

超解像度を利用した FTV 画像生成方式
Image Generation of FTV by using Super Resolution

劉 美辰[†]
Meichen Liu

パナヒプル テヘラニ メヒルダド[‡]
Mehrdad Panahpour Tehrani

藤井 俊彰[†]
Toshiaki Fujii

谷本 正幸[‡]
Masayuki Tanimoto

1. はじめに

我々は、自由視点テレビ (FTV) [1]を研究している。自由視点テレビとは、視聴者が自ら視点を選択できるテレビのことである。つまり、視点を変えることでテレビの中の空間を自由に移動できるのである。

FTVを実現するためには、光線空間法[2]を利用して三次元空間を再構築している、自由視点画像を生成する研究を行っている。

光線空間は物体の三次元位置、形状の情報を必要としない。カメラで撮影された実写画像を物体ではなく、カメラの位置関係、つまり物体の見え方に基づいて三次元情報を記述し自由視点の画像を生成するものであり、実写画像と同等なりアリティのある画像を得ることが可能となる。その光線空間を水平に切り出した断面図はEPI (Epipolar Plane Image) となる。

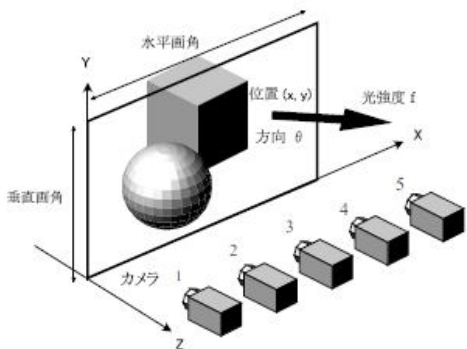


図1 直線カメラ配置における光線空間取得

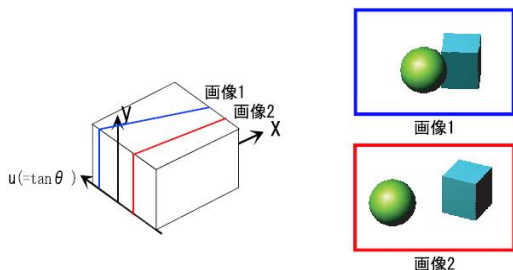


図2 自由視点画像生成法

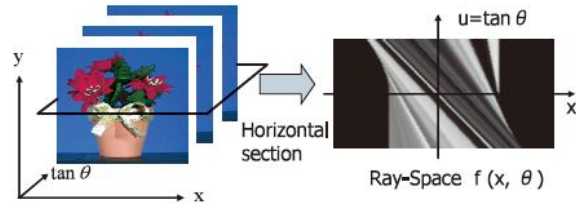


図3 光線空間と EPI 情報

FTVを流暢に観賞できるためには、あらゆる視点から撮影し、つまり、すべての光線情報を取得するのは理想だが、カメラ自身の物理的な制限でカメラ配置は離散的にならざるを得ず、すべての光線情報を取得することが不可能である。光線を密に取得するためには、撮影していない画像、つまり、仮想視点画像を生成することが必要である。

カメラを直線に配置する場合、EPIにも直線の構造が現れる。本報告では、その性質を利用し、EPIの解像度を上げることによって仮想視点画像の補間を行う。そして、解像度を上げるための手法としては、超解像の手法DRC[3] (Digital Reality Creation) という技術を利用する。

2. DRCの技術原理

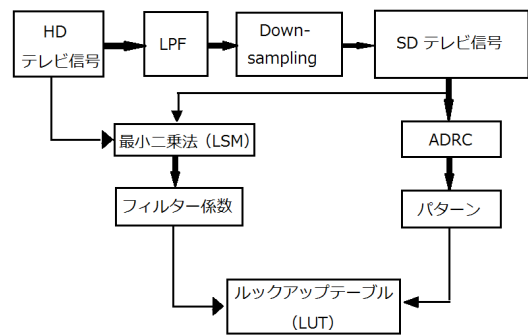


図4 DRCの学習

DRCはソニーに開発され、標準テレビ信号 (SD) とハイビジョン信号 (HD) の相関特性を利用して、ハイビジョン信号に近い映像信号を生成する技術である。

根本的には、DRCは画像情報に基づいたフィルタ[3]のことである。補間する際に用いられるフィルタの係数は学習過程により、SDビデオ信号とHDビデオ信

[†] 名古屋大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering Nagoya University
[‡] National Institute of Information and Communications Technology
[‡] 名古屋産業科学研究研究所
Nagoya Industrial Science Research Institute

号の両方を学習データにし、最小二乗法 LMS (Least Square Method)を利用して取得される。学習の計算量は膨大になるため、パターンの分類は ADR C (Adaptive Dynamic Range Coding)[4]を用いて量子化する。そして、パターンの数が減少できる。

ADR Cの方程式は式 (1) で表される。

$$S'_{ij} = \frac{(S_{ij} - MIN)}{(MAX - MIN)/(2^k - 1)} \quad (1)$$

S は元の輝度値で、 S' は量子化した結果である。MIN と MAX はパターンを表すブロックの最小輝度値と最大輝度値である。 k は量子化した後のビット数である。

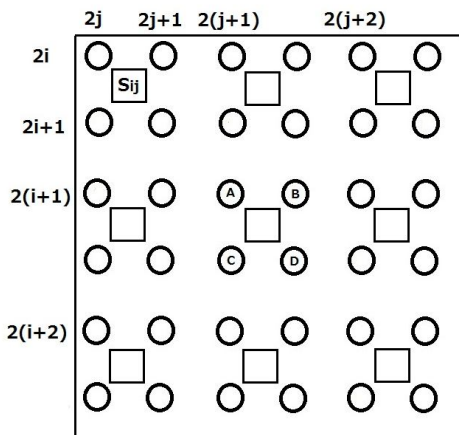


図 5 HDピクセルとSDピクセルの位置関係

図 5はSDピクセルと補間されたHDピクセルの位置関係を表している。四角いピクセルはSDピクセル S を表し、丸いピクセルは補間されるHDピクセル H を表している。ピクセル A は式 (2) で補間される。ピクセル B とピクセル C とピクセル D はブロックをまわすことにより、同じ学習データと係数で補間される。

$$H(2(i+1), 2(j+1)) = \sum_{k=0}^2 \sum_{l=0}^2 w_{kl} S(i+k, j+l) \quad (2)$$

w_{kl} はフィルター係数である。

3. 提案手法

直線でカメラを配置する場合、撮影した多視点画像のEPIも直線の構造が現れる。EPIでの情報が増えるほど、取得した光線情報が増えると考えられる。

そこで、超解像の手法を使い、EPIをアップサンプリングすることによって仮想視点画像を生成することを提案する。超解像の手法としては、DRCの方法を利用する。

しかし、DRCの方法では、一つのSDピクセルにA、B、C、Dの四つのHDピクセルが同時に補間されるため、画像は縦方向と横方向に同時に2倍に拡大する。EPIの縦方向 u は取得できる視点の範囲を示し、横方向 x は取得した画像の横方向 x そのものを示しているため、横方向 x での補間は必要ではない。

そこで、DRCの方法でEPIをアップサンプリングする際には、縦方向 u だけで行う。つまり、図5の示し

た位置関係で一つのSDピクセルにHDピクセルA、Cだけを補間する。

4. 実験

4.1 実験条件

提案手法の有効性を確かめるために、実際に図6のような直線カメラ配置で撮影した多視点画像を利用し、光線空間を構築する。

DRCの手法でフィルター係数を求める際、トレーニングを行う。トレーニングのデータとしては、640*480の低解像度画像と1280*960の高解像度画像を使う。フィルターのサイズは3*3である。

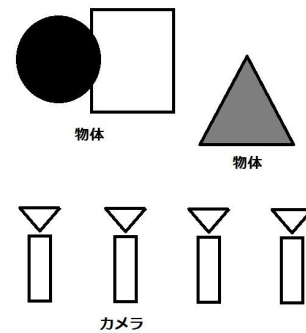


図 6 直線カメラ配置

4.2 実験内容

光線空間から切り取ったEPIを縦方向でダウンサンプリングする。具体的には、ピクセルを二つずつで輝度値を平均値に取って一つのピクセルにする。そして、ダウンサンプリングしたEPIをDRCの方法でアップサンプリングする。最後、アップサンプリングしたEPIと最初のダウンサンプリングしていないEPIとを比較する。

5. まとめ

本報告では、EPIをアップサンプリングすることにより、仮想視点画像を生成する方法を提案した。その際、超解像度画像を生成する技術DRCが用いられた。

また、DRCがEPIに応用する際、EPIの縦方向だけにアップサンプリングすることを提案した。

最後、実験でDRCの手法を使ってアップサンプリングしたEPIと元のEPIとの比較を行う。

参考文献

- [1] T. Fujii, M. Tanimoto, "Free-Viewpoint TV System Based on Ray-Space Representation", SPIE ITcom'02, pp.175-189, (2002).
- [2] 藤井俊彰, 金子正秀, 原島博, "光線群による3次元空間情報の表現とその応用"テレビジョン学会誌 Vol.50, No.9, pp.1312-1318, 1996.
- [3] T.Kondo et al., "Picture conversion apparatus, picture conversion method, learning apparatus and learning method", US-patent 6,323,905.
- [4] T.Kondo et al., "Adaptive dynamic range encoding method and apparatus", US-patent 5,444,487.