

論文の内容の要旨

論文題目： 環境への情報付加に基づくサービスロボットの物体操作作業の実現

氏名： 香月 理絵

本論文では、環境へ情報を付加することでサービスロボットに様々な物体操作作業を実現させることを目指す。

家庭・オフィス環境で働くロボット(サービスロボット)が物体操作作業を実現するには、ロボットが環境に存在する様々な物体を認識しそれらの操作方法を獲得する必要がある。しかし、これを可能にするロボットの知能をつくることは現時点では不可能である。本論文では、ロボットが活動する環境に、物体の認識と物体の操作方法の獲得とを補助する情報をロボットの専門家でない人(ユーザー)が付加することで、限られた知能を持つロボットに様々な作業を行わせることを試みる。そのために、環境に付加する情報をどう作成するか という問題を、以下の三点に焦点をあてて論ずる。

(1) 必要な情報は何か

様々な物体の認識を補助する情報として、記憶媒体付きのマークと物体の属性情報(名前など)を考える。ユーザーが作業対象物にマークを貼付し、記憶媒体に属性情報を格納する。ロボットはマークの位置姿勢を計測し物体の属性情報を獲得することで物体を認識する。上記の情報をを用いることで、ユーザーのモデル登録の手間を削減でき、ロボットも様々な物体を認識できる。

一方、物体の操作方法の獲得を補助する情報として、作業時の対象物の動きを考える。この情報も記憶媒体に格納される。ロボットはこの情報と作業時の対象物の配置位置姿勢を用いて、対象物の配置状態に応じた自分の動作をつくり出す。

(2) 情報を格納する媒体は何か

環境内の様々な場所に貼付でき、居住者の生活の邪魔にならず、物体認識と物体の操作方法とを一度に示せる媒体として、Fig. 1 に示すような四つの点と二次元バーコードからなる紙製のマークを提案する。四つの点はマークの位置姿勢を示し、二次元バーコードに格納された ID 番号はデータベースに格納された(1)の情報へのリンクを示す。このマークは作業前にユーザーによって環境中の物体へ貼付される。作業時には、マークはロボットが搭載している CCD カメラにより撮影され、物体の位置姿勢とその操作方法を示す情報に変換される。



Fig. 1 Mark

(3)どのようにして情報を作成するか

(1)で提案した情報のうち、ロボットの専門家でないユーザーにとって作成が難しい情報は作業時の対象物の動きである。そこで、この情報の作成をロボットが補助することを試みる。ロボットはユー

ザーの作業指令を意味論的に解釈し、作業を実行するための対象物の動きの概略を推論する。推論した動きを具体化するために必要な情報をロボットがユーザーに質問しユーザーが答えることで、作業対象物の動作を記述してゆく。

次に、物体操作作業を「状態変化作業」と「搬送作業」の二つに大別し、環境に付加された情報を用いたロボットの動作生成法を提案する。

(i) 状態変化作業の実現

状態変化作業とは、主に可動部と固定部からなる物体の可動部の位置姿勢を変化させる作業である。このとき、可動部と固定部のどちらにマークを貼付するかという問題が生ずるが、マークの貼付位置とそれを用いて作り出されるロボットの動きには相関があるため、これら二つの適切な組み合わせを決定することが重要となる。本論文では、上記二つの対象それぞれの設計法を分類し、その組み合わせを信頼性理論により評価し、適切な組み合わせを求める。Fig. 2に、状態変化作業の一例である蛇口閉め作業をロボットが実現した様子を示す。

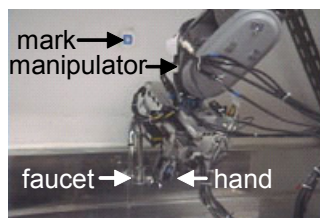


Fig. 2 Realization of turning-off the faucet

(ii) 搬送作業の実現

搬送作業では可動物体全体を搬送するが、家庭・オフィス環境では可動物体の配置場所が定まっていないことが多い。ゆえにロボットは、マークを計測精度の悪い姿勢から観測したり、マークが他の物体に遮蔽されて発見できなかつたりする可能性がある。この二つの問題を解決するために、まず、ユーザーは一つの物体にマークを複数個貼付する。次に、ロボットは発見できたマークの計測値それぞれの標準偏差を推定し、その偏差を重みとした最小二乗法を用いて精度の高い物体の姿勢を算出する。さらに、マークに記載されたロボットハンドの把持姿勢情報を用いたオフラインの把持動作の計画と、近接覚センサから得た障害物の情報を用いたオンラインの把持動作の変更とを組み合わせ、マークの遮蔽にロバストな搬送作業を実現する。Fig. 3に、搬送作業の一例である複数物体の片付け作業をロボットが実現した様子を示す。

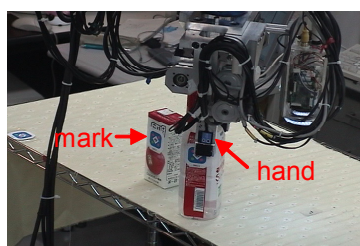


Fig. 3 Realization of transportation task

上記の議論により、ユーザーが環境へ情報を付加することでサービスロボットが様々な物体操作作業を実現できることを示す。