

セルアニメーションのための曖昧輪郭線に対する塗りつぶし領域の推定のための場の検討

中村 亜希子[†] 齋藤 豪[‡] 中嶋 正之[†]

[†]東京工業大学 大学院 情報理工学研究科 [‡]東京工業大学 精密工学研究所

1 はじめに

現在、主流となっている2次元セルアニメーションでは、白黒の2値画像や、グレースケール画像、単色で描かれている線画に対して、塗りつぶしを行なっている。この時の彩色は、はっきりとした線で囲まれた領域を同じ色で塗りつぶす事で行われている。この塗り方は一般にべた塗りと呼ばれている。一方、近年、アニメーションにおける新しい表現としてべた塗り以外の表現が用いられるようになってきた。これは、途切れた線、曖昧な輪郭線で構成された線画に対して濃淡をつけた色を付与するものであるが、曖昧な輪郭線に対してべた塗り以外の塗り方を行う場合、彩色部分の自動化はほとんど行われていないというのが現状である。

そこで本稿では、曖昧な輪郭線で構成されたグレースケール画像に対して、色を塗る領域を推定するための場を構成する事を目標とする。この結果、アニメーション制作における彩色において自動的に処理を行える部分が増加し、手間が減少する事が予想される。ここでいう場とは、入力画像が持つ様々な特徴をあらわすものである。

2 関連研究

アニメーションでの制作過程において実際に用いられているセル画に色をつけるソフトウェア [2] では、途切れていない線で囲まれている領域に対するべた塗りだけでなく、途切れている線で囲まれている領域に対してもべた塗りを行う事が出来るが、人手による補助を必要とする。よって、途切れた開曲線に対して自動的に補間が可能となれば省力化がはかれる。

本稿では、既報の途切れた開曲線に対して曲率を考慮して線を延長する手法 [1] を改良する。これは曲率を正確に与える事によって、途切れた開曲線を精度良

A study for a presumption of a field to find fill out boundaries from ambiguous underdrawings of cell animation.

Akiko NAKAMURA[†], Suguru SAITO[‡] and Masayuki NAKAJIMA[†]

[†]Graduate School of Information Science & Engineering,

[‡]Precision and Intelligence Laboratory

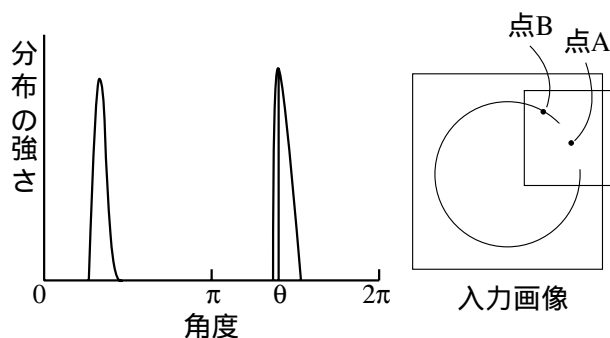


図 1: 傾きの分布

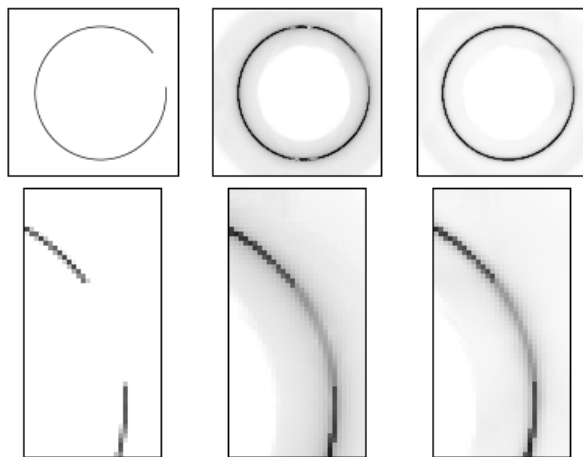
く延長する手法である。この手法を利用しつつ、塗りつぶし領域推定のために場を構成する。

3 線の存在確率を表す場の構成

本稿の目標は、途切れた開曲線、曖昧な輪郭線に対して、塗りつぶしのために領域を分割できるような場を与える事である。このような場として、曲率を考慮して延長した線が、ある点を通る確率を表したものを考える。以下に線が存在する確率を表す場を構成する為の手順を示す。

前処理として、単色の入力画像から入力線の接線の傾きを抽出する必要がある。本稿では局所的な情報から傾きを抽出できる手法が望ましいので、主成分分析を用いる。ここで入力画像をグレースケール画像と考えると、グレースケールでの輝度に応じて重みを加える事で、より正確な傾きを抽出することができる。

次に、線が存在する確率を表す場を構成する。まず、これから確率を求める注目点を点 A とする。また、点 A の周囲の入力線上のある点を点 B とする。点 A と点 B が同じ円上に存在すると仮定すれば点 B での接線方向の傾きより、点 A での接線方向の傾き θ が求まる。そして、 θ に点 A と点 B の距離に反比例する値を投票する。同様に、点 B を点 A の周囲の点に対して動かし、複数の点から点 A が線上の点であるとした場合の接線の傾きについて投票を繰り返す。この時、点 A の周囲で点 B を動かす範囲をフィルタサイズと呼ぶ [1]。図 1 は点 A における接線の傾きの推定投票を表す模式



(a) 入力画像 (b)従来手法 (c)提案手法

図 2: 途切れた円弧に対する適用

図である。

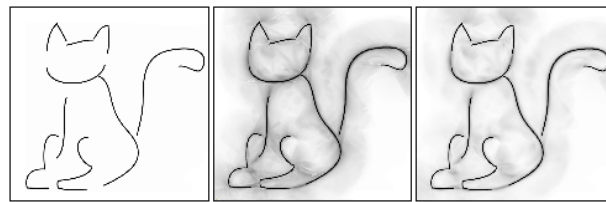
θ の範囲が 0 から 2π となっているのは、接線方向に沿ったベクトルの向きを考えているからである。ベクトルの向きは点 A に対する点 B の位置により推定される。また、 0 と 2π は折り返してつながっている。

このようにして求めた傾きの分布からある点 A が線である確率を求める事を考える。まず第一に、傾きの分布が集中していればしているほど、注目点 A において周囲の点からの似た傾きの影響が大きいという事であり、線が存在する確率が高いという事である。ここで求めた傾きの分布は離散データであり、傾きの分布の集中度を求めるためにハニング窓を適用する。ハニング窓の幅が狭い時に大きい値をとるような場合は、特に傾きの集中度が高いと言える。

更に、ある傾き θ で最大値をとるとすると、 θ と π だけ離れた部分での分布の強さの和が、場の強さとなり、それ以外の傾きには分布が存在していない方が、線となる確率が高くなる。これも、周囲の点からの影響が集中しているかどうかを表す指標のひとつであると考えられる。

上述した条件は、図 1 において傾きが強く集中して分布しているところが 2 箇所あり、それらの角度の間隔は約 π である、と言い換える事が出来る。更に、その他の角度には分布が存在しない事が望ましい。

以上の条件に準じた場の強さを求めるため、まず、傾きと窓関数を変化させながら分布の強さが最大となる傾きを求める。この時の傾きを θ とする。次に、傾き θ の分布の強さが全体の強さに占める比率を求める。そして、求めた最大値と、最大値をとった時の窓関数の幅の逆数、分布の強さが全体に占める比率、これら 3 つの値をかけた結果を場の強さとする。最後に、求め



(a) 入力画像 (b)従来手法 (c)提案手法

図 3: 様々な曲率を持つ画像に対する適用

た場の強さを 0 から 255 の範囲に正規化し輝度として表し、入力画像と適用後の場の強さの最大値をとる事によって、もともと入力画像に存在した線の影響力を弱めないような処理を行い、最終結果とする。

4 推定場の構成結果と考察

まず、理想的な画像として円弧が途切れている画像を用意し、提案手法を適用した結果を図 2 に示す。

入力画像サイズが 100×100 、フィルタサイズは 60×60 である。従来手法も提案手法も共に、線が延長され途切れていた曲線がつながるように場が発生している。しかし、従来手法では、線が延長されるはずのない部分にも強めの場が発生している。実際に、図 2(b) と図 2(c) において、線上の点が示す場の強さの平均を、それ以外の部分が示す場の強さの平均で割ったものを評価値として用いると、提案手法の値は約 18、従来手法では約 14 であった。これにより、提案手法の方が線になる部分とそれ以外での差がはっきりと出ている事が示された。

また、実際に用いられる画像に近い入力画像として様々な曲率を持つ画像を用意し、提案手法を適用した。その結果を図 3 に示す。このときの画像サイズは 150×150 、フィルタサイズは 60×60 である。

このように、複雑な入力画像に対しても、途切れていた線が補間されるように場が構成されている。図 3(b) と図 3(c) を比較すると、図 3(b) では猫の耳の先の部分に線が発生する確率が高いとして、強めの場が発生しているが、図 3(c) において、上述の現象が抑えられている。

5 今後の予定

今後の課題として、角に対する扱いを考慮し、さらなる塗りつぶし領域の推定のための場の精度の向上を考える。更に、構成した場を用いた入力線画像に対する塗りつぶし方法の検討も行う予定である。

参考文献

- [1] 木下 聡, 齋藤 豪, 高橋 裕樹, 中嶋 正之: “曲率を考慮した曲線の延長アルゴリズム”, 電子情報通信学会総合大会, D-12-46, p.216, (2000).
- [2] <http://retaspro.celsys.co.jp/>