

透過型 HMD を用いた重畳表示による 三次元ユーザインタフェース

4H-2

大隈隆史 竹村治雄 片山喜章 岩佐英彦 横矢直和
奈良先端科学技術大学院大学

1 はじめに

計算機と計算機ネットワークの普及に伴い、個人が利用できる情報資源の大規模化が進んでいる。大規模な情報群から必要な情報を取り出そうとするとき、ユーザは大規模な情報群をブラウジングすることで、キーワード検索では見つけることのできない情報を見つめるきっかけを得ることができる。大規模情報のブラウジングを支援するには、情報間の関係を分りやすく視覚化し、かつ全体を一覧できるように提示できることが望ましい。Information Visualizer[1], Spiral Tree[2]などの三次元ユーザインタフェース(3DUI)では計算機のユーザインタフェースに三次元コンピュータグラフィックスを適用することで大規模情報を三次元的に視覚化して、奥行き方向に作業空間を拡張している。これにより、二次元的な視覚化よりも一覧性が向上する。しかし、一定の面積内に提示される情報が増加しすぎると画面が複雑になり、かえって必要な情報を見つけ出すのが困難になる。このため、莫大な量の情報のブラウジングを容易にするには広い画面を使用する必要がある。さらに、大規模情報のブラウジングを支援する3DUIでは、ユーザが文字を読むことを必要とする場合が多いため、その画面にはある程度高い解像度が要求される。

本稿では、大規模情報のブラウジングなどを支援する3DUIを利用するための仮想環境提示手法について検討し、広い作業空間と、高い解像度の作業領域を提供できる仮想物体重畳表示環境について述べ、その実装について説明する。

2 作業空間を拡大する仮想環境提示手法

3DUIで使用する三次元空間の提示領域を拡大するとき、高い解像度のまま拡大することが望ましいが、現状では難しい。そこで、高い解像度を必要とする作業をするときを考えると、ユーザは作業を行っている狭い領域にのみに注目する。解像度の高い作業領域は広い面積を必要としない。そこで作業空間を二つに分け、高い解像度を必要とする作業を行う領域を直接作業領域とし、それ以外の作業領域を二

次作業領域とする。以下では直接作業領域は解像度の高いCRTによって提示することとし、二次作業領域を拡大する方法を検討する。

二次作業領域を拡大するための手法として、以下の二つの提示手法が考えられる。

- (1) 大画面のディスプレイを使用する。
- (2) ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を使用し、視点追跡と組み合わせて仮想空間の見たい部分を見えるようにする。

これらの提示手法にはそれぞれ以下のような特徴がある。まず、大画面のディスプレイを使用する場合、物理的に見える面積が広がるという利点がある。しかし、システムの規模が大きくなりすぎ実装が難しい。一方、HMDを用いる場合、ユーザは容易に仮想的に広い画面を利用できる。

本研究では後者を採用し、CRTの画面を解像度の高い領域として利用し、透過型のHMDを用いて仮想空間を提示することで全体の作業領域を拡大する。このようにして仮想物体を提示する手法を仮想物体重畳表示と呼ぶ。

次節ではこの表示手法を用いて提示する作業環境とその構築方針について述べる。

3 仮想物体重畳表示環境とその構築方針

仮想物体重畳表示を用いて、計算機で行う作業の作業空間としての仮想空間を提示する時、この作業空間を仮想物体重畳表示環境と呼ぶ。仮想物体重畳表示環境は以下の方針で構築される。

大規模な情報群からの検索やブラウジングを効率良く行うためには二次作業領域の情報へのアクセスを容易にし、二次作業領域の情報の直接作業領域への移動を容易に行えるようにする必要がある。この要求に対して、仮想物体重畳表示環境においては直接作業領域、二次作業領域ともに一つの仮想空間の別の部分を見ているという構成にし、カーソルを用いて仮想物体を直接作業領域内に平行移動させるだけでよいようにする。

この方針から構築される仮想物体重畳表示環境は透過型HMDを用いて実空間に仮想空間を重ねて表示する。この時、CRT内部にも仮想空間の一部が高解像度で表示される(図1)。

この章で述べた方針にしたがって構築される仮想物体重畳表示環境の実装について次節で述べる。

3D user-interface based on overlaid views using a see-through head-mounted display
Takashi Okuma, Haruo Takemura, Yoshiaki Katayama, Hidehiko Iwasa and Naokazu Yokoya
Nara Institute of Science and Technology (NAIST)
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-01, Japan

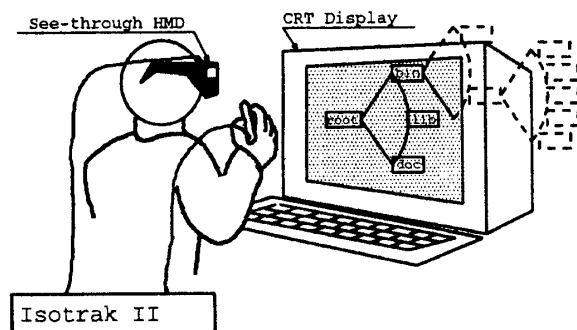


図 1: 仮想物体重畳表示環境のイメージ

4 システムの実装

4.1 実装上の問題点と解決策

仮想物体重畳表示環境は以下の手順で実現する。

- (1) ユーザの視点位置に透視投影表示の計算上の視点位置を一致させる。
- (2) 仮想空間の透過型HMD, CRTの画面の位置に対する透視投影表示を二つの画面に同時に描く。ただし, CRTに表示される領域は透過型HMDに描かない。

この手順で仮想物体重畳表示環境を実現する際の問題点には時間的ずれと空間的なずれの問題がある。

時間的なずれは, 透過型HMDとCRTの二つの画面に対する描画時間の違いが原因で生じる。この問題については, 表示する画像を並列に生成するための二つの描画プロセスと, 同期を取るためのプロセスを作成し, 二つのプロセスによる並列処理によって各画面の描画時間の差を小さくし, プロセス間通信により二つの画面の描画の同期を取ることで, 時間的なずれを減少する。

空間的なずれは, 視点の位置を測るセンサの誤差が原因で生じる。透視投影変換は投影面の位置と姿勢, 視点の位置と姿勢から計算される。CRTの表示面は位置が固定されているので, CRTの表示面への透視投影変換は視点の位置のみをパラメータとして計算される。HMDの表示面は視点の位置と姿勢に対して相対的に固定されているので, HMDの表示面への透視投影変換は視点の位置, 姿勢の両方をパラメータとして計算される。このため, 視点の位置を測定する計測機器の誤差は, CRTに対する透視投影変換よりもHMDに対する透視投影変換の方により大きな影響を与える。この影響の違いが二つの表示の境界部分にずれを生む原因になる。現段階では, できるだけ正確なセンサを使用すること以外に, この問題を解決する有効な方法は知られておらず, 今後の課題として残される。

このように, 本研究において構築したシステムでは複数のプロセスを用いて, 時間的なずれの問題点に対する対処を試みている。以下ではこの考察に基づいて実装したプロセスとその役割について簡単に説

明する。

4.2 プロセス構成

仮想物体重畳表示環境を実現するためのプロセス構成は以下のようになっている。

アプリケーションプロセス: 仮想物体重畳表示環境内で利用される, 3DUIを用いた各種のアプリケーションプログラム。

アプリケーションサーバプロセス: 各アプリケーションプロセスから三次元物体描画命令群を受け取り, グローバルな仮想空間データを管理する。また, 二つのディスプレイサーバの同期もこのプロセスで管理する。

ディスプレイサーバプロセス: アプリケーションサーバプロセスから三次元物体描画命令群を受け取り透過型HMDやCRTに描画する。

ユーザが三次元物体にアクセスするための三次元カーソルもグローバルな仮想空間内の一つの仮想物体として, アプリケーションサーバで管理される。カーソルの三次元位置は各アプリケーションに対してそれぞれのローカル座標系における位置に変換して通知される。各アプリケーションは通知されたカーソル情報をもとにそれぞれの動作を決定する。

5 まとめ

本稿では, 大規模情報の利用支援のための3DUIの作業空間を拡大する手法について比較検討し, CRTと透過型HMDを併用した仮想物体重畳表示環境を用いることを提案し, その特徴と実装方法について述べた。この環境を用いる事で広い情報作業空間を効率良く使用できるようになると考えられる。今後の課題としてセンサの誤差による二つの表示領域のずれを小さくする手法の検討が挙げられる。

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] Okuma, T., Takemura, H., Katayama, Y., Iwasa, H. and Yokoya, N.: "3D Visualization of Hierarchical Ordered Information," *Proc. ICAE'96: Advances in Applied Ergonomics*, pp.668-671, (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).