

フリーハンドによる図形作成システムの開発

Development of Freehand Drawing System

赤松 克馬
Katsuma Akamatsu

中間 翔大†
Shota Nakama

小堀 研一†
Ken-ichi Kobori

1. はじめに

資料を作成する際、文字に加え図や表を用いることで情報をより視覚的に伝えることができる。一般に、図を作成する際は、Word や PowerPoint の図形ツールを用いて、線分や曲線、基本図形などを組み合わせることで行っている。しかし、この方法では、ツール選択と描画を繰り返す手間や、図形によっては作成が困難な場合がある。これらの問題を解決するため、入力形状を整形する研究^[1]が行われているが、図形を作成することは難しい。本研究では、形状が様々な曲線から構成されることに着目し、フリーハンドで描いた入力形状からユーザが意図した曲線を推測することで、図形を作成する。提案手法では、入力形状を線分や曲線、円などの 7 種類の基本曲線に認識する。そして、認識された入力形状の長さや傾きを考慮して、周囲の基本曲線と調和のとれた配置に補正する。これにより、ツール選択の手間を省き、作成が困難な図形を直感的な操作で作成することができる。

2. 提案手法

本手法の処理フローを図 2.1 に示す。まず、形状認識ではフリーハンドによる入力形状を図 2.2 のような「線分」「自由曲線」「正円弧」「楕円弧」「閉自由曲線」「正円」「楕円」の 7 種類の基本曲線に認識する。そして、形状補正では認識された入力形状の長さや傾きを考慮して、周囲の基本曲線と調和のとれた配置に補正する。また、形状編集では形状認識・形状補正を終えた入力形状を任意の基本曲線・配置に編集することができる。

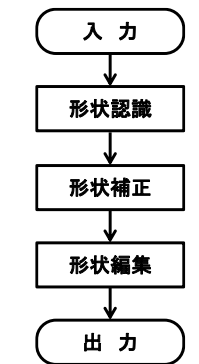


図 2.1 処理フロー

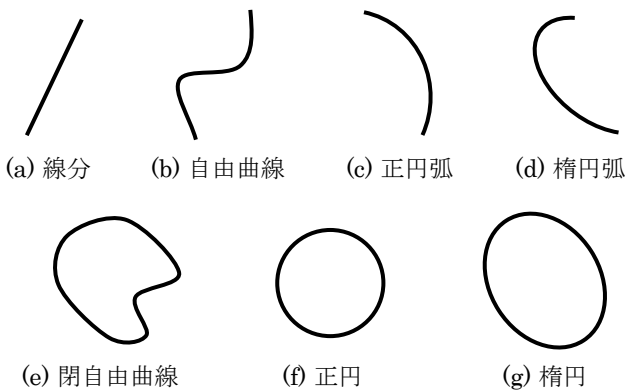


図 2.2 基本曲線

形状認識は、図 2.3 に示すように入力形状を基本曲線から階層的に認識する。そして、認識した基本曲線ごとに、異なる当てはめの処理を行う。

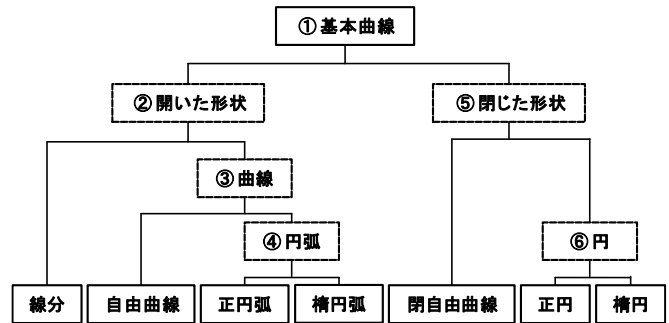


図 2.3 形状の階層構造

まず、入力形状から認識する際に用いるサンプル点を取得する。サンプル点は、図 2.4(a)のように形状の始点から終点まで一定間隔ごとに取得した点である。そして、手振れによる誤認識を防ぐため、同図(b)のように、サンプル点に対して、移動平均法を用いて平滑化を行う。

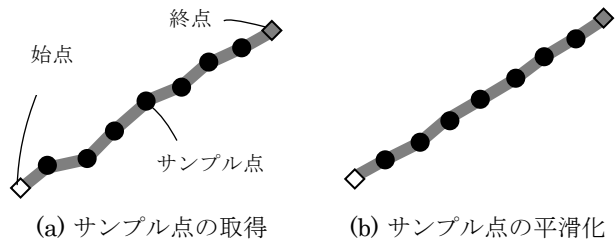


図 2.4 前処理

上記の処理によって取得したサンプル点を用いて入力形状を識別する。

まず、処理①では、入力形状を基本曲線として開いた形状と閉じた形状に識別する。その際に、始点と終点の距離が閾値以上であれば開いた形状に識別し、閾値未満であれば閉じた形状に識別する。

次に、処理②では、開いた形状を線分と曲線に識別する。識別には、図 2.5 に示すような始点と終点を結んだ線分とサンプル点の距離が最大の点を極値点として用いる。結んだ線分と極値点の距離が閾値未満であれば線分に識別し、閾値以上であれば曲線に識別する。

続いて、処理③では、曲線を自由曲線と円弧に識別する。識別には、入力形状の曲がる方向が一定であることを調べるため、変曲点を用いる。変曲点は、始点から終点までのサンプル点間のベクトルを用いて検出する。検出方法は、連続する 2 本のベクトルの外積を算出し、図 2.6 のように 2 本のベクトルの外積が負のときに変曲点として検出する。変曲点が検出された場合は自由曲線に識

† (社) 情報処理学会, IPSJ

別し、検出されない場合は円弧に識別する。

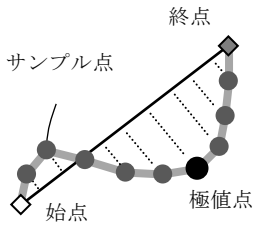


図 2.5 極値点

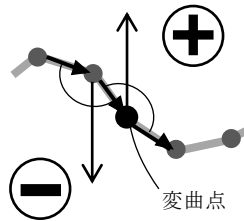


図 2.6 変曲点

さらに、処理④では、円弧を正円弧と楕円弧に識別する。識別には、3種類の角度を用いる。3種類の角度は、図 2.7 のように連続する始点と等間隔点からなる角度である。3種類の角度の最大値と最小値の差が閾値未満であれば正円弧に識別し、角度の差が閾値以上であれば楕円弧に識別する。なお、等間隔点は、始点から終点のサンプル点を等間隔に取得した点である。

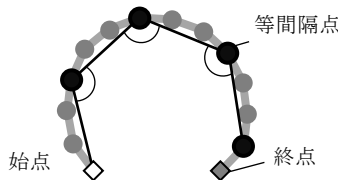


図 2.7 3種類の角度

そして、処理⑤では、閉じた形状を閉自由曲線と円に識別する。処理③と同様に変曲点を用い、変曲点を検出された場合は閉自由曲線に識別し、検出されない場合は円に識別する。

最後に、処理⑥では、円を正円と楕円に識別する。処理④と同様に3種類の角度を用い、3種類の角度の最大値と最小値の差が、閾値未満であれば正円に識別し、角度の差が閾値以上であれば楕円に識別する。

3. 実験と考察

提案手法により、直感的に図形形状を作成できることを確認するため、被験者 20 名を対象にアンケートを行った。被験者は PowerPoint と本システムを用いて、図 3.1 のような図形を作成する。そして、以下に示す 3 項目においてそれぞれ 5 段階で評価した。

- ① 直感的な操作で形状を作成できた
- ② 素早く形状を作成できた
- ③ 思い通りの形状を作成できた

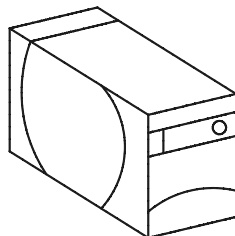


図 3.1 実験に用いた図形

図 3.2 に PowerPoint と本システムで作成した際の平均評価を示す。PowerPoint では、どの項目においても 3 以上の評価が得られなかったことに対して、本システムで

はすべての項目において 4 以上の評価が得られた。これは、PowerPoint では、ツールを選択する手間に加え、ツールごとに線の作成方法が異なるため、直感的に形状を作成できないことによる要因だと考えられる。特に円弧を作成するには、ドラッグにより円の大きさを決定し、円弧になる部分を選ぶ。そして、何度も回転・移動の微調節を行わなければならないため、思い通りの形状を作成できず手間がかかる。しかし、本システムではフリーハンドで線を入力し、形状認識・形状補正するため、ツールを選ぶ手間と微調節する必要がなくなる。このように、本システムでは直感的かつ素早く形状を作成することができ、提案手法の有用性を確認することができた。

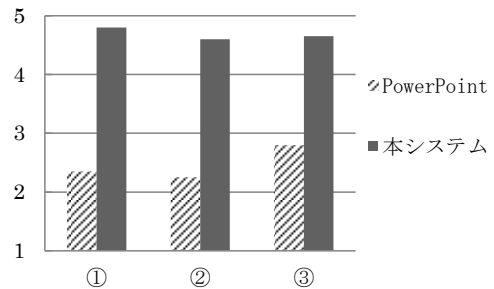


図 3.2 平均評価

また、被験者が図 3.1 の形状を作成する時間を計測した。その結果、PowerPoint では平均作成時間が 6 分 9 秒、本システムでは 3 分 3 秒であり、主観的な評価を除いても PowerPoint よりも上回っていることがわかる。しかし、本システムでは、周囲の基本曲線を考慮して入力形状を補正するため、周囲の基本曲線が増えることでユーザの意図に沿わない補正となる場合がある。そのため、図形をグループ化して補正対象である周囲の基本曲線を減らし、補正精度を向上させることが考えられる。

4. おわりに

本研究では、形状が様々な曲線から構成されることに着目し、フリーハンドで描いた入力形状からユーザが意図した曲線を推測することで、図形を作成した。提案手法では、入力形状を 7 種類の基本曲線に認識した。そして、認識された入力形状が、周囲の基本曲線と調和のとれた配置になるように補正した。さらに、形状認識・形状補正を終えた入力形状に対して、よりユーザの意図に沿う図形を作成するために、細かく図形を編集する機能を追加した。

アンケートにより、操作の直観性と作成時間、正確性において PowerPoint よりも上回り、提案手法の有用性を確認することができた。

今後の課題として、図形をグループ化して補正対象である周囲の基本曲線を減らし、補正精度を向上させることが考えられる。

<参考文献>

[1] 佐賀 聡人, 牧野 宏美, 佐々木 淳一, “フーゼンスプライン曲線同定法”, 電子情報通信学会論文誌(D-II), vol.J77-D-II, no.8, pp.1620-1629, 1994.