

20分の立体視負荷)に疲労と学習の両方向の過程が同時に進行したためであろう。循環系, 内分泌系の変化を併せて考えた場合, 短期的には種々の生体調節系で適応変化が同時に進行し, またそのために生体調節系相互の関係も変化する。長期的にはこれらの変化に応じて可塑的な変化, 即ち学習や環境への適応が起こる。これらの変化の総合が医学的評価に反映されると考えられる。現在のところ, 短期的な評価が中心であるので, さらに今後の研究を進めることが必要である。

参 考 文 献

- 1) 原 直人, 高木峰夫, 板東武彦, 小山田浩, 大西志保, 日下部正宏: 二面式液晶表示装置使用前・後の視機能比較, 視覚の科学, 14(2): 82~87, 1993.
- 2) 原 直人, 鶴飼一彦, 石川 哲, 高木峰夫, 板東武彦, 小山田浩: ヘッドマウントディスプレイの数時間連続使用による屈折・調節・輻輳機能の変化, 日本眼科学会雑誌 100(7): 535~540, 1996.
- 3) Hasebe, H., Oyamada, H., Ukai, K., Toda, H. and Bando, T.: Changes in oculomotor func-

tions before and after loading of a 3-D visually-guided task by using a head-mounted display, Ergonomics, 39: 1330~1343, 1996.

- 4) 板東武彦, 長谷部日, 小山田浩, 戸田春男, 鶴飼一彦: 眼球運動機能を指標とした HMD 評価の試み, 仮想現実環境評価への第一歩, VISION 7: 131~136, 1995.

司会 どうもありがとうございました。仮想現実空間とか石井先生にお話いただく立体視などは, 次世代のマルチメディアを考える上でもっとも興味深い道具ですので, 後でまとめてディスカッションをさせて頂きたいと思います。なお, お知らせを申し上げますが, 今日のシンポジウムは伊藤忠テクノサイエンスと鈴商に技術協力をお願いしてあります。特に伊藤忠テクノサイエンスには廊下に X 線や MRI の画像を表示するマルチメディア装置のデモをやっていたいております。今日のシンポジウムは5時で終わる予定でございますが, その後30分ほどデモをやって頂いてご質問をお受けするというスケジュールになっています。では, 続きまして石井先生, お願いいたします。

3) 立体映像応用技術

—ステレオビジョンにおける空間歪低減の一方法—

新潟大学大学院自然科学研究科 石 井 郁 夫

Application Techniques of Stereoscopic Images
—An Elimination Method of Spatial Distortions
in Stereoscopic Vision System—

Ikuo ISHII

Graduate School of Science and Technology, Niigata University

Stereoscopic images are useful for understanding the spatial construction in medical images. It is necessary to reconstruct the distortionless image space for correct understanding of spatial construction. For stereoscopic display, it is necessary to

Reprint requests to: Ikuo ISHII, Graduate School of Science and Technology, Niigata University Igarashi, Niigata City, 950-2181, JAPAN.

別刷請求先:
〒950-2181 新潟市五十嵐2の町8050
新潟大学大学院自然科学研究科
石井郁夫

reconstruct the visual space congruent with the taken space by stereoscopic camera. In field-sequential stereoscopic display, it is difficult to reconstruct distortionless space because we cannot keep the fixed geometric relation between screen and eyes. In this paper, a displaying method of stereoscopic images using virtual screens united with observer's eyes for elimination of spatial distortions are described. By measuring the relative positions of observers eyes and display screen, and doing the perspective projection of virtual screen images to display screen using 3D computer graphics functions, the congruent space with the taken space by stereoscopic camera can be always reconstructed.

Key words: stereoscopic vision system, spatial distortions, measuring of viewing points, virtual screen
ステレオビジョン, 空間歪み, 視点計測, 仮想スクリーン

1. はじめに

両眼視差を利用した立体映像（ステレオ映像）技術はステレオ作画技術（1600年代）に端を発する古い技術である。しかし、単眼映像の広範な用途に比べて、立体映像は娯楽観賞用以外の用途には殆ど利用されていない。多くのシーンでは人間の豊富な経験と知識により単眼映像でも空間把握が可能であり、立体映像の必要性を感じないからである。最近、医療画像や科学用可視化映像などで経験したことのない形状や空間構成を扱う場合、あるいは人工現実感や遠隔操作における画像世界の中の作業など、正確な形状や位置関係の把握のために立体映像の活用が期待できる用途が見られるようになってきた。

従来の娯楽用立体映像では表示される空間歪に対する関心が薄かった。劇場などで多数の観察者を対象とする場合、空間歪に対する対策が困難であったことも事実である。しかし、医療診断や空間操作で誤判断や誤操作を回避するには、実空間と合同な空間再現が要求される。これらの用途ではCRTのような小型表示装置で単一観察者を対象にすることが多く、劇場用より空間歪軽減対策を取り易いと考えられる。

本報では、医療診断や空間操作に用いる立体映像の空間歪低減法として、視点とスクリーンの相対位置が変化しても常に正しい空間表示を行う画像表示制御方式を提案する。

2. 空間歪の発生原因

適切な設定でスクリーンに表示されたステレオ映像に対して空間が正しく見える観察位置は1箇所しかない。しかし一般にスクリーンと観察点の相対位置を一定に保

つには、覗き穴を設ける方法以外に適当な方法がない。任意の位置で正しい立体像の観察が可能な方法の実現が望まれる。

図1に実空間と合同な空間表示を行う方法を示す。2台のカメラ C_L, C_R を観察者の両眼間隔 d と同じ間隔で注視点に対応した輻輳角で配置して撮影し、画像面 I_L, I_R に画像を生成する。物体上の点 A, B, C, D は画像面上のそれぞれ A', B', C', D' に映り込む。観察時には画像面の像のカメラ視点に関する透視投影をスクリーンに対して行う。点 A, B, C, D はスクリーン上の A'', B'', C'', D'' へ投影される。これらをカメラと同じ位置に両眼 E_L, E_R を置いて観察すると、物体と同じ位置にその物体の立体映像が見える。原理は簡単であるが、一般のテレビや映画などでは映像面の像をスクリーンへ単に拡大投影する機能しかないので、図のように映像面とスクリーンが平行でない場合にどのような方法で A'', B'', C'', D'' の位置に正しく投影するかが問題である。仮に正しく投影されたとしても、 E_L, E_R とは異なる位置 E_L', E_R' で観察すると、本来の位置とは異なる位置に歪んだ像が見えることは明らかである。

3. 空間歪の除去方法

図1のように映像面と平行な2枚の仮想スクリーンを置くことによって、視点が E_L', E_R' にあっても実空間と合同な空間を再構成することができる。仮想スクリーンは実体がないため、仮想スクリーン上の点 a', b', c', d' を実スクリーン a'', b'', c'', d'' に対応させる方法で実スクリーン上に像を生成する。仮想スクリーンは視点の移動にしたがって一定の関係を保って移動する。仮想スクリーンは視点 E_L', E_R' からの距離に応

じて投影像が正しくスケージングされていれば任意の距離に置くことができる。

この空間歪除去法を実現するには、視点位置を計測しその位置に対応した a'' , b'' , c'' , d'' に相当する透視投影演算を実スクリーン上の全画素について実時間で実行する必要がある。

4. 実 装

4.1 視点計測法

上記の空間歪除去法をグラフィックス・ワークステーション (SGI O2) 上に実装した。液晶シャッターめがね方式で立体映像を観察する。視点計測のため液晶シャッターめがねに正方形マーカーを取り付ける。マーカーは幅 5 mm の白の縁取りのある一辺 6 cm の黒の正方形とした。このマーカーを CRT の上部に置いた GWS 付属のカメラ (O2 cam) で撮影し画像中からマーカーの形状を抽出してスクリーンに対する観察者頭部の位置・姿勢を求める¹⁾。計測精度はカメラとマーカー間の距離 50cm で位置、角度の標準偏差がそれぞれ 1 mm 以内、 1° 以内、平均計測時間 33 mS が得られた。

4.2 透視投影法²⁾

計測された視点位置に対応した仮想スクリーン上の像を実スクリーン上に透視投影するために、3次元コンピュータグラフィックスのテクスチャマッピング機能を活用した。テクスチャマッピングとは、仮想の物体の表面に模様を貼付け、そのスクリーン投影像を求める技術である。仮想スクリーンを空間中の長方形の平板、表示する両眼

の映像をテクスチャと考えて、実スクリーン上の平板の投影像に映像を貼り付ける。平板の任意の大きさや傾きに対応した貼付けが可能である。GWS にはハードウェアによるテクスチャマッピング処理機能があり、 1280×1024 の解像度で毎秒 4 回の視点位置に対応したステレオ像の更新が可能であった。なお、実装した GWS 付属のソフトウェアでは、カメラから入力したステレオ映像をマッピングデータとして登録する処理に約 4 秒を要するので、カメラからの映像を動画像として処理することは困難であった。今後マッピングデータの高速登録処理ソフトウェアを開発する必要がある。

4.3 表示制御法

当初、眼球が頭部に固定されて一体で動くという設定で表示制御を行ったが、表示像の位置が安定しないという現象が現れた。人間は表示空間上の 1 点を注視しながら頭部の姿勢を変更できるので、頭部の姿勢計測だけでは視線を決定できないことに起因する。視線を計測する方法はあるが、計測システムが大きくなり、かつ拘束感も強くなって実用的ではない。そこで両眼焦点を結ぶ直線の中点を原点、その直線を X 軸、顔面上下方向を Y 軸、視線方向を Z 軸とする視点座標系を設定し、計測結果よりこの座標系の位置と姿勢を求める。得られた姿勢のうち X 軸、Y 軸まわりの回転を無視し、常に視線が画面中央を向いているという設定で表示する。Z 軸まわりの回転は表示に直接反映させる。この方法で安定な表示像が得られるようになった。

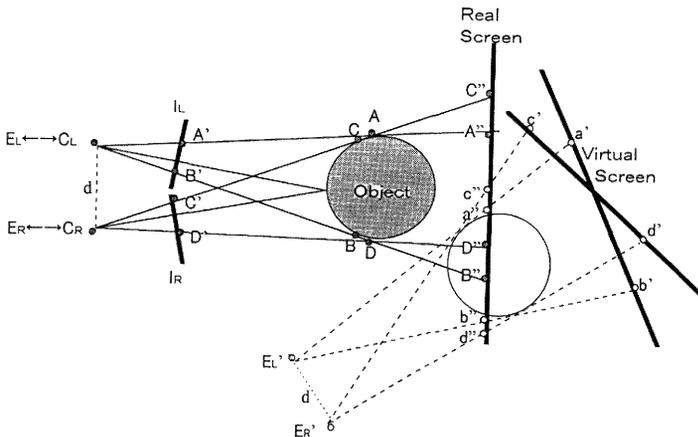


Fig 1 An elimination method of spatial distortions in stereoscopic display using virtual screen

5. 空間スケーリング

上述の方法で実空間と合同な空間の再構成が可能になったが、空間のスケーリングも可能である。図1において撮影時と観察時で変更可能なパラメータは左右の視点間隔のみである。ステレオカメラの間隔 d 、観察時の両眼間隔 d' とすれば、 d' 側の空間が相似比 d'/d で等方的にスケーリングできる。内視鏡下のような微小空間作業を立体視で行う場合などに有効と考えられる。

6. ま と め

ステレオカメラで撮影した立体映像の表示時の空間歪の除去法として、観察者の両眼位置と一定の位置関係で連動して動く仮想スクリーンを用いる方法を述べた。撮影した映像を撮影時の映像面と平行な2枚の仮想スクリーンのテクスチャデータとして登録しておき、観察者視点の実スクリーンとの相対位置を計測し、得られた視点に対する透視投影像を実スクリーン上に求める。視点位置計測に正方形マーカの画像計測を、仮想スクリーン上の映像の透視投影処理に3Dコンピュータグラフィックスのテクスチャマッピング機能を用いた。仮想スクリーンに登録した映像に対して、毎秒4フレーム程度の速度で画像更新ができた。現状では入力映像のテクスチャデータ登録処理に4秒程度を要するので、登録処理の高速化

が必要である。

参 考 文 献

- 1) 高橋, 石井, 牧野, 中静: “人工現実感インタフェースのための単眼画像からのマーカの位置と姿勢の計測”, 電子情報通信学会論文誌 A, J 79-A, 3, pp.804 ~ 812 (1996)
- 2) 沢井, 石井, 高橋, 牧野: “時分割ステレオビジョンにおける像の歪の除去方法について”, 電子情報通信学会技術報告, IE 97~72, pp.7 ~ 12, 1997.

司会 ありがとうございます。先ほど申しましたように立体表示は面白いテーマでございますので、後程ディスカッションさせて頂きたいと思います。続いて吉原先生ですが、先生のご略歴を簡単に述べさせて頂きます。先生は、1973年に大阪大学基礎工学部合成化学科をご卒業になられまして、1984年に宮崎医科大学の大学院をご卒業され、その後、宮崎医科大学の第2外科にお勤めになりました。1995年には、宮崎医科大学の医療情報部教授にご就任になっています。先生は医療情報学会の理事等々多くの要職をおつとめになっています。ご専門は人工知能、データベースなどですが、あまり長いご紹介よりは先生のお話を直接お聞きした方がよろしいかと存じます。では先生よろしくお願いたします。

4) インターネット技術を使った電子カルテ

宮崎医科大学附属病院医療情報部 吉原博幸

Electronic Health Record developed by the Internet technology

Hiroyuki YOSHIHARA

*Department of Medical Informatics,
Miyazaki Medical College Hospital*

Installation of the order entry system had been done in the college hospital. However, Installation of the order entry system has just begun in middle sized hospitals.

Reprint requests to: Hiroyuki YOSHIHARA
5200Kihara, Kiyotake-cho, Miyazaki-gun,
Miyazaki 889-16, Japan.

別刷請求先: 〒889-16 宮崎郡清武町木原5200
宮崎医科大学附属病院医療情報部 吉原博幸