

## 「お絵描きダンスステージ」の提案

水野 慎士<sup>1,2,a)</sup> 内藤 将司<sup>1</sup> 岡部 紗千子<sup>2</sup> 磯田 麻梨乃<sup>2</sup> 伊藤 玲<sup>2</sup> 岡本 芽唯<sup>2</sup> 近藤 桃子<sup>2</sup>  
杉浦 沙弥<sup>2</sup> 中谷 有希<sup>2</sup> 廣瀬 元美<sup>2</sup>

**概要:** 本研究ではお絵描きとダンスを用いた新しいインタラクティブデジタルシステムである「お絵描きダンスステージ」を提案する。初めにユーザは紙にペンで自由にキャラクタをお絵描きをしてから、スキャナによってお絵描きをシステムに取り込む。次にユーザは10秒間程度のダンスを行いながら、Kinectによってユーザのモーションをシステムに取り込む。お絵描きおよびモーションのデータが揃うと、テーブルトップ上の運動視差立体視CGで表示されたダンスステージにユーザの描いたキャラクタがユーザのモーションでダンスをしながら登場する。そして、ユーザはCGキャラクタとのインタラクションも楽しむことができる。

## Proposal of “Sketch Dancing Stage”

MIZUNO SHINJI<sup>1,2,a)</sup> NAITO MASASHI<sup>1</sup> OKABE SACHIKO<sup>2</sup> ISODA MARINO<sup>2</sup> ITO REI<sup>2</sup> OKAMOTO MEI<sup>2</sup>  
KONDO MOMOKO<sup>2</sup> SUGIURA SAYA<sup>2</sup> NAKATANI YUKI<sup>2</sup> HIROSE MOTOMI<sup>2</sup>

**Abstract:** In this paper we propose “Sketch Dancing Stage”: a novel interactive digital system which uses sketching and dancing. First, a user draws a arbitrary character on a paper with color pens, and the system scans the image data. Then the user dance freely for about 10 seconds, and the system scans the motion data with a Kinect. When the image data and the motion data were completed, the character drawn by the user with the user's dance motion would appear on a CG dance stage displayed on a table top by stereoscopic 3DCG with motion parallax. The user can also interact with the CG character.

### 1. はじめに

近年のCGや画像処理、センサなどの技術の発達に伴って、アート、エンターテインメント、教育、広告などで様々なインタラクティブデジタルコンテンツが活用されている。特に子供を含む多くの年代を対象とするコンテンツでは、紙とペンによるお絵描きなど現実世界の身近な物を用いたインタフェースや身体動作によって、デジタルデータと対話できるインタラクティブデジタルコンテンツがいくつか提案されている。例えば「お絵描き水族館」[1]は、塗り絵にペンなどで自由に色を塗ったあとでスキャンすると、CGの水族館で自分の描いた魚が泳ぎ始める。魚に触れる

と魚が反応するなどのインタラクションも可能である。また「シャドウロボシステム」[2]は、専用のペーパークラフト台紙に自由に色を塗ると、ペーパークラフトを組み立ててできるロボットがCG空間に登場するとともに、ユーザの身体動作でCGロボットを操作することができる。「不思議なスケッチブック」[3][4]では、スケッチブックに自由にお絵描きをすることで三次元CGを対話的に生成することができる。そして絵に触れたりスケッチブックを揺らしたりして三次元CGを変形させるなど、描いた絵をインタフェースとしたCGとのインタラクションを楽しむこともできる。いずれのコンテンツも展示会やワークショップなどで非常に多くの子供たちを集めており、身近なものをインタフェースに用いたインタラクティブコンテンツが多くの人にとって興味深いものであることを示している。

そこで、本研究ではお絵描きとダンスを用いた新しいインタラクティブデジタルシステムである「お絵描きダンス

<sup>1</sup> 愛知工業大学大学院経営情報科学研究科  
Graduate School of Business Administration and Computer  
Science, Aichi Institute of Technology

<sup>2</sup> 愛知工業大学情報科学部  
Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

a) s\_mizuno@aitech.ac.jp

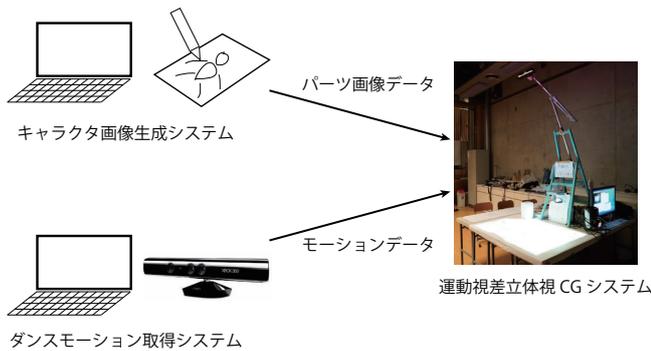


図 1 「お絵描きダンスステージ」のシステム構成。

ステージ」を提案する。このシステムでは、初めにユーザは紙にペンで自由にキャラクタをお絵描きをする。そしてスキャナを用いてお絵描きをシステムに取り込む。次にユーザは 10 秒間程度のダンスを行う。そして、Kinect を用いてユーザのモーションをシステムに取り込む。お絵描きおよびモーションのデータが揃うと、システムの CG ダンスステージにユーザの描いたキャラクタがユーザのモーションでダンスをしながら登場する。CG ダンスステージはテーブルトップ上に運動視差立体視 CG で表示されており、ユーザの描いたキャラクタがまるでテーブル上で踊っているような状態で観察することができる。そして、テーブルトップに手を差し伸べると CG キャラクタが飛び跳ねるなど、ユーザは CG キャラクタとのインタラクションも楽しむことができる。

本稿では、提案システムの概要と実現方法、イベントでの展示実験と考察などについて述べる。

## 2. 提案システムの概要

「お絵描きダンスステージ」は、キャラクタ画像生成システム、ダンスモーション取得用システム、運動視差立体視 CG システムなどのサブシステムから構成される。システム構成を図 1 に示す。

初めにユーザは紙にペンやクレヨンでキャラクタを描く。キャラクタの形状は頭、胴体、手足がある必要があるが、それ以外には特に制限はない。キャラクタの描画が終了したら、キャラクタの絵をスキャナで取り込む。そして、キャラクタ画像生成システムで取り込んだキャラクタ画像を頭、胴体、手足の各パーツに分割する。分割は自動でだまかに行った後で手動の調整を行う。そして各パーツの画像は運動視差立体視 CG システムに送られる。

次にユーザは CG キャラクタの振り付けのために 10 秒程度のダンスを行う。ダンスモーション生成システムは Kinect を用いてユーザの関節点の三次元座標を取得する。そして各関節点の座標に基づくモーションデータが運動視差立体視 CG システムに送られる。

運動視差立体視 CG システムは、視点の移動に応じて見え方が変化する運動視差を再現することで、テーブルトッ

プ上に立体視 CG を生成するシステムである [5]。Kinect を用いてユーザの頭部位置を取得することでユーザの視点位置を推定して、視点位置に応じた CG オブジェクトの映像を生成してテーブルトップに投影する。これにより、ユーザから見るとテーブルトップ上に CG オブジェクトが存在するような立体感を持つ映像が生成され、ユーザは移動しながら様々な角度から CG オブジェクトを観察することができる。

スケッチダンスステージで用いる運動視差立体視 CG システムでは、キャラクタ画像生成システムから送られたキャラクタの各パーツ画像をベースキャラクタに貼り付けることで、CG キャラクタを生成する。そして、CG ダンスステージに CG キャラクタを登場させて、ダンスモーション生成システムから送られたモーションデータを用いて CG キャラクタの各パーツを動かすことで、ダンスステージ上で CG キャラクタにユーザと同じ動作をさせる。キャラクタパーツ画像データとモーションデータが追加されると CG キャラクタは追加生成されるため、ダンスステージ上の CG キャラクタの数は徐々に増えていく。

運動視差立体視 CG システムは、テーブルトップ上にかざしたユーザの手の位置を取得することができる。ユーザがテーブルトップ上に表示されたダンスステージに登場した CG キャラクタに手を差し出すと、CG キャラクタは声を上げながらジャンプする。

以上のように、スケッチダンスステージは自分のお絵描きから生成された CG キャラクタを自分の振り付けで踊らせることができるシステムである。そして、CG キャラクタとのインタラクションも楽しむことができる。

## 3. 提案システムの実現方法

### 3.1 CG キャラクタの生成

キャラクタ画像生成システムでは、ユーザが描いたキャラクタ画像をパーツ画像に分解する。そしてパーツ画像を運動視差立体視 CG システムに送ることで CG キャラクタが生成される。図 2 に CG キャラクタ生成の様子を示す。

初めにキャラクタ画像生成システムはキャラクタのスクリーン画像の輪郭に基づいて画像を領域に分割する。そして、最も面積の大きい外側領域をキャラクタ領域とする。キャラクタ領域内部に穴が存在する場合には、穴を削除してキャラクタ領域に含める。

次にシステムはキャラクタ領域を包含する長方形、および包含長方形とキャラクタ領域が接する位置に基づいて、キャラクタの頭部最上部、左右の手足の先の位置を推定して、自動的にキャラクタをだまかに頭、胴体、左上腕、左前腕、右上腕、右前腕、左大腿、左下腿、右大腿、右下腿の 10 個のパーツに分割する。各パーツの形状は長方形で、パーツ間には関節点が設定されている。そして関節点同士を結ぶパーツの中心線はボーンとなっている。ユーザは手



図 2 CG キャラクタ生成の様子。

動で各パーツのコントロール用ハンドルや関節点を移動することで、各パーツの位置や形状を調整することができる。

パーツが確定したら、システムは各パーツ内に含まれるキャラクタ画像を切り取ってパーツ画像を生成する。このとき、パーツ画像にはキャラクタ領域外部の余白部分が含まれるが、キャラクタ領域も同時に切り取ってマスクとして利用することで、パーツ画像に含まれるキャラクタ外部領域を透明化することができる。

生成されたキャラクタのパーツ画像は運動視差立体視 CG システムに送られる。運動視差立体視 CG システムには CG キャラクタのベースのために 10 個の長方形パーツで構成された素材キャラクタが用意されている。そして、各パーツ画像に合わせて対応する素材キャラクタの各パーツの大きさを自動調整してから、パーツ画像を貼り付ける。これにより、CG キャラクタが生成される。

### 3.2 モーションデータ生成

ダンスモーション生成システムでは Kinect を用いてモーションデータの取得を行う。ユーザの 15 ヶ所の関節点の三次元座標を 10 秒間取得して、得られたモーションデータを運動視差立体視 CG システムに送る。

運動視差立体視 CG システムでは、得られたモーションデータに基づいて CG キャラクタの各パーツ間の関節角度を決定する。CG キャラクタは二次元パーツによって生

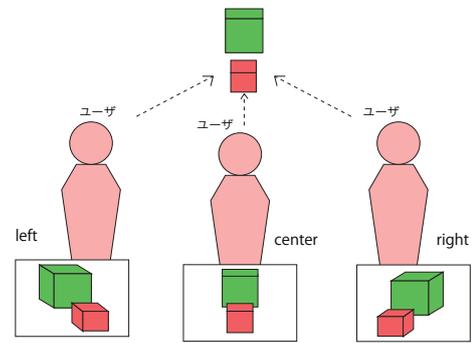


図 3 運動視差の仕組み。

成されているため、現状はモーションデータの各関節の角度を二次元平面内の角度に変換して、CG キャラクタの各関節には一次の角度を与える。従って、CG キャラクタのモーションは二次元平面内に構成される。

### 3.3 運動視差立体視 CG システム

立体視は人間の三次元知覚の仕組みを利用して、映像中の物体の立体感を感じさせる手法である。一般的な立体視コンテンツでは両眼視差を用いて三次元知覚させるものが多い。両眼視差は両眼の位置の違いから左右の目に映る映像が微妙に異なることであり、人間の脳はその画像の違いに基づいて奥行き感を認識する。

一方、人間は運動視差によっても三次元知覚を行う。運動視差は立体物を観察するときに観察者または立体物が移動することで生じる見え方の変化である。図 3 に示すように、運動視差ではユーザの移動に伴って今まで見えなかった部分が見えるようになったり、近くの物体が遠くの物体に比べて見え方が大きく変化する。Rogers らの研究では、運動視差のみで三次元形状と奥行きに関する十分な情報が得られることを示している [6]。

運動視差立体視 CG システムは、運動視差を再現することで三次元 CG の立体視を行うシステムである。図 4 にシステムの外観を示す。システムはテーブルトップスクリーンを持ち、スクリーン上部には Kinect が設置されている。ユーザがスクリーンの周囲に立つと、システムは Kinect で得られた深度画像から最も深度の小さい領域に基づいてユーザの頭部三次元座標を計算して、ユーザ視点の三次元座標を推定する。システムでは CG 生成のための仮想空間の座標と実空間の座標を一致させており、CG 生成視点と CG 投影面がユーザ視点とテーブルトップスクリーンに対応している。このとき CG 投影面上に仮想オブジェクトを配置して CG を生成すると、ユーザからはテーブルトップスクリーン上に CG オブジェクトが存在するように観察することができる。そしてユーザの移動に応じてユーザ視点を追跡して CG を更新することで、CG オブジェクトに対する運動視差が再現されて、ユーザはテーブルトップ上に CG オブジェクトが立体的に存在するような感覚を得るこ

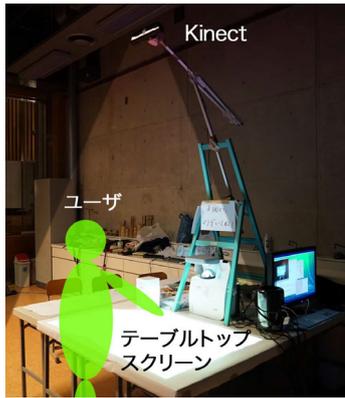


図 4 運動視差立体視 CG システムの外観 .

とができる .

お絵描きダンスステージでは生成された CG キャラクタを運動視差立体視 CG システムで表示する . CG キャラクタとそのモーションが追加されるたびに , 次々とテーブルトップスクリーン上に CG キャラクタを登場させる . そのため , ユーザからは多くの CG キャラクタがテーブルトップ上でダンスしているように感じることができる .

運動視差立体視 CG システムでは , Kinect で得られた深度画像に基づいてスクリーン上に差し出したユーザの手の三次元座標を取得することも可能である . そこで , お絵描きダンスステージではユーザが生成された CG キャラクタに手を差し出すと , 手の三次元座標と各 CG キャラクタとの距離を求めて , 距離が近いキャラクタは声を出しながらジャンプさせる . これにより , ユーザは CG キャラクタのダンス鑑賞に加えて , CG キャラクタとのインタラクショを楽しむこともできる .

#### 4. イベントでの展示実験

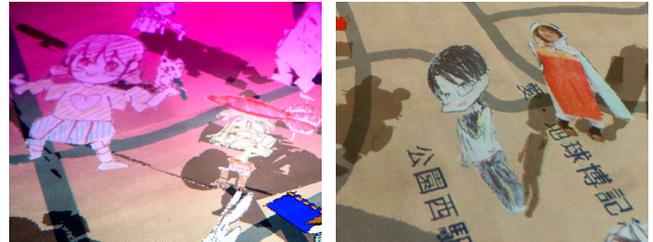
提案したお絵描きダンスステージをシステムに実装して実験を行った . キャラクタ画像生成システムは MacBookAir(2GHz, Core i7) 上に OpenCV を用いて実装した . キャラクタは A4 サイズの紙に描き , 200dpi でカラーをスキャンする . ダンスモーション生成システムは MacBookPro(2.7GHz, Core i7) 上に OpenNI を用いて実装した . また , 運動視差立体視 CG システムは MacPro(2.7GHz, Xeon E5) に OpenGL , OpenCV , OpenNI , OpenAL を用いて実装した .

そして , 実装したシステムを用いて , 2014 年 11 月 1 日と 2 日に愛・地球博記念公園で開催された「ぼぶかるパーティ」において展示実験を行った . 実験では展示スペースに約 200 名の来場者があり , そのうち 47 名が実際にお絵描きとダンスによるシステムの体験を行った . 参加者の年齢は確認できる範囲では幼稚園児から 50 代まで様々であったが , イベント内での実験のため細かい年齢調査は行っていない . 図 5 に展示実験の様子を示す .

このイベントはマンガやアニメ , コスプレなどのポップ



(a) 手描きキャラクタ



(b) 生成された CG キャラクタ



(c) テーブルトップ上の CG



(d) CG とのインタラクション



(e) システム体験中のユーザ

図 5 「お絵描きダンスステージ」の展示実験の様子 .

カルチャー愛好者を対象としたもので , お絵描きにもダンスにも興味がある人が多く参加した . そのため , ユーザによるキャラクタは非常にしっかりと描かれていた ( 図 5(a) ) . ただし , 個性的なキャラクタが多いため , 自動パーツ分割が正しく機能するキャラクタは少なく , 殆どの場合で手動でパーツ分割を修正することで CG キャラクタが生

成された(図5(b)).そして,CGキャラクタが運動視差立体視CGシステムによって,実際にテーブル上に存在してダンスしているように観察することができた(図5(c)).そして,手を差し出すとCGキャラクタが反応してジャンプした(図5(d)).

システムを体験したほとんどの人は自分のキャラクタが自分の振り付けでダンスすることを楽しんでいる様子であった(図5(e)).イベント2日間とも展示スペースに来場してお絵描きダンスステージを楽しんだ女子中学生もいた.また,自分ではキャラクタを描かなかった人でも,運動視差立体視CGシステムで表示されたCGキャラクタを立体的に観察することや,手を差し出してインタラクションをすることを楽しんでた.ある幼稚園児はCGキャラクタが立体的に表示されることに非常に興味を持ち,CGキャラクタとのインタラクションを30分以上楽しんでた.

## 5. まとめ

本研究では,お絵描きとダンスをベースした新しいインタラクティブデジタルシステムである「お絵描きダンスステージ」を提案して,システムの実装を行った.そしてイベントでの展示実験では様々な年代の体験者がシステムを楽しむ様子を確認することができた.

今回の展示実験はポップカルチャー愛好者という特定の趣味の人々を対象としたものであったが,今後は学校やワークショップなどでの実験を通じて,より多くの人々が楽しめるコンテンツとして完成させるつもりである.システムの機能向上としては,描かれたキャラクタの形状分析をより詳細に行うことにより,より正確なパーツ自動分割を行う必要がある.

謝辞 本研究の一部は科研費(26330420)による.

## 参考文献

- [1] チームラボ: お絵描き水族館, 入手先 (<http://www.team-lab.net/all/products/aquarium.html>) (2014.12.11).
- [2] 鈴木浩, 佐藤尚, 速水治夫: 子どもを意欲的にペーパークラフト工作へと導く3次元ゲームシステムの開発, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-DCC-6, No. 18 (2014).
- [3] 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).
- [4] N. Kondo, S. Mizuno: Enhancement of “Amazing Sketchbook” in 3DCG Generation and Interaction, Proc. of NICOGRAPH International 2014, pp. 89-92 (2014).
- [5] S. Mizuno, M. Tsukada, Y. Uehara: A Stereoscopic CG System with Motion Parallax and its Digital Contents for Science Museums, Proc. of SITIS 2013, pp. 378-384 (2013).
- [6] Rogers, B. J., Graham, M.: Motion Parallax as an Independent Cue for Depth Perception, Perception, No. 8, pp. 125-134 (1979).