Vol.2017-DCC-16 No.7
2017/5/26

インタラクティブ立体映像コンテンツ「光の箱庭」

伊藤 玲[1]　萩野 真歩[1]　水野 慎士[1]

概要：本稿では立体 CG 映像とのインタラクションを楽しむデジタルコンテンツ「光の箱庭」について紹介する．このコンテンツでは，運動視差立体視 CG システムを用いて，テーブル上に CG 物体が存在するように立体映像を表示する．このとき，表示される CG 物体を照らす光源の位置をテーブル上に配置した実物体を移動することで制御する．これにより，あたかも実物体で CG 物体を照らすような状態になり，ユーザは実物体を移動させながら CG 空間の光の演出を対話的に楽しむことができる．

キーワード：運動視差立体視，三次元 CG，インタラクション，メディアアート

An interactive media content "Miniature Garden of Lights"

Rei Ito[1]　Maho Hagino[1]　Shinji Mizuno[1]

Abstract: In this paper, we introduce a digital content "Miniature Garden of Lights", in which users can enjoy interaction with stereoscopic 3DCG. In this contents, a stereoscopic 3DCG system with motion parallax generates 3DCG on a table as if 3DCG objects exist on the table actually, and the users can control lighting for the 3DCG objects through physical objects on the table. As the result, the 3DCG objects are lighted with physical objects, and the users can enjoy direction of lighting of 3DCG space through physical objects interactively.

Keywords: stereoscopic with motion parallax, 3DCG, interaction, lighting, media art

1. はじめに

近年， VR や AR を始めとする立体視映像を用いたコンテンツが，ゲームや映画などを中心にして幅広く見られるようになってきた．立体視映像コンテンツが増えてきて，多くの人々がそれに惹きつけられる理由としては，3D ならではの臨場感に加えて，今まで体験したことがない新規性とエンターテイメント性を持つコンテンツが実現可能であることが大きい．そして，著者らも運動視差を用いた立体視に注目して，様々な研究を行ってきている [1][2][3][4].

そして本稿では，著者らが開発した 2 人用運動視差立体視 CG システム [5] を用いて，テーブル上に表示される立体視 CG 映像の照明環境をテーブル上の実物体を通じて対話的に変化させるデジタルコンテンツ「光の箱庭」を制作したので紹介する．このコンテンツでは，テーブル上に CG 物体が実在するように立体映像が表示されるが，表示される CG 物体を照らす光源の位置をテーブル上に配置した実物体で制御する．これにより，あたかも実物体で CG 物体を照らすような状態になり，ユーザは実物体を移動させながら CG 空間の光の演出を対話的に楽しむことができる．

2. 作品概要

「光の箱庭」は，テーブル上に表示される CG 物体を周囲から観察したり，CG 物体とのインタラクションを行うコンテンツである．CG 物体の表示には 2 人用運動視差立体視 CG システムを用いており，最大 2 人までのユーザがテーブルの周囲のあらゆる場所から，CG 物体がまるでテーブル上に実在するような感覚で観察することができる．

CG 物体が配置されている CG 空間には光源は配置されておらず，環境光によって薄暗い状態となっている．ここ

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

で，ユーザが専用の実物体をテーブル上に置くと，実物体がCG空間の光源となってCG物体を照らす．これにより，テーブル上に存在するように観察されるCG空間の照明環境を実物体によって制御することが可能となる．そして，実物体を移動させたり追加したりすると，CG空間の照明環境は瞬時に変化して表示に反映される．図1に「光の箱庭」において実物体でCG空間を照らしている様子を示す．

以上により，「光の箱庭」はテーブル上に存在するように観察されるCG物体に対して，実物体を通じて照明という観点でインタラクションを楽しむという，従来にないデジタルコンテンツとなっている．

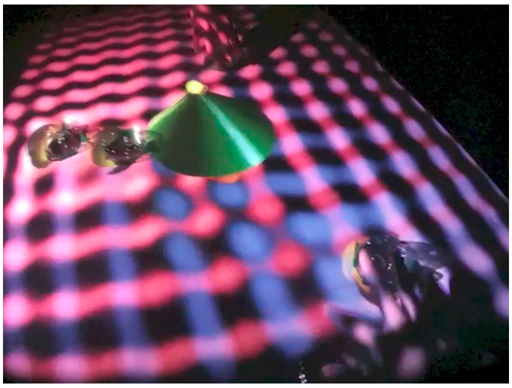


図 1 「光の箱庭」の一場面

3. 実現手法

3.1 2人用テーブルトップ型運動視差立体視CGシステム

本作品は2人用テーブルトップ型運動視差立体視CGシステムを用いて制作されている．運動視差は移動によって生じる立体物の見え方の変化であり，人の立体知覚に大きな役割を持つ [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立体視を実現している．ここで，運動視差の再現のためには，ユーザの視点位置を追跡する必要がある．本作品の基盤となる2人用テーブルトップ型運動視差立体視CGシステムでは，テーブル上方に設置したKinectで撮影した深度画像を用いて，テーブルの周囲の2ユーザの視点位置を同時追跡する．そして，各視点位置に特化した2枚の3DCG映像をリアルタイムで生成することで，2ユーザそれぞれの運動視差を再現する．

生成した2枚のCG映像は3D対応プロジェクタでテーブル上に重畳表示する．2ユーザはアクティブシャッターグラスを装着して，重畳表示された映像から各ユーザに特化した映像のみを分離して観察する．これにより，2ユーザはそれぞれの視点位置に対応した運動視差立体視CG映像を観察することができ，同じテーブル上の立体視CG映像を共有することも可能となる．

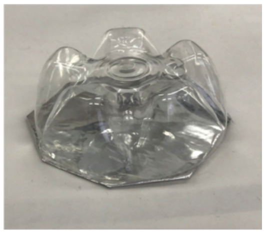


図 2 CG空間の光源を制御する専用実物体

3.2 CG空間の光源を制御する実物体

本作品では，CG空間の光源位置をテーブル上に実物体を置いて制御する．これを実現するためには，テーブル上の実物体の位置をリアルタイムで取得する必要がある．

実物体の位置は，2人用テーブルトップ型運動視差立体視CGシステムのためにテーブル上方に設置しているKinectを用いて取得する．KinectではRGB画像と深度画像を取得することができる．ここで，テーブル上には様々なCG映像が表示されるため，RGB画像を用いた実物体の検出は困難である．また，CG映像の観察の妨げになるため，大きくて背の高い実物体を用いることはできず，深度画像を用いても通常の実物体を安定的に検出することは困難である．

そこで，本作品ではCG空間の光源位置を制御するために専用の実物体を用いる (図2)．専用実物体は鏡がベースとなっており，直径は約7cm，高さは約3cmの円板状である．この実物体は深度画像生成のためにKinectから放出される赤外線を乱反射する．そのため，深度画像で観察した場合，専用実物体が置いてある位置はテーブルトップと比べて極めて大きな深度値を持つか，もしくは測定不能となる．システムはテーブル上に観察される極めて大きな深度値や深度値欠損を検出することで，専用実物体を検出してテーブル上の位置を計算する．

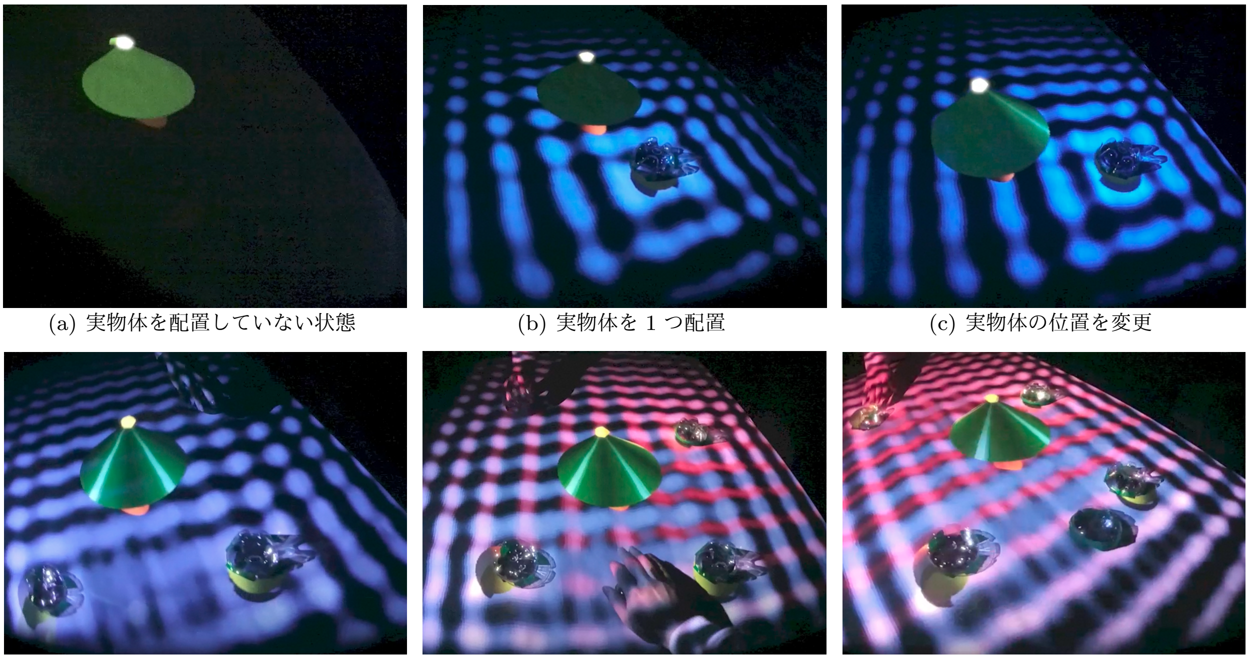
現状では最大5つまでの専用実物体の位置を取得することができる．そして，専用実物体の位置に相当するCG空間に点光源が配置されていると仮定してCG物体の映像を生成して，テーブルトップ上に表示している．

4. 実装と実験

「光の箱庭」を実装して実験を行なった．システム構成は，PCはiMac(Core i7 3.4GHz，NVIDIA GeForce GTX 780M)，プロジェクタは超短焦点3D対応のNEC NP-U321HJD，アクティブシャッターグラスはNEC NP02GL，そしてKinectを使用している．

作成したCG空間は，床面に木が1本だけ立っているシンプルなものである．そして，光源の位置移動に応じた変化を明確に表現するため，床面全体に凹凸を付けている．また，配置される光源の色は専用実物体の位置によって赤色と青色に変化する．

まず，専用実物体が置かれていない状態ではCG空間も



(a) 実物体を配置していない状態
(b) 実物体を 1 つ配置
(c) 実物体の位置を変更
(d) 実物体を 2 つ配置
(e) 実物体を 5 つ配置
(f) 異なる位置から観察した様子

図 3 「光の箱庭」における実物体を用いた光源の制御

環境光だけの状態のため，木は暗く表示されており，床面も暗くて凹凸が確認できない (図 3(a))．ここで，ユーザが専用実物体を 1 つテーブル上に置くと，実物体位置に相当する CG 空間の位置に光源が配置されて，木と床面がその光源によって照らされた (図 3(b))．そして，専用実物体を移動させると，CG 空間の光源位置もリアルタイムで変化して，まるで専用実物体によって CG 空間の木や床面を照らしているような感覚が得られた (図 3(c))．次に他のユーザも一緒になって専用実物体を追加していくと，CG 空間の光源もそれに応じて増えていった (図 3(d),(e))．このとき，専用実物体の位置によって光源の色が変化するため，CG 空間の木と床面がカラフルに照らされた．そして，ユーザはテーブルの周囲を移動しながら，専用実物体によって照らされる CG 物体を様々な位置から立体感を感じながら観察することが可能であった (図 3(f))．

5. まとめ

本稿では，立体視 CG 映像によって構築されたテーブル上の CG 空間の照明環境を実物体を通じて対話的に変化させるデジタルコンテンツ「光の箱庭」を制作した．このコンテンツでは 2 人用テーブルトップ型運動視差立体視 CG システムを用いることで，テーブル上に存在するように観察される CG 物体に対して，実物体を通じて照明という観点でインタラクションを楽しむという，従来にないデジタルコンテンツを実現した．

今後は，「光の箱庭」にふさわしい CG 空間の構築や，光の変化をより多彩に楽しむことができるインタラクションの追加を行なっていきたいと考えている．

参考文献

[1] 塚田真未, 水野慎士: “運動視差立体視を用いた三次元 CG 天体ビューアの開発”, 芸術科学会論文誌, Vol. 13, No. 3, pp. 134–143 (2014).

[2] 上原悠永, 水野慎士: “擬似的三次元コピーの生成とインタラクションの実現方法”, 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 3, No. 2, pp. 22–31 (2015).

[3] S. Mizuno, M. Tsukada, Y. Uehara: ‘ ‘Developing a Stereoscopic CG System with Motion Parallax and Interactive Digital Contents on the System for Science Museums”, *Int'l J. of Multimedia Tools and Applications*, 76, pp. 2515–2533 (2016).

[4] S. Mizuno, E. Watanabe: “Proposal of a Visual Function Analyzing System for Fish using Stereoscopic 3DCG with Motion Parallax”, *Proc. of IWAIT 2017*, 1C, 2pages (2017).

[5] 水野慎士: “2 人用テーブルトップ型運動視差立体視 CG システムとインタラクション手法の提案”, 情報処理学会 DICOMO2016 論文集, pp. 1848–1853 (2016).

[6] Rogers, B. J., Graham, M.: Motion Parallax as an Independent Cue for Depth Perception, *Perception*, No. 8, pp. 125–134 (1979).