

ジェスチャーによるロボット操作を可能とする インターフェースの提案と実装

山田 渉[†]西山 裕之^{††}[†]東京理科大学理工学部^{††}東京理科大学大学院理工学研究科

1 はじめに

実世界指向インターフェースの一分野で、液晶プロジェクタから机上や床面などの日常空間へ投影を行い、情報を提供する研究が行われている [1] これらは現実世界の物体に対して電子情報で、情報の追加や補填することを可能とする。これはロボットのインターフェースとしての応用が考えられる。ロボットは人工物なので、その次の動作や状態を人が外見から推測することが難しい。そのためロボットの内部情報の投影を行うことにより、ロボットの状態や次の動作を映像で直接示すことは有効と考えられるからである [2]。

またロボット操作の入力においても実世界指向インターフェースが用いられている。これは従来のマウスやキーボードを用いた GUI による操作ではなく、計算機を意識せずにロボット操作を行うことを可能にしている。しかし、これらの研究の多くが、対象の指定と移動といった限られた操作のみしか行えず、多彩な動作を行うためには小型の端末などが必要となる。またロボットへの命令のユーザによる編集が出来ないなどの制限があった [3]。

そこで本研究では、出力としてロボットの振る舞いに加えて、ロボットの内部情報を投影し、ロボットの状態や次の動作を映像で直接示す。またカメラを介してユーザが編集可能な指のジェスチャーによる入力を可能する入出力インターフェースを設計、実装する。

2 ジェスチャーインターフェース

本システムはユーザが編集可能な指による上下左右の組み合わせからなるジェスチャーにより、複数の種類の操作の入力を可能にする。またロボットの振る舞いに加えてロボットの状態や次に行う動作といった付加情報をプロジェクタからの投影により示す。

2.1 システム概要

本システムの特徴は以下の通りである。

1. 各ジェスチャーとコマンドの関連付けの編集を行う編集用インターフェース
2. カメラからの映像を入力としてジェスチャーの解析やロボットの認識を行う入力インターフェース
3. ロボットの状態や付加情報を投影する出力インターフェース

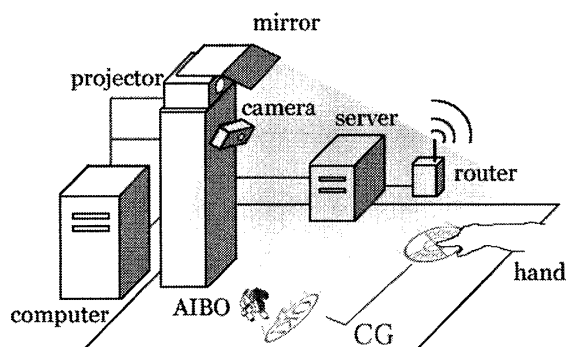


図 1: システムの概要図

図 1 は本システムの利用イメージである。ユーザはカメラに対して指でジェスチャーを行う。そしてユーザの編集に基づいた動作をロボットは行う。さらにプロジェクタからロボットの状態や付加情報の投影を行う。また本システムでは、試作機としてロボットに SONY の AIBO [4] を用いて実装を行った。

2.2 システム構築

本システムは図 2 のようにユーザが自由にジェスチャーの編集を行うことが可能な編集用インターフェース、ユーザの指によるジェスチャー解析やロボットの認識を行う入力インターフェースと、ロボットの制御と追加の情報の投影を行う出力インターフェースで構成される。編集用インターフェースでユーザはジェスチャーとコマンドの割り当ての編集を行うことが可能である。この編集した内容はテキスト形式で出力され、入力インターフェースにて用いられる。入力インターフェースでは、カメラからの映像を解析し、ユーザが入力したジェスチャー、ロボットの現在位置を取得する。出力インターフェースでは入力に応じたロボットの制御、ロボットの状態や付加情報を示す映像をプロジェクタから投影を行う。

2.3 編集用インターフェース

編集用インターフェースはユーザがジェスチャーとコマンドの編集を行うインターフェースであり、図 3 は実際の編集画面である。これによりユーザは上下左右の動きを組み合わせ任意のジェスチャーを作成し、それらに対して各コマンドを割り当てることが可能である。またこれらの登録した情報はテキスト形式で出力され、入力インターフェースのジェスチャー解析に用いられる。

Approach and implementation of gesture interface system for robot control.

Wataru Yamada[†], Hiroyuki Nishiyama^{††}

[†]Faculty of Sci. and Tech. Tokyo University of Science

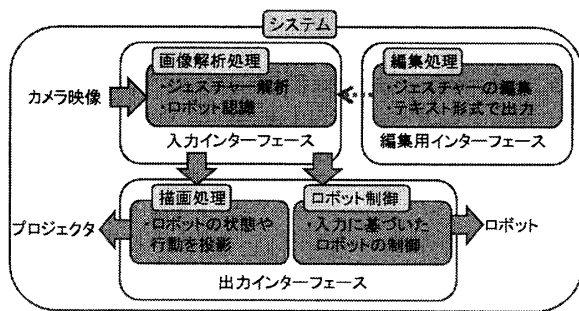


図 2: システム構成図

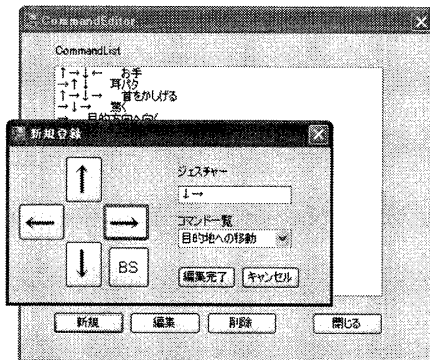


図 3: 編集用インターフェース

2.4 入力インターフェース

入力インターフェースではカメラからの映像に対して OpenCV[5] を利用した画像解析にてユーザの指によるジェスチャーの解析とロボットの座標認識を行う。

2.4.1 ジェスチャー解析

本システムではジェスチャー解析を行うために, HandyAR[6] を用いてカメラの映像から指を抽出する。ジェスチャーの入力開始はユーザがカメラの前で人差し指のみを伸ばしたときとする。それからユーザは指を上下左右方向に動かし, ジェスチャーの入力を行う。このジェスチャーの判定は図 4 左側のように入力開始の座標から上下左右のいずれかの方向に一定の距離以上動いた際に判定を行う。次回の判定は, 前回の判定を行った座標を中心として, 同様の処理を繰り返す。また連続して同一方向に動いたものはそれらで 1 つの動作をしたものと見なす。例えばユーザが指を図 4 右側のように動かした場合, 下・右・下と動かしたと判定される。そして人差し指に加えて親指を伸ばしたときを入力終了とする。入力終了時に入力されたジェスチャーと, 編集用インタフェースにて登録されたジェスチャーと, 編集用インタフェースにて登録されたジェスチャーとコマンドを比較して出力インタフェースへと必要な命令を送る。また入力の中, 入力したジェスチャー, 指の軌跡はプロジェクタからリアルタイムで投影が行われる。

2.4.2 ロボット認識

本システムでは, 背景差分法を用いてロボットを抽出する。しかしこの方法だけでは人の手や影までも抽出されてしまうため, さらに HSV 表色系による抽出も用いてロボットの座標を取得する。またこれらの情報は必要に応じて出力インターフェースが用いる。

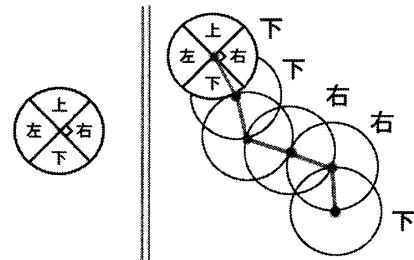


図 4: ジェスチャー解析

2.5 出力インターフェース

出力インターフェースでは, ユーザからの入力を処理する入力インターフェースからの命令に基づき, ロボットにユーザが求めた振る舞いを行わせる。また必要に応じてロボットの座標情報や, 現在のロボットの状態をソケット通信にてロボットから取得して, これらの情報を用いて制御を行う。さらに出力インターフェースではロボットの振る舞いだけではなく, ロボットの状態や振る舞いをユーザに補足説明する映像や付加情報をプロジェクタから投影を行う。

3 おわりに

本研究では, ユーザ自身が編集可能な上下左右の組み合わせからなるジェスチャーにより, ロボットへ複数の種類の動作を入力可能にするシステムを実装した。また本システムでは入力に応じたロボットの振る舞いに加えて, ロボットの状態や付加情報をプロジェクタから投影を行うことが可能となった。

参考文献

- [1] 小池 英樹, 小林 貴訓, 佐藤洋一, "紙と電子情報を統合する机型実世界指向インターフェース EnhancedDesk とその応用", 情報処理学会論文誌 Vol.42, No3, pp.577-585,2001.
- [2] 松丸隆文, 干場 祐, 平岩 慎司, 宮田 康弘, "プロジェクタ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 No4,pp.410~421,2007.
- [3] Kentaro Ishii, Shengdong Zhao, Masahiko Inami, Takeo Igarashi, Michita Imai, "Designing Laser Gesture Interface for Robot Control", Proceedings of the 12th IFIP Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT2009), pp.479-492, 2009.
- [4] AIBO Official Site; <http://www.sony.jp/products/Consumer/aibo/>
- [5] OpenCV; <http://opencv.jp/>
- [6] T. Lee and T. Hollerer, Handy AR: Markerless Inspection of Augmented Reality Objects Using Fingertip Tracking. In Proc. IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC), 2007.
- [7] A.R.Smith, "Color gamut transform pairs," Comput. Graphics 12, pp.12-19, 1978