

2010 年度未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当 PM

石黒 浩 PM(大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻 教授)

2. 採択者氏名

チーフクリエイター:石井 健太郎(東京大学大学院 情報学環 助教)

3. 委託金支払額

1,417,000 円

4. テーマ名

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

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

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思う。

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。

本プロジェクトでは、プログラムされた機能を実行するのみであ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ようにすることを目的とし、そのための対話システムを開発した。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。

7. 採択理由

一般家庭環境において自動掃除機などの自律型ロボットが既に普及しつつある中で、今後のさらなる一般家庭環境におけるロボットの普及に際し、カメラとタッチパネルなどを活用しつつ、システムが自律的に判断することが困難な物体・場所等に関する情報をあえて人の操作により与えることにより、より利用者のニーズにあった柔軟な一般家庭でのロボットの操作を実現しようとするものである。あえて自律型ではなく、ある程度の操作を必要とする誰でも利用できるロボットを実現するアイデアは非常に興味深く、実用性も高いと判断した。

8. 開発目標

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の開発を目的とした。開発する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する。

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する(図 1)。

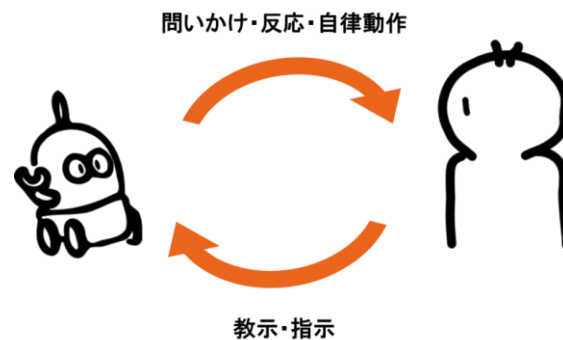


図 1. 対話システムの設計方針

9. 進捗概要

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。

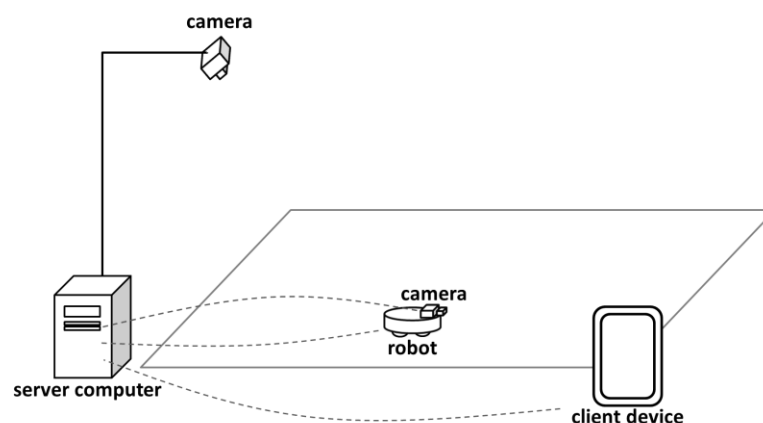


図 2. システム構成

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。

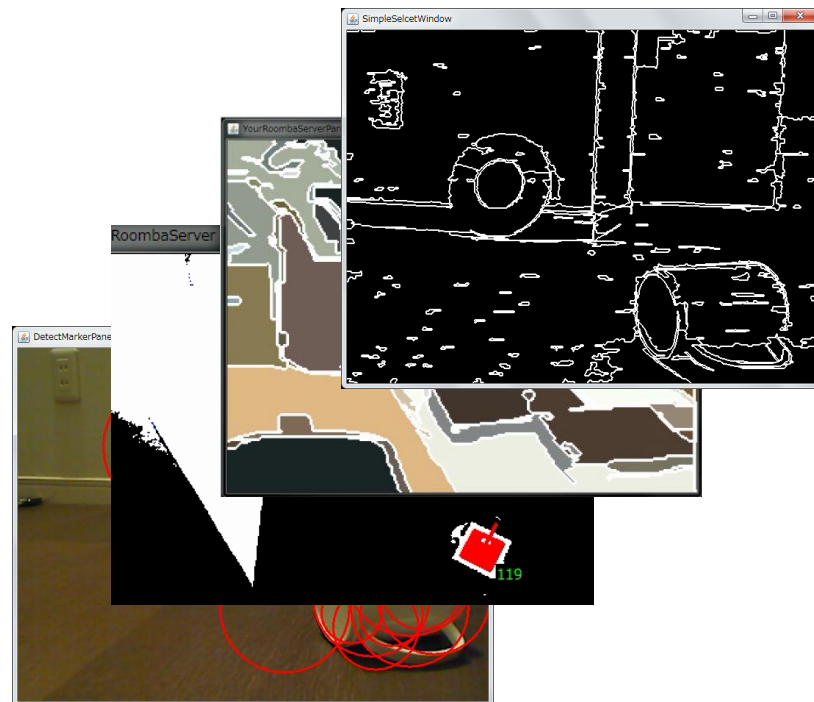


図 3. サーバプログラムの画像処理

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。

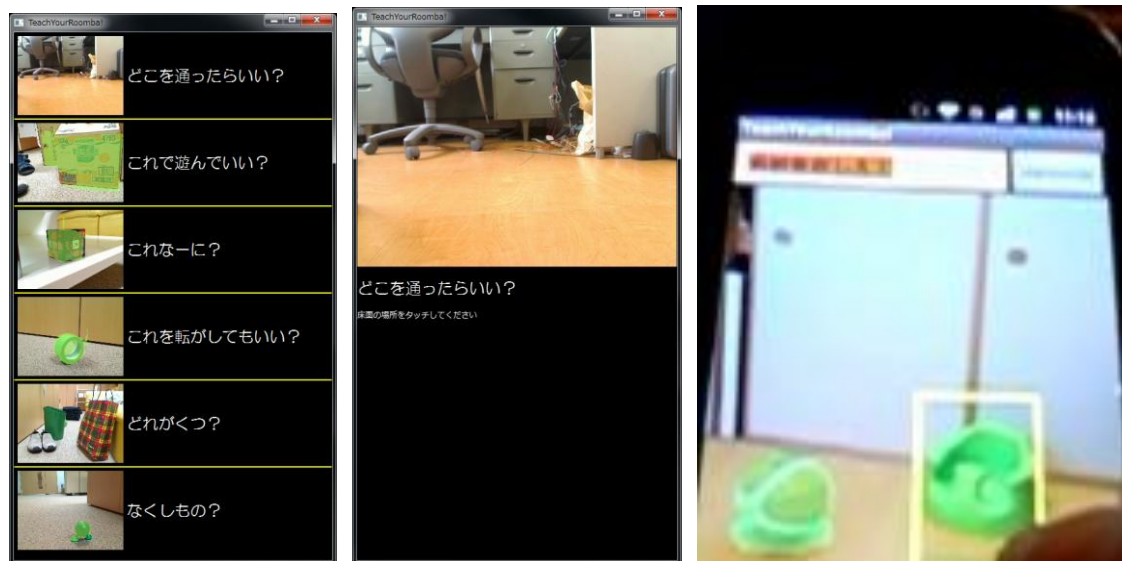


図 4. クライアントプログラムのユーザインタフェース

10. プロジェクト評価

当初の目的は実用的なロボットにペットのような感覚を与える斬新なアイデアであった。しかしながら、実用的な画像処理の難しさや、実用的なロボットを制御することの難しさの壁にぶつかり、なかなか開発を進展させることはできなかった。世の中にある様々な技術を組み合わせれば、より発展したシステムを実現できるというアイデアだったのであるが、複数の実用システムを組み合わせることは容易ではなく、その難しさに直面したことは、本人のシステム開発者としての貴重な経験になったと考える。

11. 今後の課題

今後の課題としては、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・ロボットカメラに定常的に電源を供給する、といったことが挙げられる。また、ロボットメーカー・電機メーカー・ベンチャー企業との協調も必要となる。