

環境からの助言を用いた移動マニピュレータによる知的動作の実現

-インテリジェントマークとロボット間の相互通信の構築-

岡山大学 佐藤 弘康, 永谷 圭司, 五福 明夫

Realization of Intelligent Motion for Mobile Manipulator using Intelligent Marks

-Construction of Intercommunication Method between Intelligent Marks and Robot-

Hiroyasu SATO, Keiji NAGATANI, and Akio GOFUKU Okayama Univ.

Abstract: Grasping an object using a mobile robot is difficult by current sensor technology. To solve this problem, we propose the supporting robot system named IMS(Intelligent Marks System). This system enables intercommunication between a robot and intelligent marks sticked on objects to obtain it's data to grasp them.

1 はじめに

人間が生活する環境において移動マニピュレータが対象物を探索・把持することは、現在のセンサ技術では、非常に困難である。そこで本研究では、対象物にデバイスを取り付け、このデバイスとロボットが交信を行うことで対象物の識別と位置の確認を行い、さらに獲得した情報をもとに、移動マニピュレータによる対象物の把持・運搬の動作の実現を目指す。

本稿では、上記の動作を可能にするデバイスと、これと交信を行う検出デバイスから成る「インテリジェントマークシステム(Intelligent Mark System,IMS)」を提案し、この詳細を述べる。このシステムは、赤外発光ダイオードと受光素子、および発光ダイオード、CCDカメラを用いた交信を利用し、マークと検出デバイス間の通信を確立する。

2 IMSの概要

インテリジェントマークシステム(IMS)は、ロボットが対象物を発見する際に、ロボットに備えるセンサのみではなく、把持対象物からも情報を発信することで、ロボットの物体認識の補助を行うものである。このシステムを実現することで、ロボットは、単体でセンシングを行うよりも高い環境認識能力が備わると考えられる。

IMSは、インテリジェントマークとマーク検出デバイスから構成される。インテリジェントマークとは、ロボットに情報を提供する小さなデバイスであり、把持対象物に貼付するマークである。一方、マーク検出デバイスは、ロボットに搭載しマークと交信を行う。

Fig.1にIMSを用いてロボットが環境中の物体を認識するイメージを示す。インテリジェントマークは、環境に存在する様々な物体に貼付し、それぞれのマークは識別コー

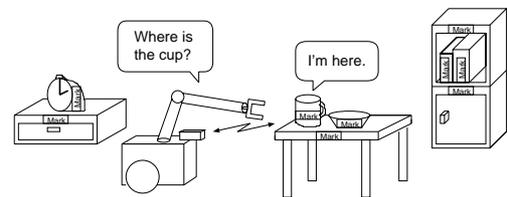


Fig. 1: Surroundings with IMS

ドを記憶している。このマークから発信する情報を、ロボットに搭載したマーク検出デバイスにより獲得し、対象物の認識を行う。また、このマークの情報をもとにして、ロボットは、対象物の位置の確認を行い、マニピュレータによる対象物の把持・運搬動作を行う。ただし、ロボットがマークと交信を行う際、全てのマークが常に情報を発信する必要はない。そこでロボットは、多々ある物体に貼付した任意の識別コードの中から特定のマークだけを呼び出し交信する必要がある。ロボットがマークの位置を獲得した後は、このマークが貼付された対象物を把持するため、把持動作中もマーク画像をトラッキングを行う。

このシステムの特徴としては、マークに備わる発光ダイオードの点灯を利用することで、マークがロボットに対して、物体の位置と同時に識別コードを教示することである。

3 IMSの構成

3.1 インテリジェントマーク

インテリジェントマークは、物体に貼付するため、可能な限り小型である必要がある。現段階では、小型の基板上に受光素子と発光ダイオードをそれぞれ1個ずつ搭載し、小型のコントローラ(PIC)を用いて駆動している。また、どのような位置に物体を配置してもマーク検出デバイスが

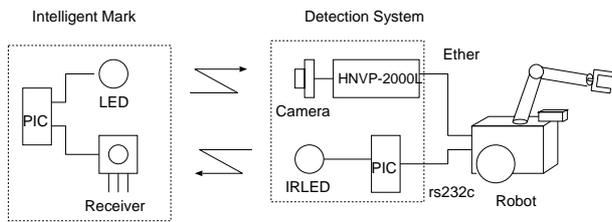


Fig. 2: Organization and connection of device

受信できるように，発光ダイオードは，できる限り指向性の広いものを用いた．

物体の情報はマークが保持しているため，新しい物体が増えても，貼付するマークを追加することにより対応できる．また，各マークのコントローラは，メモリを有するため付加情報を追加することも可能である．

3.2 マーク検出デバイス

マーク検出デバイスは，CCD カメラと画像処理装置，赤外発光ダイオードにより構成する．画像処理装置として本研究では，日立の画像処理 LSI 「SuperVchip」²⁾ を搭載した HNVP-2000L を使用する．これにより，ロボットに搭載している制御系とは独立に，画像処理を行うことができる．赤外発光ダイオードは，指向性の広い特性を持つ素子を利用する．

4 双方向による通信

IMS で用いる通信は，可視光と赤外光を送信波とした光通信方式である．これらの構成と接続を Fig.2 に示す．

マーク検出デバイスは，ロボットと赤外発光ダイオードを制御するコントローラ間を RS232C で接続し，ロボットから赤外発光ダイオードを駆動する．HNVP-2000L は，Ether 接続によりロボットと接続し，画像処理した処理の結果を TCP/IP 通信によりロボットに送信する．

4.1 発光ダイオードと CCD カメラによる通信

マークの発光ダイオードは，CCD カメラの画像を取得する周期 (33[ms]) で点滅を繰り返す．受信器であるマーク検出デバイスの CCD カメラは，発光ダイオードの点滅位置を画像の差分をとることで獲得する．また，マークは，発光ダイオードの点滅するパターンを変更することで，Fig.3 に示すようにマークの識別情報をバイナリ情報のシリアルデータとしても送信する．なお，マークが送信するデータは，フラグシーケンス，データと誤り検出をまとめたフレームを単位とする．

一方，把持動作の際には，マーク検出デバイスは，CCD カメラで得た発光ダイオードの画像をトラッキングすることで，マークを貼付している物体の位置情報を獲得する．

なお，CCD カメラの取り込む間隔が同調できない事態を防ぐため発光ダイオードの周期をフレーム毎に 17[ms] 遅らせることにした．

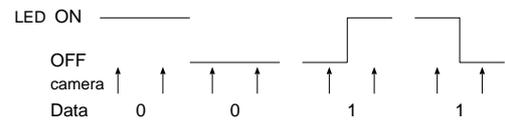


Fig. 3: Binary code of data

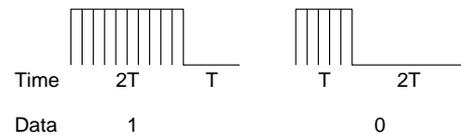


Fig. 4: Pulse coding of data

4.2 赤外発光ダイオードと受光素子による通信

マーク検出デバイスの赤外発光ダイオードは，38[kHz] に変調し，Fig.4 に示すように，時間 T で信号をパルス符号化した上で，マーク検出デバイスの受光素子に情報を送信する．送信する情報は，フラグシーケンスとデータをまとめたフレームを単位とする．マークの受光素子は，一定の間隔で取り込み受信する．

4.3 ロボットとマーク間の相互通信

マークとマーク検出デバイスを Fig.2 に示すように構築し，相互通信の実験を行った．ロボットとマークは，光通信による交信を行うことで，ロボットはマークの画像中の位置を確認し，更にマークからの識別情報を獲得することができた．

5 おわりに

本稿では，ロボットの知的動作を支援することを目的とした IMS を提案し，CCD カメラと発光ダイオードおよび赤外発光ダイオードと受光素子を用いたロボットとマーク間の送受信の手順を決定しマークとマーク検出デバイス間の相互通信を実現した．

今後は，IMS での通信プロトコルにおけるデータ形式と手続きをより詳細に取り決め，相互通信を構築し，移動マニピュレータによる対象物の把持動作の実現を目指す．

謝辞

本研究は，平成 14 年度 科学研究費補助金 (基盤研究 (C)(2) No.14550235) の補助を受けた．

参考文献

- [1] エーアイエム 編 「これでわかったデータキャリア」 1998 年オーム社
- [2] 村松彰二 小林芳樹 大塚裕史 正嶋博 他 「小型システムのための高性能画像処理 LSI "SuperVchip" の開発」 2001 年 画像センシングシンポジウム予稿