したものであるが、物体の検知から発動までの時間と人間がインタラクションを認知するまでの時間にもロボットが走行してしまうことを踏まえ調節した。

### 2.4 搬送ロボット KEITA version2

本研究では、インタラクションを行うロボットとして図1に示す搬送ロボット KEITA version2を使用した。KEITAは四輪のオムニホイールを持つ全方位移動可能な人型ロボットである。KEITAはそれぞれ2自由度の首・肩・肘を使ってモーションを行い、モーションはポジションデータを直接サーボモータに与えることで作成する。発話は旭化成社製のVOStalk Ver.2をミドルウェアとするアプリケーションを使用している。また、上半身部に付けられた8つの超音波センサと底部前方に付けられたレーザーレンジファインダ(LRF)で障害物を検知し、ダイナミック・ポテンシャル法により障害物回避を行う。

## 3 実験と結果

本章では、ロボット・インタラクションの影響を検証するために実験を行う。ロボットが通りたいことを人間に伝えるために発話・ジェスチャーを行うので、実験では以下の仮説の検証を行う。

Robot Interaction to Pass a Human Smoothly

<sup>†</sup>Moe SAMESHIMA

Faculty of Science and Technology, Keio University

<sup>‡</sup>Kentaro ISHII

Graduate School of Science and Technology, Keio University

<sup>§</sup>Michita IMAI

Faculty of Science and Technology, Keio University

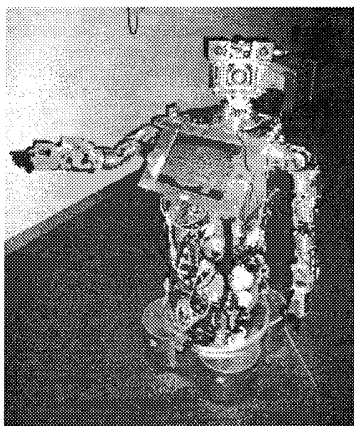


図1 KEITA version2

仮説1 発話により、人間はロボットが通りたいことを理解できる。

仮説2 ジェスチャーにより、人間はどちらに回避すれば良いかを理解できる。

### 3.1 実験の設計

実験は慶應義塾大学理工学部内の14棟5階廊下で行った。実験環境の概略を図2に表す。図2の番号①は参加者の立ち位置、②と③はそれぞれロボット走行経路のスタート地点・ゴール地点を表す。ロボットは第2章で紹介したKEITA version2を用いた。実験には20代から30代の学生・教員・事務職員の19人が参加し、女性が7人、男性が12人である。

参加者には図2の①の辺りに立ってもらい、「壁に貼ってあるポスターをよく見ていてください。後で内容について質問をします」という教示を行った。数十秒後、KEITAが自律移動をスタートして参加者に向かう。KEITAは、参加者を検出するとインタラクションを行い参加者に回避を促す。参加者が回避するかしないかの観察とアンケートによる評価を行った。

実験の条件は以下の2つとする。

条件1 発話のみを行う

条件2 発話とジェスチャーを行う

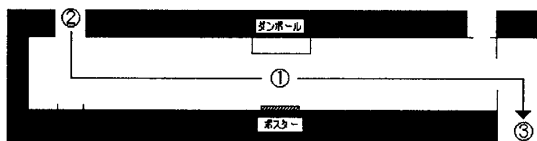


図2 実験環境の概略図

### 3.2 予測

ここで仮説に基づき実験の予測を行う。前述の通り、発話は進行の意図を示すもの、ジェスチャーは左右を示すものであるから、仮説に対し以下のように予測する。

予測1 発話を行った実験群の参加者はロボットが通りたいという意図を理解し回避を行う

予測2 ジェスチャーを行った実験群の参加者はロボットの意図する方向に回避を行う

### 3.3 結果

結果1 予測1に関して、実験の参加者は全員がロボットを回避した。また、実験後のアンケートで、ロボッ

トの「道を空けて欲しい」という意図が理解できたかという項目では参加者全員が理解できたと答えた。

結果2 予測2に関して、アンケートの「ロボットは左右のどちらによけて欲しいと思っているか」が理解できたかどうかという項目の結果を表1の示す。条件1(モーションなし)と条件2(モーションあり)で結果に差が出ていることが分かる。実験結果に対しフィッシャーの正確確率検定を行った結果、10%有意水準で有意差を確認した。

表1 ジェスチャーの有無による回避方向理解の違い

	理解できた	理解できなかった
ジェスチャーなし	1	9
ジェスチャーあり	5	4

## 4 考察

結果1では、ロボットの発話を聞いた参加者全員が“意図を理解できた”と答えロボットを回避していることから、仮説1は実証されたとと言える。結果2では有意差は確認されたが、ジェスチャーがあっても回避方向が理解できなかったと答えた人の人数が予測2に対して多かった。要因には以下のことが考えられる。

- ロボットの出現に対し驚いた参加者が多く、ジェスチャーにまで気が向かなかった
- ジェスチャー自体が小さめだった
- 参加者が壁寄りに立っていたため、参加者がほとんど動かなくてもロボットが通ってしまった

つまり、理解しやすさや人に気づいてもらう点に関してやはり発話の効果が大きく、ジェスチャーはその点で多少劣ってしまうようだ。しかし、人間同士のコミュニケーションでジェスチャーが重要な役割を果たしていることは明らかであり、これをロボットにうまく採り入れられるよう研究を進める必要がある。

## 5 まとめと今後の課題

本論文では発話とジェスチャーを用いて人間に回避を促すインタラクションを提案した。搬送ロボットKEITA ver.2に提案したインタラクションを実装し、実験を行った。その結果、ロボットが発話することで通行したいから回避して欲しいという意図を伝えることができ、ジェスチャーを行うことで回避の方向も示しやすくなるという結論を得た。

今後の課題として、発話・ジェスチャーの内容の検討や、発話だけで「左側を通ります」と言った場合についても調べる必要があると考えられる。

## 参考文献

- [1] 酒井 龍雄, 中嶋 久人, 西村 大輔, 上松 弘幸: “病院内搬送用自律移動ロボットシステム”, 松下電工技報 Vol.53 No.2 pp.62-67, 2005
- [2] 松丸 隆文, 干場 祐, 平岩 慎司, 宮田 康広: “プロジェクトを用いて次の動作を予告表示する機能をもつ移動ロボットの開発”, 日本ロボット学会誌 Vol.25 No.3 pp.410-421, 2007