

4 眼式立体映像システムの映像環境とその評価

5 B-7

江淵和久 志堂寺和則 野瀬康弘 石川雅士 井上和義 松永勝也

九州大学大学院システム情報科学研究科

1. はじめに

現在使用されている立体視装置（以下2眼式と呼ぶ）下の遠隔操作の作業効率は、直視作業に比較し、かなり悪いことが報告されている¹⁾。一方、作業効率を高くするには、広写角でかつ高解像度の映像が必要であると報告されている²⁾。そこで我々は中心に高解像度部分を持つ広写角立体映像装置（4眼式立体映像システム、以下4眼式と呼ぶ）を開発した³⁾。また、本システムを使用すると従来システムよりも作業効率を向上させることができることも実験的に明らかにした³⁾。

4眼式が2眼式よりも作業効率が優れている理由として、ひとつに4眼式は高精細部分を持つために2眼式よりも奥行き認識精度が高いのではないかと考えられる。そこで本研究では、4眼式と2眼式を用いた場合のそれぞれの奥行き弁別感度を測定した。さらに、4眼式立体映像システムが持つ広視野領域の有用性を評価した。

2. 実験

2-1. 実験1: 奥行き弁別感度の測定

2眼式と4眼式の映像システムを用いた場合の奥行き弁別感度の測定を行い、両者で比較した。

2-1-1. 実験方法

実験に使用した立体ディスプレイシステムは、映像提示部の鏡を着脱することで4眼式と2眼式を切替えることができるものであった。固定した2本の棒（固定棒）とその間に位置する1本の可動棒（移動棒）の奥行きが等しく見える位置を各システム下で測定した（図1参照）。被験者が棒の上端や下端の映像に基づく絵画的情報を用いて奥行きを判断す

The picture environment of The Q stereoscopic video system and the evaluation of it.

Kazuhiisa Ebuchi, Kazunori Shidoji, Yasuhiro Nose, Masashi Ishikawa, Kazuyoshi Inoue and Katsuya Matsunaga.
Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

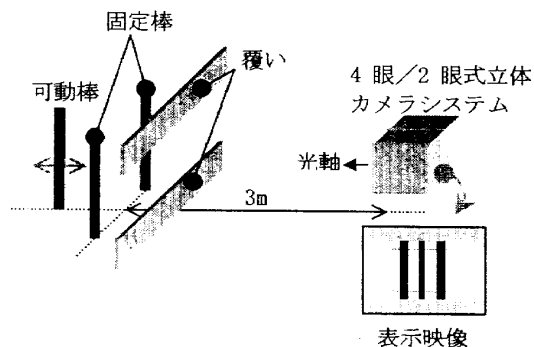


図1. 3棒式奥行き弁別閾値測定

ることを防ぐため、3つの棒の上端下端を隠す覆いを設けた。被験者の見る映像を図1右下に例示した。移動棒は実験者が徐々に移動させ、被験者が2本の固定棒と同じ距離に見えると判断したとき移動を停止した。一度停止させた後も、被験者は実験者に移動棒の位置を前後に動かすよう指示することができ、被験者がこれによいとの意志表示をした時点で移動棒と固定棒の位置のずれ値を測定した。被験者は視力健常な22~56歳の成人男女12名で、それぞれ2眼式と4眼式の両システムで10回ずつ試行した。また、慣れの影響を軽減するため、6名を2眼式、4眼式の順に、残り6名を4眼式、2眼式の順に試行させた。

さらに、映像システム下での実験終了後、カメラ位置から直視した場合の奥行き判断実験（被験者10名、映像システムによる実験経験者8名、試行回数10回）も実施した。

2-1-2. 実験結果

図2に1試行あたりのずれ値の平均値を示す。

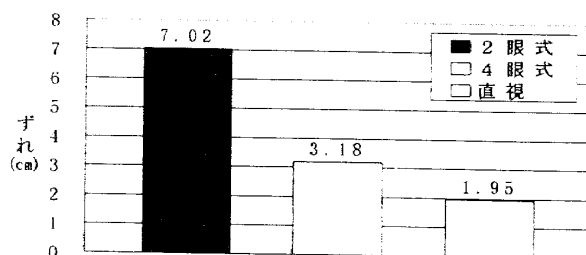


図2. ずれ値

直視は被験者数10名で、うち2眼式4眼式での試行を行っていない者を含む。

4眼式システムによる奥行き弁別閾値は、2眼式システムと比べて有意に小さかった ($F(1, 11)=9.77, p<.01$)。さらに直視作業と4眼式による作業を、視覚情報（被験者数の異なる被験者間）と試行回数（被験者内）の2要因分散分析により比較したところ、4眼式と直視作業との間に有意な差は見られなかった。今回の実験環境では、4眼式と直視とで奥行き弁別閾に差はないといえる。

2-2. 実験2: 広視野映像の有無による作業時間

4眼式による作業と、4眼式における広画角ディスプレイを用いない（広視野映像なし、以下2眼狭写角と呼ぶ）作業での作業時間を測定し、両者の比較を行なった。

2-2-1. 実験方法

マスター・スレーブ型ロボットを用い、ピック・アンド・プレイス作業を行なわせ（図3参照）、カメラの撮影方向は頭の向きと同期して動かすことができた。スレーブのアームは5自由度の垂直多関節型で、2本のフィンガー（グリップ）間の距離は5cmであった。マスターの操作アームは、スレーブ・アームと相似形状であった。運搬する作業対象には

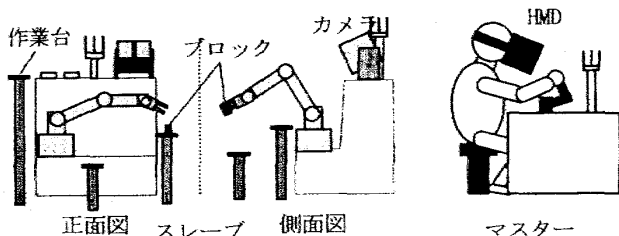


図3. マスター・スレーブ型ロボットによるピック・アンド・プレイス作業

直径4cm、高さ5cmの円筒ブロックを用いた。円筒ブロックを載せる台として、カメラから約80cmの位置にそれぞれ俯角0度、15度、30度となるように高さの異なる3つの台を設置した。台の配置、ブロックの初期位置、移動先の組み合わせを12通り用意した。被験者にはどの台にブロックを移動させるかだけを各試行の直前に口頭で指示した。また、各試行間において実験者が準備を行なっている間は目を閉じてもらった。ロボットのアームは所定の位置（初期位置）に置かれており、作業開始から作業を終え初期位置に戻すまでを1試行とし、作業時間

を測定した。

学習による作業効率の向上を考慮し、4眼式映像下で作業を行なう被験者を5名、2眼狭写角映像下で作業を行なう被験者を5名と分けた。いずれも視力健常な22~56歳の成人男女であった。

2-2-2. 実験結果

図4に平均作業時間の変化を示す。

4眼式による作業は2眼狭写角による作業に比べて、作業時間は有意に短かった ($F(1, 8)=6.26, p<.05$)。

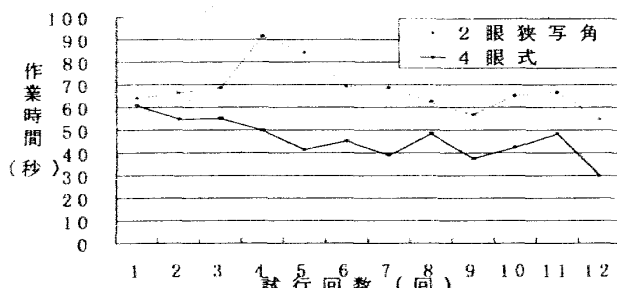


図4. 平均作業時間の変化

また、試行開始から対象を掴むまでの時間 ($F(1, 8)=6.39, p<.05$, 有意), 対象を掴んでから移動先に移動するまでの時間 ($F(1, 8)=4.99, p<.1$, 傾向) は、いずれも4眼式は2眼狭写角に比べて短いものとなった。ブロックを台に移動し終えてからアームを初期位置に戻すまでの時間は、両者に差は見られなかった ($F(1, 8)=0.017, n. s.$)。

3. 考察とまとめ

以上の結果より、4眼式システムは高解像度領域を持っているために従来システムよりも奥行き弁別感度が高いと考えられる。作業対象が散在し、その位置を探さねばならないような作業現場において、広い視野を持つ4眼式システムは従来システムよりも作業効率が高いといえる。

本研究により、4眼式立体映像システムの高解像度領域、広視野領域の有用性が示された。

参考文献

- 1) 松永勝也: 遠隔操縦機器の映像環境と操作環境. 九州技報, No. 17, pp. 43-48, 1995.
- 2) 野瀬康弘, 松永勝也, 志堂寺和則, 江瀬和久, 伊藤大輔, 井上朋紀: 4眼式立体映像システムの開発とその評価. 情報処理学会第55回大会講演論文集, 1997.
- 3) 江瀬和久, 松永勝也, 志堂寺和則, 野瀬康弘, 伊藤大輔, 井上朋紀: 高解像度の部分を持つ広画角立体映像装置の遠隔操縦システムにおける評価. 情報処理学会第55回大会講演論文集, 1997.