

HMD に適用可能なダイヤル式インタラクション手法

丸山 桂史* 井出 将弘† 林 健太郎* 入江 英嗣* 坂井 修一*

概要. 近年, 様々なウェアラブルデバイスが広く普及するようになり, それらに対し様々なアプリケーションが研究, 実装されている. しかし, こうしたデバイスとのインタラクション手法として新たな手法が好まれる場合が考えられる. 本研究ではその中でも HMD 着用時におけるインタラクション手法に関して, ヴァーチャルキーボードなどを用いた正確なカーソル移動が必要となる絶対座標を利用した方法ではなく, 相対的な座標情報を利用し, 距離分散を用いて, ユーザーが正確な円を描くことができなくても, 描いた様々な円をリアルタイムに近似するアルゴリズムを採用した, ダイヤル式ジェスチャ入力によるインタラクション手法を提案する. 提案手法のインタラクション手法は描かれた円弧の角度を適切な数値に変換することで, 文字入力インタフェースやスクローリングなど, 様々なアプリケーションに応用が可能である.

1 はじめに

近年, 様々なウェアラブルデバイスが広く普及するようになり, それらに対し様々なアプリケーションが研究, 実装されている. こうしたデバイスとのインタラクション手法として新たな手法が好まれる場合が考えられる. 例えば, 腕時計型デバイスであるスマートウォッチは画面が小さく入力が困難である. Oculus Rift のような非透過型ヘッドマウントディスプレイ (HMD) では視界が完全に遮られるため, 従来のキーボードのような物理デバイスを使用するのは難しい. また, HoloLens のような透過型 HMD においても, ハンズフリーである利点などを考慮するとこうした物理デバイスを利用するのはふさわしいとは言えない. そこで, こうしたウェアラブルデバイスの利点を消すことなく適用可能な, 直観的なインタラクション手法が必要となっている. HMD に応用可能な手法としてはヴァーチャルキーボード上で, 頭を動かすことでカーソルを動かすキーボードを扱う手法 [2] や, 手袋型のデバイスを用いて様々な操作を行う手法 [1] などがある. こうした手法では, 新たなデバイスの着用が必要であったり, 正確なカーソル位置情報が必要になる. [2] に見られるような, ヴァーチャルキーボードを用い頭や視線, 指先などを動かすことでカーソルを動かす入力を行う場合, あらかじめ決められた位置にカーソルを合わせなければならない. こうした絶対座標を利用した手法では, 正確なカーソル移動が求められる. カーソル位置の決定のために指先の位置検出などに高い精度が求められ, また, 机の上といった物理的なものの上ではなく, 空中でカーソルを固定し続けるというのは難しく入力が困難になりやすい. 本研究では, HMD 着用時におけるインタラクション手法に

関して, 絶対座標ではなく相対的な座標情報を利用し, 距離分散を用いてユーザーが描いた様々な円を近似するダイヤル式ジェスチャ入力によるインタラクション手法を提案する.

2 提案手法

提案するダイヤル式ジェスチャ入力ではユーザーは空中で円を描くが, ユーザーが円を正しく描くことは難しい. また, 描く位置はユーザーごとに異なると考えられる. そのため, どの位置の円にも対応可能な円近似アルゴリズムが必要になる. 本研究ではこれらの要求を満たす距離分散を用いた円近似アルゴリズムを提案する. 提案手法は入力したい数字の位置から所定の位置まで指を使って円盤を回す電話機のダイヤル式入力に似ている. 少量変化させた場合は中心角の小さい円弧を描く, といったように変化量に合わせ円を描くことでインタラクションを行う.

2.1 円弧検出

ダイヤル式のジェスチャ入力を行うにあたり, リアルタイムな円弧検出, つまり「ユーザーが現在どのような円を描いている途中なのか」という情報を取得する必要がある. 以下にその方法を示す.

ユーザーの入力開始座標 (X_1, Y_1) と現在の入力座標 (X_2, Y_2) , ある半径 R に対して次の連立方程式を解くことで一意にこの二点を通る円の中心座標と半径 R が求められる.

$$\begin{cases} (X_1 - x)^2 + (Y_1 - y)^2 = R^2 \\ (X_2 - x)^2 + (Y_2 - y)^2 = R^2 \end{cases}$$

ここで得られたいくつかの円の中にユーザーが描こうとしている円が存在していると仮定すると, この候補円の中から最も適した円を選択する必要がある. 次にこの選び方について述べる. 各候補円の中心座

Copyright is held by the author(s).

* 東京大学

† TIS 株式会社

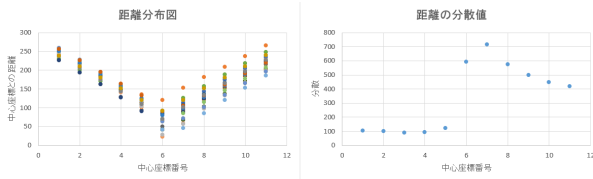


図 1. 60 度描いた時の距離分散

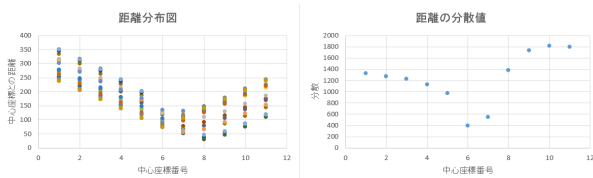


図 2. 180 度描いた時の距離分散

標ごとに入力途中の履歴座標との距離をそれぞれ計算し、その距離の分散を求める。ユーザーが描こうと意図している円に対応する中心座標においては、この距離値が比較的同じような値になることが予想され、それ以外の中心座標ではある程度のばらつきがあると予想される。よってこの分散値が最も小さい候補円をユーザーの描こうとしている円として選び近似する。実際の距離分布の様子を図1と図2に示す。中心座標番号は最小半径、つまり入力開始座標と現在の入力座標の midpoint である座標を6、以後最小半径に近いものから共役な解について(5,7)、(4,8)と順につけている。図1が60度の円弧を描いた場合で、弧に対し開かれた方の中心座標の分散値が低くなっていることがわかる。図2が180度の場合で、最小半径の中心座標が低くなっている。7番目の中心座標の分散値が少し低くなっているのは描かれた円弧が正しい円よりも少し膨らんだものになったためであると考えられる。

以上により近似円の中心座標を得ることができる。さらにユーザーの入力開始座標、現在の入力座標を用い、ベクトルとしてその内積、外積を計算することで、円弧の中心角を求める。また、近似円の中心座標からx軸性の方向に向かうベクトルと入力開始座標に向かうベクトル間でも内積、外積を計算することで円弧記述開始角を求める。これら手法により二つの角を求めることで、ユーザーは円の大きさを指定されることなく、どの場所でも描くことができ、どのような角度からでも円を描き始めることができる。実際に円を描き角度推定をしている様子を図3に示す。

2.2 応用インタフェース

ダイヤル式の入力手法では円の角度を適切な数値に変換することで様々なインタフェースに応用することができる。また、ダイヤル式入力で用いられて

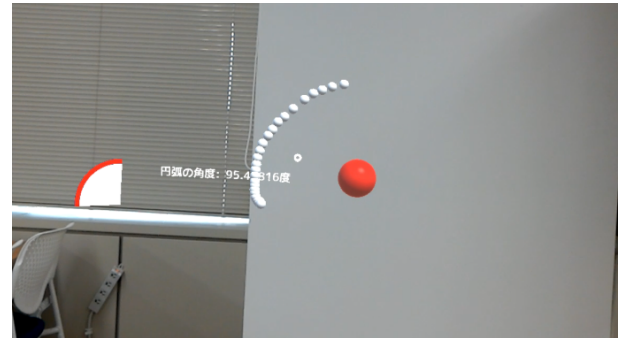


図 3. 円弧推定の様子

いる円は無限に描き続けることができるため、有限の距離を持つスライダー式などと違い、その入力に限りがないことが利点である。

2.2.1 文字入力

電話機のダイヤルによって数字を打ち込むように、文字入力を行うインタフェースが考えられる。円はどの位置からも描き始めることが可能であるため、円を描き始めた位置、さらに、描いた円弧の中心角の大きさによって対応文字を決め入力を行う。

2.2.2 スクロールリング

回した角度によって画面のスクロール量を変化させる。特に、HMD着用時の空中での操作では、従来のような手をスライドさせてスクロールを行う場合には、スライド量に限界があり操作に困難が伴うが、ダイヤル式入力を行うことにより好きな量を無限に変化させることができる。

3 まとめ

本研究では、距離分散を用いた方法による円弧推定と、それを用いたダイヤル式インタラクション手法を提案した。今後は円弧推定の三次元化、より簡易な入力方法の検討等を行っていく。

参考文献

- [1] E. Whitmire, M. Jain, D. Jain, G. Nelson, R. Karkar, S. Patel, and M. Goel. DigiTouch: Reconfigurable Thumb-to-Finger Input and Text Entry on Head-mounted Displays. *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.*, 1(3):113:1–113:21, Sept. 2017.
- [2] C. Yu, Y. Gu, Z. Yang, X. Yi, H. Luo, and Y. Shi. Tap, Dwell or Gesture?: Exploring Head-Based Text Entry Techniques for HMDs. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '17, pp. 4479–4488, New York, NY, USA, 2017. ACM.