

スケッチブックでのお絵描きを拡張する映像ツールの提案と 実現方法

近藤菜々子[†] 水野慎士[†]

スケッチブックへのお絵描きは、ペンやクレヨンさえあればいつでもどこでも始められ、特に子供たちにとっては最も身近な芸術制作の一つである。そのため、スケッチブックへお絵描きするような感覚で二次元および三次元の CG を制作できるコンピュータアプリケーションが数多く開発されており、画像処理技術などを用いてお絵描き表現の拡張を試みているものも少なくない。しかし、これらのアプリケーションをスケッチ感覚で扱うには液晶ペンタブレットなどの機器が必要であり、子供たちが自由自在にお絵描きするには画面サイズが不十分である場合も存在する。そこで、本論文ではスケッチブックに描かれた絵をカメラで撮影して画像処理や CG 生成を施すことでお絵描きを拡張する映像ツールを提案する。ビデオカメラを通して見た絵は、動き出したりオブジェクト追加されたりしており、ユーザは絵の変化を楽しみながらスケッチブックへお絵描きすることができる。

A Proposal and a method of a Media Tool to Expand Drawing on a Sketchbook

NANAKO KONDO[†] SHINJI MIZUNO[†]

Drawing on a sketchbook is easy to start only with color pens or crayons, so it is one of the most popular art works especially for children. Thus a lot of computer applications which enables us to create 2D / 3D computer graphics with drawing operations, and some of them expand drawing expressions using computer graphics and image processing technologies. However it is necessary to use special equipment like a LCD pen tablet to use these computer applications as if drawing pictures with color pens, and the size of a display of such equipment might not be enough to draw at will. We propose a media tool that can expand drawing on a sketchbook by using image processing and computer graphics technologies on an image of the picture on a sketchbook. The picture on a sketchbook would be deformed, move, or be added some objects if it is seen through a video camera. The user can enjoy drawing on a sketchbook as seeing changes of the picture.

1. はじめに

スケッチブックへのお絵描きは、ペンやクレヨンさえあればいつでもどこでも始められ、特に子供たちにとっては最も身近な芸術制作の一つである。そのため、スケッチブックへお絵描きするような感覚で CG を制作できるコンピュータアプリケーションが数多く開発されている。これらは、OS 付属のアプリケーションのような簡易的なものから、二次元スケッチを三次元 CG に変換するアプリケーション[1]や、彫刻や版画のような感覚で CG を生成する手法[2]が知られている。また、スケッチをアニメーションで動かすことができるアプリケーション[3]、空中へお絵描きができるアプリケーション[4]、作成した三次元モデルなどに自由に着色するアプリケーション[5]など、CG や画像処理の技術などを用いてお絵描き表現の拡張を試みているものも少なくない。また、画像処理技術や拡張現実感を用いて、スケッチ等のお絵描きをアシストするシステムも提案されている[6][7]。しかし、これらのアプリケーションを本当にスケッチ感覚で扱うには液晶ペンタブレットなどの機器が必要であり、いつでもどこでも手軽には必ずしも言えない。また、子供たちが自由自在にお絵描きするには画面サ

イズが不十分である場合も存在する。

そこで、本論文ではスケッチブックに描かれた絵をカメラで撮影して画像処理や CG 生成を施すことで、通常のお絵描きを拡張する映像ツールを提案する。ユーザは市販のスケッチブックにカラーペンで自由にお絵描きをする。そして提案ツールのカメラを通してスケッチブックの絵を眺めると、自分で描いた絵が動き出したり、自分では描いていないオブジェクト追加されたりした映像が生成される。ツールによって生成される映像はユーザのお絵描きによって逐次変化するため、ユーザは自分が描いている絵がどのように変化するかを確認しながら、自由にスケッチブックへのお絵描きを楽しむことができる。

本稿では提案する映像ツールの概要、実現方法、試作ツールを実際に子供たち使ってもらった様子などを報告する。

2. お絵描き拡張ツールの概要

本論文で提案するお絵描き拡張ツールは、通常のお絵描きで使用するスケッチブックとカラーペンに加えて、スケッチブックを撮影する Web カメラと処理用 PC で構成される。図 1 にシステムの構成を示す。

ユーザはカラーペンでスケッチブック上に自由にお絵描きを行う。現在使用しているカラーペンの色は 7 種類で、

[†] 愛知工業大学 情報科学部
Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

事前にそれぞれの色情報が PC に与えられている。スケッチブック上の絵は Web カメラで撮影されており、その動画は PC に送られて逐次処理が行われる。PC に送られたスケッチブックの動画は、各フレーム画像に対して色の解析、各色の領域の抽出、各領域の形状特徴量の計算などが行われる。

お絵描き拡張ツールの映像は三次元 CG として生成される。Web カメラで撮影されたスケッチブックの絵は、ポリゴンメッシュで構成される面上にテクスチャとして貼り付けられる。そして、スケッチブックの絵の各色に対応するポリゴンメッシュ上の領域が色ごとに異なる方法で変形する。このとき、変形量が周期的に変化したり、変形領域が徐々に移動したりするため、お絵描き拡張ツールによって生成される映像は CG アニメーションのように変化する。

また、色によっては対応するポリゴンメッシュ上の領域に、花などの三次元オブジェクトが追加で描画される。図 2 にお絵描き拡張ツールによって映像が生成される様子を示す。

スケッチブックに描かれた絵の解析と映像の生成は逐次行われる。そのため、ユーザはスケッチブックで絵を描きながら、お絵描き拡張ツールで生成される映像の変化を楽しむことができる。

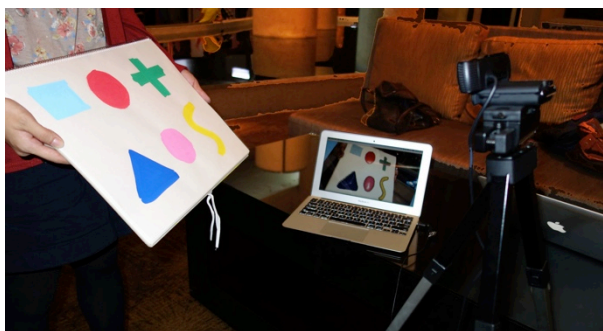


図 1 お絵描き拡張ツールのシステム構成。

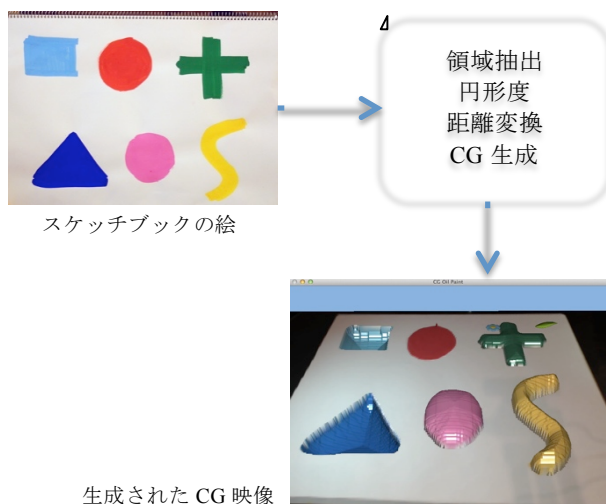


図 2 お絵描き拡張ツールによる映像生成。

3. 実現方法

3.1 映像の解析

提案ツールによるスケッチブックのお絵描きで用いるカラーペンは赤色、ピンク色、緑色、青色、水色、黄色、および黒色の 7 種類で、各色に関する情報 (HSV 色空間) は事前にシステムに与えられている。

図 3 にスケッチブック上の絵に対する処理過程の様子を示す。始めに、Web カメラで撮影されたスケッチブック上の絵 (図 3-(a)) のビデオ映像に対して、色相などに基づいて色ごとの領域抽出処理を施す。抽出した領域に対しては Opening / Closing 処理を施して小領域や穴を削除することで、ツールで用いる色別領域画像 (図 3-(b)) が生成される。

このとき、ツールを使用する場所の照明条件によって、色相などに基づく色認識精度が低下することがある。その場合、Web カメラから取り込んだ動画像上をマウスでクリックすることで、クリックされた座標の色に関する情報を取得できる。そして取得した色情報を用いて色別領域抽出に用いる色範囲を更新することで、抽出精度を向上させるだけでなく、事前に登録されていない色領域を抽出することも可能である。

次に、生成した色別領域画像の各領域について、輪郭検出を行って面積や周囲長を計算して、各領域の円形度を求める (図 3-(c))。また、各領域に対してユークリッド距離変換を施すことで距離変換画像を生成する (図 3-(d))。距離変換画像および各領域の円形度は、ツールが生成する CG 映像の変形量や変形速度の決定に用いられる。

以上の処理は、ビデオ映像の毎フレーム画像に対して行われ、この処理結果に基づいて三次元 CG が生成される。図 4 に、お絵描き拡張ツールによる映像処理の手順を示す。



図 3 スケッチブック上の絵に対する処理過程の様子。

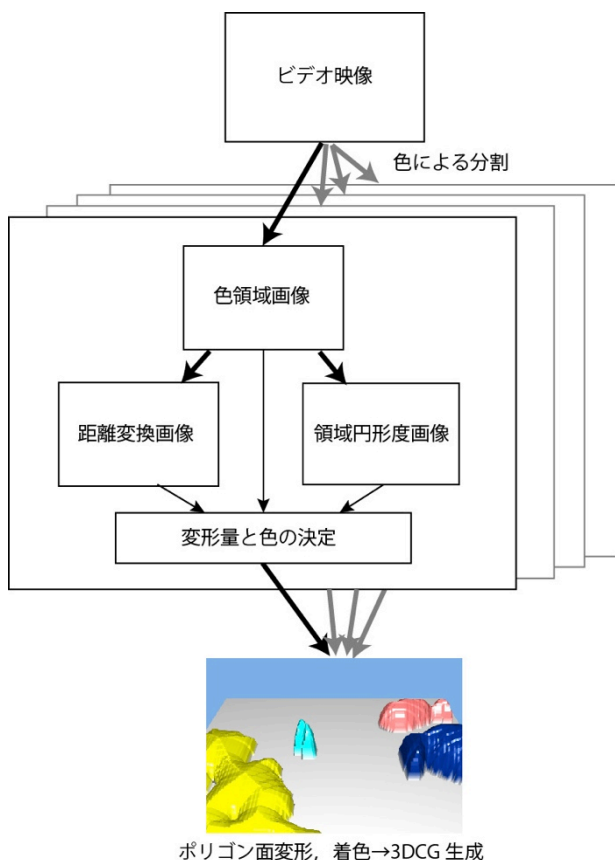


図4 お絵描き拡張ツールによる映像処理の手順.

3.2 三次元 CG の生成

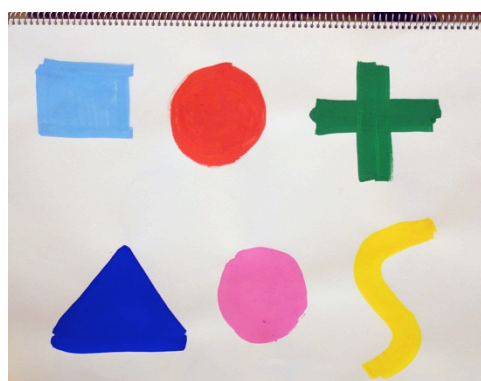
Web カメラで撮影されたスケッチブックの絵は、三次元 CG 空間中の xy 平面上に配置されたポリゴンメッシュ平面の上にテクスチャとして貼り付けられる。そのままの状態であれば、スケッチブックに描かれた絵と変わりはない。そこで、前節の手順で得られた色別領域画像の距離変換画像、および各領域の円形度を用いて、各領域の位置に対応するポリゴンメッシュの各頂点の z 座標を変化させることで、ポリゴンメッシュ面に凹凸を与えて変形させて三次元 CG を生成する。図 5 に色によるポリゴンメッシュ変形方法の違いの例を示す。

ポリゴンメッシュ面の変形量は色別領域画像の距離変換画像によって決定する。例えば、変化量を距離値の平方根に比例させることにより、スケッチブック上に同じ色で描画した場合でも、大きく太く描いた領域ほど大きく変形する。各領域の変形量や変形方向はその領域の色によって変更する。

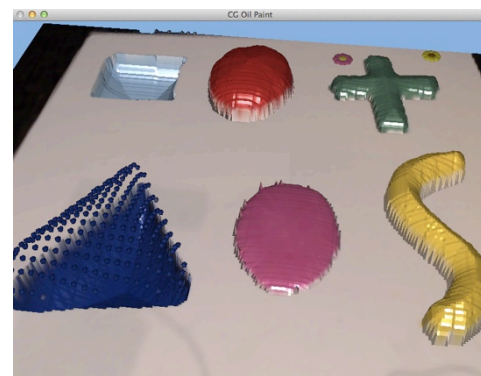
領域の色によっては、変形量を周期的に変化させる。これにより、ポリゴンメッシュ上の対応領域が脈動を打つように変形を繰り返す。このとき、変形周期を円形度に比例させることにより、複雑な形状を持つ領域ほど活発に脈動を打つように変形する。また、色別領域画像を平行移動させることにより、特定の色に対応する領域だけを画面中で移動させることができる。

さらにポリゴンメッシュの変形に加えて、領域色によっては追加のオブジェクトを描画する。例えば図 5 では、青色の領域には多数のコーン形状が配置されている。また緑の領域には花や果物の三次元オブジェクトが追加で描画されるため、例えばスケッチブックに葉が生い茂る木を描画した場合には、お絵描き拡張ツールの映像では木に花が咲いたり、果物が実ったりしたような映像が生成される。

なお、テクスチャとして Web カメラで取得したビデオ映像をそのまま貼り付けるのではなく、各色の抽出領域だけビデオ映像を貼り付けて、それ以外の領域は背景として別の映像を貼り付けることも可能である。これにより、例えばスケッチブックには魚の絵と水草だけを描き、背景画像として水色の泡がちりばめられた画像を貼り付けることで、水槽の中の魚と水草のような三次元 CG 映像を生成することも可能である。



(a) スケッチブックの各色の図形.



(b) 各色領域の変形.

図5 色の違いによるポリゴンメッシュの変形の違い.

4. 実験

4.1 ツールの実装

本論文で提案したお絵描き拡張ツールを PC 上に実装して実験を行った。使用した PC は Mac Book Air (Mac OS X 10.7.4, 2GHz Core i7, 8GB メモリ) で、C++を用いて開発した。なお、画像の解析のために OpenCV ライブラリを使用しており、映像生成のために OpenGL ライブラリを使用

している。

Web カメラの映像は 640×480(ピクセル)で入力しており、スケッチブック上の絵を貼り付けるためのポリゴンメッシュ面は 180000 個(300×300×2)の三角形パッチで構成している。生成される映像は 10 (フレーム/秒) である。

4.2 三次元 CG 映像生成実験

スケッチブック上にカラーペンで絵を描いて、お絵描き拡張ツールに適用させて映像を生成する実験を行った。カラーペンの色別の変形や追加オブジェクトの設定は以下の通りである。

- ・赤：盛り上げ(大), 周期的に変形量変化.
- ・ピンク：盛り上げ(小), 周期的に変形量変化, 画面中移動.
- ・緑：盛り上げ(中), 花のオブジェクトを追加.
- ・青：盛り下げ(中), コーンのオブジェクトを追加.
- ・水色：盛り下げ(小).
- ・黄：盛り上げ(中).
- ・黒：変形せず.
- ・その他：背景.

図 6, 図 7, 図 8 にスケッチブック上の絵と, その絵をお絵描き拡張ツールに適用して生成された映像を示す。図 6 では, スケッチブックに赤やピンクのペンで描いた太陽や動物が, ツールで生成された映像では膨らんでいるのが確認でき, 実際には周期的に脈動している。また, 青色や緑色のペンで描いた鳥や木が, 生成された映像ではコーン上の物体や花が追加されているのが確認できる。ツールで生成された映像は三次元 CG のため, 視点を移動させることで変形の様子を明確に確認することもできる。また, 図 8 では, ピンク色のペンで描いた魚が徐々に左に移動しているのが確認できる。そして, 白色の背景部分には Web カメラで取得した映像ではなく, 水中をイメージした画像が貼り付けられている。



(a) スケッチブックの絵.



(b) 生成された三次元 CG 映像.

図 6 お絵描き拡張ツールによる映像生成例(1).

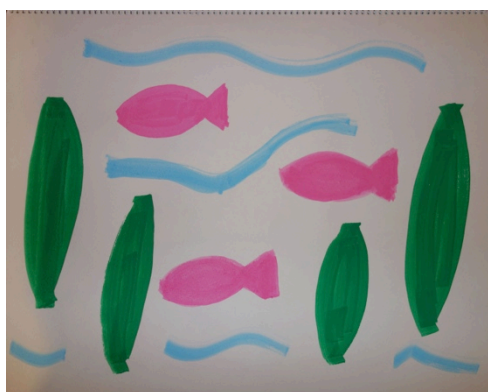


(a) スケッチブックの絵.

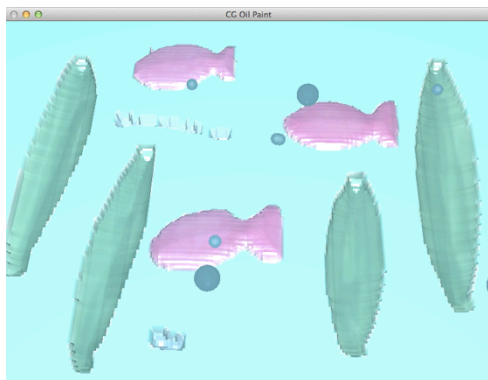


(b) 生成された三次元 CG 映像.

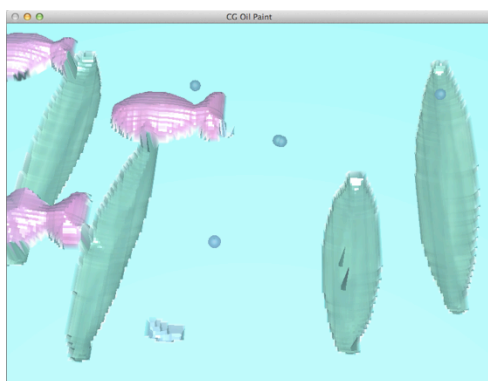
図 7 お絵描き拡張ツールによる映像生成例(2).



(a) スケッチブックの絵.



(b) 生成された三次元 CG 映像.



(c) ピンク色領域が移動する様子.

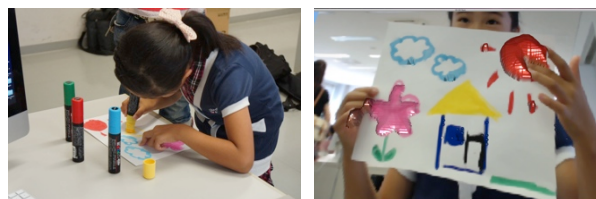
図 8 お絵描き拡張ツールによる映像生成例(3).

4.3 子供たちによる制作実験

提案したお絵描き拡張ツールを小学校低中学年対象の授業において、7~8 名程度の子供たちに実際に使用してもらい、その制作の様子を観察した。また、街のお祭りの中でデモを実施して、子供たちにお絵描き拡張ツールを使用してもらった。図 9 に子供たちによる制作の様子を示す。

多くの子供たちはお絵描きが大好きであり、率先してスケッチブックへのお絵描きを楽しんだ。そして自分の描いた絵を映像ツールに通して見たときに、その絵が色によって膨らんだり、脈を打つように動いたり、自分で描いた木に花が咲いているのを確認すると、驚いたりおもしろがったりするなど、お絵描き拡張ツールへの反応が大きかった。また、自分の描いた絵が画面上で動いているのを見ながら

不思議そうに絵に触れている子供や、生成された映像を見たあとに、一度描いた絵に修正を加えていき、自分の思い通りの変形が行われるようにお絵描きを続ける子供も少なくなかった。スケッチブックに絵を描きながら、逐次生成される映像を楽しむ子供も見られた。図 10 に子供たちによるその他の作品例を示す。



(a) お絵描きする子供とその作品(1).



(b) お絵描きする子供とその作品(2).

図 9 お絵描き拡張ツールを使用する子供たち.

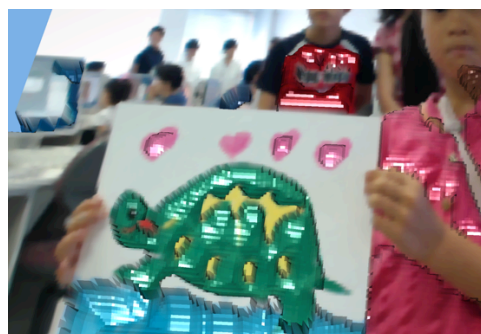


図 10 子供たちによる作品例.

5. まとめ

本論文では、多くの子供たちが慣れ親しんでいるお絵描きを拡張する映像ツールを提案した。普通のお絵描きと同じように、スケッチブックにペンで自由に絵を描き、その絵をお絵描き拡張ツールに通すことで、描いた絵を変形させたり動かしたりした映像を生成することができる。子供たちに使用してもらった実験では、子供たちのお絵描きでの創造意欲を向上させる可能性も確認できた。

今後の課題としては、形状特徴に応じたより多彩な変形や移動の実現があげられる。例えば、色領域の位置や隣接する色領域の情報を取得することで、スケッチブック下部の緑色領域は草原、スケッチブック中段部で黄色領域の上部に隣接する場合は樹木と認識させることができれば、花などの追加オブジェクトの表示方法を適切に変更させることが可能となる。また、変形や追加描画以外のインタラクティブ要素の付加などもお絵描きを拡張する手法として挙げられる。例えば、提案ツールによる映像が三次元 CG であることを生かし、生成された映像の中でボールを転がすようなゲームも実現できると思われる。

さらに、生成された三次元 CG を立体視に対応させることで、スケッチブックの映像が本当に飛び出して見えるツールへの改良も検討中である。

参考文献

- 1) Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka, Hidehiko Tanaka, "Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design" *proc. of ACM SIGGRAPH'99*, pp. 409-416, 1999.
- 2) Shinji Mizuno, Minoru Okada, Jun-ichiro Toriwaki: "An Interactive Designing System with Virtual Sculpting and Virtual Woodcut Printing", *Computer Graphics Forum - J. of the European Association for Computer Graphics*, Vol. 18, No. 3, pp. 183-193, p. 409, 1999.
- 3) Takeo Igarashi, Tomer Moscovich, John F. Hughes, "Spatial Keyframing for Performance-driven Animation", *proc. of ACM SIGGRAPH / Eurographics Symposium on Computer Animation*, 2005, pp. 107-115, 2005.
- 4) 石川大, 采原克美, 富澤功, "「フローティングインターフェース」の開発", *PIONEER R&D*, Vol. 16, No. 2, pp. 50-61, 2006.
- 5) Yusuke Takami, Mai Otsuki, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura: "Daichi's artworking: enjoyable painting and handcrafting with new ToolDevices", *SIGGRAPH ASIA 2009, Emerging Technologies*, pp. 64 – 65, 2009
- 6) Yong Jae Lee, C. Lawrence Zitnick, Michael F. Cohen, "ShadowDraw: Real-Time User Guidance for Freehand Drawing", *proc. of ACM SIGGRAPH 2011*, pp. 27:1-9, 2011.
- 7) 稲留太郎, 曾我真人, 瀧寛和, "拡張現実感の利用と段階的な描画誘導を考慮したスケッチ学習支援環境の構築", *情報処理学会インタラクシオン 2012 論文集*, pp. 741-746, 2012.