

環境条件を変更可能な イメージベースのアニメ背景画像生成

金崎 良太[†] 柏崎 礼生[†] 高井 昌彰^{††} 高井 那美[‡]

[†] 北海道大学大学院情報科学研究科 ^{††} 北海道大学情報基盤センター [‡] 北海道情報大学

今日、アニメ作品に対するニーズは大きなものとなっており、数多くのアニメ作品が製作されている。アニメ作品において使用される背景画には、実際に存在する風景を参考にしたものも多い。また、同じ場所の風景であっても季節や天候等の環境条件が異なり、空や樹木の様子が変化した背景画が使用される例もある。これらの背景画の作成は全て人手で行われており、膨大な作業量を要している。そこで、本稿ではアニメにおける背景画作成支援を目的として、1枚の実写画像から環境条件を変更したアニメ背景画を生成する手法について提案する。提案手法により、ユーザは1枚の実写画像と環境条件を与えることで所望する環境条件での背景画像を作成できるようになる。

Image-Based Rendering for Variable Background Image of Cartoon Animation

RYOTA KANASAKI[†], HIROKI KASHIWAZAKI[†],
YOSHIAKI TAKAI^{††} and NAMI TAKAI[‡]

[†] Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

^{††} Information Initiative Center, Hokkaido University

[‡] Hokkaido Information University

Recently, needs for animated features have become large, and a lot of cartoon animations have been created. Background images used in such features are often drawn with referring to real landscapes. When environmental conditions such as time, season, and weather are changed, appearances of the sky or leaves of trees should be changed. Hence it requires huge workload to get a suitable background from the real landscape photographs. In this paper, we propose an image-based rendering system to generate background images for cartoon animations. The system has environmental parameters to modify an input landscape image according to the time, season, and weather conditions which are required as the output background image.

Keywords image-based rendering, background image, variable conditions, cartoon animation

1 はじめに

今日、アニメに対するニーズは大きなものとなっており、数多くのアニメ作品が制作されている。アニメは別々に描かれた背景とキャラクターを重ね合わせる方法で制作するのが一般的である。このうち、背景画の作成においては実際に存在する風景を参考にして描く場合も多い。また、同じ場所の風景であっても天候、季節、時間帯等の環境条件が異なり、空や樹木の様子が変化した背景画が使用されることもある。こういった背景画の作成は全て人手で行われており、膨大な作業量となっているのが現状である。

また近年、作品を公開する場の充実により、プロのアニメ製作者でなくとも趣味でアニメ作品を製作し、公開する人も増えてきている。キャラクターと背景画は描く対象、画材、描き方等が異なるため、プロの製作におい

てはそれぞれ別の人が担当するのが一般的である。しかし、趣味でアニメ作品を製作する場合には、必ずしも背景画を描くことのできる人が加わるとは限らず、キャラクターの作画だけが得意な人にとっては、背景画がアニメ作成の障壁となる場合がある。以上の背景から、プロ、趣味の制作を問わずアニメ制作支援ツールとして背景画を容易に製作できるシステムは有用であるといえる。

背景画の自動制作手法として、実写画像を利用するアプローチが考えられる。実写画像の絵画調変換に関する研究例は数多く存在するが、アニメ背景画への変換に関する研究はほとんど行われていない。また、従来の絵画調変換に関する研究では実写画像をそのまま絵画調へ変換する研究が多数である。その場合、アニメ制作において必要とする環境条件での画像を撮影する必要があり、ユーザの負担が大きい。特に季節の異なる画像について

は撮影するのに長期間かかり、容易ではない。アニメ作品では様々な環境条件での背景画を使用することが多いため、実写画像を撮影するユーザの負担を考えるとアニメ制作支援に繋がるかは疑問であり、より効果的な支援を行うためには、1枚の実写画像から希望の環境条件での背景画を生成できるシステムが必要であるとする。

そこで、本稿ではアニメにおける背景画の作成支援を目的として、1枚の実写画像から環境条件を変更したアニメ背景画像を生成するシステムについて提案し、簡単な画像における実行結果についても示す。提案手法により、ユーザは環境条件を指定することで1枚の画像から多様な背景画像を作成できるようになる。

2 関連研究

2.1 絵画調画像の生成

水彩画、油絵等の絵画調画像を生成するための様々な手法^{1, 2, 3, 4)}が提案されている。これらの手法では、実写画像をベースとした手法^{2, 3)}や3次元モデルをベースとした手法^{1, 4)}がある。実写画像をベースとした手法では、実写画像をそのまま変換するため、希望する条件の画像を撮影する必要がある。また3次元モデルをベースとした手法においても、希望する3次元モデルを作成する必要がある。

アニメ背景画像の生成に関する手法についても提案されている。赤木らは、アニメ背景画において樹木を描く際に葉の配色及び陰影付けが作風に影響を及ぼすと考え、色の塗り分けを容易に制御できる関数を導入することにより、3次元の樹木モデルに対して任意の作風での葉の塗り分けを可能とした⁵⁾。

2.2 樹木モデルの生成

提案手法では、葉に隠れている枝部分をレンダリングする場合が生じるので、樹木モデルの生成を行う。

3次元樹木モデル生成のアプローチとしては、ルールベースのアプローチやイメージベースのアプローチがある。ルールベースアプローチの原始的な手法はL-Systemである。L-Systemでは、ユーザが定義した生成ルールを再帰的に繰り返すことでモデリングを行う。

また、Borisらは、互いに直交する角度から撮影した2枚の画像を入力とし、パーティクルを用いることで実写画像の樹木形状を反映した3次元モデルを生成する手法を提案した⁶⁾。

2.3 雲モデルの生成

3次元で雲を表現する方法として、流体シミュレーションによる手法⁷⁾等が提案されている。また、複雑な計算を行わず雲を表現する手法としてPerlin Noise⁸⁾を使用する方法も存在する。

2.4 欠損領域の補間

提案手法では、入力画像で樹木の背後に隠れている領域を描画しなければならない場合がある。画像の欠損領域の補間に関する研究は多数行われている。Criminisiらは、画像中の欠損領域周辺と最もマッチしている画像中の領域で補間するアプローチを執り、その際、補間する順序を制御することで良好な結果を示した⁹⁾。

また、Jamesらは、数百万の画像データベースから欠損領域に比較的马ッチするものを複数選び、ユーザにその中から選択させる手法を提案した¹⁰⁾。

3 提案手法の概要

本手法では、1枚の実写風景画像と天候、季節、時間帯等の環境条件を入力とし、与えられた環境条件への変換とアニメ背景調画像への変換を行った画像を出力とする。図1にアニメ背景画像生成のイメージを示す。

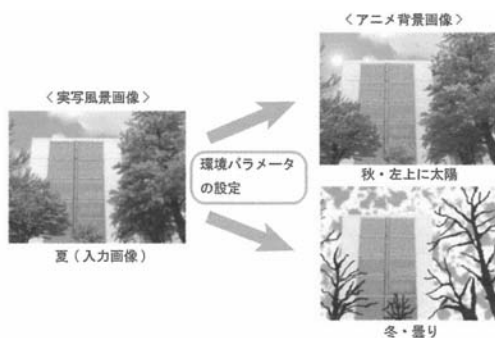


図1 アニメ背景画像生成のイメージ

3.1 環境条件変換に関する指針

本手法では樹木・空を環境条件変換の主要な対象とする。環境条件を変更した場合、樹木・空については入力画像と異なる形状に変化しうる。そのため、入力画像の樹木・空をそのまま用いることは難しい。そこで、樹木・空のモデルを生成し、新たに描画を行うこととする。一方、人工物については樹木・空と異なり、環境条件の変更に伴う形状の変化は起こらず色の変化のみが起こる。そこで、人工物については画像の形状をそのまま用い、色の変化のみを考える。

3.2 システムの流れ

まず、入力画像から樹木・空・人工物の領域抽出を行う。次に、樹木・空のモデルを生成する。樹木は、抽出した樹木領域の幹・葉の位置などから、枝の構造を推定し、枝モデルを生成する。その後、環境条件に従って葉を生成する。空については、画像の情報は用いず、与えられた環境条件に従ってモデルを生成する。次に、生成した樹木・空モデルと入力画像の人工物の領域を遠方に

ある物体から描画していく。この場合、空領域は必ず初めに描画されることとなるが、樹木と人工物については状況によって描画される順番は変わることとなる。

描画後、環境変化の1つである落葉により、入力画像では葉によって隠れていた樹木の背景部を補間しなければならない場合がある。補間は周囲の領域からの推定やデータベース中のオブジェクトとの置換により行う。最後に画像全体に対してアニメ背景調フィルタを施す。フィルタはアニメ背景の特徴であるストローク表現や簡略化を反映させたものとする。

4 提案手法の詳細

4.1 入力画像

樹木領域と空領域の抽出に葉と空の色情報を用いるため、入力画像は樹木に葉がついていて、空に雲がそれほど存在しない画像とする。

4.2 環境条件変換パラメータ

環境条件変換パラメータは天候、季節、時間（太陽の位置）とする。太陽は入力画像を球の中心とした天球モデル上に配置する。ユーザが指定した環境パラメータによって雲の量・色、空の色、葉の色・量・明度を変化させる。

4.2.1 樹木の環境条件変換

樹木の環境条件変換によって生じる重要な変化は葉の数・色である。天候・時間帯については光源の位置・色を変更することにより葉の色を変化させる。季節については、実際の樹木の紅葉・落葉を近似し、各葉に対して葉の老化度合いを設定し、変化させる。老化度合いは季節パラメータと光源の受け易さに依存して変化するものとする。

4.2.2 空の環境条件変換

時間帯については樹木と同様、光源の位置・色の変化により、空・雲の色が変化することとなる。雲の量・色は天候に応じて変化するようにし、季節についての影響は特に考慮しないものとする。

4.3 樹木・空・人工物の領域抽出

樹木・空の領域は、HSV、RGB 色空間を組み合わせ、画像に適した閾値を設定し、閾値処理によって抽出する。樹木については閾値処理により抽出した葉領域に加えて、ユーザが指定した幹の位置を抽出することで樹木領域とする。誤抽出があった場合には、ユーザが訂正する。人工物の領域については、正確に抽出することは困難であるため、入力画像から樹木・空領域を差し引いた部分とする。人工物でない草などを含む場合があるが、提案手法では樹木・空以外については環境変換を行わないため人工物の領域に含める。

4.4 樹木の生成

4.4.1 枝形状の決定

枝の形状の決定は、ユーザの指示を交えて行う。まず、ユーザは入力画像中の見えている枝や通過して欲しい箇所などを指定し、これらの制御点間を直線で結ぶことで主要な枝の概形を構築する。この枝の概形に対して、システムが詳細な枝を自動で付加し、形状を変化させていく。付加する枝は以下の手順で生成する。

1. 葉領域の中から1点を新しい枝の端点として選択する。
2. 1. で決定した端点に最も距離が近い枝上からもう一方の端点を選ぶ。
3. 生成した枝と接続している親枝との成す角が鈍角の場合や、新枝の長さが接続している親枝の長さに対して極端に短い場合は不自然な枝となるため、2つ目の端点の選択をやり直す。
4. 決定した2つの端点を直線で結んだものを新枝とする。

はじめに、新たに付加する枝の端点を葉領域の中から決定する。次に、生成済みの枝側に出来る端点を枝の中から選択する。ここでは、先ほど選択した端点と、各枝との最短距離が最も近い枝を端点の候補とし、端点を決定する。端点決定後、端点間を直線で結んだものを新枝とする。この時、生成した枝と接続している親枝との成す角が鈍角となる場合がある。このような枝構造は実際の樹木の枝構造では見られず、不自然なため、2つ目の端点の選択をやり直す。また、新枝の長さが接続している親枝の長さに対して極端に短い場合も不自然であるため、同様に2つ目の端点の選択をやり直す。

新枝が生成される時、その親枝の形状に変化を及ぼす。具体的には、新枝と親枝が接続している端点を中心に、新枝が伸びている方向に向かう力が働く。その結果、親枝は新枝の伸びている方向へと曲折する。図2に枝生成の流れを示す。

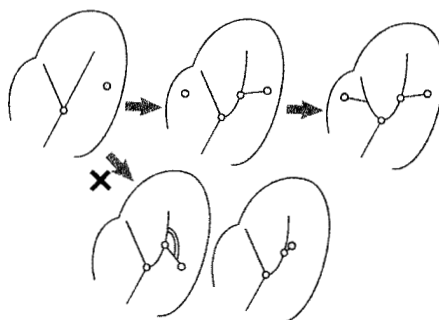


図2 枝生成の流れ

4.4.2 枝の太さの決定

枝の太さは、隣接している子枝の太さから決定する。まず、全ての枝分かれが発生する地点の太さを決定する。最末端の枝の太さを基準の値とし、末端の枝から順に次の式により太さを求める。

$$r^2 = a \sum r_i^2 \quad (1)$$

ここで a は定数、 r は親枝の太さ、 r_i は接続している小枝の太さを表す。分岐点の太さが決まったら、分岐点間の枝の太さは各分岐点の太さの線形補間により決定する。

4.4.3 葉の描画

葉は光源の影響を考慮するために、3次元座標で定義する。 x, y 座標は入力画像の葉領域の位置とする。 z 座標は、入力画像での光源の位置を与え、光源と葉の位置関係と輝度を周囲の葉と比較することで推定する。この時、幹の z 座標の値を基準の0とする。

具体的な推定方法としてはまず、画像の水平方向にある葉領域に含まれる各ピクセルの輝度から最小二乗法によって近似直線を求める。この近似直線上に輝度がある場合を z 座標の値が0であると考え、近似直線より輝度値が高い場合には光源に近い方向に、低い場合には光源から遠い方向に z 座標を与える。図3に z 座標決定方法のイメージ図を示す。

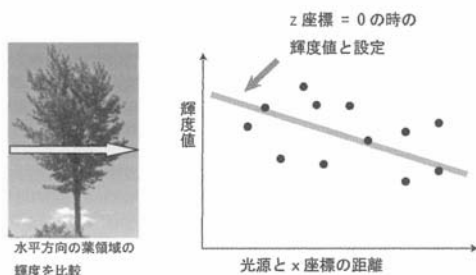


図3 葉の描画における z 座標の決定方法

葉は樹木の中心と反対の方向へ向いているものと考え、陰影付けを行う。具体的には x, z 座標が幹の座標、 y 座標が葉領域の重心座標である地点から葉への向きを持つ正規化ベクトルを葉の法線ベクトルとする。ただし、幹より奥側にある葉については葉の裏側がこちらに見えていと考え、法線ベクトルの向きを反転させる葉の形は楕円形とし、 z 座標の値によって、6段階の大きさに分ける。図4に光源位置を変更した時の葉の陰影付けの結果を示す。

葉の紅葉による色変化については、実際の樹木変化の要因である葉の色素の組み合わせを用いる。各葉は赤、緑、黄の色素を持っており、各色素の色成分を割合に応

じて混色することで色を生成する。各色素の割合は4.2.1節で述べたように季節パラメータと光源の受け易さに依存した老化度合いによって変化させる。図5に紅葉の様子を示す。

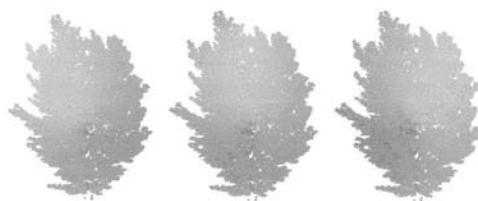


図4 葉の陰影付け

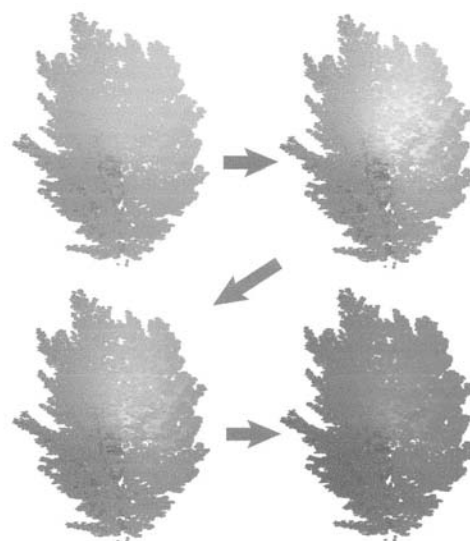


図5 紅葉の様子

4.5 空の生成

空の色は、画像の上端と下端の空の色を決め、線形のグラデーションをかけて描画する。

雲は、2次元のPerlin Noiseを用いて生成する。Perlin Noiseでは、雲の範囲、厚さをパラメータとして与えることで、様々な雲を表現することができる。

光源については天球上に配置した光源を入力画像上に射影変換し、光源からの距離に応じて指数的に明度を減少させた画像を光源の α マップとする。

空・雲・光源の統合は空の画像に雲・光源画像を α ブレンディングすることで行う。図6に雲と光源の α マップと空・雲・光源を統合した結果画像、図7に雲の代表的な形状である積雲と層雲の生成例をそれぞれ示す。



図 6 空の生成例

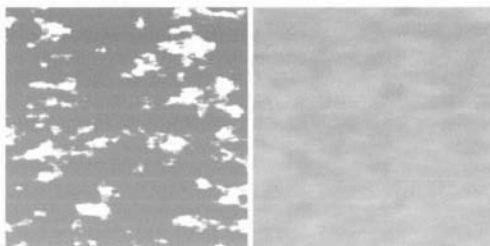


図 7 積雲・層雲の生成例

5 実行結果

樹木の背後に建物の存在しない単純な背景で実行を行った。実行は CPU が Core2 Quad 2.66GHz, メモリが 2GB のマシン上で行った。実装には、プログラム言語に C++/CLI, C#, ライブラリとして画像処理ライブラリである OpenCV を使用した。入力画像の解像度は 400×600 である。実行時間は、樹木の生成に約 2 分、樹木・空の描画に数秒を要した。図 8 に入力画像、結果画像、結果画像の人工物領域 (草、地面) に手動でフィルタ処理を施した結果の例をそれぞれ示す。

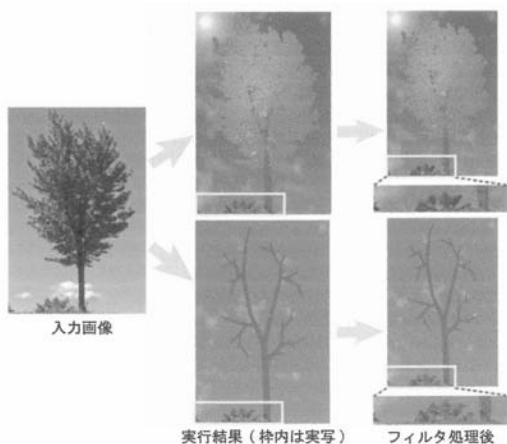


図 8 実行例

6 まとめ

本稿では、1 枚の実写風景画像からユーザが希望する環境条件へと変更したアニメ背景調画像を生成する手法について提案し、樹木の背後に建物が存在しない状態での実行結果について示した。今後は、より詳細な環境条件変化のモデル化、樹木の背後に建物が存在する場合の補間処理、アニメ調変換を行い、結果の評価を行うことが課題となる。

参考文献

- 1) Barbara J. Meier, "Painterly Rendering for Animation", SIGGRAPH96 Conference Proceedings, pp.477-484, 1996.
- 2) Michio Shiraishi and Yasushi Yamaguchi, "Image Moment-Based Stroke Placement", SIGGRAPH99 Conference Abstracts and Applications, pp.247-248, 1999.
- 3) Aaron Hertzmann, "Painterly Rendering with Curved Brush Strokes of Multiple Sizes", SIGGRAPH98, pp.453-460, 1998.
- 4) Liviu Coconu, Oliver Deussen and Hans-Christian Hege, "Real-Time Pen-and-Ink Illustration", International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering, pp.27-35, 2006.
- 5) 赤木康宏, 片壺満則, 北嶋克寛, 背景画における陰影付け技法に基づくアニメ製作のための樹木の色域別レンダリング, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.3, pp.1489-1499, 2008.
- 6) Boris Newbert, Thomas Franken and Oliver Deussen, "Approximate Image-Based Tree-Modeling using Particle Flows", Proc. of SIGGRAPH07: ACM Transactions on Graphics, Vol.26, No.3, Article 88, 2007.
- 7) R.Miyazaki, Y.Dobashi, T.Nishita, "Simulation of Cumuliform Clouds Based on Computational Fluid Dynamics", EUROGRAPHICS 2002 Short Presentations, p.405-410, 2002.
- 8) Perlin Noise, http://freespace.virgin.net/hugo.elias/models/m_perlin.htm
- 9) A.Criminisi, P.Pérez and K.Toyama, "Region filling and object removal by exemplar-based inpainting", 2004 IEEE Transactions on Image Processing Vol.13, No.9, pp.1200-1212, 2004.
- 10) James Hays and Alexei A. Efros, "Scene Completion Using Millions of Photographs", SIGGRAPH07: ACM Transactions on Graphics, Vol.26, No.3, 2007.