

風圧による力覚提示方法の没入型仮想環境への適用

鈴木 由里子 河野 隆志 石橋 聡

NTT サイバースペース研究所

1. はじめに

近年、人工現実感の技術が急速に発展しつつある中、仮想空間の臨場感を高めることが一つの重要な研究テーマとなっている。そのため、没入できる立体視多面ディスプレイを表示装置として操作者は仮想空間に入り込み、通信相手と音声やジェスチャーによるコミュニケーションを行って、身体全体で仮想環境を体験できる没入型等身大仮想環境を提案している[1]。このような没入型仮想環境においてさらに臨場感を高めるため仮想空間内での力覚の提示について検討を行っている。

没入型仮想環境における力覚提示機能の要件として、ユーザ装備の負荷や動作の制約がないこと、ユーザ身体の任意の位置に提示可能であること、仮想空間を表示するディスプレイを隠さないことなどがあげられる。従来の力覚提示装置としては、6自由度のマニピュレータを手等で操り各関節軸の反力を制御して力覚を提示する方式[2]、糸の張力により力覚を提示する方式[3]、グローブの指の曲げを機械的に制御し力覚を提示する方法[4]などが試みられている。しかし操作者が自由に動き回る環境では、これらの装置を使用する場合、操作者の動きが制約されることや、重い装置を装着することや、手以外の部分に力覚提示できないことが問題となる。

そこで、本稿では現実世界の操作者の身体や所持物に風圧を与え、操作者に圧力として力覚を提示する風圧による力覚提示方法[5]を、没入型仮想環境において適用したプロトタイプについて報告する。

2. 風圧による力覚提示方法

風圧による力覚提示方法について説明する。

- ・ 現実世界の操作者の身体や所持物において力覚

Applying force display using wind pressure to virtual environment with immersive multi displays, Yuriko Suzuki, Takashi Kouno, Satoshi Ishibashi

を提示する位置に風を受ける物体を取り付け、その物体に風圧を与える送風装置を用意する。

- ・ 仮想空間において、仮想的な接触が発生する接触オブジェクトと接触判定オブジェクトを仮想空間内に用意する。
- ・ 風を受ける物体をセンシングし、風を受ける物体の位置・向きに応じて仮想空間内の接触判定オブジェクトを動かす。
- ・ 仮想空間内で接触オブジェクトと接触判定オブジェクトが接触したかを計算する。接触が発生していたら、送風装置の送風の位置・向きと、送風の強さを制御し、接触が発生した部分として対応させた現実世界の操作者の身体や所持物に取り付けた風を受ける物体に風圧を与える。

これにより、本方法は、装備の負荷や操作の制約が少なく、力覚を提示することができる。

3. 実現

風圧による力覚提示方法を、立体視多面ディスプレイで囲まれた没入型仮想環境へ適用し、プロトタイプを構築した。アプリケーションは仮想空間内の穴から飛び出したカップをハンマーでたたきカップたたきとした。このカップが接触オブジェクトであり、ハンマーが接触判定オブジェクトである。それらが接触すると、現実世界で操作者の所持物に取り付けられた風を受ける物体に風圧を与える。その接触感覚が操作者に伝わり、間接的に風圧による力覚でオブジェクトに接触したことを提示する。

本システムの構成を図1に示す。

- ・ より風圧の力を強く受けるように軽量のラケットを用意し、先端に風を受けるため凹型の物体を取り付ける。また、送風装置としてエアポンプを用意し、没入型仮想環境内に風を噴出させるようにノズルを設置する。このエアポンプへ供給する電源を制御す

ることで、送風の ON/OFF を制御する。

・仮想空間内では、仮想的な接触が発生する接触オブジェクトとしてカップを、接触判定オブジェクトとしてハンマーを、仮想空間内に用意する。

本システムの制御の流れについて説明する。

・現実世界のラケットに磁気センサを取り付けセンシングし、その位置・向きを仮想空間内のハンマーに連動させる。このようにすることにより、立体視される没入型仮想環境に表示することで、操作者が現実所持しているラケットの位置に、仮想空間内のハンマーが存在することになる。

・ワンドによる移動で、カップの飛び出す位置と送風位置とを重ね合わせる。

・没入型仮想環境内において、操作者の現実所持しているラケットが、立体視により浮かび上がったカップと接触した時、仮想空間内ではハンマーとカップが接触し、エアポンプへ供給する電源を制御して風を発生させる。ラケットに風圧が与えられ圧力がかかり、操作者の所持部分に力覚を与えることになる。

このプロトタイプにより、立体視によって浮かび上がった仮想物体と現実所持しているラケットとの擬似的接触による力覚提示を行った。接触判定オブジェクトであるハンマーは表示・非表示する場合を試した。ハンマーを表示した場合、ハンマーの位置が現実所持しているラケットの位置に対して遅れ、移動するラケットに対して描画のずれが生じる。

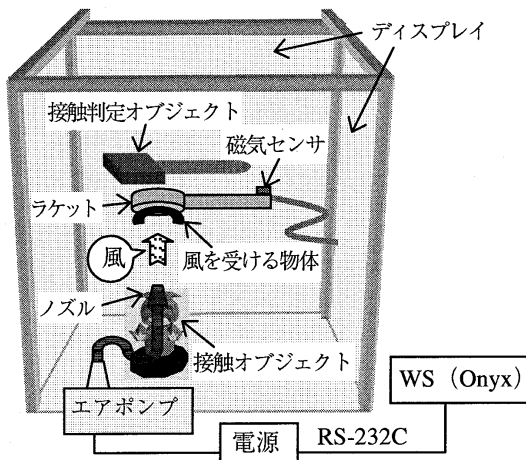


図1：システム構成

このため、仮想のハンマーと現実のラケットの両方が存在するよう見えることから、接触オブジェクトであるカップがどちらと衝突しているのかわかりにくく、ラケットとの擬似的接触が伝わりにくくなった。ハンマーを表示しない場合は、力覚を受けた時、ラケットとカップとの視覚的衝突がわかりやすいため、擬似的接触が違和感なく感じられた。また、間接的に操作者に提示する力覚として、動いている物体からの反力を提示できることが確認できた。プロトタイプシステムを図2に示す。

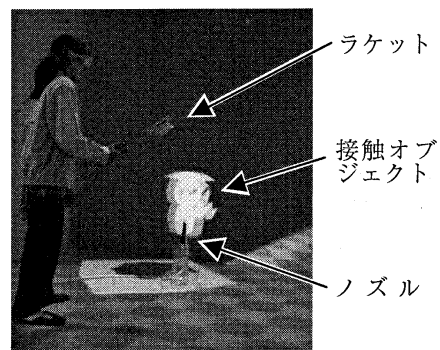


図2：プロトタイプシステム

4. まとめ

本稿では操作者の身体や所持物に風圧により力覚提示する方法を没入型仮想環境へ適用し、プロトタイプシステムについて述べた。

今回は風圧による力覚提示の効果を没入型仮想環境において確認したが、送風位置の制御などや、現実感に近い力覚フィードバックの制御を行い、本システムの評価を行う。また等身大の没入型仮想環境において、ネットワーク上での力覚のやり取り等を検討する。

参考文献

[1] 河野 他: "没入型仮想コミュニケーション環境", 信学技報 MVE99-45, pp.1-8, Jul. 1999
[2] F.P. Brooks: "Project GROPE - Haptic Displays for Scientific Visualization", Proceedings of ACM SIGGRAPH '90, pp.177-185, 1990
[3] 佐藤 他: "空間インタフェース装置 SPIDAR の提案", 信学会論文誌 D-II, j749-D-II (7), pp.887-894, 1991
[4] CyberGrasp: <http://www.virtex.com/>
[5] 鈴木 他: "仮想空間における風圧による力覚提示", VR学研報 Vol.4, No.1 CSVC99-20, pp.37-42, Oct. 1999