

オンライン線画入力でのトレース支援

田谷康多[†] 森博志[‡] 外山史[‡] 東海林健二[‡]
[†]宇都宮大学工学部 [‡]宇都宮大学大学院工学研究科

1 はじめに

線画作成を行う際、トレースは重要な技法の1つである。トレースを行うことで、作業効率を上げつつ、絵画作成のクオリティを上げることができる。近年、ペンタブレットなどの描画支援機器が高性能化され、トレース作業をオンラインで行う機会が多くなってきた。しかし、ペンタブレットの扱いに慣れていないと、トレース作業を行う際、ペン先が滑る、手ぶれなどが生じてしまい、下絵の輪郭線からトレースがずれてしまうことがある。

そこで本研究では、リアルタイムに入力描画線を補正及び評価を行うことでトレースを支援する。入力描画線の補正には snakes のエネルギー評価関数の最小化問題を応用している [1]。これにより、ユーザは入力描画線が下絵の輪郭線へ吸着するような感覚が得られる。この補正手法を輪郭線吸着手法と呼ぶ。しかし、トレース作業では、場合に応じて補正と非補正の切り替えが必要である。そこで、非補正時は入力描画線の妥当性の評価を行い、色の濃淡で表現することにした。

入力描画線の妥当性の評価には、下絵の輪郭線への距離、入力方向、筆圧をエネルギー評価関数により数値化し、入力描画線の色の濃淡を決定する。すなわち、入力描画線は評価が高ければ濃く、評価が低ければ薄く表示される。この手法を自動濃淡制御手法と呼ぶ。以上の2つの機能を使い分けることで、下絵の輪郭線からトレースがずれることを防ぎ、トレース作業の正確性、効率が向上することが期待できる。また、濃淡をつけることによりスケッチ画のような奥行きがあるトレース結果を作成することができる。さらに、本研究はユーザが遊び感覚で楽しめ、トレースを通して絵画に親しみがなかった人でも興味関心を持てるようなシステムの開発を目標の1つとしている。

2 トレース支援システム

試作したトレース支援システムは輪郭線吸着手法と自動濃淡制御手法の2つの手法が組み込まれている(図1)。輪郭線吸着手法は入力描画線をリアルタイムに処理し、参照画像の輪郭線へ吸着するように補正を行う。自動濃淡制御手法は入力描画線の描画時に描画位置、描画方向、筆圧を評価し、その妥当性によって入力描画線の色の濃淡を決定する。

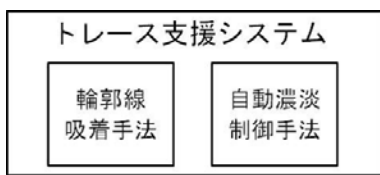


図1: トレース支援システム概要

2.1 輪郭線吸着手法

2.1.1 エネルギー関数の定義と処理手順

輪郭線吸着手法では、snakes のエネルギー評価関数の最小化問題を応用している。描画時に一定間隔毎に制御点を配置し、制御点をエネルギー $E_{correction}(\mathbf{v}(s))$ を最小になる座標に移動することで吸着補正を行っている。定義したエネルギー関数は式(1)である。内部エネルギー項 $E_{int}(\mathbf{v}(s))$ は入力描画線を滑らかにする制御を行い、滑らかなほど内部エネルギーは小さくなる。画像エネルギー項 $E_{image}(\mathbf{v}(s))$ は入力描画線を参照画像の輪郭線に引き寄せる制御を行い、画像の濃度勾配 $\nabla I(\mathbf{v}(s))$ が大きければ大きいほど画像エネルギーは小さくなる。尚、 α , β は重みパラメータである。

$$E_{correction}(\mathbf{v}(s)) = \int \{E_{int}(\mathbf{v}(s)) + E_{image}(\mathbf{v}(s))\} ds \quad (1)$$

$$E_{int}(\mathbf{v}(s)) = \alpha |\mathbf{v}_{ss}(s)|^2 \quad (2)$$

$$E_{image}(\mathbf{v}(s)) = -\beta |\nabla I(\mathbf{v}(s))|^2 \quad (3)$$

2.1.2 トレース実行例

図2を下絵にトレースを行った結果、支援なし(図3)では、入力描画線が参照画像の輪郭線からずれてしまうことが多いが、輪郭線吸着手法(図4)では、ずれを瞬時に補正し、輪郭線へ吸着させている。また、「宇大」の文字のように、探索範囲上に輪郭線が見つからない場合は入力描画線が滑らかになる。

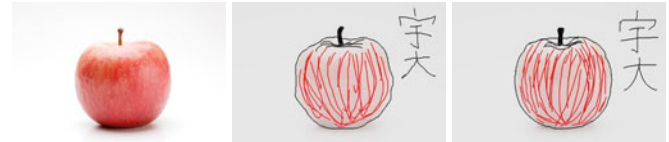


図2: 原画像

図3: 支援なし

図4: 輪郭線吸着手法

2.2 自動濃淡制御手法

2.2.1 エネルギー関数の定義と処理手順

入力描画線の制御点に対し、式(4)で評価を行い、その評価値によって入力描画線の色の濃淡を決定する。 $E_{distance}$ は入力描画線と参照画像の輪郭線までの距離の評価を行い、近ければ近いほど値は小さくなる。 d_1 は入力描画線と輪郭線の距離を示す。 $E_{direction}$ は入力描画線の方向の評価を行い、参照画像の輪郭線の方向と入力描画線の方向が近ければ近いほど値は小さくなる。 d_2 は入力描画線と輪郭線の角度の違いを示す。 $E_{pressure}$ は筆圧の評価を行い、筆圧 pr が基準筆圧 tpr よりも高ければ値は小さくなり、低ければ値は大きくなる。基準筆圧とは、ユーザの筆圧の平均値である。尚、 α , β , γ , δ , ϵ は重みパラメータである。

$$E_{evaluation} = E_{distance} + E_{direction} + E_{pressure} \quad (4)$$

$$E_{distance} = -\alpha e^{-d_1} \quad (5)$$

$$E_{direction} = -\beta e^{-\frac{d_2}{\gamma}} \quad (6)$$

$$E_{pressure} = -\frac{2\delta}{1 + e^{-\epsilon(pr - tpr + 3)}} + 1 \quad (7)$$

2.2.2 トレース実行例

図5を下絵にしてトレースを行った結果、支援なし(図6)に比べ(図7)では、濃淡によりスケッチ画のような奥行きのあるトレース結果になる。描画中、輪郭線からずれると入力描画線の色が薄くなることから、その薄くなった箇所を修正しながらトレースを行うことで図7のようなトレース結果が作成できる。

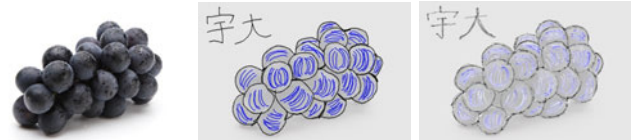


図5: 原画像

図6: 支援なし

図7: 自動濃淡制御手法

3 おわりに

本研究では、輪郭線吸着手法と自動濃淡制御手法を組み込んだトレース支援システムを試作した。輪郭線吸着手法では、吸着補正によりユーザに好印象を与え、トレースの正確性を向上させることができた。しかし、パラメータの未調整部分が多く複雑な箇所では補正ミスが多い。また、自動濃淡制御手法では、筆圧評価、輪郭線とのずれの許容値の調整が不十分である。今後はこれらの改善と2つの手法の自動切り替えも実装していく。

参考文献

[1] Kass M, Witkin A and Terzopoulos D: "Snakes : Active contour models", Int.J. Computer Vision, Volume.1, No.4, pp.321-331, 1987.