

対話型手描きスケッチ清書システムのための分析*

5C-9

大下 真, 近藤邦雄, 島田静雄, 佐藤尚†
埼玉大学‡

1 はじめに

設計やデザインなど、計算機上で対話的に曲線形状を扱う場面では、形状入力に複雑な操作を必要とするのが通常である。しかし、用途によっては入力の精度より簡便な操作方式が優先される場合もある。その場合のインタフェースとして、紙とペンに近い感覚で使用できるペンタブレット装置を用いたスケッチ入力が有効である。

2値画像化したスケッチに対して行なう清書は、フィルタ処理による細線化および雑音除去、ベクトル化、曲線近似の各行程によって実現される^[1]。この手法では、安定した清書画像を得られる反面で原画像の形状特徴が失われてしまう。これは、冗長な線や手の震えなどの雑音成分を除去する際、屈曲点や直線部分などが雑音とともに失われてしまうことが原因である。

本研究は入力デバイスとして筆圧感知型のペンタブレット装置を採用した対話型システムを用い、手描きスケッチを清書することを目的とする。手描きスケッチには有効な線分以外の要素が多く含まれ、描き手の意図に沿った結果を得るためには、冗長な要素の除去、すなわち清書が必要となる。そこで、スケッチ入力から清書支援のキーとなる情報を得るための分析を行なった。

2 ストロークデータ

ペンタブレットによって得られる値は、ディスプレイ上での座標、時刻、筆圧および入力装置のボタン番号からなる時系列に従った配列である。これらのデータを併用して、目的とする清書支援に有効な情報を抽出する。

以下、このようなデータのことをストロークデータと称する。

N 個のデータ点の配列で表されるストロークデータにおいて、 i ($i = 0, 1, \dots, N-1$) 番目のデータ点の座標を (x_i, y_i) とすると、局所的な移動距離 Δl_i ($i =$

$0, 1, \dots, N-2$) は、

$$\Delta l_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (1)$$

となる。

i 番目の時刻の値を t_i とすると、局所的な移動速度 v_i ($i = 0, 1, \dots, N-2$) は、

$$v_i = \frac{\Delta l_i}{\Delta t_i} \quad (2)$$

となる。

i 番目の点における筆圧の値を p_i とする。この場合の筆圧とは、ペンがタブレットに触れていない時点では 0 で、圧力が加わるに従い増加する離散値として得られる。

3 偏角関数

ストロークデータから線画の形状特徴を抽出するための手法の一つとして、線分の始点からの長さ l の位置における接線方向を $\theta(l)$ とする偏角関数 θ を導入する^[2]。

偏角関数は l による線分の 1 次導関数としての性質を持ち、表 1 の通りに線画の局所的な形状特徴が現れる。また、座標成分を偏角関数で評価することにより、時刻、筆圧との同一軸上での比較が可能になる。

表 1: 線画の形状特徴と偏角関数との対応

形状特徴	偏角関数上での特徴
屈曲点	不連続点
直線	一定値
円弧	一次関数
変曲点	極大 / 極小値

4 実験および評価

本実験では、既存の線画をタブレット上に置き、その上をトレースする方式で実験対象となるストロークデータを入力した。

4.1 形状特徴との比較評価

図 1 は、入力の際に使用した原画とその偏角関数表現によるグラフである。原画は、連続した直線と円弧

*Analysis for a freehand drawing system

†Makoto OHSHITA, Kunio KONDO, Shizuo SHIMADA, Hisashi SATO

‡SAITAMA University

で構成されており、偏角関数上ではすべて直線で表現される。

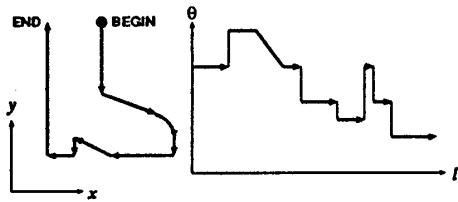


図 1: 入力に用いた原画とその偏角関数表現

図 2 はタブレットで入力されたスケッチ画である。



図 2: スケッチ画

図 3 は、図 2 のスケッチ入力のストロークデータから、開始点からの長さを横軸に、偏角関数 θ 、速度 v 、筆圧 p を縦軸にしたグラフである。

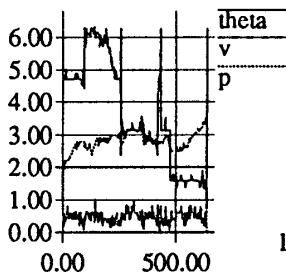


図 3: ストロークデータのグラフ

図 3 より、ストロークデータには、スケッチ画の形状特徴を示す以下の情報が含まれることがわかった。

1. 偏角関数上では、スケッチ画に含まれる比較的長い直線部分では一定値として出現している。また、不連続点には屈曲点だけではなく雑音によるものも多い。
2. 屈曲点、変曲点では必ず速度変化の極小点が出現するが、雑音によって出現する極小点も多く存在する。
3. 屈曲点の位置において、筆圧が極大あるいは極小値をとる場合がある。

4.2 信頼性の評価

ストロークデータから得られる形状特徴の情報がどの程度信頼できるのかを確認するために、図 1 を描いた複数のストロークデータをもとに、個々のデータに共通した特徴を評価する実験を行なった。

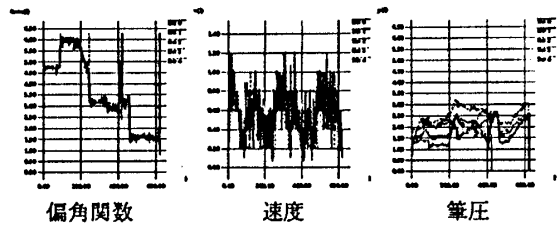


図 4: 1 名による複数のストロークデータ

図 4 は、1 名が 5 回の入力を行なって得られたストロークデータのグラフである。図 4 から、同一の描き手のストロークデータがほぼ共通した変化を示すことが確認できた。

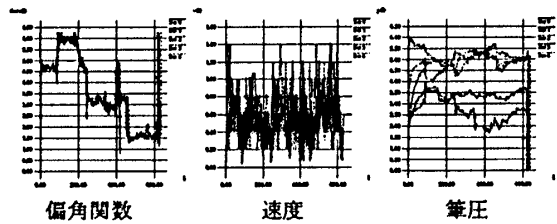


図 5: 1 名によるストロークデータ

次に、図 5 は、5 名の被験者による入力を行なって得られたストロークデータのグラフである。図 5 から、描き手の異なるストロークデータでは、偏角関数および速度変化についてはほぼ共通だが、筆圧については、描き手によって異なる変化を示すことがわかった。

5 おわりに

本研究では、手描きスケッチの清書支援のキー抽出のために、ストロークデータに注目して形状特徴との関係についての分析を行なった結果、以下のことがわかった。

1. 偏角関数は、手描きスケッチからの形状特徴の抽出手法としても有効である。
2. 描画の際の速度からは、屈曲点、変曲点の抽出が可能である。

また、描き手が異なった場合でも、共通の手法を用いての特徴抽出が可能であることも分かった。

参考文献

[1] 安芸淳一郎: セルアニメーション製作支援システムに関する研究, 東京大学修士論文, pp.33-51, 1994
 [2] 斉藤隆文: 曲面形状の記述法と描画法, pp.38-46, 1991