

手書きスケッチ入力インタフェースにおける 多重解像度グリッドスナップングの必要性

櫻井 将樹 堂下 貴弘 西川 玲 川添 昌俊 佐賀 聡人

室蘭工業大学 情報工学科

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

1 はじめに

我々は既に、手書き曲線をその形状と描画動作のあいまいさに基づいて、線分、円、円弧、楕円、楕円弧、閉自由曲線、開自由曲線の7種の基本幾何曲線のいずれかとして認識する手法 FSCI を文献 [1] で提案した。また、文献 [2] では、FSCI と単純なグリッドスナップングを組み合わせることで、CAD 用の手書きスケッチ入力インタフェース SKIT を試作した。しかしながら、このようなスケッチ入力インタフェースでは、描画しようとする形状などに応じてその都度適切なグリッド解像度に設定しないと、予期しないスナップング結果となってしまう問題があった。そこで我々は、描画動作の状況に応じて動的にスナップングするグリッド解像度を選択する手法として、MFSGS (Multi-resolution Fuzzy Grid Snapping) を文献 [3, 4] で提案した。本発表では、MFSGS を実装する SKIT を実現し、手書きスケッチ入力インタフェースにおける多重解像度グリッドスナップングの必要性をデモンストレーションによって明らかにする。

2 手書きスケッチ入力インタフェースにおける単解像度グリッドスナップングの問題

従来の SKIT では、FSCI によって認識された幾何曲線の特徴点を単純に単解像度グリッドにスナップングすることでグリッドスナップングを実現していた。本稿ではこれを MFSGS と区別するために SGS (Single-resolution Grid Snapping) と呼ぶことにする。この SGS を実装した SKIT はグリッド解像度が描画の状況に適合していれば良好に動作するが、そうではないとユーザの意図とは異なったスナップング結果となってしまう問題があった。

たとえば、ユーザが図 1(a) のような図形を入力しようとスケッチ入力を行い、FSCI が図 1(b) のように幾何曲線列を認識したとする。これを低解像度の SGS でスナップングすると図 1(c) のように大きく変形してしまう。一方、高解像度の SGS でスナップングすると図 1(d) のように描画しようとしたものから微妙にずれてしまう。

ポインティングやドラッグングで幾何曲線を個別に操

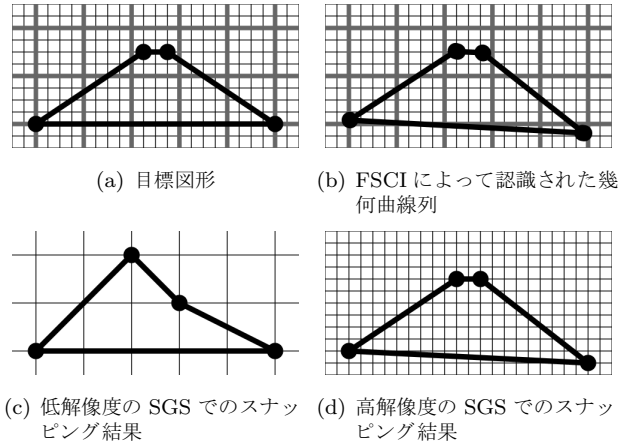


図 1: グリッド解像度によるスナップングの違い

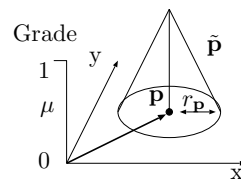


図 2: ファジィ点のメンバシップ関数

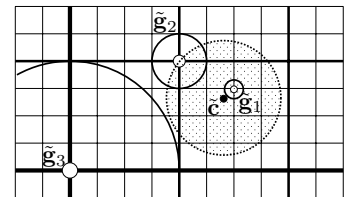


図 3: ファジィ描画点 \bar{c} とファジィグリッド点 $\bar{g}_1, \bar{g}_2, \bar{g}_3$ の位置関係の例

作する一般的な CAD インタフェースであれば、その都度グリッド解像度を事前に切り替えればよい。しかし、一息のストロークで複数の幾何曲線を一度に入力することのできる手書きスケッチ入力インタフェースの特長を活かすためには、刻々と変化する描画の状況に応じて適合するグリッド解像度を動的に選択する機構が必要となる。

3 MFSGS によるファジィ点の多重解像度グリッドスナップング

文献 [3] で提案された MFSGS はグリッド解像度の動的選択を実現する多重解像度スナップング法である。これは、雑な描画から生成される描画点ほど低解像度のグリッドに、丁寧な描画から生成される描画点ほど高解像度のグリッドにスナップングするという戦略を用いることでグリッド解像度の動的選択を実現している。

MFSGS では任意の描画点を、雑な描画が行われているときほど大きなファジネスを有するファジィ点 (図 2 参照。 r_p がファジネス、すなわち位置的あいまいさの度合いを表す。) で、逆に丁寧な描画が行われているときほど

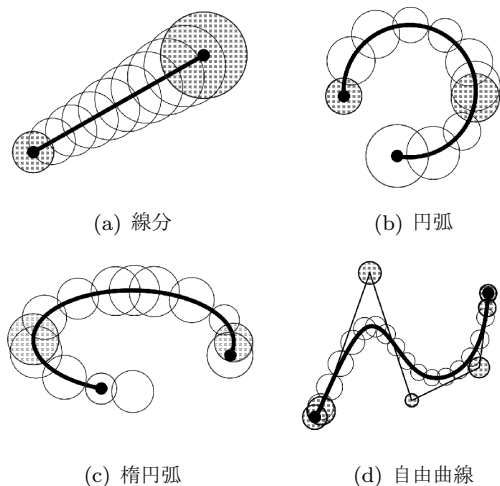


図 4: 仮説ファジィモデルとその特徴ファジィ点の例

小さなファジネスを有するファジィ点で表現する (図 3 の \tilde{c} 参照). 一方, 多重解像度グリッドのグリッド点については, 低解像度であるほど大きなファジネスを有するファジィ点, 高解像度のグリッドであるほど小さなファジネスを有するファジィ点で構成する (図 3 の $\tilde{g}_1, \tilde{g}_2, \tilde{g}_3$ 参照). その上で, MFGS は「ファジィグリッド点 $\tilde{g}_1, \tilde{g}_2, \tilde{g}_3$ の中で, ファジィ描画点 \tilde{c} に含まれる必然性が高くなるべく高く, かつグリッド解像度のなるべく低いものをスナッピング先として選択する」というファジィ推論を行うことで, 上述の戦略に基づくスナッピンググリッド解像度の動的選択を実現している.

4 MFGS を実装する SKIT の実現

2 節で述べた SGS の問題点を解決するために, SKIT における幾何曲線スナッピングに MFGS を適用する. FSCI 内部では手書き曲線は図 4 のようなファジィ点から構成される幾何曲線として認識され, それらの特徴点 (図 4 網掛け部) もファジィ点として得られる. ここで, これらのファジィ点は描画動作の丁寧さの程度に応じて雑なほど大きなファジネス, 丁寧なほど小さなファジネスが与えられる. したがって, これらの特徴ファジィ点に 3 節の MFGS を適用することで SKIT における MFGS による幾何曲線スナッピングを実現する. このことにより, 一息のストローク中でも, 雑な描画部分から認識された幾何曲線は低解像度グリッドに, 丁寧な描画部分から認識された幾何曲線は高解像度グリッドにスナッピングされるという, グリッド解像度の動的選択が実現される.

5 動作実験

MFGS を実装した SKIT で作図を行った例を図 5 に示す. 図 5(a) がユーザの手書き入力ストローク群, 図 5(b) が FSCI による幾何曲線認識の結果である. SGS では, 図 5(c), 図 5(d) に示すように, 描画の状況にグリッド解像度が適合していない部分で変形や微妙なずれが生

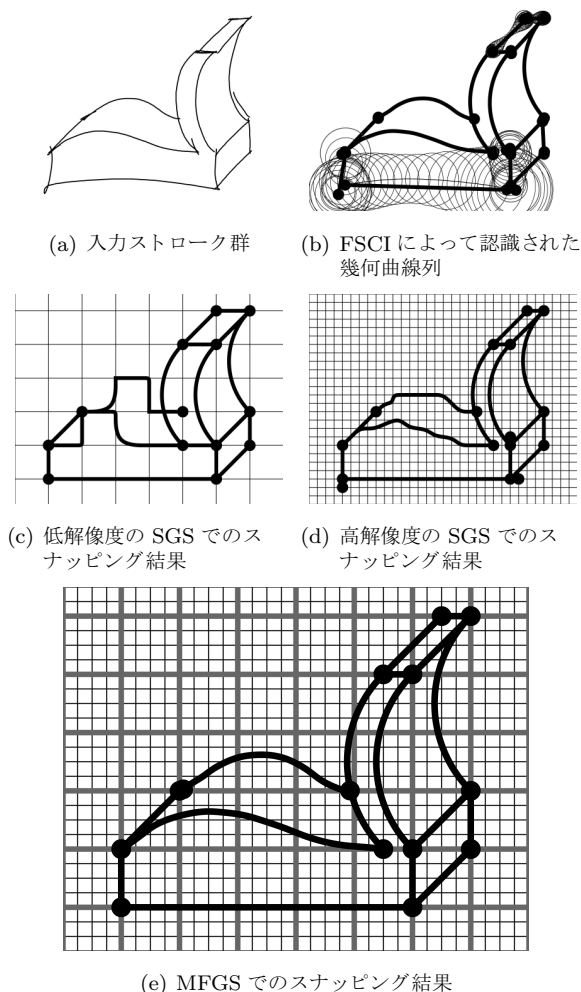


図 5: MFGS を実装した SKIT での作図例

じてしまう. しかし, 図 5(e) に示すように MFGS を用いることで, 幾何曲線列が描画の状況に応じて適切なグリッド解像度にスナッピングされる.

6 まとめ

MFGS を実装した SKIT インタフェースを実現し, 手書きスケッチ入力インタフェースにおける多重解像度グリッドスナッピングの必要性を明らかにした.

謝辞

本研究は科学研究費補助金 (課題番号 18500095) による研究成果の一部である.

参考文献

- [1] 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, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J77-D-II, No. 8, pp. 1620-1629 (1994).
- [2] 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, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D-II, No. 5, pp. 897-905 (2005).
- [3] Khand, Q. U., Saga, S. and Maeda, J.: Automatic Cursor Snapping into Multi-Resolution Grid Systems Based on Fuzzy Model, *Transactions of the Information Processing Society of Japan*, Vol. 45, No. 10, pp. 2439-2442 (2004).
- [4] Dematapitiya, S., Kawazoe, M., Khand, Q. U. and Saga, S.: Object Snapping Method using Multi-Resolution Fuzzy Grid Snapping Technique, *Eurographics Workshop on Sketch-Based Interfaces and Modeling*, pp. 9-18 (2005).