

仮想空間における対象操作と触覚提示に関する研究

1H-4

毛利之重、池井 寧、福田収一

東京都立科学技術大学

1 はじめに

ユーザが自身の手によって仮想空間のオブジェクトを操作することは、仮想環境とのインタラクションの基本的要素の1つである。

空間オブジェクトの操作を実空間のそれに近い形態で行うためには、オブジェクトの挙動の適切な設定と、触覚へのフィードバックが必要となる。本研究では、オブジェクトの挙動を実空間のそれと類似した形態とするために、単純化されたハンド-オブジェクト関係を導入した。さらに指先装着型の触覚ディスプレイを用いてオブジェクトの操作を行った場合に関し、触覚フィードバックの効果を調べた。

2 空間オブジェクトと仮想ハンド

仮想ハンドによる空間オブジェクトの操作形態を検討するために、次のような単純な相互作用挙動を設定した。つまり、

- 1) 空間オブジェクトが、空間内で無拘束であるとき、仮想指による接触（陥没）は、オブジェクトの空間運動を生成し、相互の空間重複状態（陥没）を避ける。空間運動の移動ベクトルは、指先が陥没した時のシミュレーションステップにおける位置と前回のステップの位置との差ベクトルから求める。オブジェクトの並進移動量は、この差ベクトルの重心方向に向かう成分、回転角度は、それと直交する方向の成分から求める。(Fig. 1)

- 2) さらに、2本の指でオブジェクトを把持する場合には、仮想の指は、オブジェクトの表面で拘束され、実際の指の角度が陥没位置となっても、仮想指はオブジェクト表面に留まる。

仮想ハンドは、指の回転運動を1自由度としたモデルで、拇指は手首と連動する。手首の運動は、ユーザの手首に取り付けた空間位置センサヘッド (Polhemus Fastrak) により検出する。示指の曲げ運動は、ユーザの示指に装着したもう1つのセンサヘッドで得られた相対回転角を、仮想指基部の回転軸に作用させることで与える。接触の検出は、仮想ハ

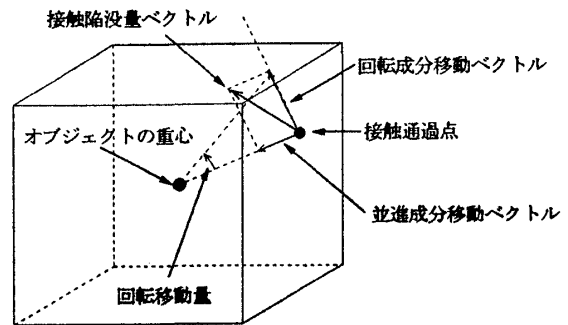


Fig. 1 空間オブジェクトの移動量ベクトル

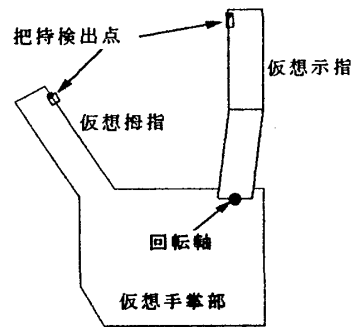


Fig. 2 仮想ハンドモデル

ンド全体で行うが、把持の判定は、仮想ハンドの拇指と示指の先端部分の把持検出部で共に接触が検出された場合とする。

これらの相互作用の設定により、空間中のオブジェクトの操作が容易に行える事が確認された。

3 指先装着型触覚ディスプレイ

指先装着型の触覚ディスプレイは、5行 x 2列の計10本の振動ピンを3mm間隔で配置したもので、拇指と示指の指末節に密着設置する。このディスプレイの表示は、指先が空間オブジェクトへ接触する点の状態と、オブジェクトが指以外の対象と接触する状態により、7通りのボタンを有する。それらは、頂点、面に接触の2通りと、辺に接触する場合の4通り、そして、把持されたオブジェクトがさらに他のオブジェクトと接触している場合を含め合計7通りである。これにより、ユーザはオブジェクトを把持した位置と、把持したオブジェクトが他のオブジェクトに衝突しているか否かを知ることができ

A Study on Object Manipulation and Tactile Presentation in Virtual Space

Yukishige Mouri, Yasushi Ikei, Shuichi Fukuda
Tokyo Metropolitan Institute of Technology
6-6 Asahigaoka, Hino, Tokyo 191, Japan

る。本ディスプレイは、指の運動を拘束する機構を持たない代わりに、手指の空間運動の自由度に制限が少ないという利点を有する。

4 オブジェクト把持設置作業実験

仮想空間内で板状の対象オブジェクトを把持し、指示された平面上に設置する操作の予備実験を行った。HMD(Head Mounted Display: EyeGen3, Virtual Research 社製)を用いた立体視環境下で、対象オブジェクトを約20cm移動して、十字マークの付された平面上に対象の側面を密着させて設置するモデル操作である。対象オブジェクトの寸法は、100x30x50mmであり、空間位置センサの精度は、約0.8mm, 0.15°である。この実験では、指が対象オブジェクトに接触しても、把持するまでは、対象オブジェクトは初期位置に固定される条件を設定した。被験者は1名であり、設置面を上下左右の4方位に設定した場合のそれぞれについて、約13回ずつ操作を行った。

全操作時間と位置誤差の散布図を Figs. 4, 5 に、把持までの時間を Figs. 6, 7 に示す。それぞれ触覚提示のある場合とない場合である。全操作時間の平均値は、5.9秒と8.1秒、指示平面の裏側方向に最も寄って設置された頂点の、平面からの位置誤差の平均は、1.8mmと-4.2mmであり、両者とも触覚提示がある場合が小さい。特に、触覚提示のある場合は、指示平面への陥没量が小さくなっている。把持までの時間では、平均2.0秒と2.8秒であり、触覚提示のある場合が、分散も小さく(0.4/2.3)安定していることが分かる。

5 おわりに

仮想空間のオブジェクト操作において、触覚提示が有効である事が予備的に確認された。

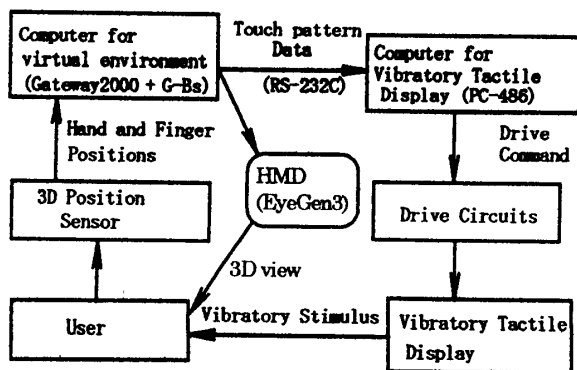


Fig. 3 実験システムの構成

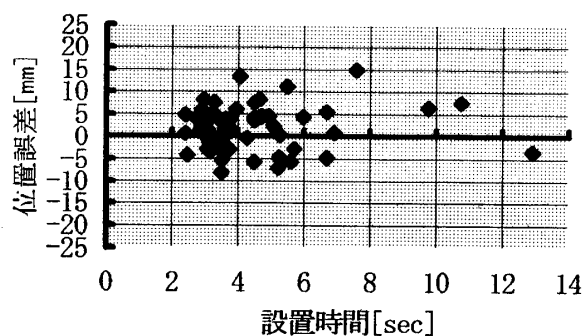


Fig. 4 設置位置誤差と時間 (触覚提示ある場合)

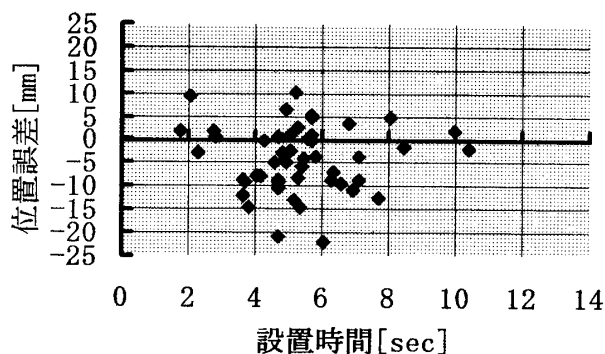


Fig. 5 設置位置誤差と時間 (触覚提示ない場合)

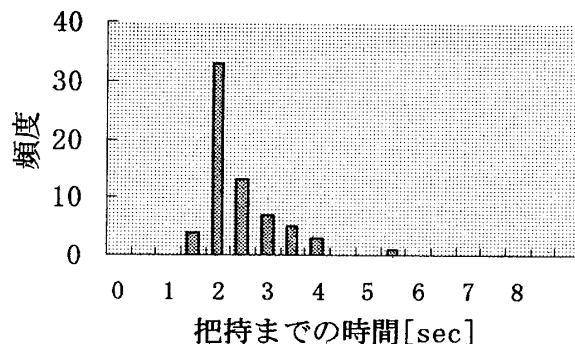


Fig. 6 把持までの時間の分布 (触覚提示ある場合)

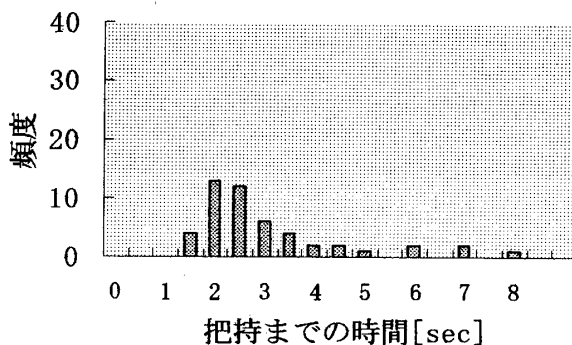


Fig. 7 把持までの時間の分布 (触覚提示ない場合)