

1 A A - 6

# 透過型 HMD と CRT の併用による 重畳表示環境の有効性の一検討

大隈隆史 竹村治雄 岩佐英彦 片山喜章 横矢直和

奈良先端科学技術大学院大学

## 1 はじめに

World Wide Web の急速な普及や電子図書館の実現など、計算機上で利用できる情報の大規模化が進んでいる。このため、ユーザが必要な情報を素早く見つけ出すための情報提示手法が望まれている。そこで、ユーザの興味に応じた情報のフィルタリング手法や、効率良く情報全体をユーザに提示するための3次元視覚化手法などが盛んに研究されている[1]。これらの手法は限られた作業領域で効果的に情報を提示し、注目する部分については詳細を観察できるようにする。しかし、限られた領域にあまり多くの情報を提示すると、提示領域内が複雑になり、かえって情報を見づらくする。そこで、著者らはこれまでに、CRT に提示される作業領域を透過型 HMD による仮想環境により拡大する手法として、重畳表示環境を提案してきた[2]。重畳表示環境では透過型 HMD により提供される仮想空間によって広い作業領域を提供し、同時に、デスクトップ上での文書情報の閲覧など、高い解像度を必要とする作業のための高解像度の領域も提供する。本稿では、重畳表示環境の実現方法と特徴について述べ、被験者実験によりその特徴がうまく利用されるかを確認する。

## 2 重畳表示環境

従来の作業領域拡大手法として Hybrid User Interface[3] が知られている。このシステムは X window のウィンドウマネージャを拡張し、ノートパソコンの画面外部に存在するウィンドウの枠を HMD に提示することで、作業環境拡張を試みている。しかし、このシステムは視点の向きなどに大きな制限がある。また、この環境によって得られる利点についての評価は行われていない。

そこで、著者らはこれまでに、計算機の出力を提示する領域を拡大するために透過型 HMD と CRT とを併用し、透過型 HMD に提示する仮想画面により CRT 画面を拡大するシステムを実装した。このシステムは3次元仮想環境の技術を用いて、視点の向きを制限せず、3次元情報も提示可能とした[2]。

重畳表示環境は以下の方法で実現されている。

- (1) HMD, CRT の画面に仮想空間を投影する際、透視投影変換の理論上の視点と視線方向を、磁気トラッカで測定したユーザの視点の位置と視

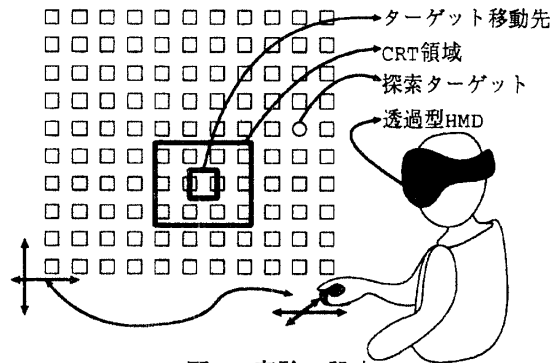


図 1: 実験の設定

線方向に一致させる。

- (2) CRT の画面が存在する位置を正確に設定しておき、2 台の計算機を用いて CRT 用の画像と HMD 用の画像を同時に生成する。このとき、HMD 用の画像にはユーザの視点と CRT 画面からなる四角錐（CRT に描画される領域）の内部に存在する仮想物体は描かない。

重畳表示環境は解像度の高い CRT 領域と一覽性の高い透過型 HMD による仮想環境を同時に利用することが可能となる。しかし、実際に情報を探索するなどの作業を行う際にこの特徴が利用されるかを確認するための十分な評価実験を実施していなかった。そこで、重畳表示環境の特徴が探索作業でうまく利用されるかを確認するために実施した実験について以降で述べる。

## 3 比較実験

### 3.1 設定

重畳表示環境の特徴がうまく利用されるかを検証するために、CRT のみ、HMD のみ、重畳表示環境の3種類の提示手法の比較実験を実施した。実験は以下の手順を繰り返すことで進められた(図1参照)。

- (1) 100 個の指標図形（ターゲットの円：1 個、ダミーの正方形：99 個）が1辺100cmの正方形内の10×10の格子に配置され、被験者に提示される。円の位置は格子の100点からタスク毎にランダムに決定される。
- (2) この格子に指標が付けられた仮想的な平面は CRT 平面に重なるように配置される。被験者はこの平面をマウス操作によって移動させながらターゲットを探索する。
- (3) CRT 中央部には、1辺10cmの正方形の枠が提示されており、被験者はこの領域に発見したターゲットを移動させてマウスボタンをクリックする。

An empirical study of overlaid views using a see-through head-mounted display and CRT together

Takashi Okuma, Haruo Takemura, Hidehiko Iwasa and Yoshiaki Katayama, Naokazu Yokoya

Nara Institute of Science and Technology (NAIST)

8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-01, Japan

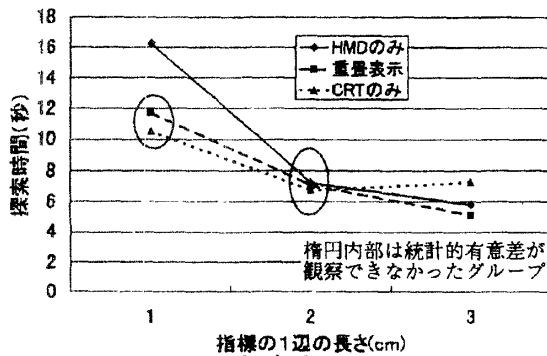


図 2: 探索時間

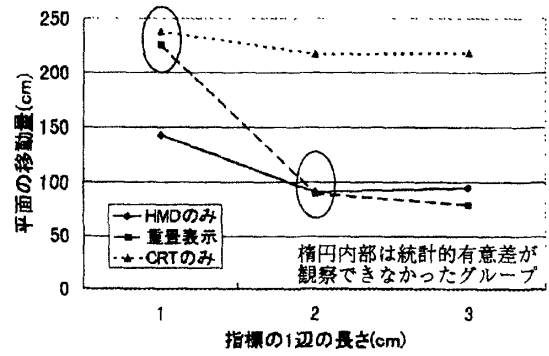


図 3: 平面の移動量

以上の設定で

- ターゲットの直径およびダミーの正方形の一辺の長さが 1cm, 2cm, 3cm の 3 通りの場合,
- 提示する環境が CRT のみ, HMD のみ, 重畳表示環境の 3 通りの場合

の組合せによる合計 9 通りの場合で実験タスクを行なわせ、探索タスク達成に要した時間と、探索タスク達成までに仮想平面を移動させた量を計測した。

被験者は本学の学生 2 名であり、マウス操作に習熟していた。タスクの試行数は設定毎に一人あたり 100 試行とした。

実験において、視点位置の測定には磁気トラッカ (Polhemus 社 Fastrak), グラフィックスワークステーション (SGI 社 Indigo<sup>2</sup> Maximum Impact) × 2, 付属の CRT (解像度 1280×1024 画素), 透過型 HMD (Olympus 社 media mask) を用いた。

### 3.2 結果と考察

以下では、まず CRT のみ, HMD のみを利用した場合の結果について検討し、これを踏まえて重畳表示環境の結果を検討する。

図 2 より、探索時間については以下のことが分かる。

- 指標が小さい場合には、CRT のみによる提示手法を用いる場合がターゲットの探索時間が短くなっている。
- 指標が大きく HMD の解像度でも十分判別可能なときは、HMD を用いる方が早くターゲットを見つけることができる。

また、図 3 より仮想平面を移動させる量については、以下のことが分かる。

- HMD を用いる場合は仮想平面移動量が小さい。
- CRT を用いる場合は仮想平面移動量が大きい。
- 指標の面積の影響より表示環境の影響が大きい。

ここで重畳表示環境を用いる場合に注目する。指標が大きい場合には HMD と同様の方法を用いて全体を見渡すだけでターゲットを見つけることができるので、探索時間、平面の移動量は共に HMD を用いた場合と同様に小さい。さらに、指標が小さくなってターゲットの判別に解像度が必要になる場合にも CRT 領域を用いて探すことができるため、CRT のみの場合と同等の早さで探索することができる。仮想平面の移動量も、サイズが小さいときは CRT 領域を利用し、サイズが大きくなると HMD 領域を用いて探索したことを示している。

以上の議論から重畳表示環境では CRT 領域, HMD 領域を必要に応じて使い分けることができ、CRT, HMD 両者の特徴を活かして作業環境をうまく拡張できると考えられる。

被験者からの意見として、HMD 使用時の見回し遅延の影響が重畳表示環境においてより顕著に感じられるということが挙げられた。これは HMD のみを利用している場合には利用する作業環境全体がずれるため遅延を感じても作業に支障はないが、重畳表示環境では CRT 領域に見回し遅延がないため、境界でずれを感じてしまう。このずれによる違和感の実験結果には反映されていないが、重畳表示の現状での問題点を示している。

### 4 まとめ

本稿では、計算機が提示する環境を CRT と透過型 HMD を併用することで両方の利点を利用できる重畳表示環境について述べ、この特徴が探索作業で実際にうまく利用されるかを確認するための比較実験を行った。その結果、粗い解像度で十分な大きなターゲットを探索する場合には、HMD を用いることで素早くターゲットを探索することができ、ターゲットが小さい場合には、CRT を利用する方が探索時間を短縮できることが実験的に示された。提案してきた重畳表示環境ではその両方の利点を利用することにより、どちらの場合でも短い時間で探索することができていることが確認された。

今後の課題として、HMD 領域の見回し遅延による違和感についての検討や、従来の大規模情報の提示手法などを併用した場合の影響の調査などが挙げられる。

### 参考文献

- [1] Card, S.K., Robertson, G.G. and Mackinlay, J.D. : "The Information Visualizer: An information workspace," Proc. CHI'91: Human Factors in Computing Systems, pp.181-188, 1991.
- [2] 大隈, 竹村, 片山, 岩佐, 横矢: "重畳表示環境による作業領域拡大の実験評価", 信学技報, IE95-130, 1996.
- [3] Feiner, S. and Shamash, A. : "Hybrid User Interfaces: Breeding Virtually Bigger Interfaces for Physically Smaller Computers," UIST'91 : Proc. ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp.9-17, 1991.