

# 紙端末に向けた手書き特性実験と考察

5W-4

加藤 清志 宮井 均

NEC 関西C&C研究所

## 1 はじめに

筆者らは、ペン入力の手書き心地向上のために、紙への手書きにおけるユーザの特性評価実験を行った。本論文では、この実験の概要と手書き入力の応答改善に関する試みについて述べる。

## 2 ペンインタフェースの課題

紙の操作性をコンピュータに取り入れようとする研究は、従来から様々な形で行われおり、視差やすべりなどいくつかの問題が挙げられている<sup>[1,2]</sup>。ペンインタフェースの改善項目を表1に示す。これらの課題は、デバイス技術の進歩とともに改善されつつある。しかし、座標検出速度や応答表示遅延に関しては、現状のペンI/Fがマウスの置き換えとしての利用用途が多いことから、ポインティングデバイスとしての改善にとどまっている。そこで、ペンI/Fをドローイング入力（手書きイメージ入力）で利用するために必要な座標検出速度について実験を行った。

表1 ペンインタフェースの課題

項目	理想	現状	対応例	
表示	表示解像度 視差 視野角	400dpi以上 なし 180°	100dpi 2.3mm 90°	高精細化(200dpi) 視差低減(0.5mm)、表面表示 広視野角化(120°~)
入力	座標検出速度 応答表示遅延 すべり 筆圧/傾き 支持する手	全座標を検出 なし 紙と同等 筆跡に反映 接触可能	90座標/秒 1/60秒以上 すべり過剰 検出困難 誤入力あり	検出高速化 + 曲線化 遅延低減、軌跡先行描画 ペン-パネル間の摩擦最適化 筆圧検出、移動速度から予測 入力荷重調節(抵抗膜パネル)
形態	外形 重量	薄型大画面 数百g	厚い小画面 1kg	薄型化 軽量化

Toward the Paper Terminal: An Experiment on the Characteristic of Hand-Writing  
Kiyoshi KATO, Hitoshi MIYAI  
Kansai C&C Res. Labs. NEC Corp.

## 3 手書き特性評価実験

携帯端末への手書き文字入力を想定し、日常ユーザが紙に筆記具で書き込む操作におけるペンの移動速度及び移動方向の特徴を抽出し、ドローイング入力に求められる座標検出速度について考察した。

### 3.1 実験の内容

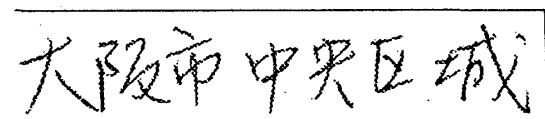
16名（女性6名、男性10名）の被験者に、ボールペン型入力ペンでタブレット上に置かれた実験用紙（A5相当）に記入してもらい、ペンの動きに応じて検出された座標（分解能10[ドット/mm]（約250dpi）、速度100[座標/秒]）をPC上の実験プログラムで記録した。書く内容は、滑らかに書けるものとそうでないものを混在させた（氏名、住所、固定文書）。

### 3.2 結果と考察

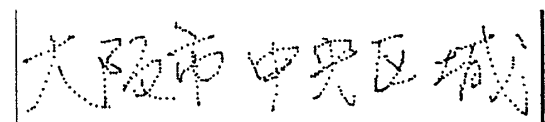
実験で得られた検出座標の例を図1に示す。ペンの移動速度は、端末の性能や手書き入力する内容等でも異なるが、今回の実験で対象としたA5サイズ程度の携帯端末への手書き文字入力に関して、座標データの速度/角度分布から必要な座標検出速度について考察した。

#### (1)理想的な座標検出速度

隣接する座標点間の距離は最大21ドットであ



↑(a)実験用紙に記入された筆跡



↑(b)検出座標点の表示

図1 実際の筆跡と検出座標（一部抜粋）

り、利用したタブレットの仕様からペンの最大移動速度は210[mm/秒]となる。ペンが通過するすべての表示座標を検出するための速度は、例えばファクシミリ並みの解像度(200dpi,8ドット/mm)の表示デバイスでは1680[座標/秒]である。この値は、この速度以上で検出しても特別な効果は得られないという最も上位の指標となる。

(2)求められる座標検出速度

図2に検出座標の速度分布(隣接座標点間距離の分布)と角度分布(進行方向の変化の分布)を示す。隣接座標点間距離は平均値である3ドットを中心に偏った分布である。また、角度の変化が小さい場合、距離が大きくとも滑らかな応答表示が可能であるが、角度分布から、隣接座標点間の距離が増加するにつれて角度の変化は小さくなることわかる。このことから、ペンの最大移動速度を60[mm/秒]としても、93%の座標は正確に検出できるとともに、残りの7%の座標も最大30°以内の角度変化となり、ある程度滑らかな応答表示ができる。例えば、200dpi(8ドット/mm)の表示デバイスでは、480[座標/秒]の検出速度でペンの動きに従った滑らかな応答表示が可能である。

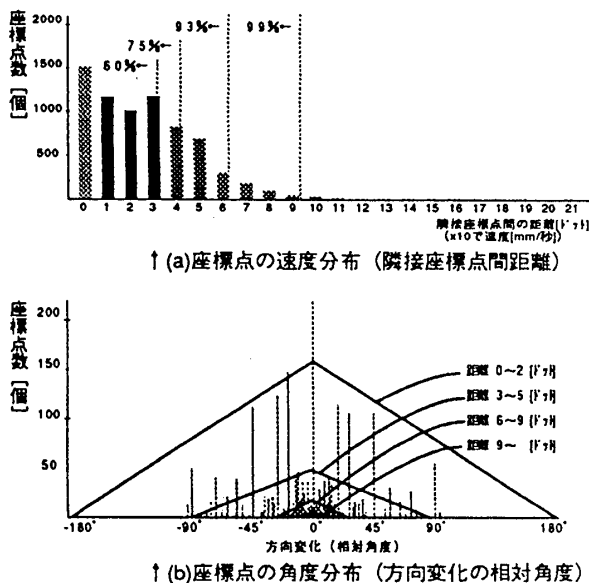


図2 手書きデータの速度/角度分布

4 応答表示品質の改善

実験結果から、座標検出速度は表1に示す現状の5倍程度必要である。このため、座標検出が遅い場合にも滑らかな筆跡表示を行うことを検討し、以下のソフトウェア処理の併用について動作実験を行った。

座標補間: 滑らかな曲線を生成するために、座標点間に補間座標点列を挿入して、高速に検出された座標点列を疑似的に生成する。

座標予測: 誤差低減や座標補間処理での応答表示遅延を低減するために、座標点の変化から次の入力座標を予測して先行描画する。

図6にこれらの処理を行った表示結果を示す。応答表示は、実際のペンの動きと正確に一致するものではないが、滑らかな手書きイメージとしての体裁は整うため、入力精度より手書きされた内容が重要である場合に効果がある。

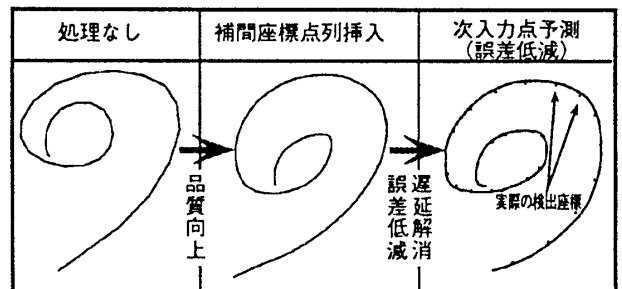


図3 改善された応答表示の例

5 おわりに

本論文では、手書き操作におけるユーザの特性抽出実験について述べ、応答表示を改善する座標補間/予測方式について述べた。今後、美しい応答表示の実現に向けて、筆記具の筆跡再現について研究するとともに、ペンのすべり最適化に向けた実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 和田, "ペン入力コンピュータの現状と動向", ヒューマンインタフェース部会報, 1991, Vol.6, No.3, pp.227-234.
- [2] 福永, "ペン入力技術・紙の操作性を目指して", 情報処理, 1992, Vol.33, No.7, pp.820-827.