

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：32612

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25540171

研究課題名(和文) 実写映像を用いたドームコンテンツの制作手法に関する研究

研究課題名(英文) Study of Dome Contents Creation Method Based on Video Images

研究代表者

小木 哲朗 (OGI, Tetsuro)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・教授

研究者番号：00282583

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：近年、プラネタリウムのデジタル化等により、没入感の高いドーム映像が注目されるようになってきた。本研究では、実写映像をベースとしたドームコンテンツの制作手法を構築することを目的とした。多眼カメラで撮影した映像からパノラマ映像を生成し、ドーム環境に合わせた映像領域を切り出して投影することで、投影システムに依存しないコンテンツを制作することができる。実際に幾つかのコンテンツを作成し、評価実験を行った結果、立体感、臨場感等について、高い評価を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：Recently, dome display such as digital planetarium has become very popular as immersive display environment. In such dome environments, the user can feel immersive sensation based on the wide field-of-view image. This study aims at constructing the dome contents creation method based on the video images. In this method, multiple cameras are used to capture the 360 degrees video image, and then the panorama video is generated by stitching these images synchronously. After editing the panorama video, the image areas corresponding to each projector are cut out and they are projected onto the dome screen according to the projection system. By using this method, dome contents can be created without depending on the projection system of the dome environment. In this study, several dome contents such as sports and sightseeing were created using this method, and the effectiveness in representing three-dimensional sensation or immersive sensation was experimentally evaluated.

研究分野：システム工学

キーワード：ドーム映像 3Dコンテンツ バーチャルリアリティ

1. 研究開始当初の背景

近年、ドーム環境は、没入感の高い映像体験ができる環境として注目されるようになり、博物館や空港などの公共空間にドームが建設されたり、デジタル化されたプラネタリウム等の施設でも種々の映像コンテンツが上映されるようになってきた。これらのドーム環境では、フレームレスな広視野の映像効果により、特別な立体視メガネをかけなくても、立体感のある映像体験ができる。

しかしながら、ドームの効果を利用した効果的なコンテンツを制作していくには、幾つかの問題がある。1つはドーム映像で感じられる立体感は、これまで映像制作者が経験的に理解しているのみで、立体感に対する定量的な評価や、効果的な映像制作手法としての体系化はなされていないのが現状である。またドーム用の立体的なコンテンツ映像は、3次元CGで生成されているものが多いが、全天周の映像全体を3次元でモデル化することは容易ではなく、制作コストが高くなってしまふ。

提案者等はこのような問題に対して、ドーム環境における運動視差の効果を利用した立体感の生成原理を明らかにし、レイヤ分割法を用いた映像制作手法の開発等を行ってきた。またこれらの研究成果をもとに、2次元アニメをもとにしたドームコンテンツの制作等に活用してきた。

本研究では、更にこれを進め、実写ベースの立体感の高い全天周ドーム映像コンテンツの制作を目指したものである。

2. 研究の目的

本研究では、実写ベースの全天周ドーム映像コンテンツを制作するため、全天周映像の撮影方法から、編集、ドーム型ディスプレイへの投影方法に関するまでの、一連のドームコンテンツ制作手法を構築することを目的とする。

この際に、立体感の高い空間映像を表現するために、心理学に基づき、効果的なドーム映像の撮影・投影方法に関する知見を明らかにし、空間映像コンテンツの制作手法として体系化を行う。

またここで得られた知見をもとに、種々のドームコンテンツの制作を行い、没入感、臨場感、立体感等の視点から、新しいエンターテインメントとしての映像表現方法として評価を行う。

3. 研究の方法

本研究では、上記の目的を達成するため、以下の3つの課題について研究を行った。

(1) 多眼カメラ映像を用いたドーム映像制作手法の確立

ここでは、多眼カメラによる全天周映像撮影からドーム型ディスプレイへの投影までの一連のドームコンテンツ制作のフレームワークを構築する。特にカメラワーク等の表

現要素の実現方法について検討を行う。

(2) 実写ベースのドーム映像における立体感表現手法の体系化

ドーム空間での効果的な立体感表現を行うための手法として、カメラワークによる運動視差の表現効果を心理実験によって明らかにすると同時に、ドーム環境としての影響から考えられる、カメラワークに対する制約に関しても、心理実験に基づいた評価検討を行う。

(3) ドーム用コンテンツの制作と評価

ここで開発するドームコンテンツ制作手法の有効性を評価するため、スポーツ映像、観光映像等、幾つかのコンテンツを実際に制作し、多くの観客に見てもらふことで、評価実験を行う。

4. 研究成果

本研究による主な成果は以下の通りである。

(1) ドーム映像制作のフレームワーク

実写ベースのドーム用コンテンツを制作するためには、全天周映像の撮影、編集、投影技術を確立することが必要である。本研究では、まず高解像度の全天周映像を撮影するため、デジタルカメラ (GoPro Hero3 Black edition) 6台を立方体状に配置した多眼カメラ撮影システム FREEDOM 360を使用した。次に、この6台の撮影映像に対してステッチングソフトウェア Kolor Autopano Video Proを使用し、1つのパノラマ映像を作成する。コンテンツとしての映像編集は、このパノラマ動画に対して行うことができる。最後に、ドームディスプレイでは、編集されたパノラマ映像から、各プロジェクタが必要とする領域を切り出して投影することで、全体として全天周の映像を提示する。

ドーム環境は、システムによってプロジェクタの構成が異なるが、この方法では、ドーム環境の構成に依存せず、コンテンツを独立した形で制作することが可能である。図1は以上のドーム映像制作手法のフレームワークの流れを図示したものである。



図1 ドーム映像制作手法の流れ

(2) カメラワークの表現

通常の映像撮影の場合には、投影される映

像がフレームの中に限られるため、撮影者はパン、チルト、ズーム等のカメラワークを使用することで、フレーム内での映像表現を行う。それに対し、全天周映像の場合は常に360度の空間全体が撮影されるため、撮影時のカメラワークは必要とされないが、制作者にとって観客に何を見せようとするかという表現の意図は存在する。ここでは、全天周映像に対して、映像投影時にパン、チルト、ズーム等のカメラワークの効果を表現する方法を構築した。

パン、チルトは、撮影時にカメラを左右、上下に回転させる方法である。ここでは映像投影時に正面方向の映像の切り出し領域を左右、上下に移動させることで、観客の視線を切り出し方向に移動させる方法を用いた。またズームは映像の拡大、縮小であるが、この場合は正面方向の切り出しサイズを縮小、拡大することでズームの効果を表現することができる。ただし、この場合、空間全体の映像は歪を持つため、極端なズーム効果は控える必要がある。

(3) 立体感覚の心理実験

ドーム映像は広視野映像の提示により、立体視メガネを用いなくても、観客に対して立体感のある映像表現を行うことができる。これに映像効果としての運動視差を加えられることで、立体感覚は更に高まることが知られている。

ここでは全天周の実写映像に、クロマキー処理で切り抜かれた人物映像を異なる奥行き距離で合成し、背景映像にパンのカメラワーク効果を加えたときに、観客が感じる立体感に関する心理実験を行った。この方法は、実写映像をレイヤ化することで、運動視差の効果を加えられる方法として考えられる。図2は、5人の被験者に対して5段階評価を行ってもらった結果を示したものであり、映像の大きさを距離感の違いとして感じられていることが示されている。この結果から、レイヤ表現とカメラワークによる運動視差の効果により、立体感覚の高いドームコンテンツを表現できることが示された。

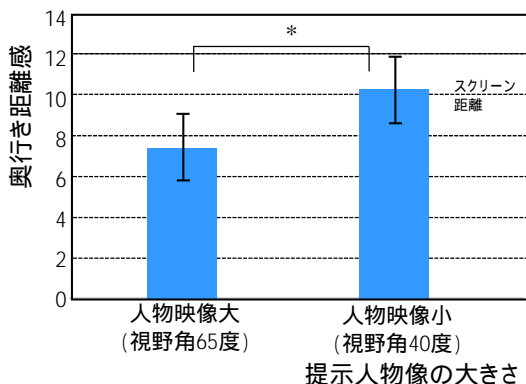


図2 運動視差利用時の人物像の大きさと距離感

(4) 重心感覚の心理実験

またドーム環境では観客が映像に対して没入感を感じるため、観客がいる現実世界と投影される映像世界の間で、重心方向等に違いがあると、観客にとって違和感として感じられるという問題がある。これはチルトのカメラワークにより、容易に引き起こされるため、投影時のカメラワークの表現には何らかの制約が必要となる。

ここでは、水平線を撮影した全天周映像に対して、投影時に上下方向の角度を与えて被験者に提示し、どれくらいの角度によって違和感を感じるかを調べる心理実験を行った。図3は直径18mのドーム環境で行った実験の結果である。この結果から、許容できる上下のカメラの回転角度は15度程度であり、また上下の間では、マイナス方向の切り出しの方が影響が大きいことが分かった。これは水平線が上に移動すると、上から見下ろしているとは感じられず、目の前に水平線がせり上がって感じてしまうことを意味している。

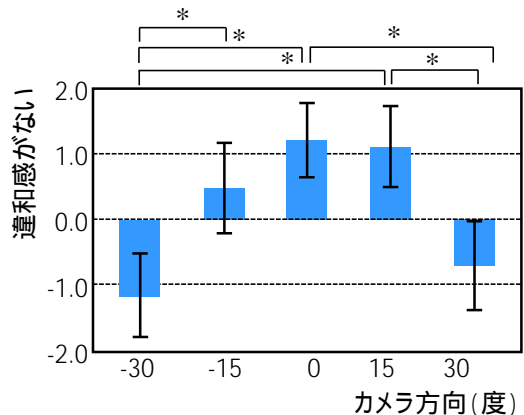


図3 カメラ方向と水平感覚の違和感

(5) コンテンツ制作例

本研究では、上記の方法を用い、実際に幾つかのドームコンテンツの制作を行った。コンテンツとしては、スポーツ、旅行、イベント等である。図4、図5は、異なるドーム環境で幾つかのコンテンツを提示している様子を示したものである。



図4 大型ドームでのバスケットボール映像



図5 中型ドームでのアメリカンフットボール映像

(6) 評価実験

本研究で構築した実写ベースのドームコンテンツ映像について、埼玉県総合教育センターのオープンハウス、日本科学未来館で開催されたサイエンスアゴラ等を利用して一般公開を行い、来客者に対するアンケート評価を行った。図6は公開の様子、表1はアンケートで行った質問と、5段階(+2~-2)の回答の平均値を示したものである。

この結果から、立体感、臨場感、映像への集中度、興奮度等の項目では高い評価が得られ、ドームコンテンツ制作手法としての有効性を確認することができた。



図6 埼玉県総合教育センターでの評価実験の様子

表1 ドーム映像に対するアンケート評価

| 質問 | 回答(平均値) |
|-----------|---------|
| 立体感を感じた | 1.29 |
| 臨場感を感じた | 1.33 |
| 映像に集中した | 0.76 |
| 映像に興奮した | 1.86 |
| 疲労を感じた | -0.24 |
| 映像に酔いを感じた | -0.33 |

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計5件)

横田剛司、小木哲朗：実写を用いた高臨場感ドーム映像コンテンツの制作手法、第26回レイマージョン技術研究会、べっちゃん館、熊本、2015.6.12.

Tetsuro Ogi, Ryohei Hamaguchi, Takeshi Chikakiyo: Representation of Video Based Dome Image Considering Sense of Gravity, ASIAGRAPH 2014 Forum in Bali, 査読有, Vol.8, No.1, pp.13-16, Bali, Indonesia, 2014.4.25.

Takeshi Chikakiyo, Tetsuro Ogi: Environmental Education Model That Utilize High Presence Sensation Media, ASIAGRAPH 2014 Forum in Bali, 査読有, Vol.8, No.1, pp.65-66, Bali, Indonesia, 2014.4.25.

濱口諒平、立山義祐、小木哲朗：全天周カメラを用いたドーム映像の水平感評価、第21回レイマージョン技術研究会、京都大学、京都、2013.12.6.

Ryohei Hamaguchi, Yoshisuke Tateyama, Tetsuro Ogi: Production Technique of Omnidirectional Video Contents for Dome Display, ASIAGRAPH 2013 Forum in Kagoshima, 査読有, Vol.8, No.2, pp.111-112, Kagoshima Public Access Center, Kagoshima, 2013.9.28.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://lab.sdm.keio.ac.jp/ogi/research.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小木 哲朗 (OGI, Tetsuro)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・教授

研究者番号：00282583

(2) 連携研究者

立山 義祐 (TATEYAMA, Yoshisuke)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・助教

研究者番号：30543558

(2) 研究協力者

Hasup Lee (LEE, Hasup)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・特任講師

近清 武 (CHIKAKIYO, Takeshi)

Micro Museum Lab.