

レイヤ分割法による没入型ドーム映像の制作・提示・配信手法の開発 (061303034)

Development of generation, presentation, and delivery technique of immersive dome image by layer segmentation method

研究代表者

中島義和 東京大学
Yoshikazu Nakajima The University of Tokyo

研究分担者

小木哲朗[†] 茅原拓朗^{††}
Tetsuro Ogi Takuro Kayahara
[†]慶應義塾大学 ^{††}宮城大学
[†]Keio University ^{††}Miyagi University

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

概要

プラネタリウム施設等の没入型ドーム環境では、幾何学情報や運動視差の効果を有効に利用することで、視差情報を用いなくてもある程度の立体感のある映像表現ができることが分かってきた。本研究ではドーム型ディスプレイで投影可能な没入型空間映像の制作・提示・配信技術の基盤研究およびシステムの実装・開発を行った。ドーム映像を生成するための基本原理として、映像コンテンツを各構成要素に分割し、それぞれを 2 次元映像のレイヤとして 3 次元空間内に再配置するレイヤ分割法を採用した。従来、立体感を有する映像の効果的な表現手法は経験則でしか得られていなかったが、心理学に基づいた工学的記述方法で体系化することで、制作・提示・配信手法を提案した。ドーム型ディスプレイ、およびプラネタリウム施設での心理実験、効果検証実験などを行った結果、より実践的で効果的な手法であることを示した。

Abstract

In the immersive dome environment such as planetarium, it has turned out that three-dimensional image can be expressed using geometrical information and motion parallax, not used by stereoscopic effect. This research discusses fundamental technologies for generating, presenting and delivering immersive space image, which can be projected into the immersive dome display. For generating dome image, layer segmentation method was adopted, by which image content are divided into some two-dimensional image layers and relocated them in the three-dimensional space. We proposed a technique for generating and describing image content through developing a new means of effective expression of three-dimensional image based not on empirical rules, but on engineering consideration with psychology. As a result of conducting psychological experiments and effect verification experiments with a planetarium institution and a dome type display, it was shown that it is a more pragmatical and effective technique.

1. まえがき

近年、愛知万博の各展示で見られたように、大画面スクリーン（ドームディスプレイなど）を利用した高臨場感ディスプレイの利用が盛んになってきた。これまでの研究からフレームレスな広視野空間を特徴とする没入型ドーム環境では、幾何学情報や運動視差の効果を有効に利用することで、視差情報を用いなくてもある程度の立体感のある映像表現ができることが分かってきた。

一方、全国に存在する多くのプラネタリウム施設でのプラネタリウム施設の利用率の向上を図るために、現存設備を用いて上映可能な新たなコンテンツの拡張の可能性が模索されている状況にある。

このような背景のもと、提案者等はこれまでにドーム型ディスプレイ装置を始めとして、種々の高臨場感ディスプレイを用いて、従来の 2 次元映像や画像を効果的に使用し、3 次元空間を提示・演出する方法について研究を進めてきた。本研究では、更にマルチカメラ映像や CG アニメーションを含めた空間映像としての表現技術、ネットワークを介した空間映像の配信技術を含めて、全天周ディスプレイ映像の制作・提示・配信手法として拡張し、体系化を行うことを目的とする。本研究で開発を行うドーム映像の制作手法は、フレームレスな広視野空間のもつ立体感の効果を

最大限に利用する方法であり、ドーム型ディスプレイに限らず種々の多人数向け高臨場感映像のコンテンツ制作における共通の基礎技術になり得る。また本提案手法は、現存のプラネタリウム等の施設に対して有効な利用方法を提供することで、情報文化施設としての高度化を図り、施設の利用率の向上という社会ニーズにも応える基盤技術となることが期待される。

2. 研究内容及び成果

2. 1 研究内容

(1) レイヤ分割法によるドーム映像の制作手法に関する研究

ドーム映像を生成するための基本的な原理としては、映像コンテンツを各構成要素に分割し、それぞれを 2 次元映像のレイヤとして作成する方法を用いる。これらのレイヤに奥行き情報を加え、3 次元空間内に仮想的な書き割りとして配置することで、仮想世界を合成することができる。この際、ディスプレイ面による映像の歪の補正、レイヤの位置と方向、レイヤ上でのアニメーション動作、空間内でのレイヤの動き等を効果的に制御することで、広視野空間内での心理的効果を最大限に利用し、立体視メガネ等を用いずに 3 次元的な空間映像を見せることが可能になる。

(2) ドーム用マルチカメラ映像の提示手法に関する研究

ドーム空間の中で実写映像要素を使用するために、マルチカメラを用いた映像の撮影、合成手法の開発を行い、最終的には全天周ドーム空間におけるCG映像と実写映像を融合した空間映像の生成技術を確立することを目指す。合焦情報を用いるDepth from Focus法を用いたコンテンツ作成システムを作成する。更に視差を用いたステレオ法を同時に使用したシステムの開発を行った。

(3) レイヤ映像の効果的提示手法に関する研究

没入型ドーム映像を構成するレイヤの仮想平面を、ディスプレイの形状に影響されずに正しく知覚させるためのノウハウを得るため、心理学的な知覚実験に基づき、効果的な表現手法を明らかにする。

(4) 没入型ドーム映像の配信手法に関する研究

本研究で開発を行うレイヤ分割に基づいた空間映像の制作手法は、映像の構成要素ごとに適切な圧縮手法を適用し、静的な背景映像と動的なオブジェクト映像を分離して配信し、受信側で再合成する等の通信量を低減化する配信技術を効果的に用いることが可能であり、映像配信という観点からも有効な映像制作方法として位置づけることができる。サーバによる映像素材の管理手法に関する検討を行った。

(5) 全天周ドーム映像の表現手法に関する研究

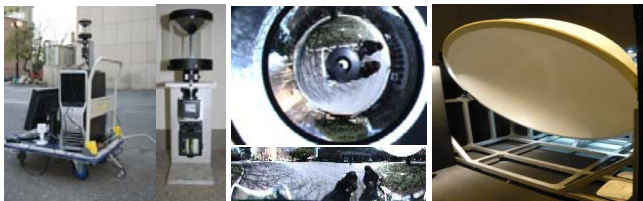
スクリーン形状に依存しないレイヤの提示手法を体系的に整理した後、コンテンツ制作においてはこれらの複数レイヤを組み合わせ、ドーム内に全天周の3次元映像空間を構築する必要がある。この際、全方位に渡って各レイヤ間の位置関係が正しく認識され、映像空間に対する高い没入感を得るためには、心理学的な検討に基づいたレイヤの表現手法に関するノウハウを得ることが必要である。

(6) 実証実験による開発技術の評価

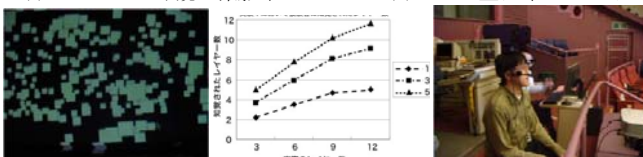
開発したレイヤ分割法に基づくドーム映像の制作、提示、配信手法についての有効性の評価を行うため、実際にこれらの手法を用いた映像コンテンツを制作し、プラネタリウム施設を利用した映像配信による上映を行い、観客による評価を得る実証実験を行う。この際、臨場感映像としての品質、3次元映像としての空間性の認識、映像空間に対する没入感等が評価指標として想定される。また、ここでの評価結果をもとに問題点等を明らかにし、開発技術の改善に対するフィードバックを行う。



(a)シナリオ記述言語の例 (b)空間映像コンテンツのシーン



(c)システムの外観と撮影系 (d)ドーム型ディスプレイ



(e)最適レイヤ分割数の実験映像例 (f)視線制御実験の計測の様子
図1 実験の様子及び結果

2. 2 成果

Depth from Focus法をレイヤ分割に用いての実装および性能評価を行い、実画像からのコンテンツの自動抽出に成功した。また、ステレオ法を用いたシステムを提案し、広範囲・遠距離の画像に対するコンテンツ作成の可能性を示した。また、得られた映像コンテンツを制御するシナリオ記述言語の設計と、シナリオ出力のためのオーサリングツール、およびシナリオに基づく映像生成のためのオーサリングツールの開発し、実際の映像クリエイターによるコンテンツ作成及びその上映実験を行い、その使用可能性を示した。(図(a)、(b))

高臨場感映像の効果的な提示手法を検討するため、ドーム型ディスプレイ、およびプラネタリウム施設での心理実験、効果検証実験の実施を行った。(図(d)、(e)、(f)) その結果、観客の視点をコンテンツ側である程度制御させることが可能であることが示唆され、また、レイヤ配置の最適化のための指針を獲得した。(図(e)、(f))

サーバによる映像素材の配信手法として、コンテンツ生成用計算機とは別の計算機上に蓄積し、映像生成前に映像素材をすべて読み込む方法、コンテンツの進行に従って映像素材を動的に読み込む方法等について検討を行い、実現性を示した。

開発してきたレイヤ分割法に基づくドーム映像の制作手法に関する有効性の評価を行うため、実際に制作した映像コンテンツをプラネタリウム施設で上映し、アンケート調査を行った。この結果、「臨場感があった」、「迫力があった」、「楽しかった」、「多数の奥行き構造を感じた」等の項目は評価が高く、レイヤ表現によって高い臨場感を表現できていたと考えられる。これに対し、「不快だった」、「疲れた」、「動きが不自然だった」等の項目は低い評価になっている。以上からレイヤ分割法による空間映像の表現に関しては有効性を示すことができた。

3. むすび

3次元コンテンツをレイヤとして配置して高臨場感の3次元コンテンツとして提示する手法の確立は、プラネタリウムなどのドーム施設を対象としたコンテンツ生成に役立つとともに、アニメーションなどの動画コンテンツにおいて3次元的な効果を与える手法に知見をもたらす。工学的観点のみでなく心理学的な知見や評価手法を考慮することで、より実践的な成果を得ることができた。さらに、実写映像からのコンテンツ自動生成を行うことで、よりリアルスティックなコンテンツを手間をかけずに供給することを可能にした。

【誌上発表リスト】

- [1] M. Kim, Y. Nakajima, T. Takeshita, S. Onogi, M. Mitsubishi, Y. Matsumoto, "Multi-layered contents from real world scene by three-dimensional measurement," International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2009) Proc., vol. 1, pp. 109-112 (2009.2)
- [2] T. Ogi, M. Hayashi, M. Sakai, "Room-sized immersive projection display for tele-immersion environment," 17th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2007), pp. 79-86 (2007.11)
- [3] T. Kayahara, "Perceived number of depth layer defined by discrete motion parallax," Perception 37 (Suppl.), pp. 142 (2008)