

円筒型マルチタッチインタフェースにおける 片手 3D ポインティング手法の評価

内藤 真樹

志築 文太郎

田中 二郎

筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻

1 はじめに

3D コンテンツの増加に伴い、一般的な平面ディスプレイに仮想的に 3D オブジェクトを表示するのではなく、実際に立体的にオブジェクトを表示する立体ディスプレイなどが各種電機メーカーから発表されている。これにより 3D コンテンツが今以上に普及し、それら进行操作するためのインタラクション手法が必要となると考えられる。中でも、表示されている 3D コンテンツを選択したり、表示されている 3D 空間の位置を指定したりするための 3D ポインティング手法は、より利用機会も増え重要になると考えられる。

我々は、立体ディスプレイに表示された 3D コンテンツにおいては既存の入力デバイスより適切なデバイスや操作手法があると考え、3D 操作を行うためのデバイスとして円筒側面を操作面に備える円筒型マルチタッチインタフェースを作成し、それを用いた 3D ポインティング手法についていくつかの実装を行い検討してきた [1, 2]。本稿では片手を用いて操作できる 3D ポインティング手法について評価を行ったのでその結果を述べる。

2 円筒型マルチタッチインタフェース

本研究で使用する円筒型マルチタッチインタフェースは、FTIR (frustrated total internal reflection) に基づき設計した。これにより操作者は素手によりタッチインタフェースを利用することができる。タッチパネルの大きさは、直径 700mm、高さ 1000mm の円筒型である。

タッチパネルが円筒型なので、平面型のマルチタッチインタフェースと異なり、左右へ作業領域が途切れない。これにより、操作者はデバイスの周りを 360 度自由に動き、任意の場所から操作を行うことができる。

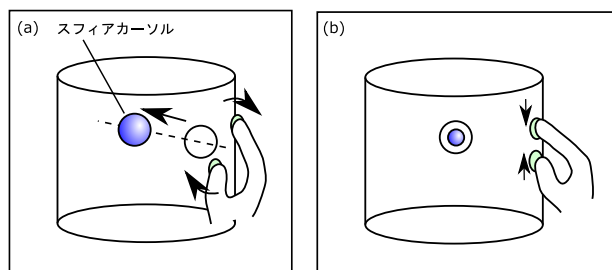


図 1: ジェスチャによるスフィアカーソルの移動

3 提案手法

円筒型マルチタッチインタフェースは公共の場に設置して利用することを目的としているため、複数人が同時に操作を行えることが望ましいと考えている。しかし、複数人が同時に両手を使って操作を行うとなると、各操作者に割り当てられる操作領域は狭くなってしまい現実的ではない。

そこで各操作者に割り当てる領域を小さくするために我々は、操作者が片手のみを利用して平易な操作で 3D インタラクションを行える操作手法が有効であると考へた。本稿で評価する手法において操作者は 2 本の指を使うだけで操作を行うことができる。

3.1 ポインティングカーソル

3D 空間の位置および空間を指定する 3D ポインティングカーソルとしてスフィアカーソルを用いた。スフィアカーソルとは、位置と半径をパラメータとし、3D 空間を指定する半透明の球状のカーソルである。選択したい位置や空間をスフィアカーソルの内部に含む、もしくは交差させることにより選択を行う。操作者はジェスチャを用いてパラメータを変更し、スフィアカーソルを任意の場所に移動し大きさを決定する。

3.2 操作手法

スフィアカーソルの移動は、触れている 2 本の指をそのまま時計回り（反時計回り）に回転させることによって行う。スフィアカーソルは 2 本の指の中心から、スフィアカーソルの中点を結ぶ線上を奥（手前）に等速で移動する（図 1a）。カーソルの移動方向を変更す

る場合は、2本の指の間隔を保ったまま同時にスライドさせて「2本の指の中心点とスフィアカーソルの中心点とを結ぶ線」の向きを変えることにより対応する。

スフィアカーソルの大きさの変更は2本の指をピンチアウト（イン）させることによって行う。2本の指をピンチアウト（イン）させると、スフィアカーソルの大きさは大きく（小さく）なる（図1b）。

これらの操作は操作に必要なパラメータが独立しているため、触っている2本の指を円筒側面から離すことなく連続して行うことができ、スムーズに各操作を切り替えることができる。

4 評価

4.1 評価用アプリケーション

提案手法の操作感を確かめるために、3D空間中に球状の赤いターゲットオブジェクトを1つだけ表示し、それをスフィアカーソルを用いて選択するというアプリケーションを実装した。このアプリケーションは、ターゲットオブジェクトをスフィアカーソルによって選択するものである。ターゲットオブジェクトは選択されると、ランダムで新しい位置に表示される。また、スフィアカーソルの移動方向を示すために、インタフェースを触っている2本の指の中心位置からスフィアカーソルの中心点を通る線分を表示した。

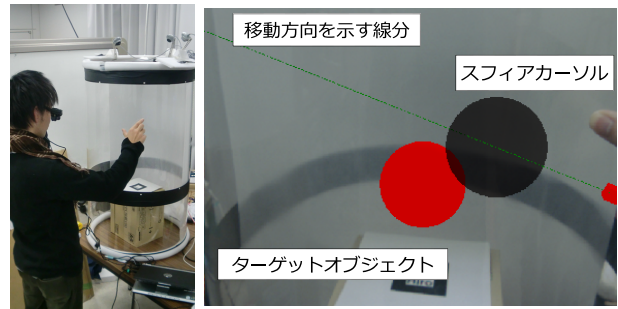
アプリケーションの表示にはヘッドマウントディスプレイを利用し、AR技術を用いた。円筒内部にターゲットオブジェクトおよびスフィアカーソルが存在するかのように重畳表示を行った。

選択の確定は利用者がスフィアカーソルを移動させ、操作に用いていた手をインタフェースから離れた瞬間とし、成否の判定はターゲットオブジェクトとスフィアカーソルが交差していた場合に成功とした。また、スフィアカーソル移動中の選択の成否について視覚的フィードバックを操作者に与えるために、ターゲットオブジェクトとスフィアカーソルが交差しているときは、ターゲットオブジェクトを青色に変化させた。

4.2 評価結果

提案手法の操作感を確かめるために、被験者として同研究室の学生6人に評価用アプリケーションを実際に使用してもらった。実験中の被験者の様子を図2aに示し、ARを用いて提示したアプリケーションの実行画面を図2bに示す。

被験者から「片手で3D空間を自由に移動させることができた」というコメントが得られた。また、過去に3Dアプリケーションを利用したことのある被験者からは、「今回はターゲットオブジェクトが一つだけだっ



(a) 操作中の様子 (b) 実行中のアプリケーション

図 2: 実験の様子

たが、複数のターゲットオブジェクトがあった場合に、奥行への重なりにも対応できそうである」といったコメントもあった。

一方、操作中に手をねじるため、「インタフェースを触った時の腕の向きや手の向きによっては思ったように操作できない時がある」といったコメントが得られた。しかし、十分に操作手法を習熟した著者が操作を行う際には、操作開始時にどのように手を置けばいいかよいかなどを判断することができており、この問題については学習により改善できると考えられる。また、「スフィアカーソルの移動中に移動方向を意図せずに変更してしまい、目標の個所に移動できない」といった意見もあった。これについてはスフィアカーソルの移動中にはベクトルの向きを固定してしまうことで改善できると考えられる。

5 まとめ

我々は、立体ディスプレイにおける3Dポインティング手法として、円筒型マルチタッチインタフェースにおいて片手のみを利用する操作手法を示し、その評価を行った。評価結果から、提案手法を用いることで3D空間を自由にポインティングできることが分かった。今後は、他のジェスチャを利用した手法の検討を行うとともに、どのような操作手法で素早く、かつ正確にポインティングを行えるかを継続して検証していく。

参考文献

- [1] Masaki Naito, Buntarou Shizuki, Jiro Tanaka, and Hiroshi Hosobe. Interaction techniques using a spherical cursor for 3d targets acquisition and indicating in volumetric displays. *IV '09*, pp. 607–612, 2009.
- [2] 内藤真樹, 志築文太郎, 田中二郎. 円筒型マルチタッチインタフェースにおける公共施設向け3D操作手法. *インタラクション 2010*, 2010. 掲載予定.