

輪郭検出を用いた「不思議なスケッチブック」のCG表現拡張と イベント展示のためのビューア開発

水野 慎士 (正会員)

愛知工業大学情報科学部

Extension of CG representation in “Amazing Sketch Book” using contour detection and development of a viewer for event exhibition

Shinji Mizuno

Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

s_mizuno @ aitech.ac.jp

概要

本論文では、紙にペンで描かれた絵からの三次元CGシーンの生成とインタラクションを行う「不思議なスケッチブック」でのCG表現の拡張を行った。黒線で描画された輪郭検出を行うことで、従来システムでは困難であった複数の色で構成されたCG物体の生成を可能にする。また、輪郭形状を解析して、生成したCG物体の空間中の配置位置や動きを変更することも行った。黒線で囲まれない色領域については従来通りのCG物体生成を行うため、新手法と従来手法で生成したCG物体と組み合わせて、より多彩な三次元CGシーンの生成とインタラクションを行うことが可能となる。そして、システムを大規模イベントで活用するため、生成された三次元CGシーンを空間中に多数並べて鑑賞できるビューアを開発した。拡張した「不思議なスケッチブック」と三次元CGシーンビューアは多くの来場者があるイベントで展示されて、来場者と主催者に非常に好評であった。

Abstract

In this paper, I extended CG representation in “Amazing Sketchbook” that can create a 3DCG scene from a sketch drawn on a paper with pens and interact with it. Contour detection drawn with black lines makes it possible to generate a CG object composed of many colors which has been difficult in the former system. We also analyzed the contour shape to change the position and movement of generated CG objects in the space. The system can also create 3DCG objects from color regions with the former method, and it is possible to create more diverse 3DCG scenes and interact with them. In order to utilize the system in a large scale event, we developed a 3DCD scene viewer that can arrange a large number of generated 3DCG scenes in space. The “Amazing Sketchbook Advance” and the 3DCG scene viewer were exhibited at events where there are many visitors, and it was very popular with visitors and organizers.

1 はじめに

お絵描きや塗り絵は紙とペンがあればいつでもどこでも始められ、多くの人にとって最も身近な芸術制作の一つである。そのため、CG制作にお絵描き感覚のインタフェースを取り入れることは、CG制作をより多くの人々にとって扱いやすいものにすると考えられ、デジタル技術を用いてお絵描きを発展させたようなCG制作手法がいくつも開発されてきた。例えば、PC上で線画を描くことで三次元CGモデルを生成する「Teddy」システム [1]、お絵描きの内容を推定して手本となる絵を影のように提示するシステム [2]、お絵描きからサウンドを自動生成する研究 [3] などが報告されている。これらはPC上でのお絵描きであるが、実際の紙への塗り絵に基づいて三次元CGを生成システムもいくつも開発されている。例えば、塗り絵がAR機能で飛び出して動き出すコンテンツ [4]、塗り絵から魚のCGを生成して泳がせる「お絵描き水族館」 [5]、ペーパークラフトの台紙への塗り絵で三次元CGロボットを制作してゲームすることができる「シャドウロボシステム」 [6] などが報告されている。そして、塗り絵ではなく紙に自由な絵を描くことでCGを生成するシステムも開発されており、キャラクターを描いて三次元CGステージでCGキャラクターをダンスさせる「お絵描きダンスステージ」 [7]、紙に描いた絵が二次元CGモデルや簡易的三次元CGモデルになってCGシーンに登場する「紙アプリ」 [8] などが報告されている。これらの紙とペンを用いたお絵描きに基づくCG生成システムは多人数に対応可能なため、エンタテインメントイベントやワークショップなどでも子供を中心に大いに楽しんでいる。

そのような背景の中、近藤らは普通のスケッチブックに自由に絵を描くだけで三次元CGシーンを生成するとともに、三次元CGシーンとインタラクティブすることができる「不思議なスケッチブック」を開発してきた [9][10][11]。関連研究として挙げた「Teddy」も自由なお絵描きから三次元CGモデルを生成するが、インタフェースとしてデジタル機器であるタブレットを用いる必要がある。また「お絵描き水族館」「シャドウロボ」「お絵描きダンスステージ」「紙アプリ」などは普通の紙とペンを用いて絵を描くが、あらかじめ決められた形に塗り絵をしたり生成対象が限定されているなど自由なお

絵描きとは言えない。それに対して「不思議なスケッチブック」ではユーザが手にするものは誰でも使ったことがある普通のスケッチブックとカラーペンだけであり、未就学児から年配者まであらゆる人が直感的に使用することができる。そして自由に絵を描くだけで、その絵に基づく三次元CGシーンをリアルタイムで作り上げる。また、スケッチブックを揺らしたり描いた絵に触れることで生成した三次元CGシーンとのインタラクティブを行うという、他にはない特徴を持つ。そのため、イベントやワークショップでは特に子供から高い人気を得ており、システム自体も高く評価されている [12]。

従来の「不思議なスケッチブック」では単色で塗りつぶされた領域ごとに三次元CG物体を生成していた。そのため、複数の色が組み合わせられた三次元CG物体を生成することができず、システムで生成できる三次元CGシーンを制限する要因の一つとなっていた。そして、ワークショップ等で「不思議なスケッチブック」を体験した子供たちからは、複数の色を用いた三次元CG物体を制作したいという要望が多く挙っていた。

そこで、本研究では「不思議なスケッチブック」で複数の色で構成されたCG物体の生成を可能にする拡張を行った。そのため、スケッチブック内で黒線の輪郭で囲まれた領域の検出を行い、その領域については複数の色で描かれていても一つのCG物体を生成してインタラクティブを行うことができるように改良する。また、輪郭形状を解析して、生成したCG物体の空間中の配置位置や動きを変更する。黒線で囲まれない領域については従来通りのCG物体生成を行う。これにより、新手法と従来手法で生成したCG物体と組み合わせ、より多彩な三次元CGシーンの生成とインタラクティブを行うことが可能となる。

さらに本研究で開発したシステムを多くの来場者がいるイベントで活用するため、来場者が描いた絵から生成された三次元CGシーンを空間中に多数並べて鑑賞できるビューアを開発した。これにより、限られた時間内で多数の人が紙へのお絵描きによる三次元CGシーン生成と生成されたシーンの鑑賞を楽しむことが可能となる。

2 「不思議なスケッチブック」の概要

「不思議なスケッチブック」は、普通のスケッチブックに普通のカラーペンで絵を描くだけで三次元CGをリア



図1 「不思議なスケッチブック」を使用している様子

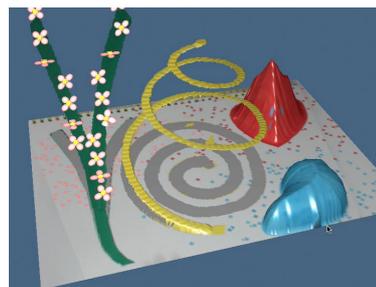
リアルタイムで対話的に生成することができ、さらに絵に触れたりスケッチブックを揺らすことで、生成した三次元CGを変形させるインタラクションを行うことができるシステムである。このシステムは通常のお絵描きで使用するスケッチブックとカラーペンに加えて、処理用PCとWebカメラで構成される(図1)。使用するカラーペンは、赤、緑、青、シアン、黄、ピンクで、各色の情報は事前にシステムに与えられている。

三次元CG生成手順は以下の通りである。システムはお絵描き中のスケッチブックをWebカメラで撮影している。まず、Webカメラ映像を三次元CGメッシュ面にマッピングする。また、Webカメラ映像をカラーペンの色情報に基づいて色別の領域に分割する。そして、それぞれの色別領域に対して、輪郭距離変換や底辺距離変換など色によって決められた処理を適用して、各領域内の各点での距離値を求める。得られた距離値は、各領域に対応する位置にあるCGメッシュ面の頂点の上下移動に用いる。これにより、スケッチブック上の各色の領域が領域形状や使用する距離値に応じて様々な形で膨らんだり立ち上がったりして、各色領域に対応した三次元CG物体が生成される。その結果、全体としてスケッチブックの絵に基づく三次元CGシーンが生成される(図2)。

インタラクションの実現方法は以下の通りである。システムは基本的にペンの色にのみ反応する。そのため、スケッチブックの絵に手で触れると、描かれた色領域の一部が手で隠されるため、描いた絵の形状が変化することになる。その結果として、生成される三次元CG物体がリアルタイムで変形する(図3(a))。また、Webカメラ映像のオプティカルフローに基づいてスケッチブックの動きを検出しており、スケッチブックを揺らすことで三次元CGシーンの各物体も移動や変形が行われる(図3(b))。



(a) スケッチブックの絵

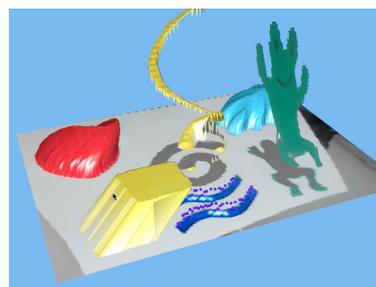


(b) 生成される三次元CGシーン

図2 「不思議なスケッチブック」でのCGシーン生成



(a) 手による変形



(b) 揺れによる変形

図3 「不思議なスケッチブック」でのインタラクション

3 「不思議なスケッチブック」の拡張

3.1 拡張の概要

従来の「不思議なスケッチブック」では、スケッチブックを撮影するWebカメラ映像を色別の領域に分割して、各領域に基づいて三次元CGを生成している。そのため、各領域は単色で塗りつぶされていることになり、生



図4 黒色ペンによる輪郭線描画を加えた絵の例

成される各三次元 CG 物体も単色であった。これは、生成される三次元 CG シーンを制限する一つの要因となっていた。

そこで、本研究では複数の色で構成された CG 物体の生成と三次元 CG シーンへの配置を可能にする拡張を行う。そのための前提として、複数の色で構成される三次元 CG 物体を生成する場合には、描画した物体に黒色ペンで輪郭線を描画することにする。そして、輪郭線を検出することで、輪郭線に基づき複数色で構成された新たな CG 物体の生成を可能にする。本論文で想定する黒色ペンによる輪郭線描画を加えた絵の例を図4に示す。

「不思議なスケッチブック」では生成した三次元 CG 物体を空間に自動的に配置するが、本論文ではその位置や方向も輪郭描画などで制御できるように拡張する。具体的には、描画した物体の最下部に黒色直線を引いた場合には、黒色直線が地面を表す直線であると見なして、生成された CG 物体を空間の床面に直線の角度で配置する。引いていない場合には、描画位置によって高さを自動的に決定する。図4の絵の例では、木とビルが地面を表す黒色直線が描かれていると見なされる。

そして従来システムと同様に、ユーザの操作によって生成された CG 物体は対話的に移動や変形を行う。このとき、CG 物体の配置状態や形状によって、移動や変形の方法が変化するように拡張する。

3.2 黒線で囲まれた領域の抽出

「不思議なスケッチブック拡張版」では、スケッチブックに描かれた絵には、様々な色をそれぞれ単独で用いて描いた物体と、黒線で囲んだ領域内に複数の色で描いた物体が混在する。このとき、黒線は領域輪郭を示すために用いるため細く描かれる。システムは Web カメラで撮影した絵から細い黒線で囲まれた領域をリアルタイムで安定的に抽出する必要があるため、以下の手順を用い

ることとする。

初めに Web カメラ映像を HSV 形式に変換して、各画素の V 値 (明度) を画素値とする V 画像と、S 値 (彩度) を画素値とする S 画像を生成してから、各画像に対して個別に処理を行う。まず、V 画像に対して適応的しきい値処理を適用する (図5(a))。この処理では、しきい値を適宜変化させながら明度が局所的に小さな場所を検出するため、細い黒線であっても安定的に抽出することができる。しかし、このとき黒線画素だけでなく、緑や青などの濃色領域の境界画素も抽出されてしまう。そこで次に、S 画像に対して固定しきい値処理を適用する (図5(b))。この処理により、黒色や白色などの淡色画素が抽出される。そして、V 画像と S 画像に対する各処理で抽出された2つの領域を用いて、2領域の積を求める (図5(c))。この処理により、黒色画素はそのまま残り、その他の色の画素の多くは削除される。

最後に、抽出された黒線に対して外側輪郭検出処理を行うことで、スケッチブック上の絵において黒線で囲まれた領域が抽出される (図5(d))。そして、抽出された領域のうち、しきい値以上の面積を持つものが、それぞれ個別の描画物体のための黒線領域となる。

3.3 地面を表す線分の検出

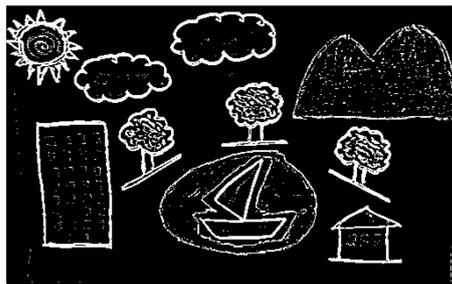
3.2節で抽出した各描画物体の黒線領域に対して、各領域を包含する水平な領域矩形を求める。次に、しきい値処理後の V 画像と S 画像との積画像に対して、領域矩形ごとに確率的ハフ変換を適用して、各領域矩形内に含まれる線分を検出する。そして各領域矩形内で、両端が矩形端に近くて、少なくとも一方の端点が矩形下端に近い線分が検出された場合には、対象描画物体に地面を表す黒線が描画されていると判定する。

図6に検出結果の例を示す。赤色の線が各描画物体を包含する領域矩形で、木とビルと家の下の緑色の線が地面を表す黒線の検出結果となっている。

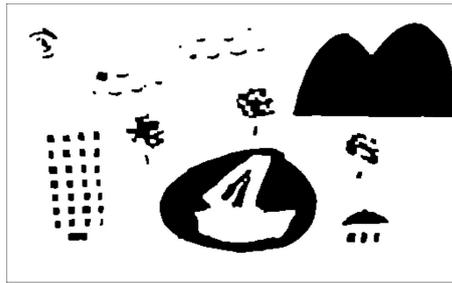
3.4 複数色で構成された CG 物体の生成

本研究では複数の色で構成された CG 物体と従来手法による単色で構成された CG 物体との差を明確にするため、複数の色で構成された CG 物体については黒線領域を切り出したような形状とする。

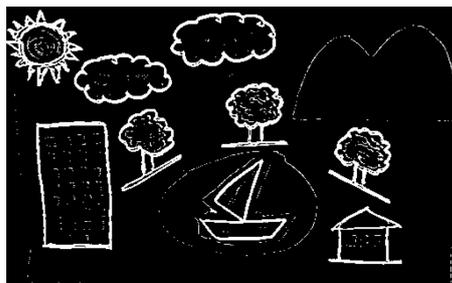
初めに、3.3節の処理で求められた各黒線領域を包含する領域矩形と同じ縦横比を持つ CG 矩形を四角形パッチで生成して、CG 空間に配置する (図7(a))。配置位置



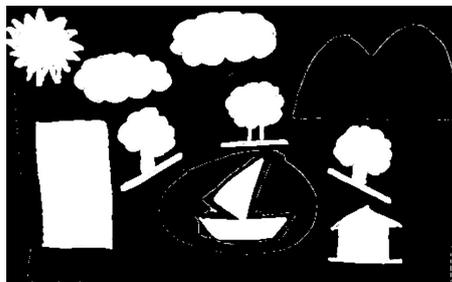
(a) V 画像から抽出された領域



(b) S 画像から抽出された領域



(c) 領域 (a) と領域 (b) の積領域



(d) 領域 (c) の外側輪郭内部領域

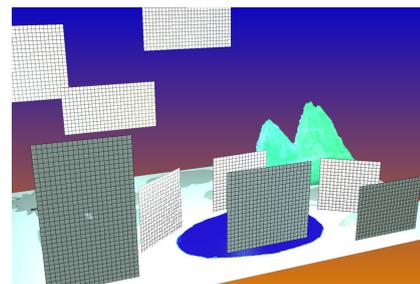
図5 絵からの黒線領域の抽出

は、映像中の領域矩形の位置および領域矩形内の地面を表す黒線の有無によって、以下のように決定する。

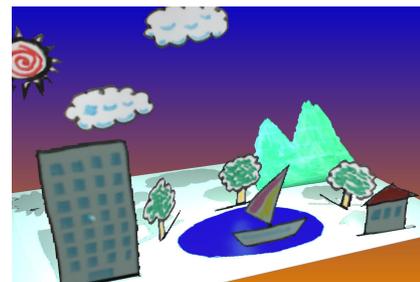
まず、領域矩形中心が Web カメラ映像中央線より下方に存在する場合、対応する CG 矩形は CG 空間の床面に接して立ち上がるように配置する。領域矩形中心が映像中央線より上方に存在する場合、地面を表す線分の有無によって配置位置は変化する。地面を表す線分が存在するときは、対応する CG 矩形は CG 空間の床面に接して立ち上がるように配置する。このとき、黒線の角度に



図6 黒線領域を包含する領域矩形 (赤) と地面を表す線分 (緑) の検出



(a) CG 矩形の生成と配置



(b) 黒線領域画像の貼り付け

図7 複数色で構成された CG 物体の生成と三次元シーンへの配置

よって CG 矩形の配置角度も変化させる。地面を表す線分が存在しないときは、CG 矩形は対応する領域矩形中心の映像中央線からの距離に比例した高さで CG 空間中に浮かべて配置する。なお、各 CG 矩形の横方向と奥行き方向の配置位置は、対応する領域矩形の映像中の位置をそのまま用いる。

そして、Web カメラ映像から対応する領域矩形内の画像を切り取って、配置した各 CG 矩形にテクスチャとして貼り付ける。このとき、黒線領域をマスクとして使用することで、領域外に相当する領域は切り取られる。

以上の処理より、黒線で囲まれた領域に沿って絵が切り取られたような CG 物体が生成されて、三次元 CG 空間に配置される (図 7(b))。

3.5 単色で構成されたCG物体の生成

黒線領域の抽出が終わったら、Webカメラ映像の黒線領域内をスケッチブックの紙の色である白色で塗りつぶす。これにより、Webカメラ映像は黒線で囲まれた領域は描かれていない状態になる。そして、この映像に対して従来手法と同じように色別の領域への分解、色別領域への距離変換、メッシュ変形による三次元CG物体生成を行う。

以上により、複数色CG物体が生成された三次元シーンに対して、従来手法で生成した単色CG物体が追加される。

3.6 三次元CGシーンとのインタラクション

複数色CG物体とのインタラクションは、Webカメラ映像のオプティカルフローに基づいて行う。そのため、スケッチブックを揺らすなどの操作でオプティカルフローが検出されると、映像全体のオプティカルフローの平均ベクトルに基づいて各CG物体の頂点を移動させる。これにより、CG物体の移動や変形を実現している。このとき、CG物体の初期配置位置や形状によって、変形や移動の方法が変化する。

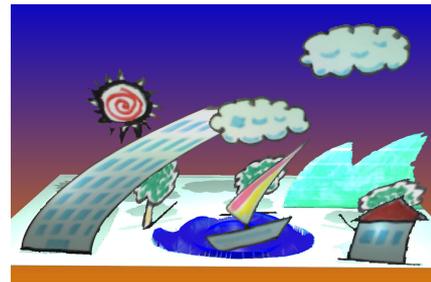
シーン中に浮かんで配置された複数色CG物体は、オプティカルフロー平均ベクトルに応じて頂点全体を初期座標から移動させる。このとき、各CG物体は初期座標にバネで繋がれていると仮定している。そのため、各CG物体は初期座標を中心としたバネ振動運動を始める。

シーンの床面に接して配置された複数色CG物体は、その下端が床面に固定されていると仮定して、各CG物体の上方は揺れ変形運動を始める。

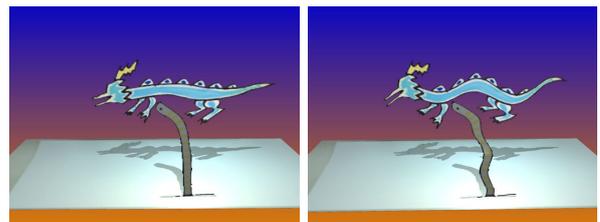
シーン中に浮かんで配置されたCG物体と床に設置して配置されたCG物体は、いずれも形状に応じた変形運動も行う。CG物体の包含矩形の縦横比を計算して、長辺と短辺の比率がしきい値以上離れている場合は物体が細長いと判定して、CG物体は長辺方向に波を打つような変形を行う。

単色で構成された三次元CG物体とのインタラクションは従来手法と同じである。スケッチブックを揺らしたり絵に触れたりすることによって、CG物体が揺れ運動を始めたり凹んだように変形したりする。

スケッチブックの単色領域のうち、青色領域からは水のCG物体が生成されるが、水のCG物体は複数色CG物体の位置や傾きに影響を与える。スケッチブックの青



(a) スケッチブックを揺らすことによるCG物体の移動と変形



(b) 細長いCG物体の変形



(c) 水のCG物体による複数色CG物体の移動

図8 スケッチブックの揺れによるCG物体の移動と変形のインタラクション

色領域内に黒線で囲んだ複数色物体を描画すると、水のCG物体の上に複数色CG物体が浮かんだような状態になる。そして、スケッチブックを揺らすと、水のCG物体には波が発生するが、それに応じて複数色CG物体も上下に動いたり傾いたりする。

図8にスケッチブックの揺れに基づいてCGシーン中の単色CG物体や複数色CG物体が変形したり移動している様子を示す。図8(a)では、三次元シーン(図7(b))の各CG物体が、スケッチブックを揺らすことで移動したり変形したりしている。図8(b)では、細長い物体が形状に応じて波を打ったような変形をしている。図8(c)では、青色領域によって生成された水のCG物体の上に生成された複数色CG物体が、水面の動きに応じて移動したり傾いたりしている。

なお、CG物体の移動や変形に応じて従来システムと同様に効果音が発生される。さらに床面に接している背の高い物体が揺れ変形運動を始めたときは、CG物体から小物体が発生してCG空間中を舞い散る。

4 制作した三次元 CG シーンのビューア

イベント等で「不思議なスケッチブック」を多人数に使ってもらう場合、システムを多数用意することは理想的だが実際には困難な場合が多い。また、様々な人がお絵描きで制作した三次元 CG シーンをお互いに鑑賞し合うことは新たな楽しみにもなり得る。そのため、生成された三次元 CG シーンを空間中に多数並べて鑑賞することができるビューアを開発した。

ビューアは「不思議なスケッチブック」とネットワークで接続されている。「不思議なスケッチブック」では、Web カメラで撮影された映像、各複数色 CG 物体のサイズと位置およびテクスチャ画像、単色 CG 物体生成のための床面凹凸情報などのデータをビューアに転送する。

ビューアでは転送されたデータに基づいて三次元シーンを再現して三次元空間中に配置する。このとき、多数の三次元 CG シーンを同時表示させるため、CG 矩形や床面を構成するパッチは、「不思議なスケッチブック」より低い解像度で構成する。そしてデータが転送されるたびに三次元空間中に追加配置していく。

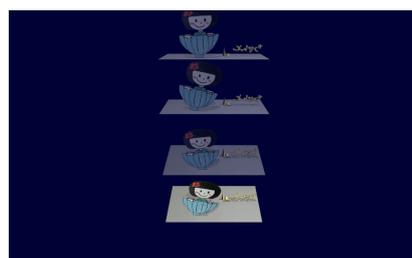
図 9 に「不思議なスケッチブック」で生成された三次元シーンをビューアで空間中に配置する様子を示す。データが転送されると再現された三次元シーンは三次元空間上方から下降してくる (図 9(a))。そして空間下方まで到達すると、空間中のある位置に配置される (図 9(b))。データが追加されると、三次元シーンは上方から下降するように登場して、空間中に二重螺旋状に配置される (図 9(c))。

ビューアでの三次元シーンの最大同時表示数は 300 となっている。そして、三次元 CG シーンが二重螺旋状に配置された空間を視点移動しながら映像を表示する。これにより、自分の描いた絵から生成された三次元 CG シーンに加えて、他の人が生成した三次元 CG シーンを同時に楽しむことができる。

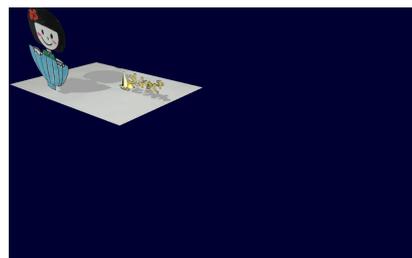
5 実験とイベントでの展示

5.1 実験

提案手法を従来システムに追加実装して実験を行った。使用した PC は MacBookPro(2.9GHz core i7) で、Web カメラからは 512×320 の解像度で映像を入力している。実装は C++ で行い、CG 映像生成に OpenGL、



(a) 空間上方から下降中の三次元 CG シーン (連続写真合成)



(b) 空間中のある位置に配置された三次元 CG シーン



(c) 二重螺旋状に配置された多数の三次元 CG シーン

図 9 ビューアでの三次元 CG シーン配置の様子

Web カメラ映像の解析に OpenCV を用いている。また、効果音の生成には OpenAL を用いている。

図 10 にスケッチブック上のお絵描きから三次元 CG シーンが生成される様子を示す。ユーザが黒線輪郭を描くことで、輪郭で切り取ったような CG 物体が次々と対話的に生成されることを確認した (図 10(a))。そしてカラーペンを用いて色塗りを加えることで、複数色 CG 物体や単色 CG 物体も対話的に生成できることを確認した (図 10(b))。

図 11 にスケッチブック上のお絵描きから生成された三次元 CG シーンとインタラクションの様子を示す。複数色物体に黒線輪郭を描くことで (図 11(a))、舞台書割のような CG 物体が対話的に生成された (図 11(b))。このとき、地面を表す黒線が引かれた木の CG 物体については、CG 床面に接しながら黒線が引かれた角度で斜めに配置されていることが確認できた。黒線が引かれてい



(a) スケッチブックに描画している様子



(b) 生成された三次元 CG シーン

図 10 お絵描きから三次元 CG シーンの生成している様子

ない鳥の CG 物体は、描画位置に応じて空中に配置されている。また、単色で塗りつぶした領域は、従来システムと同じように領域が膨らんだり立ち上がったような三次元 CG 物体が生成されており、本論文の手法で拡張した複数色 CG 物体と従来の単色 CG 物体が問題なく混在できることを確認した。

そして、スケッチブックを揺らすと、黒線領域に基づく複数色 CG 物体は、揺らした方向に応じて CG 空間中でバネ運動や揺れ変形運動を行った (図 11(c))。単色 CG 物体については、揺れ変形運動を行うのに加えて、従来と同様に手による変形運動を行えることを確認した (図 11(d))。

図 12 にスケッチブック上の別のお絵描きから生成された三次元 CG シーンの例を示す。この例では、人、動物、木などの複数色 CG 物体と、草、山、湖などの単色 CG 物体を組み合わせた複雑なシーンが 1 枚の絵から自動生成された。そして、スケッチブックを揺らすことで湖に波が立って、湖に浮かぶ船が波に合わせて揺れたり、木や草が揺れたりするなど、様々なインタラクションも可能であった。

図 13 にスケッチブック上の抽象的なお絵描きから生成された三次元 CG シーンの例を示す。この実験例のように、スケッチブックに描いた絵から思わぬ形の三次元 CG シーンが生成されることがあり、子供だけでなく



(a) スケッチブックの絵



(b) 生成された三次元 CG シーン



(c) 揺らすインタラクション



(d) 触るインタラクション

図 11 お絵描きからの三次元 CG シーンの生成例 (1)

アーティストにとっても刺激的なツールになり得る可能性があると考えている。

「不思議なスケッチブック拡張版」では、従来と同様にスケッチブックへの絵の描画と CG 物体の生成は種類に関わらずリアルタイムで行われており、特別な描き方をする必要はなく自由に絵を描きながら、バラエティに富んだ三次元 CG シーンの生成とインタラクションが可能となった。



(a) スケッチブックの絵

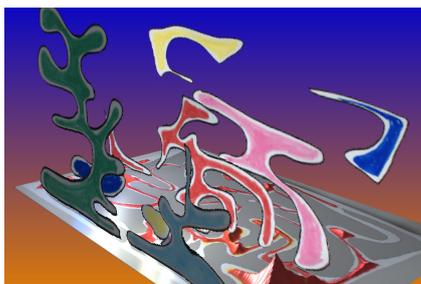


(b) 生成された三次元 CG シーン

図 12 お絵描きからの三次元 CG シーンの生成例 (2)



(a) スケッチブックの絵



(b) 生成された三次元 CG シーン

図 13 お絵描きからの三次元 CG シーンの生成例 (3)

5.2 イベントでの展示

本研究で開発した「不思議なスケッチブック」の拡張版と三次元 CG シーンビューアを多くの来場者が参加するイベントである「SNOOPY FANTARATION」で展示した。「SNOOPY FANTARATION」はアメリカの漫画家であるチャールズ・シュルツ氏の漫画「ピーナッツ」に登場するスヌーピーをサイエンスを通して表現す

るアート展である。東京 (2018 年 3 月 1 日～19 日), 大阪 (2018 年 4 月 18 日～5 月 7 日), 広島 (2018 年 7 月 24 日～8 月 5 日), 名古屋 (2018 年 8 月 15 日～27 日) で開催されて、「不思議なスケッチブック」の他, スヌーピーのロボットやサイエンスアート, からくり木工細工などが展示された。

図 14 に「SNOOPY FANTARATION」での展示の様子を示す。展示スペースの関係でシステムは「不思議なスケッチブック」が 1 セットと三次元 CG ビューアが 1 セットの最小構成となっている。三次元 CG ビューアの映像はプロジェクタで大画面で表示している。

「不思議なスケッチブック」のお絵描きスペースには常に子供から年配者まで多くの人が並び, お絵描きから三次元 CG シーンを生成されると喜んだり驚いたりする様子が見られた。そして, 三次元 CG シーンビューアの前では, 自分や他の人が制作した三次元 CG シーンを動画や静止画で撮影する姿が数多く見られた。また, 一度「不思議なスケッチブック」を体験した子供が, まだ描きたいと親におねだりして再びお絵描きの列に並ぶ様子も数多く見られた。若者や年配者の中にはメッセージを含む絵を描く様子が頻繁に見られた。例えば, 韓国から来た若者グループが大阪旅行記念のメッセージを描いたり, 三世代家族で来場した祖母が孫への小学校入学お祝いメッセージを描いて三次元 CG 化して孫に見せて喜ぶ様子などが見られた。東京での展示では 19 日間で約 8,800 人, 大阪での展示では 20 日間で約 8,700 人, 広島での展示では 13 日間で約 4,400 人, 名古屋での展示では 13 日間で約 7,000 人が「不思議なスケッチブック」を体験した。本イベントの総合プロデューサーである大谷芳照氏や主催者の一つである (株) ソニー・ミュージックエンタテインメントからは, 展示物の中でも特に人気が高かったと報告を受けた。また, 大阪でのイベント開催中の 4 月 25 日には, スヌーピーが登場する漫画ピーナッツの原作者チャールズ・M・シュルツの夫人であるジーン氏が来場して, 「不思議なスケッチブック」の展示に大変満足していたという報告もを受けた。以上のことから, 「不思議なスケッチブック」はイベントの来場者と開催者から高い評価を得られたと考えられる。



(a) オープニングセレモニー



(b) お絵描きをする来場客



(c) 「不思議なスケッチブック」での三次元 CG シーン生成



(d) 生成した三次元 CG シーンをビューアで鑑賞・撮影する来場客

図 14 「SNOOPY FANTARATION」での展示の様子 ©2018 Peanuts Worldwide LLC www.SNOOPY.co.jp

6 まとめ

本論文では、お絵描きしながら三次元 CG シーンを対話的に生成することができる「不思議なスケッチブック」に対して輪郭検出と分析を行うことで、従来システムでは困難であった複数色で構成される三次元 CG 物体の生成を実現する拡張を行った。自由にお絵描きしながら三

次元 CG シーンの生成とインタラクションを行うというコンセプトをそのままに、領域を黒線で囲むだけで、よりバラエティに富んだ三次元 CG シーンの生成とインタラクションが可能となった。

また、イベントでの展示に対応させるため、「不思議なスケッチブック」で生成した三次元 CG シーンを同時に多数表示して鑑賞することができる三次元 CG シーンビューアを開発した。そして、実際に多くの人が来場するイベント「SNOOPY FANTARATION」で展示を行い、東京、大阪、広島、名古屋での展示では合わせて 28,000 人以上の人が体験した。イベントでは子供から年配者まで「不思議なスケッチブック」を楽しむ様子が数多く見られた。また、主催者からも非常に人気の高い展示であったと高い評価を受けた。

今後の課題としては、黒線領域や色領域の形状の分析やお互いの位置関係に基づいて、形状や位置に応じて適切に複雑な動きを生成することが挙げられる。また、現状は二次元的な形状である複数色 CG 物体に厚みを持たせて、三次元的な形状生成を実現することも検討している。さらに、「不思議なスケッチブック拡張版」を応用したゲームや教育用コンテンツの開発も行う予定である。

参考文献

- [1] T. Igarashi, S. Matsuoka, H. Tanaka, Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design, proc. of ACM SIGGRAPH'99, pp. 409–416, 1999.
- [2] Y. J. Lee, C. L. Zitnick, M. F. Cohen, Shadow-Draw: Real-Time User Guidance for Freehand Drawing, proc. of ACM SIGGRAPH 2011, pp. 27:1–9, 2011.
- [3] S. Goto, N. Kondo, S. Mizuno: RAKUGACKY: making sounds with drawing, SIGGRAPH 2013 Posters, 2013.
- [4] A. Clark, A. Dunser, R. Grasset: An Interactive Augmented Reality Coloring Book, SIGGRAPH Asia 2011 Emerging Technology, 2011.
- [5] チームラボ: お絵描き水族館, <http://www.team-lab.net/all/products/aquarium.html>, 2014.
- [6] 鈴木浩, 佐藤尚, 速水治夫, 子供を意欲的にペーパークラフト作りへと導く 3 次元ゲームシステムの開発, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ, Vol.

3, No. 1, pp. 10–19, 2015.

- [7] 水野慎士, 磯田麻梨乃, 伊藤玲, 岡本芽唯, 近藤桃子, 杉浦沙弥, 中谷有希, 廣瀬元美: インタラクティブコンテンツ「お絵描きダンスステージ」の開発, DICOMO2015 論文集, pp. 1841–1846, 2015.
- [8] リコー: 紙アプリ, https://www.rioh.co.jp/rental/paper_app/app.html, 2018.
- [9] 近藤菜々子, 水野慎士: スケッチブックでのお絵描きを三次元 CG で拡張する映像ツールの提案とその実現方法, 情報処理学会論文誌 デジタルコンテンツ, Vol. 1, No. 1, pp. 1–9, 2013.
- [10] 近藤菜々子, 水野慎士: CG と音でスケッチブックのお絵描きを拡張する映像ツール, 芸術科学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp. 114–123, 2013.
- [11] 近藤菜々子, 水野慎士: 新たな形状生成手法とインタラクションによる“不思議なスケッチブック”の拡張, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ, Vol. 3, No. 2, pp. 10–21, 2015.
- [12] 近藤菜々子, 水野慎士: 不思議なスケッチブック, <http://wsc.or.jp/workshop/ws10>, ワークショップコレクション 10, 2014.

水野 慎士



1998 年名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士 (工学)。1999 年豊橋技術科学大学情報処理センター助手。2009 年愛知工業大学情報科学部講師, 2010 年同准教授, 2014 年同教授, 現在に至る。CG, 画像処理, インタラクション, VR, メディアアート, エンタテインメントコンピューティング, デジタルコンテンツ等に関する研究に従事。ACM SIGGRAPH, 芸術科学会, 情報処理学会, 他会員。