

4 眼式立体映像システムの開発とその評価

4 A B - 9 野瀬康弘 松永勝也 志堂寺和則 伊藤大輔 井上朋紀 江淵和久

九州大学大学院システム情報科学研究科

1 はじめに

火砕流や地滑りなどの災害現場において、危険であっても災害の拡大を防止するための作業が要求される場合がある。このような場合には、作業機械のみを危険な災害現場に置き、人が離れた場所から操作すれば、安全に防災作業を行うことができる。

本稿では、我々の開発した立体映像システムについて報告する。このシステムは従来型よりも映像空間を操作者により良く提示することができ、作業効率を高めることができた。

2 従来型の立体映像システムの問題点

遠隔地にあるロボットを人が操作し、作業を行う場合、作業空間の情報はビデオ装置により操作者に与えるのが普通である。この場合、奥行き方向の情報を与えるために、両眼視差を利用した立体映像システムを使用することが多い。

しかし、松永の研究によると、立体映像下での作業時間は、直視下での作業時間に比較し、かなり長い¹⁾。その原因の一つは、映像装置の解像度が人の視覚の解像度よりも低いためであろうと報告されている²⁾。

健常な人間の場合、中心視(中心窩)領域での両眼視差の知覚閾値は約15秒(視角度)である。NTSC方式の映像装置において、仮にビデオカメラの画角を30度、映像装置全体の有効走査線数を400本とすると、2本の走査線により表示される画角は約2769秒となる。これは、人間の両眼視差の閾値の約184倍となる。たとえ、HDTV規格の映像装置を用いても、解像度は2倍程度に改善されるにすぎない。

遠隔操縦において効率の良い作業を行う為には、

詳細な3次元構造の復元と作業空間内の物体の位置関係の認識が必要である。長い焦点距離のレンズを使用して画角を狭くすると、ある物体に対する解像度は高くなり、より細かく3次元構造を復元できる。また、短い焦点距離のレンズを使用して画角を広げると、広範囲な空間を撮影でき、容易に作業空間内の物体の位置関係を認識することができる。ズームレンズ付きの立体カメラを使うと、この相反する2つの要求を満たすことができる。しかし、この装置のズーム機能を用いた場合、固定画角のビデオカメラによる立体映像下の作業効率よりも低いことが分かっている³⁾。狭画角映像と広画角映像とでは、画面上での物体の大きさが異なるため、手(足など)による操作量と画面での移動量の関係を、画角を変化させる毎に修正する必要が生じる。このことが作業効率を下げているものと思われる。

3 4眼式立体映像システム

人の視覚は、広い視野を持ちながら細かい空間構造の認識も可能である。ただし、解像度が高いのは中心視領域のみである。したがって、映像装置においても、人が中心視する領域のみの解像度を高くすればよいこととなる。そこで、人の視覚特性を考慮して、広画角の映像装置において、その映像の一部が高解像度であるような立体映像システム(4眼式立体映像システム)を開発した。

3.1 映像撮影部

映像撮影部(図1上部)は、片眼用の映像を撮影するために、広画角ビデオカメラと狭画角ビデオカメラ1台ずつを組み合わせ1組とした。両眼の映像を撮影するため、この組が2つあり、合計4台のカメラで立体カメラを構成した。広画角ビデオカメラと狭画角ビデオカメラはビームスプリッタを用い光軸を一致するように組み合わせた。

Development and Evaluation of a New Stereoscopic (Q Stereoscopic) Display System.

Yasuhiro Nose, Katsuya Matsunaga, Kazunori Shidoji, Daisuke Itoh, Tomonori Inoue and Kazuhisa Ebuchi

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

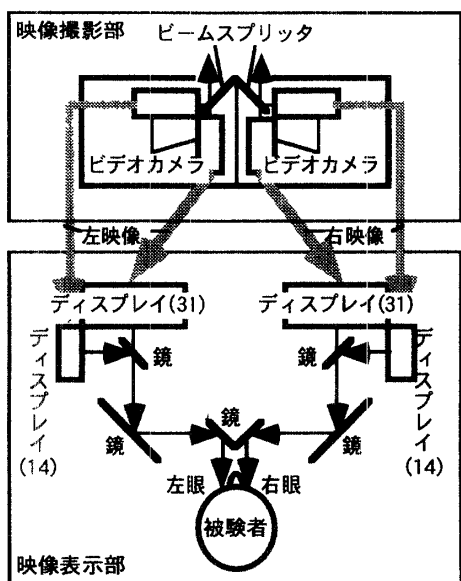


図 1 4 眼式立体映像システムの模式図

3.2 映像表示部

映像表示部(図 1 下部)は、4 台の表示装置から構成されている。広画角映像表示装置として 31inch ディスプレイを 2 台、狭画角(高解像度)映像表示装置として 14inch ディスプレイを 2 台用いた。図 1 に示すように、31inch ディスプレイと 14inch ディスプレイはブラウン管面が直角になるようにし、鏡をディスプレイ面に対し 45 度の角度で配置することで、広画角映像の中心領域に狭画角映像が重なるようにした。また、この重ね合わせた映像は、ビデオカメラのズーム機能を用いて狭画角映像の大きさを調節することにより、広画角映像と狭画角映像とが連続した 1 枚の映像として見えるように調整した。この映像を複合画像と呼ぶ。複合画像の概念図を図 2 に示す。複合画像の広画角映像とその中心領域の狭画角映像は、共に NTSC 規格であるため、走査線数は同じである。故に、狭画角映像の解像度は周辺の広画角映像よりも高くなり、映像全体としては広画角で、その中心領域は高解像度な映像を表示することができる。

左右眼用の複合画像をそれぞれの目で別々に観察し、立体視できるように表示装置を組み合わせ、立体映像表示システムを構成した。

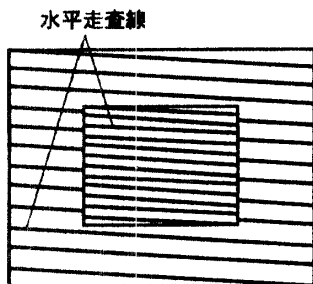


図 2 複合画面の概念図

4 システムの評価実験

今回我々が開発した 4 眼式立体映像システムにおいて、狭画角映像部は広画角映像部の約 2.2 倍の解像度を持つ。このシステムの評価を行うために従来型の 2 眼式立体映像システムとの簡単な遠隔作業による比較実験を行った。実験では、ポインティング作業を両立体映像システム下で行い、その作業時間を測定した。図 3 からわかるように、2 眼式立体映像システム下と比較し、4 眼式立体映像システムの方が作業時間が短かった。

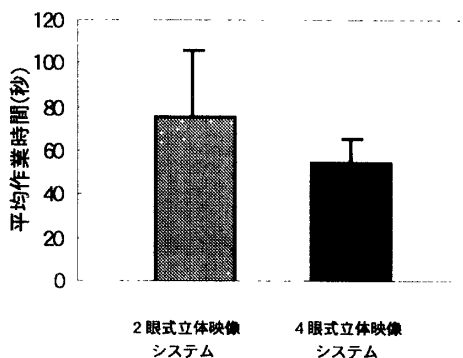


図 3 2 眼式立体映像システムと 4 眼式立体映像システムにおける平均作業時間

5 おわりに

今回の評価実験において、我々が開発した 4 眼式立体映像システムの方が従来の 2 眼式立体映像システムに比べて作業時間が短いことが分かった。また、被験者から、中心領域の映像が見易くて作業しやすかったとの感想が得られた。これらのことから、4 眼式立体映像システムの遠隔作業における優位性が示されたといえる。今後、更に詳しい実験を行っていきたいと考えている。

付記

本研究は、平成 8、9 年度文部省科学研究費補助金重点領域(人工現実感:No.09220215; 研究代表者 松永勝也)の助成を受けた。

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.