



## 3D ダイアル型ウィジェットを用いた 指先による文字入力手法の検討

小佐々 宏海<sup>\*1</sup> 大西 克彦<sup>\*1</sup>

Study of text input operation using finger gesture with 3D dial widget

Hiromi Kosaza<sup>\*1</sup>, Katsuhiko Onishi<sup>\*1</sup>

**Abstract** – This paper describes our study of text input method for large screen display by using finger gesture input. In the environment of large screen like public display system and so on, the system allows users to retrieve information with touch interaction. In these environment, the text input method is almost prepared by using soft keyboard and the user enable to input some texts by selecting buttons in the keyboard. In such a situation, the keyboard is to occupy over the half space on the screen and user cannot recognize whole information on the screen. Therefore, our method is using dial widget for supporting text input manipulation and it allows the user to input texts by using the finger gesture operation. We designed the method and studied the usefulness of it through the preliminary examinations.

**Keywords** : Finger gesture, quadratic regression curve, 3d widget, Text input, Pointing method

### 1. はじめに

公共の場所などでの情報提示方法として、大型のディスプレイによる情報提示が普及してきており、その中にはタッチパネルなどを用いた情報検索型の表示システムも多く見られる。これらのシステムの多くはメニュー選択による所望の情報を検索できる。また、情報量が多い場合はテキスト入力による検索方法が利用されるが、この場合、ソフトキーボードによる文字入力が多く利用されており、キーボードによって表示画面が占有され表示できる情報が制限される。

そこで、我々はこれまで画面占有を抑えたウィジェットの検討と、ユーザが機器を装着せずともジェスチャで入力できる文字入力手法を検討してきた<sup>[1]</sup>。本手法では、円柱形状を基にしたダイアル型のウィジェットのデザインと操作方法を検討してきた。本稿では、さらにユーザの指の軌跡を考慮して指の稼働範囲を基にした操作領域を決定する手法を提案し、入力手法の操作性の改善を検討した。

### 2. 関連研究

これまでタッチパネルの普及などに伴い、文字入力手法も物理的なキーボードではなく、画面にキーボードのボタンを表示するなどしたソフトウェアキーボードによる入力手法が多く提案、利用されている。例えば、ソフトウェアキーボードのレイアウトを新たに提

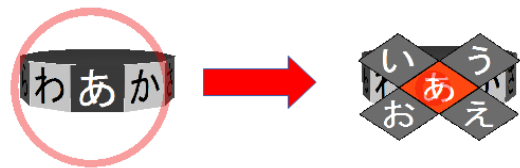


図1 ダイアル型ウィジェット  
Fig.1 Dial widget

案した手法<sup>[2]</sup>や、さらにはキーボードの画面の占有を抑えた手法<sup>[3]</sup>などが提案されている。これらは、主にタッチパネルを用いたモバイルデバイスでの利用を想定している。

また、3次元ジェスチャを利用した入力方法も提案されている<sup>[4]</sup>。本手法では指の動きを用いた入力手法を提案しているが、文字入力については考慮していない。他にも、ジェスチャによる文字入力として大画面のテレビを想定したシステムが提案されている<sup>[5]</sup>。本手法では2つのレイアウトの異なるソフトウェアキーボードと、3つの入力方式を用いて比較をしているが、キーボードレイアウトが画面を占有することについては議論されていない。

### 3. 3D ダイアル型ウィジェットによる文字入力手法

#### 3.1 3D ダイアル型ウィジェット

図1に提案するダイアル型ウィジェットの形状を示す。ダイアル型ウィジェットは五十音図の子音文字を円柱形状の各面に並べて表示する。そして、各子音文字をユーザが選択することで子音文字行の各段の文字

<sup>\*1</sup>: 大阪電気通信大学 総合情報学部情報学科

<sup>\*1</sup>: Department of Computer Science, Osaka Electro-Communication University

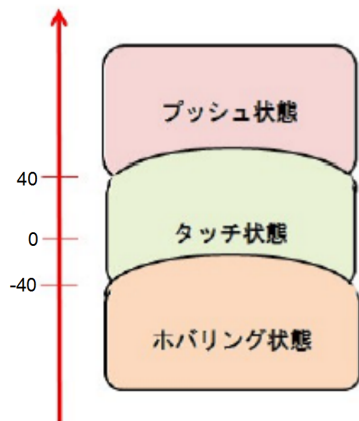


図 2 各状態の動作範囲  
Fig. 2 Region of 3 states(hover, touch and push)

を表示する。例えば、図 1 に示すように「あ」の文字を選択すると、あ行の各段の文字、「い」、「う」、「え」、「お」を表示する。このような階層構造による展開方式を採用することで、上記で述べたソフトウェアキーボードが画面領域を圧迫してしまうという問題の改善を期待している。

### 3.2 ジェスチャーによる文字入力手法

ユーザが 3D ダイアル型ウィジェットを操作する方法として、子音文字を選択するための動作と、子音文字から各段の文字を表示するための動作が必要になる。提案手法では、これらの操作を空間中のユーザの指の動きを利用して認識する。一般的な空間中のポインティング操作では、表示画面に対する垂直な軸 ( $z$  軸) の動きを利用して、表示オブジェクトの選択操作を実現している。しかし本手法では、表示するウィジェットに対して複数の動作を行う必要がある。そこで、ユーザの指の  $z$  軸方向の動きを利用して「ホバリング状態」、「タッチ状態」、「プッシュ状態」の 3 つの状態に分類する。そして、子音文字を選択するために「タッチ状態」を利用し、選択した子音文字行の段の文字を選択するために「プッシュ状態」を利用する。なお、「ホバリング状態」はウィジェットの操作には利用しない。

### 3.3 状態の遷移条件の検討

前述の 3 つの状態 (ホバリング, タッチ, プッシュ) を遷移するためのパラメータの検討として、指先動作時の  $z$  軸の位置を計測し、各状態における変化を分析した [1]。その結果、 $z$  軸方向の動作範囲は 80mm 間隔とし、図 2 のような順に定義する。

本稿ではさらに、各状態の境界を操作者の指の可動範囲に応じた形に定義するため、スライド操作中における人差し指の動作軌跡を計測した。指先の動作軌跡の計測デバイスとして Leap Motion Controller を

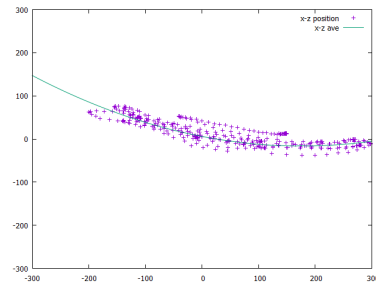


図 3  $xz$  平面上の指の軌跡と回帰曲線  
Fig. 3 Quadratic regression curve analysis on  $xz$  plane

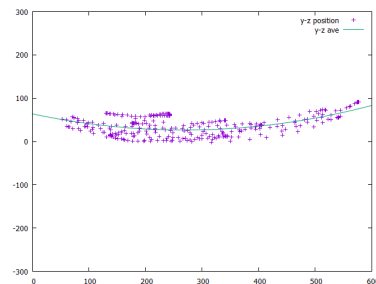


図 4  $yz$  平面上の指の軌跡と回帰曲線  
Fig. 4 Quadratic regression curve analysis on  $yz$  plane

使い、ノート PC (Panasonic CF-AX2, Corei5, Windows 8.1) 上に実装した計測プログラムを利用した。被験者は 20 代前半の学生 5 名とし、それぞれ手を左右に振る操作と、上下に振る操作を行ってもらった。

その結果、すべてのユーザに共通して肘関節を軸に動作する傾向がみられたことから、軌跡データを 2 次回帰分析し、得られた曲線を状態遷移の軌跡として利用する。手を左右方向に振ったときの人差し指の軌跡を回帰分析したものを図 3 に示し、手を上下方向に振ったときの人差し指の軌跡を回帰分析したものを図 4 に示す。

本手法では、これらの結果を基に、図 3 と図 4 に示す  $xz$  平面と  $yz$  平面上の両方の回帰曲線を状態遷移の閾値として利用する。

さらに、子音文字を選択するスライド操作を行う「タッチ状態」から、子音文字から各段の文字を表示するための「プッシュ状態」に遷移する際、ユーザの指の動きが停止する。しかし、空中での操作のためにある程度の揺れが想定される。そのため、意図しない文字を入力してしまう誤操作を抑え精度を高めるために、指先静止時の  $z$  軸座標の位置の変化を計測した、その結果、タッチ状態から「プッシュ状態」への状態遷移のパラメータとして、25mm/秒以上の速度も利用する [1]。

最後に、濁音、半濁音や小文字の入力はジェスチャー操作によって行う。通常の文字入力のジェスチャー操



図5 視覚フィードバックの提示例  
Fig.5 An example of visual feedback

作に加えて奥に出した指の本数や位置を認識して、操作を割り当てている。ジェスチャーは下記の3つに分類した。

1. 人差し指を奥に出す。
2. 人差し指と中指の指先を接した状態で奥に出す。
3. 人差し指と中指の指先を離れた状態で奥に出す。

### 3.4 視覚フィードバックの提示

本手法では指の動きに合わせて視覚ポインタを表示し、ユーザに現在の操作の状態を提示する。図5にその様子を示す。ポインタとなる円弧の色を各状態で変更する。具体的には、“人差し指を奥に出す”ジェスチャーは赤色，“人差し指と中指の指先を接した状態で奥に出す”ジェスチャーは青色，“人差し指と中指の指先を離れた状態で奥に出す”ジェスチャーは緑色とした。さらに $z$ 方向の移動を円弧の大きさで表す。

## 4. 試作システムの実装と評価

### 4.1 試作システム概要

本手法の動作検証するために Leap Motion を持っていた試作システムを作成する。開発には Leap Motion SDK を使用し、手指の座標、手指の速度、手指の形を取得する。3D ダイアルウィジェットは OpenGL を用いて作成する。前節で述べたように、文字の入力は円柱状に並べられた子音を「タッチ状態」で選択し、所望の子音文字を選択後、指を「プッシュ状態」にすることによって選択した子音の母音文字を展開する。次にプッシュ状態のまま指を上下左右にスライドすることによって母音文字を選択し、選択した状態で「プッシュ状態」を解除することで文字を入力できる。図6に実装した3Dダイアル型ウィジェットの文字入力操作例を示す。文字の種類の割り当ては図7のように割り当てている。また、本手法と従来手法との異なる点を表1に示す。

### 4.2 検証実験

従来手法と本稿で検討した手法を用いて比較実験を実施した。実験は被験者5人に従来手法と提案手法を利用したフルキーボードの文字入力を使用してもらい、文字入力に掛かった時間を計測した。被験者と作業ディスプレイの距離はプロジェクターで映し出された画面から270cm離れた場所で実験を行った。まずは実験開始前にそれぞれ3分間、文字入力の練習をし

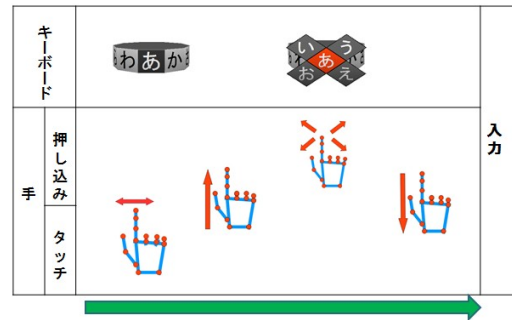


図6 操作例  
Fig.6 An example of manipulation

	人差し指を奥に出す
	あ か さ た な は ま や ら わ
	人差し指と中指の指先を接した状態で奥に出す
	あ が ざ だ な ば ま や ら わ
	人差し指と中指の指先を離れた状態で奥に出す
	あ が ざ た な ば ま や ら わ

図7 ジェスチャー操作の文字割り当て  
Fig.7 Character allocation of gesture operation

表1 実装  
Table 1 Implementation

手法	従来手法	提案手法
閾値	固定した閾値	ユーザに軌跡に基づいた閾値
消去手法	手の開閉度	手を開いた状態でプッシュ操作
タッチ時のダイヤル回転方法	指の加速度による回転	指の位置による回転
ガイドの有無	無	有

てもらった。ただし、提案手法では各状態の範囲を決定するため、ユーザ毎に予め1200フレームの間、手を上下左右に動かしてもらいその分析結果を閾値として利用する。最後に“ですと”、“ありがとう”と入力してもらい、その入力時間を計測する。図10に実験の様子を示す。

その結果、図8の“ですと”と打ち込むときの操作では5人中の全員が提案手法の方が早くなったことがわかる。図9の“ありがとう”と打ち込むときの操作では5人中の3人が提案手法の方が早くなったことがわかる。このことから従来手法に比べて本手法は一定の改善が見られたことが確認できた。

## 5. おわりに

本研究では、大型ディスプレイやプロジェクタなどを利用したシステムにおける文字入力手法について、文字入力に必要なソフトウェアキーボードの表示領域をできる限り少なくし、周囲の情報を表示しながら文

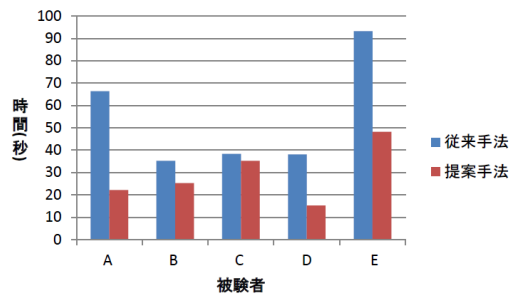


図 8 入力文字”てすと”  
Fig. 8 A result of our method

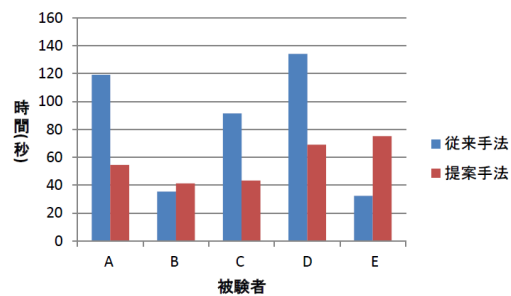


図 9 入力文字”ありがとう”  
Fig. 9 A result of our method

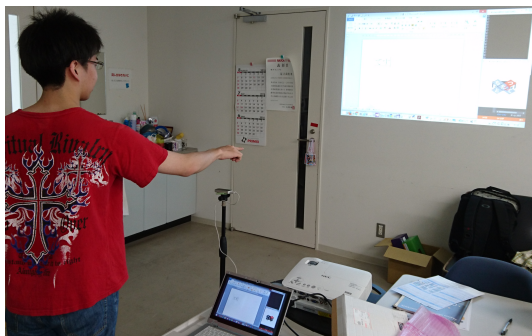


図 10 実験風景  
Fig. 10 An implement system

## 参考文献

- [1] 木田, 大西: ダイヤル型ウィジェットを用いたジェスチャ操作による文字入力手法の検討; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015 論文集, pp.253-256 (2015).
- [2] 高濱, 郷: 親指の往復運動に基づく小型タッチ画面端末向けソフトウェアキーボード; ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.269-275 (2010).
- [3] Li, F. C. Y., Guy, R. T., et al.: The 1line keyboard: a QWERTY layout in a single line; Proc. of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp.461-470 (2011).
- [4] 細野, 笹倉, 田邊, 川上: Leap Motion を用いたジェスチャ操作による文字入力方法の提案; 人工知能学会全国大会論文集 28, Vol.1, No.1, pp.1-4 (2014).
- [5] Ren, G., Oneill, E.: Freehand Gestural Text Entry for Interactive TV; Proc. of EuroITV'13, pp.121-129 (2013).

字を入力できる手法の検討として、3D ダイヤル型ウィジェットとジェスチャ操作による文字入力手法を検討した。ダイヤル型ウィジェットの設計と、操作に必要なジェスチャ動作の状態を整理し各状態の最適なパラメータについて検討した。さらに各状態の境界をユーザの指の軌跡に基づく曲線形状に近似し、指先位置をユーザに視覚的にフィードバックできる手法を検討した。試作システムを実装し検証した結果、従来手法に比べて入力時間の減少傾向が見られたため、今後の有用性が期待できることを確認できた。今後の課題としては、各領域の境界を曲面形状に近似する手法の検証を含めた認識精度の向上と、英文の提示方法の検討などが挙げられる。