

特集 ■ おもちゃと VR

CG と体験型エンタテインメント



宮田一乗

北陸先端科学技術大学院大学

Miyata Kazunori

1. はじめに

エンタテインメントという言葉には「もてなす」という意味が含まれており、体験型エンタテインメントは、主体者の積極的な体験をもてなすことだととらえる。したがって、本稿では鑑賞を主とした受け身型の体験である映画や観劇などは対象とはしない。体験型エンタテインメントとしては、謎解きおよび脱出ゲームを実世界で体験できるイベントや、体験ミュージアムなどが身近ではある。しかしながら、本特集のテーマであるおもちゃで遊ぶ空間は、両手を広げた幅のおよそ一坪程度であることから、広い体験空間を必要とするものも対象から除外し話を進める。

コンピュータグラフィックス (以降、CG) を用いた体験型エンタテインメントの研究発表の場として、ACM 主催の国際会議 SIGGRAPH が著名である。CG 技術とエンタテインメントは親和性が高く、センシング技術等を組み込んだ斬新なエンタテインメントのプロトタイプが SIGGRAPH で多数デモ展示される。本学会が主催する国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト (IVRC) にて決勝まで勝ち進んだ作品は、毎年のように SIGGRAPH に採択されている。以降の章では、CG コンテンツの制作法および、IVRC などで展示したシステムの事例を紹介し、体験型エンタテインメントシステムの構築における CG のあり方を述べる。

2. CG コンテンツとエンタテインメント

CG コンテンツの制作法には、手作業で作成する方法と、コンピュータでプロシージャルに自動生成する方法とがある [1]。一方、体験型エンタテインメントには、体験者がコンテンツを「再生」して楽しむものと、コン

テンツをダイナミックに変容させて「創作」を楽しむものがある。身近な例では、前者は一般的なビデオゲームが、後者はプリントシール機などが該当する。再生型のエンタテインメントでは、あるシナリオにしたがってコンテンツを作り込み、体験者の体験をデザインする。創作型のエンタテインメントでは、体験者に体験の枠組みは提供するが、コンテンツの変容に関しては、基本的に体験者にゆだねられることになる。

体験型エンタテインメントの環境を提供する場合に、体験者の「飽き」への対応が重要である [2]。「飽き」への対応策のひとつとして、体験者の選択肢を増やすことが挙げられる。CG におけるプロシージャル技術には、超絶的な描画能力で、多くのバリエーションのコンテンツを、手間をかけずにコンピュータで自動的に生成できるというメリットがある [1]。したがって、プロシージャル技術を活用し、体験者の振る舞いに応じて CG コンテンツをダイナミックに変容させたり、リアルタイムで体験空間の構成物を生成することで、体験者の飽きを軽減することができる。

創作型のエンタテインメントでは、体験者が CG コンテンツを細部まで手作業で作成することは困難であるため、創作を支援するひとつの手段としてプロシージャル技術が活用される場合がある。また、体験型エンタテインメントでは体験時間もある程度限られることから、リアルタイムでの良質な CG コンテンツの生成が必須である。この要求事項もプロシージャル技術で満たすことが可能である。

一方で、プロシージャル技術では、アーティストやデザイナーが制作するコンテンツとは異なり、開発者が使用場面を理解し、そのコンテンツの特徴をアルゴリズムとして設計・実装する必要がある。また、プロシージャル

技術には、アルゴリズムで取り扱う各種パラメータの有効範囲があるために、パラメータ空間内で生成可能なバリエーションに限定されるという、一種のフレーム問題も存在する。

体験型エンタテインメントシステムの構築には、体験者の体験をデザインし、そのデザインをインタラクションモデルに落とし込む必要がある。そして、インタラクションモデルを、システムへの入力であるセンシング技術、システムからの出力である CG コンテンツの生成および、触覚・力覚提示装置などで実装する。次章では、具体的な実装事例を紹介しながら、CG と体験型エンタテインメントの関係を探る。

3. 事例紹介

本章では、筆者の所属する組織で作成した CG を用いた体験型エンタテインメントの事例として、再生型コンテンツの事例（スパイダーヒーロー）および、創作型コンテンツの事例（風景バーテンダー、積み木キャッスル）を紹介する。

3.1 スパイダーヒーロー

「スパイダーヒーロー」は、クモの糸を使ってビルの谷間を飛び回ることができる VR 作品である [3]。操作デバイスには、ウェブシュータ（ユーザの両腕に装着し、目標となる都市空間内のビルの選択およびクモの糸の射出に用いる）と圧力センサ（ユーザの足下に設置することで体重移動を検知し、体験空間内での視点移動に用いる）を使用する。

体験者は、移動先のビルを選択する照準フェーズ、腕を振ってクモの糸を射出する射出フェーズ、そして選択したビルに移動する移動フェーズの3つのフェーズを繰り返すことで、CG で構築した都市空間内を自由に飛び回ることができる。ここで、体験者の腕を振る勢いが不十分な場合、糸は目的のビルに張り付かず地面に落ちてしまう。すなわち、体験者の腕を振る速度が糸の飛距離を左右し、体験者は、より遠くのビルへ移動する場合、より速く腕を振る必要がある。また、空中を移動する際に、体験者は圧力センサ上で重心移動することで、視点を移動することが可能である。さらに、移動中にもう片方の腕で照準および発射フェーズの処理を行うことで、空中で移動先を自在に変更できる。図1に体験フローを示す。

クモの糸がビルに到達すると同時に、その糸によって引っ張られながらビルの間を移動するように視点が変わ

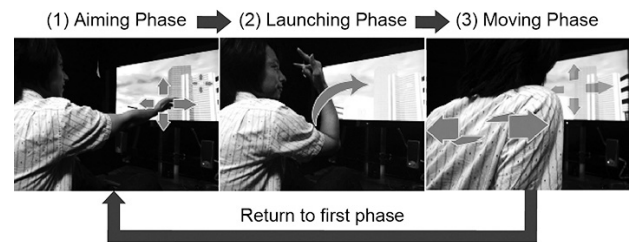


図1 スパイダーヒーローの体験フロー

される。移動中は腕に装着した張力提示システムが作動し、実際に引っ張られる感覚を得ることができる。図2に、ビルに向かって射出したクモの糸と構築した都市空間の例を示す。



図2 スパイダーヒーローのスクリーンショット

映像効果としてモーションブラーやフォーカス効果を用いることで、空中移動中のスピード感と、スピードが速くなるとともに、視野が狭くなる人間の視覚特性を再現している。また、都市空間内の環境音と空中移動中の風の効果音を音響効果に用いている。環境音は、都市空間内に9個の音源を格子状に配置し、体験者の位置に応じて音の切り換えを行う。風切りの効果音は基本的にループ再生されるが、移動スピードに連動して風の効果音のピッチを変化させて、速度感を演出した。これらの効果を併用させることで、体験者の都市空間への没入感を高めている。図3に展示の様子を示す。



図3 スパイダーヒーローの展示の様子

3.2 風景バーテンダー

カクテルには、「テキーラサンライズ」のように風景をモチーフにしたものが存在する。「風景バーテンダー」では、カクテルのアナログを用いて CG の技法で風景要素を配合することで、オリジナルの風景画像を作成して楽しむことができる [4]。

システムの概観と展示の様子を図 4 に示す。カクテルを作る素材、すなわち風景の要素は、それぞれのボトルに入った水とする。まず体験者は任意のボトルを選び、適量の水をシェーカーに入れて配合する。ここで、風景は砂、岩、水、植物、太陽、月、星、雲の 8 要素で構成されるものとする。水の配合量は、風景の要素の割合などに影響を与える。そして、シェーカーを振ることで地形の起伏や、構成要素の配置などを変化させる。



図 4 風景バーテンダーの概観と展示の様子

風景生成のアルゴリズムの概略を、以下に示す。

(1) 地面と空の割合

砂、岩、水、植物には大地の、太陽、月、星、雲は空の属性を持たせる。この 2 つの属性の比率により生成する景観 CG の地面と空の割合が変化する。

(2) 地形の起伏の変化

砂と岩の比率は地形の起伏に関係する。砂が多いと平坦な、岩が多いとごつごつとした起伏の激しい地形が生成されやすくなる。

(3) 樹木の生成

樹木の要素に加えて、水の要素と土壌となる岩か砂の要素が備わったとき、土壌要素の箇所に樹木を生成する。高度による樹木の違いは、低いところだと椰子や羊歯系植物、中程度のところだと広葉樹、高いところでは針葉樹を中心とする。

(4) 空と時間の変化

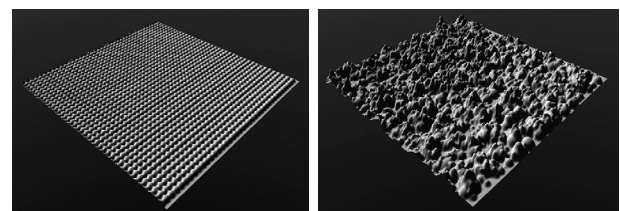
太陽と月の割合に応じて時間が変化し、太陽や月の高さが変化する。太陽が月より多い場合、昼間となり、逆の場合には夜になる。月の量が太陽の量に近づくと

太陽が下のほうにくる。太陽と月をほぼ同量入れた場合、夕焼けの空を作ることができる。

(5) シェーカーの振りによる変化

操作デバイスであるシェーカーの振り方により、景観 CG に様々な変化が起きる。縦に振ると地面の起伏が激しく、横に振るとなだらかになる。地形は 256×256 の解像度を持つ格子のハイトマップで表すものとする。このハイトマップに対し、図 5 (a) のように半径が 3.5 格子分の大きさの球をグリッド状に 40×40 個配置する。この球に対して、垂直方向の振りで大きさが分散し、水平方向の振りで球の大きさが平均化するとともに、左右に転がる処理を行う。以上、図 5 (b) のように変化した球を用いて、重み付けされたフラクタル地形を GPU でリアルタイム生成する。

また、横方向の振りに応じて太陽や月が水平方向に移動する。さらに、細かい振りをする大気中の水蒸気が拡散して、霧がかかったような空が生成される。



(a) 初期配置

(b) 変化後

図 5 プロシージャルな地形の変形

以上のアルゴリズムに基づいて生成された風景 CG の例を、図 6 に示す。



図 6 風景バーテンダーの作例 *口絵にカラー版掲載

体験者は、コンピュータ環境を直接的に感じさせないバーの雰囲気を出した環境下で、カクテルを作るような

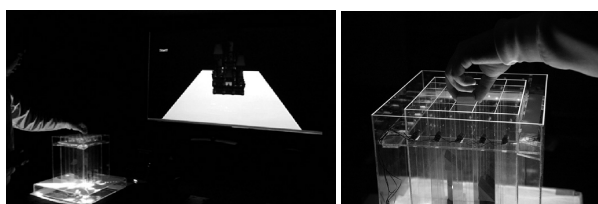
一連の手順で気軽に楽しみながら風景 CG を制作することができる。提案するシステムでは、シェーカとボトルという日用品をインタフェースとして用い、パラメータを実世界の物理量にマッピングすることで、直感的かつ調合の楽しさと発見につながるような操作を可能にしている。

3.3 積み木キャッスル

「積み木キャッスル」では、実世界で積み上げた積み木が、仮想世界でダイナミックに城に変化する体験を楽しむことができる [5]。仮想世界と実世界をシームレスにつながり合わせる積み木遊びのインタラクションを実現するために、タンジブルなインタフェースを設計した。

本システムの概観と展示の様子を図 7 に示す。体験者は、自分のイメージに沿って、図 8 (a) に示す 4 種類の積み木を自由に積んでいく。システムには透明アクリルで作られた 5×5 のスロットを有するケース (図 7 (b)) を設置しており、体験者はその中に積み木を落として入れて、任意の形状に積み上げていく。ケースの中に積み木が落ちると、積み木の落とされた位置と積み木の種類を自動識別するとともに、ケースの底面に設置した照明システムが、積み木を照らし出す。積み木がケース内に入った直後、仮想世界でも同じように積み木が出現し、実世界と同期して積み上がっていく。仮想世界の積み木は、リアルタイムで精巧な 3DCG の城の一部へと変換される。仮想世界での積み木の形状と配置位置は、実世界で積まれた積み木のものと同じにする。

城を作り終えたら、システム側であらかじめ用意した風景パターンの中から好みの風景を選び、好きな角度から自分の作成した作品を確認し楽しむことができる。



(a) 積み木キャッスルの概観

(b) 積み木の落とし入れ



(c) 積み木キャッスルの展示の様子

図 7 積み木キャッスルの概観と展示の様子 *口絵にカラー版掲載

積み木から城のパーツへの変換は、周囲の積み木の位置関係によって変化する。ただし、円柱の積み木には依存関係はなく、常に図 8 (a) に示した城のパーツになる。図 8 (b) に示すように、三角柱は円柱形の積み木上に積まれたときは円筒型の屋根モデルに、それ以外は、切妻屋根モデルに変化する。四角柱に関しては CG モデルへの複数の変換ルールを適用して、図 8 (c) に示すような多様な城のパーツモデルに変換する。このように、決められたルールに従って城の CG をプロシージャルに生成していく。最終的な積み木の位置と生成した城の対応例を図 9 (a) に、背景との合成後の作例を図 9 (b) に示す。

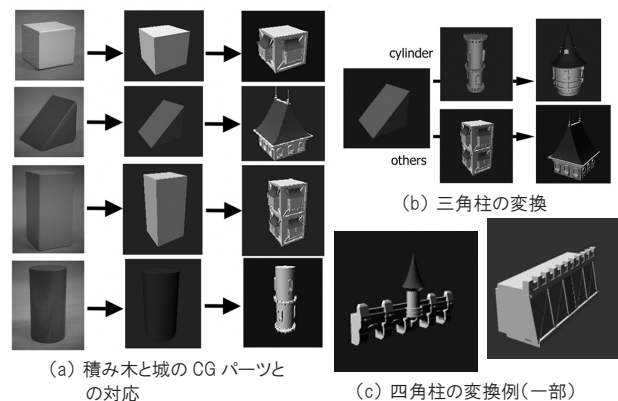


図 8 積み木から城の CG への変換

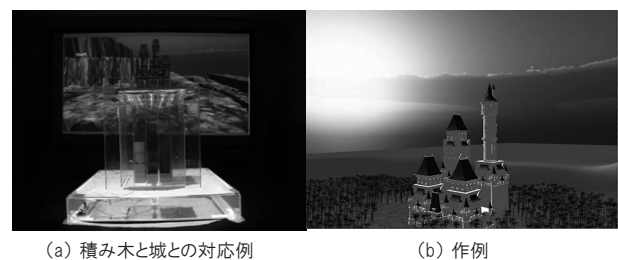


図 9 積み木キャッスルの作例

積み木キャッスルでは、ケース内の間仕切りによる物理的な制約から、どのように積み木を積んでもバランスを崩して崩壊することはない。この点は、現実空間での積み木遊びとの決定的な違いであり、楽しみながらも物理を自然に学べるという設計には至っていない。一方で、間仕切りの存在により、一度積み上げたブロックを再配置できないという制約は、パズルの要素も含んでおり、体験者は構造物を計画的に作り上げるプロセスを楽しむことができる。

4. まとめと今後

以上, CG コンテンツの制作法を俯瞰するとともに, いくつかの体験型エンタテインメントの事例を紹介した. 再生型コンテンツの例では, テーマに沿った体験空間を CG で構築し, 体験者の動作に連動して都市空間を移動するとともに, 視覚効果や効果音および, 力覚提示装置を用いて体験者の没入感を高める演出に注力した. 創作型コンテンツの例では, テーマに沿った映像演出とシステムデザインを施した体験環境を提供するのみで, 体験者が得るものは自身で自由に制作できるオリジナルの高品質な CG コンテンツである. 事例に挙げた創作型のコンテンツでは, 再生型のコンテンツとは異なり, 体験空間への没入感を向上させることよりも, プロシージャル技術を用いて制作支援を行うとともに体験者の自由度を高めることに重きを置いている. また, 体験者の創作意欲を刺激したり, 試行錯誤を継続して楽しめるような発見的要素を加味したデザインを心掛けて設計した. 本稿で紹介した事例を含む作品は, 参考文献 [6] の動画を参照されたい.

体験型エンタテインメントシステムの構築には, コンテンツの体験者の体験デザインに注力し, 常に体験者の視点で考えることが重要である. すなわち, 目標とするコンテンツで体験者に何をさせ, どのようなことを感じてもらい, それがどのような楽しみや驚きを与えるのかをデザインする必要がある. 体験型エンタテインメントコンテンツ制作は総合技術的な性格が強く, センシング技術や映像表現法などのシステムの実装に関するスキル以外に, 意匠やストーリーデザインなどのソフト面のスキルも必須である.

体験型エンタテインメントを含むインタラクティブシステムの研究に関しては, 日本は国際的な競争力が極めて高く, SIGGRAPH の E-Tech やアルスエレクトロニカなどの著名な研究発表の場における活躍がそれを証明している. 今後とも精力的な研究が継続されることを期待したい.

参考文献

- [1] 宮田一乗: プロシージャル技術とデザイン, 日本デザイン学会誌 Vol.17-3, No.67, pp.22-29 (2010)
- [2] 白井暁彦: 白井博士の未来のゲームデザイン, ワークスコーポレーション (2013)
- [3] 石橋賢, Toni Da Luz, Remy Eynard, 北直樹, 姜南, 瀬木宏, 寺田圭祐, 藤田恭平, 宮田一乗: スパイダーヒーロー: 張力提示によるエンタテインメント VR,

映像情報メディア学会誌 Vol.66, No.1, pp.J11-J16 (2012)

- [4] 野田貴彦, 野村健太郎, 小室直之, 鄭韜, 楊深, 宮田一乗: 風景バーテンダー: カクテルのアナログを用いた風景生成, 芸術科学会論文誌 Vol.8, No.2, pp.81-89 (2009)

- [5] J. Nagai, T. Numano, T. Higashi, M. Tessier, and K. Miyata: TSUMIKI CASTLE: Interactive VR System Using Toy Blocks, Proc. of the VRIC 2013, doi=10.1145/2466816.2466844 (2013)

- [6] <http://www.youtube.com/mytlab>

【略歴】

宮田一乗 (MIYATA Kazunori)

北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科教授. 1984 年東北大学工学部応用物理学科卒. 1986 年東京工業大学総合理工学研究科物理情報工学専攻修士課程修了. 1986-1998 年日本アイビーエム (株) 東京基礎研究所. 1997 年東京工業大学博士 (工学). 1998-2002 年東京工芸大学芸術学部助教授. 2002 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学教育研究センター教授を経て, 2012 年より現職. 専門はコンピュータグラフィックス, メディアインテグレーション.