

## 映像を投影可能な案内ロボット

長谷川 高輔<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

hase@ayu.ics.keio.ac.jp, kenta@ayu.ics.keio.ac.jp, michita@ayu.ics.keio.ac.jp

## 1 はじめに

近年、人間に対してサービスを提供する人型ロボットが開発されている。特に、イベント会場・オフィス・商業施設といった公共の場で、不特定多数の人間を相手にするロボットが開発されている。本稿では、それら公共の場で活動するロボットの中でも、案内ロボットに着目する。

人間と接するロボットは、人間に対して自然なコミュニケーションを図ることが重要である。そのために、人間にとって自然なコミュニケーション手段である音声対話や身体表現ができる必要がある。また、案内ロボットにおいては、現在地や目的地を示すことが重要であるが、音声のみでの説明ではわかりづらい。そこで、地図を提示することのできるロボットが有用である。

富士通サービスロボットの「enon」[1]は、胸部のタッチパネル付きモニタによって、地図を提示する。また、音声とともに目的地へのポインティングを行うことで案内する。テムザックの受付・案内ロボット[2]も、胸部のモニタで地図を提示する。また、頭部に搭載されているプロジェクタから、目的地への3D映像を表示する。

しかし、胸部のモニタに地図を提示する場合、ロボットに搭載するスペースの制約上、モニタは小さくならざるをえない。そのため、人間はロボットのすぐ側まで近づかなければならず、対話に適切な距離をとることができない[3]。また、人間とロボットが近接した状態では、ロボットはアイコンタクトやうなずきなど、コミュニケーションを図るのに大切な反応を人に示すことができなくなってしまう[4]。

そこで本稿では、腹部のプロジェクタと回転台によって地図を投影し、また、その地図に影を作ることによってポインティングを行う案内ロボットを提案する。地図をロボットの身体の外に投影することで、大きな画像を示すことができ、対話に適切な距離をとることができる。また、影を作りポインティングすることにより、直接地図を指さすよりも、正確なポインティングができる。また、目的地や現在地をポインティングする際に、アイコンタクトやうなずきなどの反応も示すことができるようになる。

## 2 コミュニケーションロボット Uni

画像を投影できる案内ロボット Uni を開発した。Uni は車輪駆動型の人型ロボットである。首関節 3 自由度、肩関節 3 自由度、肘関節 1 自由度、手首関節 1 自由度、指関節 3 自由度を持っており、人間に近い身体表現が可能である。また、スピーカーを持っており、あらかじめ録音・合成した音声を発話することができる。

また、腹部にプロジェクタと鏡を取り付けた回転台を持っている。回転台は 2 自由度を持っており、プロジェクタの光を鏡に反射させることにより、任意の位置に画像を投影することができる。

Uni の全体図を図 1 に、腹部のプロジェクタと回転台を図 2 に示す。



図 1 Uni

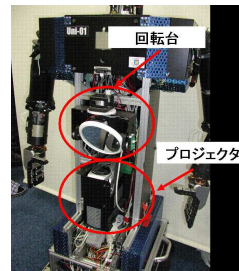


図 2 プロジェクタと回転台

## 3 案内アプリケーション

Uni を用いて開発した案内の流れは、次のようになっている。

- 地図の投影
- 目的地の影指さし
- 現在地の影指さし
- 現在地から目的地への直接指さし

本稿では、投影した画像への影でのポインティングを影指さし、実世界でのポインティングを直接指さしと呼ぶ。

## 3.1 地図の投影

本稿では、回転台を固定し、Uni の左下の床にプロジェクタから地図を投影する。案内する人には、Uni の左側に立ってもらうことを想定する。

投影する地図は図 3 に示す。これは、大学のキャンパスを表したものである。

## 3.2 目的地の影指さし

Uni は、地図上の任意の点をポインティングする。その方法としては、腹部の回転台に手の指をかざし、画像に影を作る事によって実現する。その様子を、図 4 に示す。

A Guide Robot with an Image Projector

<sup>†</sup>Kosuke HASEGAWA

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

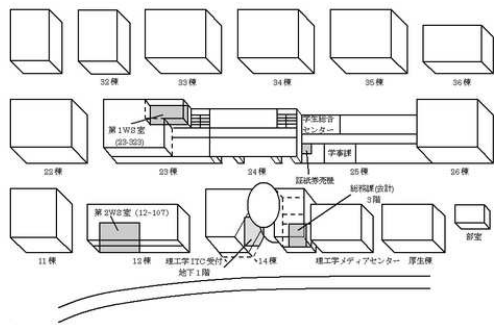


図3 地図



図4 影指さしの様子

目的地の影指さしを行う際、Uniは人に視線を向けた状態から、視線を地図の方へ向けることによって、人に地図を見るようにうながす。影指さし後、目的地であることを音声で説明する。その後、人へ視線を向け、理解できたかの確認を音声で行う。

影指さしされた地図を図5に示す。

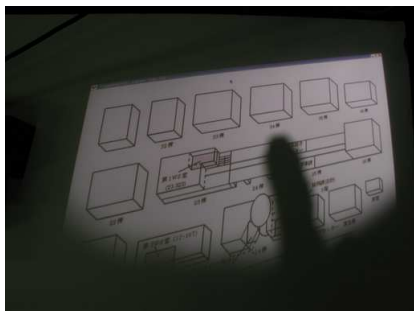


図5 目的地の影指さし

### 3.3 現在地の影指さし

本稿では、Uniはキャンパスの一定の場所に待機し案内することを想定し、地図上に現在地を影指さしする。この際も、Uniは人に視線を向けた状態から、視線を地図の方へ向けることによって、人に地図を見るようにうながす。影指さし後、現在地であることを音声で説明する。その後、人へ視線を向け、理解できたかの確認を音声で行う。

### 3.4 現在地から目的地への直接指差し

Uniは人に視線を向けた状態から、視線を目的地の方向に向け、現在地から目的地への方向に直接指差しを行い、人に方向を知らせる(図6)。

## 4 まとめと今後の課題

ロボットに搭載したプロジェクタと回転台によって地図を投影し、その投影した地図に影を作ることによ

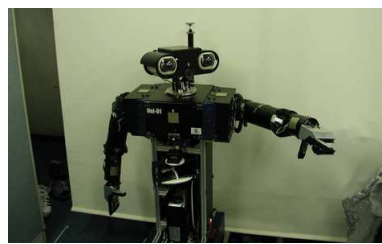


図6 目的地方向への指差し

てポインティングを行い、目的地をわかりやすく提示することができた。また、影によるポインティングの際、アイコンタクトをすることで自然なコミュニケーションを実現できた。

今後の課題として、次の事があげられる。

- 画像の欠落  
図5をみると、画像下方が切れてしまっている。これは、プロジェクタの光軸と回転台の軸がずれているためである。これを修正し、画像が全て映るようにする。
- 画像補正  
プロジェクタの光を回転台に反射させ、投影面に斜めに投影しているため、画像が歪み台形になった(図5)。これをアフィン変換ののち、レンダリングすることで、画像が長方形に映るようにする。
- 人の検知と画像の回転  
本稿では、画像をUniの左下に出し、人にUniの左側に立ってもらう事を想定した。それを、人がどの位置に立っているかを検知することで、どの位置に立っていても案内できるようにし、画像を回転させることによって、地図が正面にくるようなシステムに改良する。
- Uniの位置情報  
本稿では、Uniは一定の場所にいて案内するシステムを提案した。これをUniに位置情報を持たせることによって、Uniが様々な場所に移動して、その位置に基づいた案内ができるシステムに拡張する。

## 参考文献

- [1] 村川賢彦、十時伸: “サービスロボットによる「ふるまい」の評価-商業施設での試験運用-”, HAIシンポジウム 2006, 2OS-B-2, 2006
- [2] <http://www.tmsuk.co.jp/lineup/aidu/index.html>
- [3] M.L.Walters, K.Dautenhahn, K.L.Koay, C.Kaouri, R, te Boekhorst, C.L.Nehaniv, I.Werry, D, Lee: “Close encounters: Spatial distances between people and a robot of mechanistic appearance”, In Proc, of IEEE-RAS Intl. on Humanoid Robots (Humanoids 2005), Dec. 5-7, 2005, Tsukuba, Japan, pp.450-455.
- [4] Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa, Hiroyuki Yano: ”Attention Coupling as a Prerequisite for Social Interaction”, Proc. of the 2003 IEEE Intl. Workshop on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2003), pp.109-114.