

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	多視点ロボットカメラを用いた三次元映像表現の研究
Title(English)	
著者(和文)	池谷健佑
Author(English)	Kensuke Ikeya
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10998号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山口 雅浩,小林 隆夫,熊澤 逸夫,中本 高道,金子 寛彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10998号, Conferred date:2018/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	情報通信 情報通信	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	池谷健佑		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	山口雅浩	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

放送技術は、より臨場感のある放送の実現にむけて、これまで進歩、発展を遂げてきた。1953年にテレビ放送が始まってから、1960年にカラーテレビ放送、1991年にハイビジョン放送、2016年にスーパーハイビジョン放送と、その映像は白黒からカラー化、ワイド化、高精細化と進歩してきた。一方、これらの進歩は2次元映像を対象としたものであり、さらなる臨場感のある放送の実現にむけては、放送に3次元映像表現技術を応用し、撮影対象の3次元空間情報を表現することが期待される。

3次元映像表現技術の一つに多視点映像表現技術がある。バレットタイムやタイムスライスとも呼ばれるこの映像表現技術は、被写体の周囲に複数のカメラ(多視点カメラ)を配置して同時に撮影し、カメラの並びに沿って映像を切り替えることで、時間を停止もしくはスローにして被写体の周囲を視点が回り込むような映像表現を実現する。視点が回り込む際の運動視差によって立体的に見え、視聴者の目を引く高い視覚効果があると共に、被写体をさまざまな視点から分かりやすく表現できるというメリットがある。また、その他の3次元映像表現技術にインテグラル立体映像技術がある。空間像再生型の一方式であるこの立体映像技術は、高解像度ディスプレイやプロジェクターとレンズアレイを組み合わせることで、被写体の光線を忠実に再現し、視聴者の視点に応じた立体像を生成する。特殊なめがねが不要で、視聴時の疲労が少なく、自然な立体像を生成できるというメリットがある。

これらの3次元映像表現技術を放送へ応用することで、さらなる臨場感の実現が期待できる。その一方で、放送に応用するためには、双方の技術において、スポーツの選手やドラマの俳優などさまざまな被写体を撮影できなくてはならない。ダイナミックに動く被写体や広い空間に点在する被写体、遠方の被写体といった多様な条件下の被写体を撮影可能な3次元映像撮影技術が必要である。また、ハイビジョン、4K、スーパーハイビジョンと高精細化をたどる放送に応用するためには、双方の技術において映像の画質を向上させることが重要である。

そこで、本論文では、多視点ロボットカメラを用いた3次元映像表現を提案する。多視点ロボットカメラは、複数台のロボットカメラの協調制御システムで、1人のカメラマンが1台のロボットカメラを操作して被写体を撮影すると、すべてのロボットカメラが被写体へ一斉に方向制御され、被写体の多視点映像を撮影するという新たな3次元映像撮影デバイスである。本カメラによってダイナミックに移動する被写体や広い空間に点在する被写体など、多様な被写体の多視点映像を高画質に撮影することができる。本論文では、まず、放送に多視点映像表現技術を応用するため、多視点ロボットカメラの制御手法、そのシステムの設計方法、その撮影映像を用いた多

視点映像表現の制作手法を提案すると共に、多視点ロボットカメラによる撮影から多視点映像表現の出力まで準リアルタイムに処理するシステムを開発する。これらにより、3次元空間をダイナミックに移動する被写体や3次元空間に点在する被写体の多視点映像を高解像度に撮影し、撮影完了から準リアルタイムで多視点映像表現の映像を制作することが可能になる。実験では、スポーツシーンを対象とした撮影実験や、スポーツ中継などの生放送での利用を通じて本システムの有効性を示した。また、放送にインテグラル立体映像技術を応用するために、多視点カメラの撮影映像から3次元モデルを生成し要素画像に変換するインテグラル立体映像生成手法を提案する。この手法では、多視点カメラの撮影映像から距離推定により3次元モデルを生成することで、仮想空間で被写体が発する光線を取得し、インテグラル立体映像を生成する。3次元モデルの生成では、距離推定結果の信頼度を用いて距離推定エラーを抑制する。さらに、多視点ロボットカメラを導入したインテグラル立体撮影手法を提案する。この手法では、多視点ロボットカメラの協調制御によりインテグラル立体ディスプレイの再現領域の多視点映像を領域が収まる最小の画角で高解像度に撮影する。また、カメラを二次元状に配置することで垂直方向の光線を取得し、二次元状に配置したカメラの多視点映像を相補的に活用して3次元モデルを生成する。そして、カメラマンによるパン・チルト・ズームなどのカメラワークを再現した要素画像およびインテグラル立体映像を生成する。これらにより、遠方においてダイナミックに移動する被写体や広い空間に点在する被写体のインテグラル立体映像を生成することが可能になる。実験では、実際に放送で扱われた相撲や、空手のシーンのインテグラル立体像を生成することで提案手法の有効性を示した。

提案した多視点映像表現技術は、実用化され、スポーツやドラマといったさまざまな放送で利用された。また、提案したインテグラル立体映像技術は、次世代の立体テレビとして研究開発が進められているインテグラル立体テレビの撮像システムとして利用された。提案した多視点ロボットカメラを用いた三次元映像表現は、現在の放送および未来の放送に応用され、これらにより、視聴者に新しい体験を提供することができた。放送に3次元映像表現技術を応用することで、さらなる臨場感のある放送の実現に寄与することができた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース : Department of, Graduate major in	情報通信 情報通信	系 コース	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名 : Student's Name	池谷健佑		指導教員 (主) : Academic Supervisor(main)	山口雅浩	
			指導教員 (副) : Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The objective of the research described in this thesis is to apply 3-D image processing technologies, especially bullet time visual effects and integral 3-D imaging to broadcasting for realizing of a greater sense of presence through television. These technologies for the broadcasting must be able to capture dynamic moving subjects with as good pan, tilt, and zoom camerawork as is performed in current TV program production.

I propose multi-viewpoint robotic cameras for bullet time to capture multi-viewpoint images of subjects moving in 3-D space with panning shots and zoom-in shots. The camera operator instructs a robotic camera to fix its gaze point at an arbitrary position in 3-D space and other robotic cameras automatically follow it as their gaze point. The operator can then capture multi-viewpoint images by fixing the gaze point on the subject position. Bullet time are generated from the images shot by the cameras. Bullet time is generated by using a virtual camera control with a projective transformation to make the viewpoints change smoothly.

I also propose a capturing method for integral 3-D imaging using multi-viewpoint robotic cameras. The cameras are controlled through a cooperative synchronous system composed of a master camera controlled by a camera operator and other reference cameras that are utilized for 3-D reconstruction. When the operator captures a subject by using the master camera, the region reproduced by the integral 3-D display is regulated in real space according to the subject's position and view angle of the master camera. By using the cooperative control function, the reference cameras can capture images at the narrowest view angle that does not lose any part of the object region, thereby maximizing the resolution of the image. 3-D models are reconstructed by estimating the depth from complementary multi-viewpoint images captured by robotic cameras arranged in a two-dimensional array. The model is converted into elemental images to generate the integral 3-D images.

Bullet time using multi-viewpoint robotic cameras were used in a live broadcast of a figure skating competition and the other several broadcasting programs. The capturing method for integral 3-D imaging using multi-viewpoint robotic cameras is used for integral 3-D television which is developed as next-generation 3-D television. These 3-D image processing technologies were applied to broadcasting and a greater sense of presence through television were realized.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).