

7ZF-04

LLFFを用いた視覚的に等価なライトフィールド3Dディスプレイ用のコンテンツ制作手法の検討

廣井 颯[†] 小池崇文[†] 伊達宗和[‡]

法政大学 情報科学部[†] 日本電信電話株式会社 NTTコンピュータ&データサイエンス研究所[‡]

1. はじめに

光の位置と方向で表された光線の場をライトフィールド [1] と呼ぶ。ライトフィールドディスプレイは映像を3D映像で認知させることができ、これをライトフィールド3Dと呼ぶ。全ての方向の光線の情報をもつライトフィールドを完全に再現するのは、情報量の観点から現実的ではない。視覚的に等価なライトフィールド3D (VELF3D: Visually Equivalent Light Field 3D) [2-4] 表示では、ヒトの視覚の特性を考慮して知覚に必要な情報を削減することで、VELF3Dディスプレイを使用して実物感の高い表示を目指している。

VELF3Dディスプレイ用のコンテンツ制作は、被写体を撮影する条件が決まっているため、被写体に合わせて使用する機材や撮影方法を変える必要がある。また、撮影場所や被写体によっては撮影条件を満たすことが難しい場合がある。本研究では、カメラアレイの構成と撮影条件を満たした画像の取得に自由視点画像を用いることを提案し、コンテンツ制作の簡略化とコスト低下を検討する。自由視点画像とは、ユーザーが任意の「場所」「角度」から被写体を見ることが出来る画像を指す。自由視点画像の生成は、MildenhallらのLocal Light Field Fusion (LLFF) [5] を用いる。

2. VELF3Dコンテンツの撮影条件と制作方法

伊達らのVELF3D用のコンテンツ制作手法 [4] について説明する。被写体の撮影条件を図1に示す。撮影条件は、

- 図1aのようにカメラをレンズの光軸が平行になるように、50mmの間隔で配置
- カメラと、視差が0になる面の撮影距離は1m
- 図1bのように視差0面に対し45度方向の俯瞰で撮影

である。図1aでは5視点で撮影するときのカメラ配置を表しているが、カメラ間隔と視差0面とカメラの撮影距離は50mmと1mの比さえ守れば自由に変更できる。

コンテンツは、VELF3Dディスプレイに合わせて画像処理を行うことで、VELF3Dディスプレイに表示したときに立体的に見えるようになる。VELF3D用画像生成手順を図2に示す。同条件で台形補正をおこなった各視点の画像の視差が0になるように調節し、ディスプレイ画面に対応する領域を切り抜く。

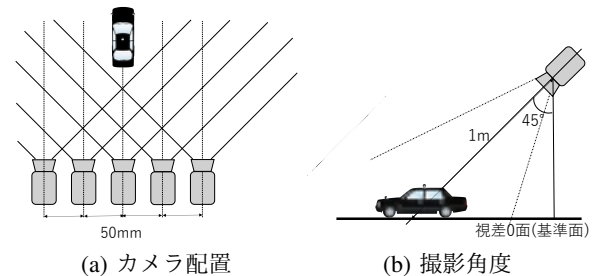


図1: 実写VELF3Dコンテンツ制作のための撮影条件

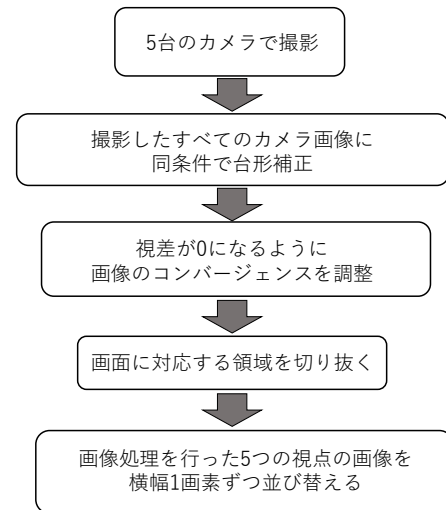


図2: VELF3D用画像生成手順

3. 提案手法

本研究では、VELF3Dディスプレイ用のコンテンツ制作にカメラアレイと自由視点画像を用いる手法を提案する。今回は5視点で撮影しコンテンツを制作することを前提とするため、5視点同時に撮影できるカメラアレイを使用する。

コンテンツを制作するには、VELF3D表示のための撮影条件を満たした画像を用意する必要がある。カメラアレイはカメラを等間隔に設置するため、被写体との撮影距離を合わせて撮影するだけである。しかし、カメラアレイを使用することが出来ず、撮影条件を正確に満たすことが難しい場面もある。例えば、被写体の高さによって高所から撮影したいときは、撮影距離とカメラの間隔が比例して大きくなる。カメラを設置するための棒も伸ばす必要があり、カメラアレイを平行に固定する撮影場所を確保することの難しさを考えると、カメラアレイを用いての撮影ができないことも考えられる。

そこで、LLFFを用いて自由視点画像を用いることで、撮影条件と同等の画像を用意する。カメラを格子状

A Study of Content Production Methods for Visually Equivalent Light Field 3D Displays Using LLFF

[†] So HIROI and Takafumi KOIKE

[†] Faculty of Computer and Information Sciences, Hosei University

[‡] Munekazu DATE, Nippon Telegraph and Telephone Corporation NTT Computer and Data Science Laboratories

に動かして数枚の入力画像を撮影し、LLFFで自由視点画像を生成する。

4. 実験

4.1. カメラアレイ構成

被写体を5視点で撮影するため、5台のカメラを等間隔で設置したカメラアレイを作り、5視点同時で撮影する方法が一般的である。被写体の高さによって視差0面との撮影距離を変える必要があるため、5台のカメラを設置する間隔も変える必要がある。カメラ間隔を50mmとするため、幅の狭い小型カメラを採用する。

撮影は、カメラアレイを三脚などで固定する固定視点と、カメラアレイを動かして撮影する動的視点の2種類の視点でおこなう。5視点同時で撮影できるため、静止画も動画も撮影可能となる。コンテンツを静止画にするか動画にするかは、被写体が動いているか、視点が固定か動的かなどの条件に合わせて決定する。

4.2. LLFFで撮影条件を満たした画像の生成

図3の赤枠位置から撮影した6枚の画像をLLFFへの入力画像とする。1から5の番号が記された赤枠と白枠の位置が、撮影条件を満たす5視点位置を示している。

入力画像はカメラを垂直、水平方向に赤枠のように2×3の格子状に移動させて撮影する。撮影枚数は多くなるが、完全に撮影条件を満たしていなくても自由視点画像を補間して作ることが出来るので、結果的に撮影条件を満たした5視点画像を得られる。また、カメラが5台なくても、例えば1台で撮影して足りない4台分の画像をLLFFで生成できるので、撮影コストを下げる事が出来る。



図3: 実写撮影カメラ位置と生成画像位置

4.3. LLFFで生成した画像の画質評価

GoPro社のHero8 Black 1台で撮影した画像とLLFFを用いて生成した自由視点画像を比較し画質を評価する。図3の白枠3番の位置の自由視点画像の生成結果を図4に示す。図4bは自由視点画像生成に明らかに失敗している3領域を示している。

オリジナルと生成画像の画質を比較するために、図3の赤枠1番、5番の位置のPSNR, SSIM, LPIPSの平均と分散を求め、白枠3番の位置のPSNR, SSIM, LPIPSを求めて評価をおこなう。赤枠1番、5番のPSNR, SSIM, LPIPSの平均値はそれぞれ20.272, 0.838, 0.231であり、分散は0.213, 1.267e-05, 0.368であった。白枠3番のPSNR, SSIM, LPIPSの値は19.872, 0.837, 0.215であった。

入力画像枚数を増やしたときに生成される画質がどう変化するかを調べる。今までの2×3の入力画像に、白枠3番の位置とその上下の合計3枚を加え、3×3の9枚とする。赤枠1番、5番のPSNR, SSIM, LPIPSの平均値はそれぞれ29.266, 0.900, 0.148であり、分散は0.018, 1.073e-07, 2.250e-06であった。白枠3番のPSNR, SSIM, LPIPSの値は30.286, 0.901, 0.139であった。図4cを見ると、入力画像が2×3であった図4bに比べ、劣化が目立たなくなっている。

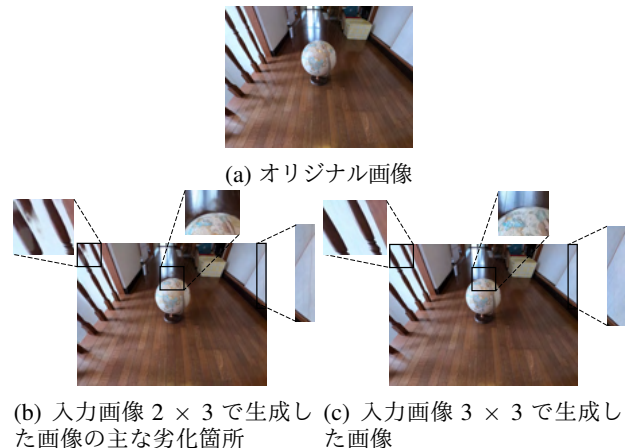


図4: 自由視点画像生成結果

5. まとめ

本研究では、VELF3D用コンテンツ制作にLLFFを用いた自由視点画像を用いることを提案した。生成した自由視点画像の結果を見ると、入力画像の枚数を増やすと劣化が抑えられており、画像評価指標の値が向上していた。入力画像数は撮影コストに直結するため、コストを抑えつつ画質を向上させることが今後の課題であると考えられる。発表では、複数のコンテンツの生成結果と評価結果の詳細を示す。

参考文献

- [1] 小池崇文, “ライトフィールドカメラ&ディスプレイ,” 映像情報メディア学会誌, 2017.
- [2] 伊達宗和, 越智大介, 木全英明, “視覚的に等価なライトフィールドフラットパネル3Dディスプレイ,” 画像電子学会誌, 2019.
- [3] 伊達宗和, 志水信哉, 木全英明, “視覚的に等価なライトフィールド3Dによるテーブルトップ実写3D表示,” 3次元画像コンファレンス, 2019.
- [4] 伊達宗和, “視覚的等価なライトフィールドによるテーブルトップ3D表示技術,” VR/AR技術における間隔の提示、拡張技術と最新応用事例, 2021.
- [5] Ben Mildenhall, Pratul P. Srinivasan, Rodrigo O. Cayon, Nima K. Kalantari, Ravi Ramamoorthi, Ren Ng, and Abhishek Kar, “Local Light Field Fusion: Practical View Synthesis with Prescriptive Sampling Guidelines,” Association for Computing Machinery Transactions on Graphics, 2019.