2010 年度 未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当PM

原田 康徳 PM
（日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所 主任研究員）

2. 採択者氏名

チーフクリエータ： 中嶋 誠（東京大学大学院）
コクリエータ： なし

3. 委託金支払額

1,792,000 円

4. テーマ名

手描きスケッチの輪郭線から簡単に立体的な彩色を行うソフトウェアの開発

5. 関連Webサイト

http://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~nakajima/index.html

6. テーマ概要

塗り絵というと子供の遊びの代表例だが、まじめに取り組むと意外に大変なものである。まず塗る対象領域と基本色を決定し、次にその領域の立体構造と光の当たり方を考えながら適切な色彩で陰影表現をしていくという手順が必要とされる。

本提案ではこの、輪郭線の形状から対象物の立体構造を推測する作業をアルゴリズムで自動化することにより、複雑な階調表現をもった彩色画像をユーザが簡単に作成できるようなアプリケーションを開発する。

基本的なアルゴリズムとしては、まずユーザが描いた輪郭線の形状から法線ベクト

ルを計算して領域内部に補完し、各点における接平面の傾きをベクトル場として求める。必要ならば補完の際に拡散方向を指定したり、素材が布である事を考慮した制約を与える等の最適化を行ってユーザが意図した形状を実現できるようにする。そして得られた立体情報にスフィアマップと呼ばれるテクスチャを適用する事で望んだスタイルの彩色済み画像を出力する。

提案手法の利用シーンとしては2パターンあり、一つはビギナー向けのお絵かき支援ソフトとして初心者でも簡単にそれらしい色が塗れるという、ハードルの低さを売りにしたものである。もう一つのパターンは、アニメ製作者のような大量の画像を処理しないといけないプロを対象として少ない手間でこれまでにない手の込んだ彩色表現ができるという、クオリティの向上に主眼を置いたものである。また二次元の線画に擬似的な立体感を与えることの応用として、近年普及を始めた 3D テレビ向けに既存のアニメコンテンツを立体視対応へとコンバートする使い道も考えられる。

このように本提案では、コンピュータがユーザの思考を肩代わりして支援する事で新しい表現の可能性に繋がるような実用的ソフトウェアの開発を目指している。

7. 採択理由

輪郭線から凹凸を推定して、配色などに応用しようという提案。提案には一定の技術的な根拠があるので、作ればそういうものができるだろう。中嶋君は、ある難しいことを自動化するだけで初心者の助けになると思っているようだが。本当に初心者の助けになるシステムにするには、論文化とは違ういろんな視点を考慮してシステムに反映させなければならない。

それとコンピュータの本当の力は、人間の仕事の効率化などという小さなことではなく、できなかったことがやれるようになることだから、そういう応用を目指して開発を進めて欲しい。

面接での受け答えの様子から、提案書に書かれていることはもちろん、提案を超えたところに踏み込んだシステムを作ってくれそうな印象を得た。

8. 開発目標

本プロジェクトの目標は、対象物の輪郭線画像を入力として、簡単なユーザ操作で、立体的に彩色された画像を出力するソフトウェアを開発すること、及びそれを一般的なペイントソフトで簡単に利用できるようにすることである。

9. 進捗概要

本プロジェクトの開発物は、画像の選択領域から法線マップを作成するソフトウェアと、法線マップにスフィアマップを適用してレンダリングするソフトウェアの二つである。いずれも Adobe Photoshop のプラグインとして実装した。それぞれの特徴を以下に述べる。

一つ目は画像の選択領域から法線マップを作成するソフトウェアである。Photoshop 上で塗りたい領域を選択し、フィルタメニューからプラグインを選択すると、領域の輪郭線形状を基にして、選択領域内が膨らんだような法線マップを生成する。必要ならば袖の端のように閉じていない部分をブラシで塗って指定することもできる（図 1）。内部で行っている処理のアルゴリズムとしては、まず選択領域からその外周点を取得し、各外周点上に視線と直交方向外向きの法線ベクトルを割り当てる。次に選択領域の内部に三角形メッシュを生成し、法線ベクトルの値を外から内へ拡散することで補間を行っている。

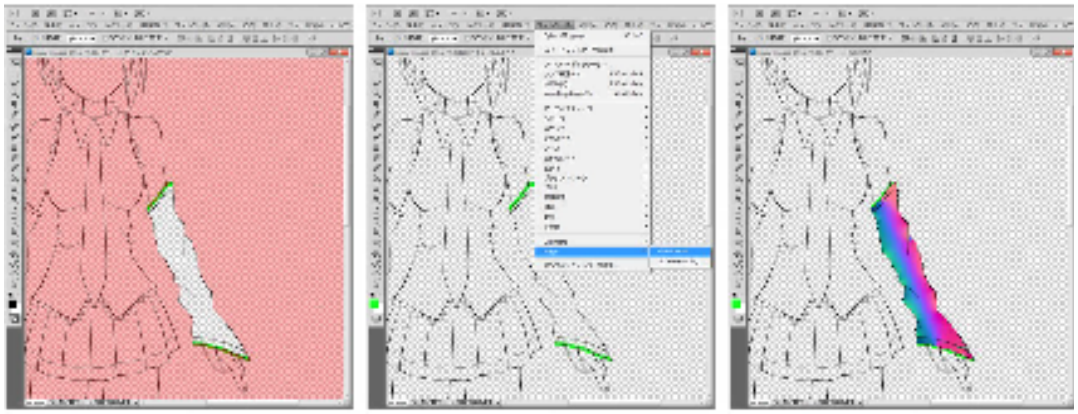

図 1. 法線マップ生成プラグインの操作手順

二つ目は法線マップにスフィアマップを適用してレンダリングするソフトウェアである。これは前の手順で作成した法線マップに、陰影のついた球の画像をパラメータとして指定することで、選択領域にライティングを施し彩色画像を出力するプラグインである（図 2）。スフィアマップ自体も普通の画像であるため、色調の変更やキャンバスの回転といった操作を簡単に行うことができ、それによりレンダリング結果をコントロールすることができる。

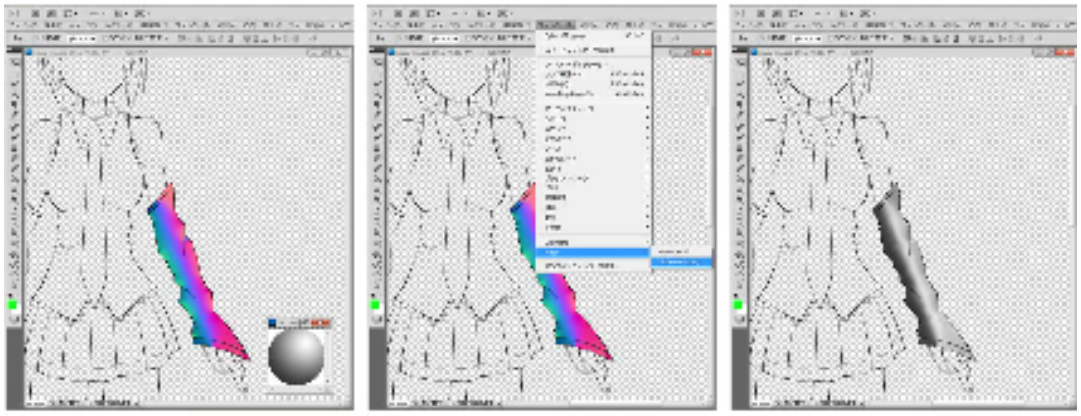

図 2. スフィアマップ適用プラグインの操作手順

10. プロジェクト評価

採択時にある程度のシステムが動作していたので、それをエンドユーザが使いやすいようにする開発が主な目標であった。結果として、Photoshop という非常に普及しているソフトウェアのプラグインとして開発することができて、当初の目的は非常に高く達成できた。このシステムを実際に使ってみるとわかるが、非常に使いやすい。また、プラグインの最大の課題は、その関数へどのようにしてオプショナルなパラメータを渡すことができるか、ということであるが、それに対してもエレガントな方法（パラメータ用のレイヤを用意する）で解決したのは、素晴らしい。

11. 今後の課題

今後考えられるシステム上の課題としては、追加でいくつかのパラメータ指定をできるように改良することが挙げられる。ユーザ指示の少ない単純な操作が本プロジェクトの特徴であるが、とはいえ現状では表現力に物足りない部分があるのも確かである。例えば法線マップの生成において、今は選択領域が膨らんでいる形状しか生成できないが、これを逆にする、つまり凹んでいることを指定するパラメータを一つ追加するだけで、たとえば凹凸が繰り返すスカートのような形状も実現可能であることが考えられる。

他にも、入力の選択形状が特殊な場合、例えば微小な飛び地がある場合などに、処理結果が不定となることがあるので、そういった細かなコーナーケースでも安定動作するよう改良することが考えられる。また自前で実装を行った三角形メッシュのラスタライザについても、浮動小数点数の精度が原因で、選択領域内の塗り残しやギャップが生じることがあるため、それらについても多少デバッグや改良の余地が残されて

いる。