

位相操作可能なスケッチ入力インタフェースの試作

田中 良樹 西川 玲 川添 昌俊 櫻井 将樹 佐賀 聡人

室蘭工業大学 情報工学科

〒 050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1

Tel: 0143-46-5415, Fax: 0143-46-5499

E-mail: {yoshiki, akira, kawazoel, sakurai}@sagalab.csse.muroran-it.ac.jp, saga@csse.muroran-it.ac.jp

1 はじめに

我々は文献 [1] で、曖昧な手書き曲線をファジィスプライン曲線 (FSC) として表現する手法 FSCG を提案し、同時に、描画中の停止点に基づいて FSC 上の区切り点を検出する手法も提案した。また文献 [2] では、区切り点付き FSC を幾何曲線列として認識する手書き図形認識エンジン FSCI を提案し、手書きによる幾何曲線列の入力を実現した。さらに文献 [3] では、曲線の重ね書きに応じて FSC の形状を変化させる手法 S-FSCG を提案し、文献 [4] では S-FSCG と FSCI を組み合わせることで、幾何曲線列の入力と修正を重ね書きだけでできるスケッチ入力インタフェースを実現した。本稿では重ね書きに応じて FSC の形状だけでなく位相情報をも変化させる C-FSCG (Compilation-enabled FSCG) を提案し、これを文献 [4] の SKIT インタフェースに実装することで幾何曲線列の接続関係をも重ね書きで修正できる位相編集可能なスケッチ入力インタフェースを実現する。

2 S-FSCG による従来のスケッチ入力法の概要とその問題

従来の文献 [3], [4] のスケッチ入力法の概要は図 1 の点線の流れの通りである。ここではまず複数の手書きストロークの重ね書きに応じて S-FSCG が FSC の形状を変化させる。次いで、FSC の変化に応じて FSCI が曲線の区切りを検出し、それぞれの区切り区間の形状を 7 種類の基本幾何曲線 (線分:L, 円:C, 円弧:CA, 楕円:E, 楕円弧:EA, 閉じた自由曲線:FC, 開いた自由曲線:FO) のいずれかとして認識する。これによって重ね書きスケッチ入力による幾何曲線列の入力及び修正が実現されている。

しかしこの手法で、幾何曲線列をその位相構造まで考慮して入力したい場合、あらかじめ計画的に手順を考えてから入力しなければならないという問題がある。またさらに修正の際、影響する範囲を限定することが困難であるという問題点もある。例えば図 2(c) の幾何曲線列を書こうとする時、描画に先だって、線分、線分、円弧、線分の順で書くことを計画した上で、これら全てを一息に図 3 の 1 のような一筆書きで描画する必要がある。また

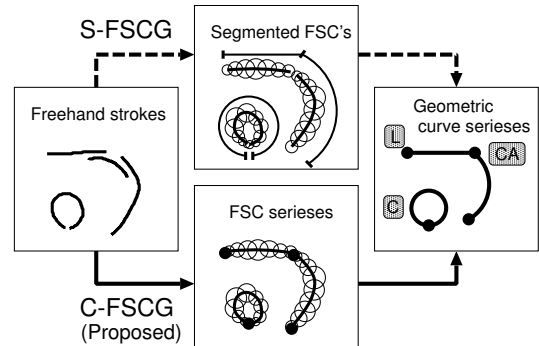


図 1: 従来の S-FSCG によるスケッチ入力と提案する C-FSCG によるスケッチ入力

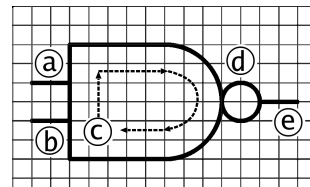


図 2: 幾何曲線列を含む作図課題例

その後、円弧の部分だけを重ね書きで修正しようとしても図 3 の 2 のように隣接する線分をも巻き込んで一つの楕円弧になるなど局所的な修正が困難となり、図 3 の 3 のような結果を得るまで多くの重ね書きが必要となる場合が生じる。これは S-FSCG が FSC 自体の分割や接続処理を実現していないことに起因している。

3 C-FSCG による位相操作可能なスケッチ入力法の実現

従来の S-FSCG を拡張した新たな FSC 生成法 C-FSCG を提案することで従来の問題点を克服する位相操作可能

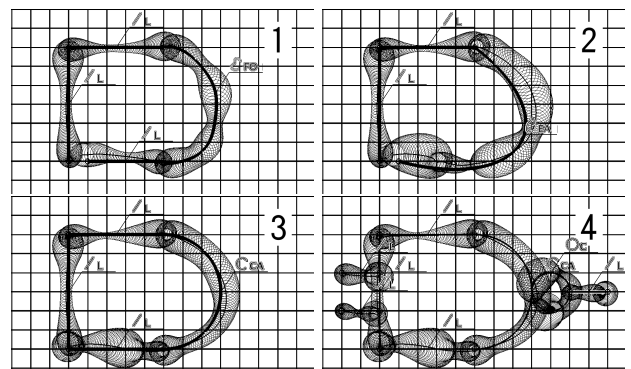


図 3: S-FSCG によるスケッチ入力例 (位相操作不可能)

なスケッチ入力法を実現する。

3.1 位相操作可能なスケッチ入力法

描画順序に強く拘束されることなく、しかも所望の幾何曲線列が最終的に得られるような柔軟なスケッチ入力を実現するためには重ね書きで幾何曲線形状の修正と同時に幾何曲線列の接続関係(位相)をも自由に修正できる位相操作可能なインタフェースを実現すれば良い。本稿では FSC を変化させる従来の S-FSCG を拡張し、「FSC 列」を変化させるアルゴリズム C-FSCG を構築することによってこのようなインタフェースを実現する(図 1 の実線の流れを参照)。なお幾何曲線列とは 7 種類の基本幾何曲線が論理的に直列接続したものでループや分岐は含まないものとする。また FSC 列とは FSC が論理的に直列接続したものでループや分岐は含まないものとする。

3.2 位相編集可能な FSC 生成法 C-FSCG

C-FSCG とは新たな入力ストロークに応じて FSC の形状と同時にそれらの分割・接続状態を変化させることで FSC 列群の位相状態を逐次的に編集、更新する FSC 生成法である。アルゴリズムの詳細については別稿に譲るが、基本的に以下の 3 つの処理で実現される(図 4 参照)。

融合処理 まず FSCG で入力ストロークに応じた FSC を生成する。次に S-FSCG を再帰的に適用することで入力ストロークの FSC と既存の FSC 列群との融合を行う。この結果一般に複数の FSC が融合した「融合 FSC」が一つ形成される。一方融合されなかった FSC は「残存 FSC 列群」として一時保存される。
分割処理 融合 FSC の区切り区間を FSCI で検出し、検出された区切りに基づいてそれを複数の FSC へと分割することで「融合 FSC 列」を生成する。
接続処理 融合 FSC 列及び残存 FSC 列群について、各 FSC 列のファジィ端点の重複状態に基づいた FSC 列間の接続を行い、FSC 列群を再構成する。

4 位相操作可能なスケッチ入力法の動作実験

本稿で提案した C-FSCG を利用した位相操作可能なスケッチ入力インタフェースを SKIT 上に構築し、これを用いて図 2 の課題作図を行った例を図 5 に示す。ここでは、最初、図 5 の 1 のように位置決めを意識した描画を行っており、この時点では図 2(c) の位相構造は意識していない。しかしそれにも関わらず重ね書きによって最終的に図 2 の位相構造を持った作図を図 5 の 4 のように完成している。これは C-FSCG の融合処理が複数の FSC 列群の再帰的融合を実現したことに起因している。また図 5 の 3 から 4 にかけて、線分の一部を分割し、さらに削除するという局所的な修正を行っている。このような操作は C-FSCG の分割処理によってユーザが重ね書きの影響範囲を制御しやすくなったことによって可能となった。

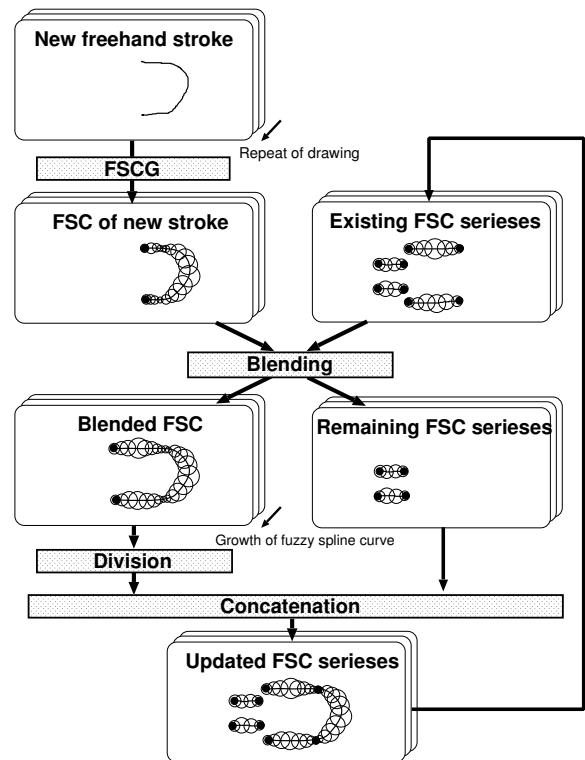


図 4: C-FSCG のアルゴリズムの流れ

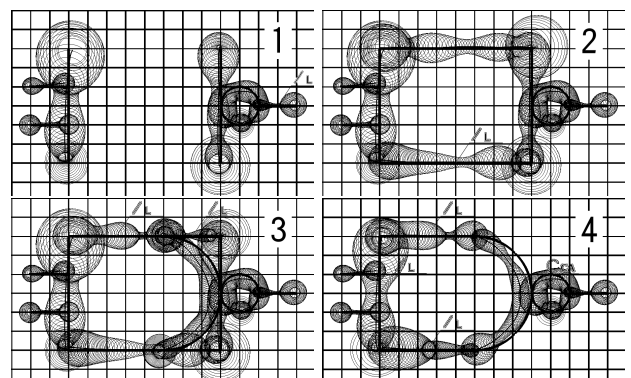


図 5: C-FSCG によるスケッチ入力例(位相操作可能)

5 まとめ

FSC 列群の位相編集を実現する FSC 生成法 C-FSCG を提案した。また、C-FSCG を SKIT インタフェースに実装することで幾何曲線列の形状修正と同時にその位相操作をも重ね書きで自由に行える柔軟なスケッチ入力インタフェースを実現した。

参考文献

- [1] 佐賀聡人, 牧野宏美, 佐々木淳一, 手書き曲線モデルの一構成法 - ファジースプライン補間法, 信学論 (D-II), Vol.J77-D-II, No.8, pp.1610-1619, 1994.
- [2] 佐賀聡人, 牧野宏美, 佐々木淳一, ファジースプライン曲線同定法, 信学論 (D-II), Vol.J77-D-II, No.8, pp.1620-1629, 1994.
- [3] 佐藤洋一, 佐賀聡人, スケッチによる作図インタフェースのための逐次型ファジースプライン曲線生成法, 信学論 (D-II), Vol.J86-D-II, No.2, pp.242-251, 2003.
- [4] 河合良太, 西川玲, 佐賀聡人, 手書きスケッチ入力フロントエンドプロセッサ:SKIT, 信学論 (D-II), Vol.J88-D-II, No.5, pp.897-905, 2005.