

# プロジェクターロボットを用いた運転補助システムにおけるエージェントの運転状況に応じた振る舞いの研究

## Agent's Action Depending on Driving Situation in Driver Assist System Using Projector Robot

堀元 見<sup>1</sup> 長谷川 孔明<sup>1</sup> 大澤 博隆<sup>2</sup> 今井 倫太<sup>1</sup>  
Ken Horimoto<sup>1</sup>, Komei Hasegawa<sup>1</sup>, Hirotaka Osawa<sup>2</sup> and Michita Imai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 慶應義塾大学

<sup>1</sup> Keio University

<sup>2</sup> 筑波大学

<sup>2</sup> University of Tsukuba

### Abstract:

We propose a driver assist system using “Projector Robot”(CG face projected onto a sphere display). We research the essential elements of human-agent interaction by giving a user information efficiently and quickly with this system. A projector robot can interact with a user quickly because Projector Robot is moved by projection, not mortar. We researched interaction elements which use the quick reaction of Projector Robot.

## 1. 導入

本稿では、運転補助のための情報提示システムにおいて適切に振る舞えるエージェントシステムに関して提案する。本研究の目的は、従来のカーナビゲーションシステムのような単調で一方的な情報提示ではなく、運転手の視線や発言、および周囲の状況に応じたインタラクティブな情報提示を行うシステムを構築し、エージェントのどのような振る舞いの要素が必要なのかを探る。

従来より、人とロボットのコミュニケーションにおけるタイミングの研究が行われている。山本らは、挨拶に対するロボットの最適な反応タイミングを調査した[1]。また、ロボットの動きを扱ったものには高杉らの研究がある[2]。高杉らは、簡単なタスクをこなすという題材の中で、発話と動きのタイミングについて研究した。

山本らの研究は、主に発声を扱ったものであり、ロボットの動きを扱っていない。しかしコミュニケーションの中では発声と動きは不可分のものであり、動きのタイミングについても考えなければならない。高杉らの研究では、2つの動作の開始時刻をずらすことができないというハードウェア制御上の制約から、ロボットの動きが限定された。また、モータの

動作にかかる時間によって、設定した動作に対して避けられない遅延が発生した。

本研究では、このような動作上の制約を受けずに、速い反応でのロボットの動きを実現するためにプロジェクターロボットの利用を試みる。プロジェクターロボットは、半球のスクリーン上に内部のプロジェクタから顔の画像を投影するロボットであり、動かすためにモータなどの動きを必要としない。したがって従来のロボットよりもハードウェア的な制約を受けづらく、素早い反応を実現することが容易である。素早い反応を活かした動作や振る舞いを実装し、その効果について研究する。

## 2. 従来研究およびシステム構成

### 2.1 従来研究の問題点

#### 2.1.1 ロボットの音声と動きの分断

山本らの研究に見られるように、発話のタイミングや反応の速さを探る研究が存在する[1]。しかし、山本らの研究はロボットの動きの速さや反応性を考慮していない。

本研究では、動きと音声を同時に扱う。

### 2.1.2 ロボットのハードウェアによる遅延

通常のロボットは、モーター等のハードウェアを用いているので、その動作に時間を要する。動作に時間を要してしまうと、ユーザとエージェントのインタラクションに齟齬が生じる。

特に、人が取った行動に対して行う反応は、遅延の影響が深刻になる。したがって、ロボットのインタラクションの要素を考察する際には遅延を減らすことが重要となる。

本研究では、このようなハードウェア的な制限や遅延をほぼ無しにできる手法を用いたシステムを開発する。

## 2.2 システム構成

図1に、システム構成図を示す。

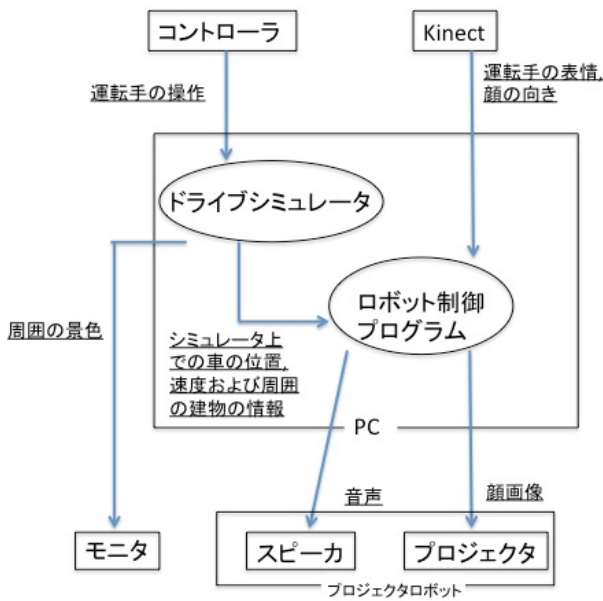


図1 システム構成図

入力として、コントローラからの操作と、Kinectの情報を用いた。コントローラからの入力、アクセル、ブレーキおよびハンドルの向きである。また、Kinectからは表情および顔の向きの情報を受け取っている。

コントローラから操作を入力し、操作をドライブシミュレータ上に反映させる。ドライブシミュレータ上の状況と、Kinectからの入力をロボット制御プログラムが処理して、プロジェクタロボットの顔画像を出力する。

### 2.3 ドライブシミュレータ

運転状況に応じたインタラクションをシミュレーションするために、unityを用いてドライブシミュレータを開発した。実車ではなくドライブシミュレータである理由は、研究の初期段階でシミュレータ内でインタラクションの手法だけに焦点を当てて開発するためである。

ユーザが市街地を移動するシミュレータであり、シミュレータ内ではロボットが運転状況(車の位置、速度、周囲の建物の情報)に応じて、道案内を行う。

図2に、ドライブシミュレータを使用している様子を示す。

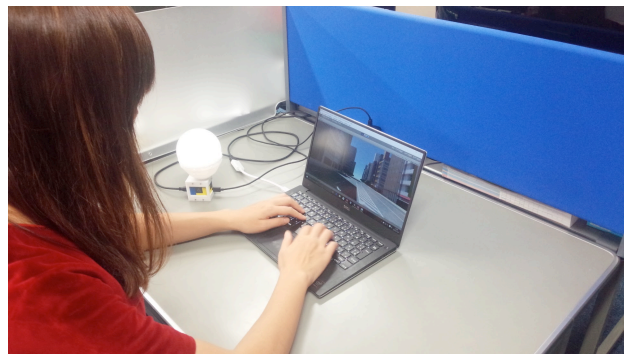


図2 ドライブシミュレータ

## 3. 提案手法

### 3.1 プロジェクタロボット

プロジェクタロボットの外観を図3に示す。



図3 プロジェクタロボット

プロジェクタロボットは、半球の小型スクリーンに対して内部のプロジェクタから顔を投影している。内部にはスピーカも存在し、ロボットから音声を出すこともできる。

顔の向きや表情を変えるためには、プロジェクタに与える画像を変更するだけで良い。したがって、動きに要する時間は限りなくゼロに近い。また、動きに対する制限もなく、従来のロボットでは絶対に不可能な、不連続な動き(顔の向きを一気に180°変えるなど)も可能になる。したがって、制御に制

約がなく、速い反応性を実現することができる。

### 3.2 運転補助システム

プロジェクタロボットを用いて、運転手を補助するためのシステムを開発した。入力として、Kinectで取得するユーザの振る舞いの情報を用いる。

Kinectから取得した「顔の向き」「表情」のデータを利用して、プロジェクタロボットの表情や振る舞いを決定している。

### 3.3 運転補助システムを用いたインタラク

#### ション例

- 運転手がロボットを一定時間見ていると「なあに？」と運転手に聞く
- 運転手が景色の一部に注目していると、ロボットも同じものを注目する
- 運転手が何かを指差すと、ロボットがその方向を見る
- 運転手が嬉しそうな顔をすると、ロボットも嬉しそうな顔になる

上記の動きの中では、ロボットの素早い動作が重要になる。例えば、ユーザが車内から景色を見る際には、右側の窓の景色を見た後、すぐに左側の窓を見る、という動きがしばしば行われるが、ここで動作を行うのに時間がかかると、ユーザが左の窓を見ているのにロボットがまだ右の窓を見ている、という状況が発生する。この状況はインタラクションの円滑さを失っている。プロジェクタロボットの素早い動作によって、上記の状況を防ぐことができる。

## 4. まとめ

プロジェクタロボットの素早い動作を利用して、ユーザとのインタラクションにおける効果的な振る舞いを検討するためのシステムを開発、提案した。

現在、入力としてKinectを用いているが、ドライブシミュレータ上の位置情報や建物のデータも利用して、より総合的な情報提示をできるようにする予定である。また、今後、反応の速さを活かしたインタラクションの振る舞いを実装し、比較実験を行う。比較する振る舞いとしては、連続的に振り向くのが良いのか、不連続的に振り向くのが良いのか、また運転手と視線を合わせる方が良いのか合わせない方が良いのか、を検討している。

## 参考文献

- [1] Yamamoto, M., and T. Watanabe. "Time Lag Effects of Utterance to Communicative Actions of Human-Robot Greeting Interaction." *Journal of Human Interface Society: Human Interface in Japan* 6.3 (2004): 343-350.
- [2] Takasugi, Shoji, Yamamoto, Tomohito; Muto, Yumiko; Abe, Hiroyuki and Miyake, Yoshihiro. "Analysis of Timing Control Mechanism of Utterance and Body Motion Using Dialogue between Human and Communication Robot." *Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers* 45 (2011): 215-223.