



Fig. 11 Snapshots of the rope handling experiment

している。上から順に、紐の追跡、リングの探索、紐の誘導、リングに通ったことの確認、把握動作の確認、フィーダに掛かった紐の位置計測、の各場面を示している。右側の写真は、視覚装置とマンビュレータの配置、リングに通った紐を把持している場面、フィーダの下から紐をつかもうとしている瞬間、紐を結ぶために紐を引き出している場面をそれぞれ示している。

作業に要した時間は全体で約8分である。この時間の内、ミニコン上のプロセス切替とプロセス間通信、画像処理過程の表示、LISPのごみ集め(GC)にかかる時間が無視できない部分をしめている。

5. おわりに

視覚情報を利用して動作を修正し、動作結果を基に注視する領域を制御し動作確認をするという視覚・行動系の協調動作の実現法を解析し、紐のハンドリング実験について述べた。

視覚と行動系の協調動作実験のための手法として、スキャン・ライン上の特徴抽出、両眼立体視、ハンド・アイ・キャリブレーション、ハンドの位置を利用した動作の確認、ビジュアル・フィードバック制御による対象の誘導法について述べた。

局所処理を行なう視覚機能と自動キャリブレーション機能を有するハンド・アイ・システムにより視覚・行動系間の相互のフィードバック制御を行なえば、柔軟な紐をリングに通して結ぶという操作ができることを実験により確認した。

動作修正時の目標空間の指定方法、注視領域の制御方法、および作業内容の記述方法の一般化が今後の課題である。

謝 辞

実験に用いたシステム(COS

MOS) は昭和 58 年までに東京大学工学部機械工学科井上研究室で開発されてきたものである。COSMOS プロジェクトに貢献された諸氏に深く感謝する。特に、Lisp の処理系を作成し各サブシステムの統合を実現された電子技術総合研究所の小笠原司氏、視覚システムの基礎を作成された同所松井俊浩氏にあらためて謝意を表す。

参考文献

- 1) 石井 優, 長田 正, 永山一行, 三上芳夫, "HAND-EYEシステムの研究(Ⅰ)", 電子技術総合研究所集報, 第38巻, 第10号, pp.587-606, 1974
- 2) Y. G. Barraquand, 稲葉雅幸, 井上博允, "An Experiment with Hand Eye System", 第2回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.145-148
- 3) R. O. Duda, and P. E. Hart, "Pattern Classification and Scene Analysis", John Wiley & Sons, 1973
- 4) 稲葉雅幸, 井上博允, "ハンド・アイ・システムにおける自動キャリブレーション", 第22回 SICE 学術講演

会予稿集 pp.593-594, 1983

- 5) 稲葉雅幸, 井上博允, "ハンド・アイ・システムにおけるラン・タイム・キャリブレーション", 第23回 SICE 学術講演会予稿集, pp.353-354, 1984
- 6) 稲葉雅幸, 井上博允, "ハンド・アイ・システムにおける動作の監視と制御", 第22回 SICE 学術講演会予稿集, pp.595-596, 1983
- 7) 白井良明, 井上博允, "ビジュアル・フィードバックを利用したロボットの組み合わせ作業", 電子技術総合研究所集報, 第35巻, 第3号, pp.587-606, 1974
- 8) H. Inoue, T. Ogasawara, O. Shiroshita, and O. Naito, "Design and Implementation of High level Robot Language", Proceedings of 11th International Symposium on Industrial Robots, Tokyo, 1981
- 9) 小笠原司, 井上博允, "知能ロボット・プログラミングシステム COSMOS", 日本ロボット学会誌, 第2巻, 第6号, pp.507-525, 1984
- 10) 稲葉雅幸, 井上博允, "知能ロボットプロトタイプ COSMOS の視覚システム", 第1回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.31-32, 1983



稲葉雅幸 (Masayuki INABA)

昭和33年5月23日生まれ。56年3月東京大学工学部機械工学科卒業。58年3月同大学院工学系研究科情報工学専門課程修士課程修了。現在、同博士課程に在学、視覚を有するロボットの研究中。

(日本ロボット学会学生会員)



井上博允 (Hirochika INOUE)

昭和17年7月5日生まれ。40年東京大学工学部産業機械工学科卒業。45年同大学博士課程修了, 工学博士。45年電子技術総合研究所入所。53年4月より同大学助教授工学部機械工学科。現在, 同教授。知能ロボット総合システムの研究中。日本機械学会, 情報処理学会, 電子通信学会, 計測自動制御学会, IEE E, ACM の会員。

(日本ロボット学会正会員)

Hand Eye Coordination in Rope Handling*

Masayuki INABA** Hirochika INOUE***

ABSTRACT

Visual information is necessary for a robot to manipulate flexible objects like ropes. Direct visual feedback and verification in three dimensional space are the keys to perform successful manipulation of flexible objects.

In this paper the important points of hand eye coordination are discussed and a rope handling experiment is described. Automatic calibration, visual verification at grasping operation, and visual feedback for guiding a object are described. The hand eye system consists of robot vision system, a general purpose manipulator, and Lisp system. Main visual functions are local image processing along a linear region and stereo vision. The experiment involves task performance such as rope-into-ring and tying a rope. Coordinating general purpose arm with stereo vision, our robot succeeds in manipulating a flexible rope.

Key words : Hand eye system, Robot vision, Stereo vision, Calibration, Visual feedback

* Received July 11, 1985 ** Tokyo Graduate School, University of Tokyo *** University of Tokyo