

# オペレータブルイメージを用いた家庭向けロボットインタラクション

Domestic robot interaction using the operatable image

○ 八塚 達哉 (立命館大) 正 島田 伸敬 (立命館大)

Tatsuya YATSUDUKA, Ritsumeikan University  
Nobutaka SHIMADA, Ritsumeikan University

Our research group aim to develop an interface which operates intuitively various objects in the real. User's indication is useful in correcting the mistake frequently occurs when extracting automatically object's area. We develop a user interface which is equipped with that function. The interface recognizes of objects in the room by RGB-D sensor and visualizes the result to the user's tablet. User can obtain object's information and control the robot for operation of objects by touching the recognized object region. Here we discuss the interface that a user shares information and interacts with a robot.

**Key Words:** Life Support Robot, Lifelog, InteractiveVision

## 1 はじめに

近年少子高齢化による介護者不足が問題になってきており、高齢者や障害者の日常的な動作を支援するための家庭内サービスロボットが注目されている。家庭内サービスロボットの例としてはユーザの指定した物体を取ってくるロボットが挙げられる。このような動作をロボットが行うためには画像中から指定した物体を認識する必要があるが、ユーザがロボットに取らせたい物体としては飲み物や本といったように様々なパターンが考えられる。このような様々な物体の認識の研究の例として、埼玉大学の福田さんらのユーザとロボットの音声対話を用いた物体認識 [2] がある。しかし、この研究は対話の際に音声を用いるのでユーザは物体の形状や色、材質といったものを言葉に直して物体認識を行うためユーザ側に掛かる負担が大きい。

そこで我々はロボットとユーザが対話を行い易いように、情報共有の仕方には画像を用いた手法を採用し、実世界上の様々な物体を操作するためのインターフェースの開発を目指す。我々はこれらの対話的に物体を操作するためのインターフェースをオペレータブルイメージと定義した。本稿では、ユーザとロボットが情報を共有し対話を行うためのインターフェースシステムを作成したので報告する。

## 2 システムの概要

我々が開発しようとしているインターフェースシステムの構成を図 1 に示す。



Fig.1 システム構成

本システムは、ロボット側に取り付けられた RGB-D センサから取得した深度情報と色情報を用いて物体認識を行い、その物体

認識で得られた結果をユーザの使用しているデバイスに送信・可視化される仕組みになっている。ユーザのデバイスからは可視化された物体認識の結果を基に操作したい物体の選択・アプローチ方法の選択ができるシステムを目指している。また、物体認識が上手く行われていない物体を操作したい場合には、デバイスを用いてユーザから物体の情報を教えてもらうことにより物体認識の手助けができるようになっているので、物体認識に失敗した物体についても操作が行える。他にも、室内監視システムと呼ばれる RGB-D センサが設置されたシーン内で起きた人物と物体に関するイベント (持ち込み・持ち去り・移動など) が検知し、イベントに関わった物体と人物がデータベースに保存されるシステムがある。このシステムともいづればは連携を行い、物体をいつ、誰が持ち込んだ物なのかをデバイス上に表示するようにする。

本稿では上記のシステムのうち物体の認識に失敗した場合に、ユーザから物体に関する情報を取得し物体認識を行うためのインターフェースシステムを開発した。

### 2.1 RGB-D 情報を用いた円柱検出

ユーザが指定した物体をロボットに取らせるには画像中から指定した物体を認識する必要がある。現状は冷蔵庫内から缶やペットボトルなどの飲み物をロボットに取らせることを想定しているので、物体認識の際には円柱形の物体を認識させる。円柱形の検出については Point Cloud Library (PCL) の Segmentation を用いる。この API は RGB-D センサから得られる深度情報と色情報を用いて平面や円柱などを検出することができるので、この API を用いて今回は缶やペットボトルなどの円柱形を検出した。

しかし、この API を用いた円柱形の検出は必ずしも上手くいくとは限らない。例としては、図 2 のような環境が挙げられる。この環境はロボット側から見た場合、ある一つの缶の外見が 9 割ほど隠れている状態になっている。このような環境で円柱形の検出を行った結果を図 4 に示す。図 4 の青やピンクなどで塗りつぶされているそれぞれの色の意味としては、各色の塊一つ一つが円柱形として検出されたそれぞれの物体を表している。この結果から殆ど隠れている物体に関しては認識することが出来ないことがわかる。また、缶やペットボトルなどの物体以外の丸み帯びた領域も円柱形として検出されることがわかる。このように検出が失敗する場合も存在するので物体認識を全て自動で行うのは難しい。そこで、この問題を解決するために、認識に失敗した場合にはユーザから物体に関する情報を取得し物体認識を行うためのインターフェースシステムを開発する必要がある。



Fig.2 環境画像



Fig.3 深度画像



Fig.4 物体検出結果

### 3 オペレータブルイメージのためのインターフェースシステム

人とロボットが情報共有を行うためには、ロボット側から得られた情報をユーザが理解できるように示す必要がある。そこで我々はユーザがロボットとの対話を画像の操作で行えるようなインターフェースシステムを作成した。本研究で作成したインターフェースは、RGB-D センサから取得した環境中の物体を自動で認識された結果をユーザのデバイスに画像で可視化する仕組みになっているので、ユーザは認識された物体領域にタッチなどのアクションを起こすことロボット側に情報を与えるシステムになっている。図5にユーザがロボットとの対話を行うために今回作成したインターフェースシステムを示す。



Fig.5 インターフェースシステム

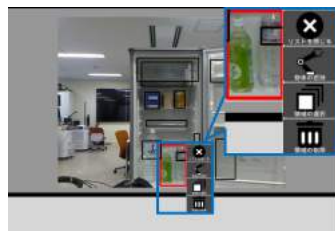


Fig.6 候補領域に対する処理の一覧

図5に表示されている環境画像中の黒色の枠は、物体認識で得られた物体の候補領域を表している。また、ユーザが候補領域内をクリックした場合に行われる動作を図6に示す。図6の環境画像中に描かれている赤色の枠はユーザがクリックして選択した候補領域を表している。また、この選択された候補領域に対して行える処理の一覧が赤色の枠の右横に表示されるようにしている。図6に表示されている処理一覧のアイコンのそれぞれの内容について述べていく。

処理の一覧のうち一番上にある「×のアイコン」は処理の一覧を閉じる動作が行われる。処理の一覧を閉じた場合、インターフェースはユーザが候補領域を選択する前の状態に戻る。

上から二番目の「ロボットアームのアイコン」は候補領域内の物体の3次元座標における重心を求める処理(図9)が行われる。



Fig.7 ユーザが最も好ましいと思う候補領域を選択中



Fig.8 ユーザが最も好ましいと思う候補領域を決定



Fig.9 候補領域内の物体の3次元座標における重心位置

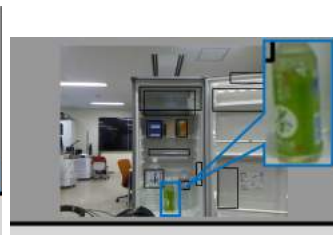


Fig.10 候補領域の削除位置

求めた重心は図9の下部の灰色の領域に表示されるようになっていいる。現在はロボットとの完全な連携が出来ていないため、求めた物体の重心座標にロボットアームの腕を伸ばすという動作は今後の課題になっている。

上から三番目の「レイヤーのアイコン」は候補領域内に対してグラフィック処理を行い、前景として抽出された領域を新たな候補領域としてユーザに提示する(図7)。図7に表示されている候補領域の色の意味については、赤色の線で囲われているカラーの領域が前景として抽出された領域になる。また、黒に近いグレーは背景として抽出された領域を示している。ユーザは「矢印のアイコン」をクリックするか、「候補領域内をスワイプ」するとグラフィック処理で得られた候補領域を見ることが出来る。提示された複数の候補領域から最も好ましいと思う候補領域を選択し右上の「チェックマークアイコン」をクリックすると、その候補領域を新たな候補領域として上書きすることが出来る(図8)。この機能により、候補領域中の前景部分を抽出できるようになったため、背景まで物体として認識されていた問題が解決できるようになる。

一番下の「ゴミ箱のアイコン」は選択された候補領域を削除する処理(図10)になっている。この機能は誤認識された物体領域をデバイス上に表示していてもユーザ側からすると見辛いので、ユーザが任意に物体の候補領域を消せるような機能を追加した。

また、このインターフェースで行える他の動作としてドラッグ機能を用いた候補領域の追加機能がある。ユーザが環境画像中をドラッグするとその軌跡に赤色の線が描かれる(図11)。ユーザは追加したい候補領域を軌跡に描かれる赤色の線で囲うと新たな候補領域として環境画像中に追加される仕組みになっている(図12)。

このような候補領域を追加する機能を用いることにより、ロボット側では認識できなかった物体に関してもロボット側に物体に関する情報を教えることが出来るようになった。

### 4 おわりに

本研究では、人とロボットが情報を共有し、物体認識の手助けをするインターフェースシステムを開発した。これによりユーザの取って欲しい物体の座標を取得できるようになり、物体認識に



Fig.11 候補領域追加中

Fig.12 候補領域追加後

失敗した物体においても、その物体に関する情報をユーザから取得し物体認識が行えるようになった。

今後の課題は、実世界上の様々な物体をデバイス上から操作出来るように、インターフェースシステムの開発を行う。また、室内監視システムとの連携を行い、いつ、誰が持ち込んだ物体なのかをデバイス上に表示するようにする機能の追加を行う。

### References

- [1] 福田 悠人, 小林 貴訓, 久野 義徳. RGB-D カメラを用いたサービスロボットのための対話物体認識. 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, vol.111, no.380, pp. 191-197, 2012-01-12