

## 仮想空間における風圧による力覚提示の検討

2 Z B - 5

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が[1]、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。

従来の力覚提示装置では、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、または重い装置を装着することが問題となる。また没入型の仮想環境においては、手以外の部分にも力覚を提示する方法が有効である。

そこで、本稿では現実世界の操作者の身体や所持物に風を受ける物体を取り付け、仮想環境のイベントに合わせて風を制御し、現実世界の風を受ける物体に対して風圧を与え操作者に圧力として提示することで、操作者への動作の制約をすることなく、没入型仮想環境で使用することを目的とした、操作者の身体や所持物に力覚を提示する方法を提案し、プロトタイプについて報告する。

## 2. 提案

仮想空間における風圧による力覚提示について説明

Force display using wind pressure for virtual space, Yuriko Suzuki, Takashi Kouno, Satoshi Ishibashi  
NTT Cyber Space Laboratories

する。

- ・仮想空間内で接触を発生させる位置に対応する、現実世界の操作者の身体や所持物の位置に風を受ける物体を取り付ける。
- ・その風を受ける物体に風圧を与える送風装置を用意する。また送風装置は送風の位置・向き・強さ等を制御可能とする。
- ・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圧力を受けるオブジェクトを仮想空間内に用意する。
- ・現実世界の風を受ける物体の位置・向きをセンシングし、風を受ける物体の位置・向きに応じて仮想空間内の圧力を受ける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圧力を受ける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・強さ等を制御し、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。

本提案の概念図を図1に示す。

風を受ける物体は、風を受け止めやすい凹型の物体が考えられるが、操作者の衣服・所有物自体等の面でもよい。また送風口はディスプレイを隠さないように

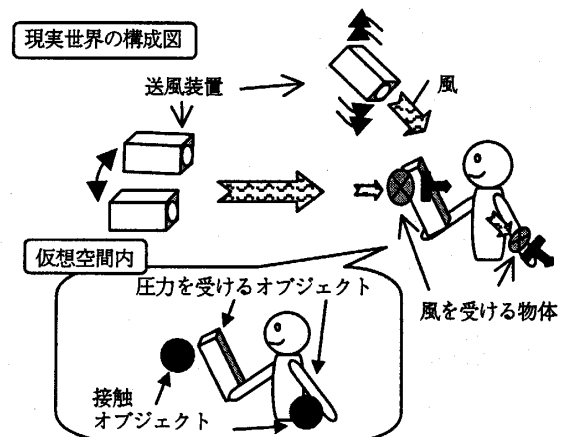


図1：概念図

透明なホース等の使用が考えられる。これにより、本提案は、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

本提案の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パたたきとした。このカップが接触オブジェクトであり、ハンマーが圧力を受ける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。また、仮想空間の表示方法としては一般的なディスプレイを使用した。本システムの構成を図2に示す。

- ・風を受けるため先端に凹型の物体を取り付けた軽量のラケットを用意する。送風装置としてエアポンプを使用する。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、圧力を受けるオブジェクトとしてハンマーを、仮想空間内に用意する。
- ・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・向きに応じて、仮想空間内のハンマーを動かす。
- ・本提案は現実世界におけるエアポンプからの送風口の位置に対応する仮想空間の位置を、カップが飛び出す穴の位置に設定する。これにより、仮想空間内でカップとハンマーが接触する位置が現実世界では

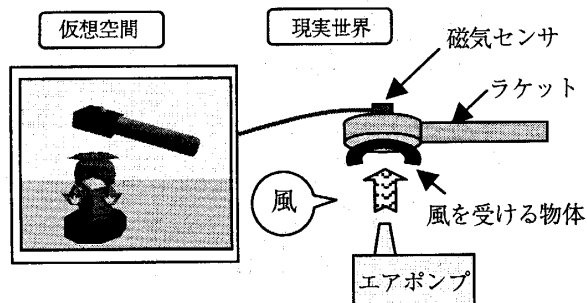


図2：システム構成

送風口の位置周辺となる。

- ・仮想空間内でハンマーとカップが接触した時、エアポンプへ供給する電源を制御し、風を発生させる。このときラケットに取り付けた風を受ける物体は送風場所に位置しており、風圧を与えることでラケットに圧力がかかり、操作者の所持部分に力覚を与えることになる。

プロトタイプの実現により、風圧の発生の遅延が気にならないことや、間接的に操作者に提示する力覚として、軟らかい物との接触感覚、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3に示す。

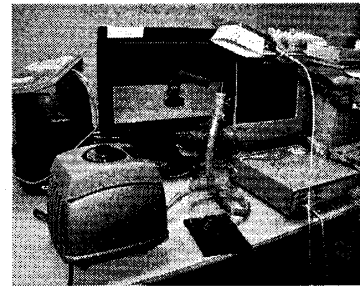


図3：プロトタイプシステム

### 4. まとめ

本稿では没入型仮想環境で操作者の身体や所持物に力覚を提示する手法について提案し、実現した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確認しただけであるが、今後は、本システムの評価、より現実感に近い力覚フィードバックの制御を目指す。また等身大の没入型仮想環境へ適用し、ネットワーク上での力覚のやり取り、複数の送風装置の装備・制御を検討する。

### 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/>