

タッチ操作と画像処理を用いた家庭用作業ロボットの操作システム

—あなたがロボットを育てます—

1. 背景

現在, iRobot 社の自動掃除機ルンバのように, 一般家庭環境で人間の作業を肩代わりするロボットが実現されている. しかし, このようなロボットに備えられている基本動作は「この部屋を掃除する」といったあらかじめプログラムされた機能を実行することである. もしユーザの要望をロボットが受け取り, 指示されたとおりに動作することができれば, 「この箱を部屋の隅に動かせ」といった, よりユーザのニーズにあった柔軟な作業を実現することができる. さらに, もし物体・場所・速度といった知識をユーザが与えることによって, ロボットの自律動作を変更することができれば, 家庭ごとに異なるさまざまな環境に適した動作を生成することができる. これらのようなことができれば, ロボットの家庭での利用の可能性を広げ, 普及を促すことができると考える.

柔軟な作業・動作の変更という観点から考えると, 従来から, リモコン等による直接操作によってユーザの要望通りの動作をロボットに行わせることは可能である. しかし, この手法では作業が完了するまでユーザの継続的な操作を必要とし, 人間の作業を肩代わりするという本来の目的からは外れてしまう. ユーザは指示だけ出したら, あとはロボットが自律的に動作するのが望ましい.

一方, ユーザからの指示・教示として自然な手法の 1 つは, 自然言語による指示・教示である. 例えば, 前述の「この箱を部屋の隅に動かせ」といった指示を言葉でロボットに伝え, ロボットが作業を自律的に行う手法である. この手法はユーザの継続的な操作を必要とせず理想的ではあるが, 「この箱」や「部屋の隅」を認識するのが困難であるうえ, ロボットがあいまい性を解決できず, 物体や場所を自律的には判別できない可能性がある.

2. 目的

本プロジェクトは, ユーザからの入力にタッチパネルの操作を用い, システムの動作判断・意味解釈の材料に画像処理の結果を利用する, 指示・教示のための対話システムを開発した. 開発した対話システムによる指示・教示は, リモコン等による直接操作で問題であったユーザの継続的な操作を必要とせず, 自然言語による指示・教示で問題であった認識・曖昧性解決の困難さを大幅に削減している.

開発した対話システムの設計においては, ロボットが自律的に判断することが困

難な物体・場所・速度といった情報をユーザの操作により与える一方で、ロボットの自律動作がユーザのロボットに対するさらなる興味を引き出す・ロボットのさらなる知識獲得をロボットから促すといった、双方からのインタラクションデザインを意図している(図 1)。

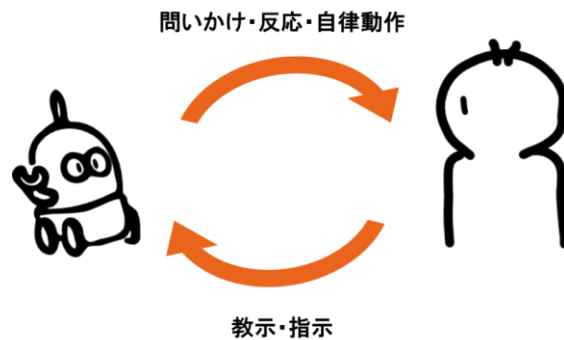


図 1 開発した対話システムの設計方針

3. 開発の内容

システムの基本構成は、サーバコンピュータとクライアントデバイスからなる(図 2)。サーバコンピュータは、カメラ画像の画像処理・システムの動作判断・ロボットの制御を行う。サーバコンピュータは、天井カメラと USB 接続されており、ロボットカメラと Wi-Fi で、ロボットと Bluetooth で、それぞれ無線接続されている。クライアントデバイスは、ユーザの入力を受け付けるフロントエンドであり、タッチパネルを搭載したラップトップと Android 端末を用いた。サーバコンピュータとクライアントデバイスとは Wi-Fi で無線接続されている。

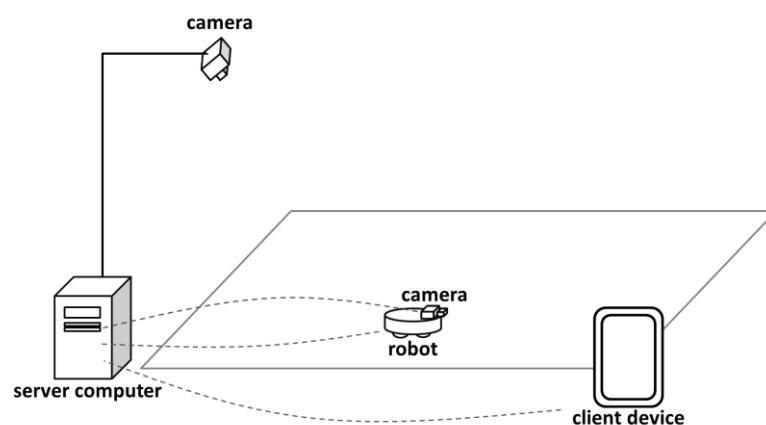


図 2 システム構成

サーバコンピュータで動作するサーバプログラムは、2 台のカメラから得られる画

像を処理する(図 3)のと並行して、システムの動作判断・ロボットの制御・クライアントプログラムとのやりとりを行う。

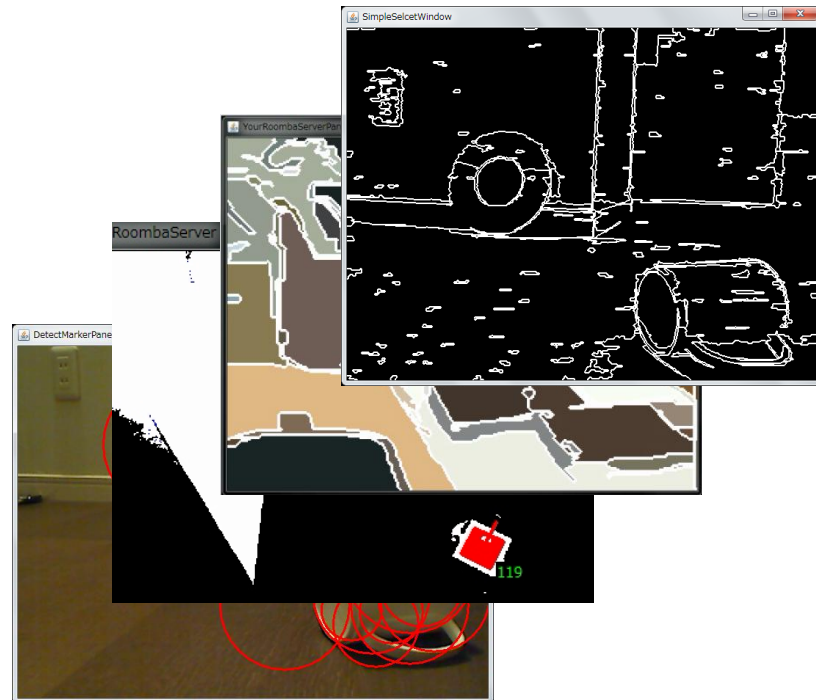


図 3 サーバプログラムの画像処理

クライアントデバイスで動作するクライアントプログラム(図 4)は、サーバプログラムと通信しながら動作し、大きく分けてメッセージビューとリアルタイムビューからなる。メッセージビューには、ロボットからのメッセージがリストアップされる。各メッセージを選択すると、詳細画面に切り替えることができ、ユーザが応答できるメッセージの場合は、詳細画面でユーザの入力を受け付けることができる。リアルタイムビューでは、現在のカメラ画像をもとに、ユーザが起点となるロボットへの指示・教示を行うことができる。具体的には、床面/活動不可領域/活動禁止領域の教示・物体の移動指示・目標地の設定・動作速度の調整・ロボットの直接操作を行うことができる。

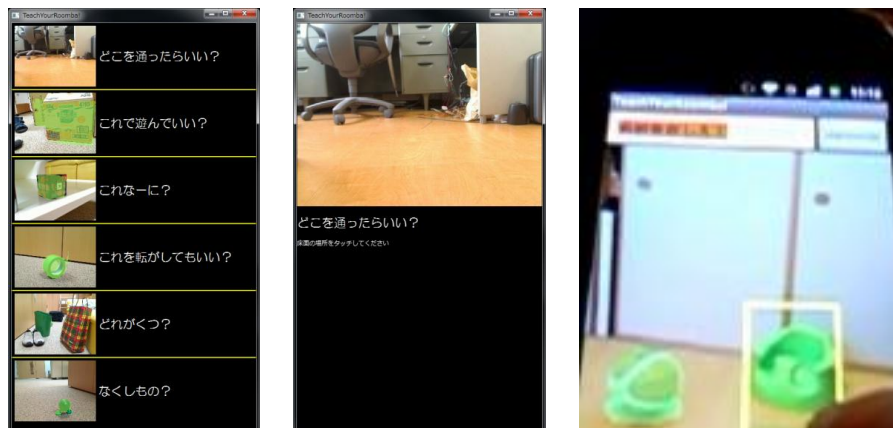


図 4 クライアントプログラムのユーザインタフェース

4. 従来の技術(または機能)との相違

本プロジェクトは、プログラムされた機能を実行する市販のロボットを、ユーザからの教示に応じて動作を変え、指示に応じて作業を行うことを可能にした。本プロジェクトの特徴は、ユーザ・ロボット双方からのインタラクションデザインを意図した点であり、本プロジェクトの成果では、双方を起点とする対話とその結果としてのロボットの動作変更をすることが可能となった。

5. 期待される効果

本プロジェクトで強く意識したことは、ユーザ・ロボット双方が起点となるインタラクションを目指したことである。その結果、開発成果は、ユーザからの物体・場所・速度といった知識の教示と、ロボットからの物体発見時の問いかけというように、双方を起点とするインタラクションが可能となった。ユーザからの教示の結果として、ロボットの動作が変化する。変更された動作によって、ユーザへの問いかけが新たに発生する。ユーザがロボットからの問いかけに応えることによって、さらにロボットの動作が変化する。以上のようなサイクルを繰り返すことによって、ユーザのロボットに対する関与意識が高まり、ユーザとロボットの関係構築に寄与すると考えている。このユーザとロボットの関係構築が一段と進めば、家庭におけるロボットの普及に寄与することが期待できる。

6. 普及(または活用)の見通し

本プロジェクト終了後も、継続して対話のパターンを増やす・登録した物体に対する操作を充実させるといった開発を進める予定である。実用される形態としては、家庭用ロボットの販売と関連付けて提供することを考えており、開発を進めながら、ロボットメーカー・電機メーカー・ベンチャー企業の協力者との話し合いの機会を模索していく予定である。

7. クリエータ名(所属)

石井 健太郎 (東京大学大学院 情報学環)