

# ペンタブレットの空中動作を利用したインタラクション

## Air Operation for Pen-based Interaction

梅林 靖弘 丸山 一貴 寺田 実\*

**Summary.** 本論文ではペンタブレットの空中動作を用いたインタラクションの提案を行う。空中での動作を検出するためには、3次元的な“高さ”を取得できるハードウェアを用意する必要がある。本来ペンタブレットは平面的な入力を想定しているため、空中での動作を検出できない。しかし、電磁誘導方式のペンタブレットを対象とし空中におけるペンが感知、消失する瞬間を観測することで、特殊なハードウェアを利用することなく“高さ”の情報を取得できると考えた。得られた3次元情報を3次元ベクトルの入力、空中でのジェスチャ入力に適用し、その入力精度と所要時間について評価を行った。

## 1 はじめに

画面内のオブジェクトに対し3次元的な操作を行いたい場面が存在する。しかし、一般的な入力デバイスによる操作ではユーザが行える入力は平面的なものに限られてしまう。そのため、3次元の入力を行うには“高さ”を検出できるハードウェアを新たに用意する必要がある。

そこで本研究では、2次元のポインティングデバイスであるペンタブレットを活用することで空中動作を検出し、仮想的に3次元入力を行うことを考えた。

## 2 ペンタブレット

本研究では電磁誘導方式のペンタブレットを対象とする。入力には専用のスタイラスペンが必要である。入力面に配置されたコイルと、ペンに内蔵されたコイルの動作により座標検出を行う。入力面からある一定距離  $L$  内にあるペンの2次元座標を検出することができる。ペンタブレットを横から見た状態を図1に示す。

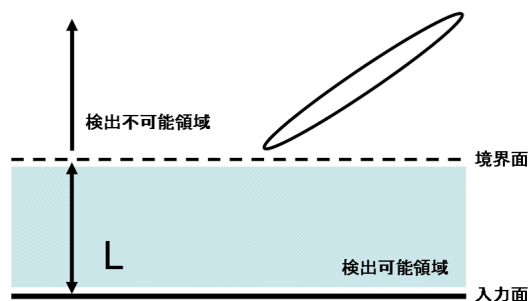


図1. タブレットの検出可能領域

Copyright is held by the author(s).

\* Yasuhiro Umebayashi, Minoru Terada, 電気通信大学大学院 電気通信学研究科 情報通信工学専攻, Kazutaka Maruyama, 東京大学 情報基盤センター

## 3 着目点

### 3.1 空中動作の利用

ペンタブレットは本来2次元の座標情報しか取得できない。しかし電磁誘導方式を採用しているペンタブレットでは、検出可能な領域内であれば空中でも座標を取得できる。本研究では以上の点に着目し、ペンタブレットから送られてくる情報を監視することでペンを検出した瞬間、検出できなくなった瞬間を観測できると考えた。その瞬間の座標は検出可能距離  $L$  を用いて  $(x, y, L)$  と表すことができる。これにより“高さ”を含んだ3次元の座標情報の取得が可能となる。対応する座標を以下の様に定義する。

**感知点** ペン先が検出可能領域に進入した瞬間を“感知”, その座標を“感知点”と定義する。

**消失点** ペン先が検出可能領域から脱出した瞬間を“消失”, その座標を“消失点”と定義する。

## 4 提案手法

### 4.1 3次元ベクトル入力

本研究では、タブレットの入力面で発生したイベントに以下の名称を用いる。この座標は  $(x, y, 0)$  で表すことができる。

**プレス点** ペン先が入力面に接触した瞬間の座標

**リリース点** ペン先が入力面から離れた瞬間の座標

感知点とプレス点, リリース点と消失点を組み合わせることで3次元ベクトルを作成する。これにより, ペンを真上に引き上げた場合など, 従来の座標情報では判別できなかったペンの動作が利用できる。実際にペンを上下に動かすことで入力を行うため, 直感的な入力を行うことが可能である。

以下に3次元ベクトル入力の例を示す。

リリース → 消失

ペン先の軌跡と入力される3次元ベクトルを図2に示す。リリースの発生を $t_0$ 、消失の発生を $t_n$ とする。作成される3次元ベクトルは $(x_0, y_0, 0) \rightarrow (x_n, y_n, L)$ となる。

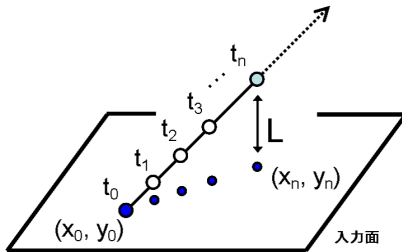


図2. リリース → 消失による3次元ベクトル

感知 → プレス

同様に、感知点とプレス点を利用することで3次元ベクトルを入力する。作成されるベクトルは $(x_0, y_0, L) \rightarrow (x_n, y_n, 0)$ となる。

#### 4.2 空中ジェスチャ入力

感知点、消失点のみを用いて2次元のベクトル入力を行い、それぞれを始点、終点としてジェスチャ入力とする。ペン先の軌跡と入力される空中ジェスチャを図3に示す。感知の発生を $t_0$ 、消失の発生を $t_n$ とする。入力面を一切使用しないため、既存のペンシステムに干渉しない操作が期待できる。

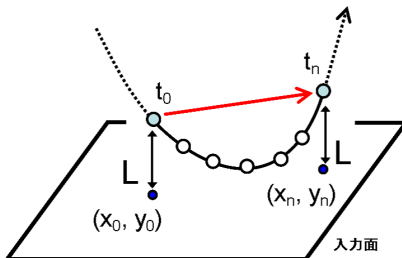


図3. 空中ジェスチャ

ジェスチャの種類として、一般的な上下左右の4方向に加え、新たに“中心”方向を設定した。これは、感知点と消失点との距離が閾値 $c = 15\text{pixel}$ 以下であった場合とする。

#### 5 評価実験

空中動作の利用が適切に行えるかを評価した。被験者は20代の男性8名(右利き6名, 左利き2名)である。実験には読み取り可能距離 $L = 10\text{mm}$ のペンタブレットと、 $L = 22\text{mm}$ のキーボード付き液晶ペンタブレットを用いた。この液晶ペンタブレットはコンバーチブルタイプとなっており、画面を回転して折りたたむことができる。画面を立てた通常

時、寝かせた回転時共に測定を行い、合計3種類のデバイスに対し評価を行った。

#### 3次元ベクトル入力

カーソルの位置がより把握しやすい方向として、リリース → 消失による入力を採用した。測定内容は方位角の入力精度と所要時間である。入力精度はランダムに出現する目標と被験者が入力した3次元ベクトルの方位角との誤差、所要時間はリリース ~ 消失間の経過時間である。測定結果の被験者8名の平均値を表1に示す。

#### 空中ジェスチャ入力

各方向それぞれ10回ずつの入力を行い、正しい入力が行えた割合を成功率として測定した。成功率の被験者8名の平均値を図4に示す。

表1. 方位角の評価結果

	所要時間 (ms)	角度誤差 ( $^{\circ}$ )
ペンタブレット	223	13.2
液晶 (通常時)	281	12.9
液晶 (回転時)	252	8.7

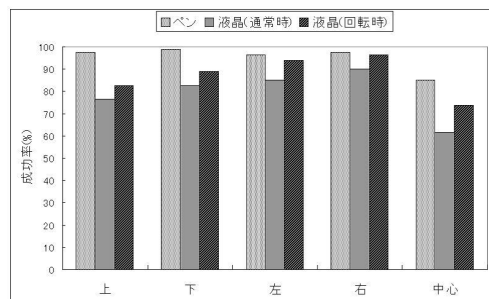


図4. 空中ジェスチャ入力の成功率

#### 6 まとめと今後の課題

3次元ベクトル入力における方位角の入力精度、所要時間を測定することで、空中動作による入力を適切に行えていることが確認できた。今後は仰角と大きさの入力精度、所要時間について測定することにより3次元入力としての精度を評価し、アプリケーション等へ応用していきたい。

#### 参考文献

- [1] X. Bi, T. Moscovich, G. Ramos, R. Balakrishnan, and K. Hinckley. An Exploration of Pen Rolling for Pen-based Interaction. In *Proceedings of ACM UIST'2008*, pp. 191–200, 2008.
- [2] 鈴木 優, 三末 和夫, 田中 二郎. ユーザに優しいデジタルノート向けスタイラスインタフェース. WISS2007 論文集, pp. 69–74, 2007.