

Free Viewpoint 비디오 시스템을 위한 Ray-space 보간 기법 보완 연구

*서강욱 **김동욱 ***김화성 ****유지상

광운대학교

*wowsky@image.gwu.ac.kr

Modified Ray-space Interpolation for Free Viewpoint Video System

*Seo, Kang-Uk **Kim, Dong-Wook ***Kim, Hwa-Sung ****Yoo, Ji-Sang

Kwangwoon University

요 약

FTV (Free Viewpoint TV, 자유시점 TV)는 사용자가 원하는 시점을 자유자재로 결정할 수 있는 차세대 TV이다. 또한 영상 획득 시 카메라가 위치하지 않은 새로운 시점을 만들 수 있다. 따라서 FTV는 개인, 산업, 사회, 의학, 사회 분야의 유망한 응용이 될 수 있다. Ray-space에 의한 데이터 표현은 FTV를 위한 데이터 포맷의 한 후보가 될 수 있으며, 실시간으로 임의 시점의 영상을 구성하는 데 있어서 우수한 장점을 가지고 있다. Ray-space에서 사용하는 기법은 컴퓨터 그래픽스가 아니라 순수한 신호 처리 방식이다. 스케일러블 구조, 계층적 구조가 Ray-space로 표현 가능하므로, Ray-space는 비디오 처리의 새로운 플랫폼을 구성할 수 있고 비디오의 개념을 확장할 수 있다. 본 논문에서는 Ray-space 데이터를 이용하여 임의 시점 영상을 생성하기 위해 기존의 보간(interpolation) 기법을 보완한 새로운 기법을 제안함으로써, 보다 자연스러운 영상을 얻고자 하는데 목적이 있다.

1. 서 론

MPEG은 2001년 3DAV 기술의 실험을 2001년부터 시작해 왔다. MPEG에서 3D video와 관련하여 많은 Application과 기술들이 제안되었다. 가장 공통된 주요 관건은 양방향성(Interactivity)이었다. 시자가 원하는 시점을 선택하여, 실제 영상에서 캡처된 데이터를 시점에 맞춰 복원된 영상을 볼 수 있도록 하는 것이다. 그렇게 하기 위해서는 Image Based Representation 그리고 3차원 복원 및 디스플레이에 관한 연구가 필요하게 되었다. 또한 3차원 입체감을 느끼게 해주는 3차원 오디오 기술 또한 필요하였다.[1]

위와 같은 정의에 의하여 3DAV는 크게 3가지의 응용 분야를 갖게 되었다. Omni-directional video, Free viewpoint video 그리고 양방향 스테레오 비디오이다. 다음 진행되어야 될 단계는 일반적인 3DAV에서 필요사항 및 각 응용 분야에서 필요한 기술들을 도출해 내는 것이었다. 연구가 진행될수록 3DAV를 구현하기 적합한 툴들이 이미 MPEG 표준에서 구현 가능한 것들이라는 것이 밝혀졌다. 따라서 사용 가능한 표준과 관련된 기술들이 이미 구현된 것과 구현되지 못한 것인지에 대한 연구가 진행되었다. 응용 가능한 방식 중에 보강이 필요한 방식이 Free Viewpoint Video 방식이었다. 이 방식이 가장 표준화 작업이 필요되는 부분이다. 반면 다른 방식은 약간의 변경이나 좀 더 확장된 기능이 필요될 뿐이었다.

3DAV는 실감 영상에서 원하는 시점을 찾아 움직인다는 점에서 양방향성을 갖는데 이것은 MPEG의 기술을 많이 포함한다. 또한 3DAV의 응용의 구현에 있어 많은 부분들이 이미 MPEG4에서 가능한 분야라는 것은 MPEG4가 양방향 멀티미디어 응용에 적합한 표준이라는 것을 보인다. Omni-directional 비디오는 MPEG4에서 구현 가능하

다. 이것은 3D 객체 메쉬 방법으로 가능하다. 이에 관련된 구체적인 연구는 EE에서 계속 진행 중이다. 양방향 스테레오 비디오 방법 중에 MPEG2에서는 전혀 양방향성을 제공하지 않았다. MAC(Multiplex Auxiliary Component)를 이용하여 시차 데이터를 전송 가능하다. 그러나 MAC을 이용한 방법으로는 시차 벡터의 특성상 그리 효율적이지 못하기 때문에 새로운 방식의 코딩이 필요하다.

EE2의 주 내용인 Free Viewpoint 비디오는 많은 경우에 적용 가능하지만 새로운 표준화 작업이 필요한 방법이다. AFX와는 모델 기반 코딩 방법과 유사한 점이 있다. Ray space는 렌더링 시에 매우 효율적이다. 이 시스템은 이미 전체 시스템이 실시간 구현되어 있다. 실시간 구현이 불가능한 렌더링 역시 구현 가능한데 그런 기술로는 Polygonal scene reconstruction 뿐만 아니라 Volumetric 방법도 있다. 그러나 압축 효율 면에서는 그리 우수한 점이 없어 이 부분의 연구가 필요하다. Ray space를 이용한 FTV 방법은 전체가 실시간으로 구현 가능하다는 것은 이미 증명되었다. Ray-space를 이용한 기술 중 가장 중요한 방법은 Interpolation이다. 실제 카메라 시스템은 매우 촘촘히 구성하기도 힘들고, 구성하였다 하더라도 1cm 이상으로 구현 가능하다. 따라서 중간 정도의 Ray 데이터를 이용하여 구성한다.[1,2,3]

본 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 2장에서는 다시점 영상을 이용한 Ray-space의 기본 개념에 대해 설명하였고 3장과 4장에서는 Ray-space 보간 기법의 기존 알고리즘과 제안한 보간 기법 알고리즘의 구현을 통해서 실제 적용한 결과를 보이고, 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 기대 효과를 제시하였다.

2. 다시점 영상을 이용한 Ray-space 생성

Ray-space 표현은 IBR(Image-based rendering) 기술의 하나로써 그림 1은 하나의 물체를 여러 대의 카메라에 의해 획득한 영상으로 Ray-space 데이터로 표현한 것을 나타내었다.[45] 수평 방향으로 같은 간격으로 나열된 카메라로부터 얻은 영상을 이용하여 기준이 되는 참조 영상을 기준으로 매칭되는 픽셀을 찾아내어 (x, y, θ, ϕ) 로 데이터를 표현한다. 여기서 (x, y) 는 참조 영상에 대해서 각 영상과 매칭되는 픽셀의 위치를 나타내고, (θ, ϕ) 는 그 픽셀의 수평 방향과 수직 방향을 나타내는 데이터이다. 여러 대의 카메라로부터 영상 획득시, 카메라의 수직 시차가 존재하지 않는다고 가정하면 ϕ 는 무시되어 최종적으로 어떠한 물체의 각 카메라 영상간의 위치는 참조 영상에 대해 (x, y, θ) 로 표현 되어진다고 볼 수 있다. 그림 2는 이러한 물체가 카메라 간의 매칭되는 위치를 나타내는 데이터를 이용하여 Ray-space 데이터를 구성하는 방법을 나타내고 있다.

이러한 방법으로 구성되어진 Ray-space를 이용하여 실시간으로 사용자가 원하는 임의 시점 영상을 생성해 낼 수 있다.

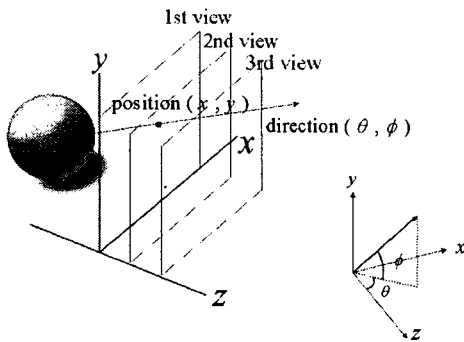


그림 1. Ray-space 데이터 표현

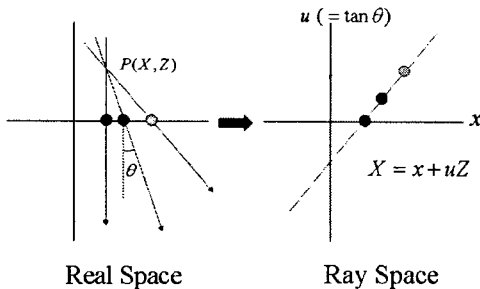


그림 2. Ray-space 데이터 구성 방법

3. Ray-space 보간 기법 및 제안 알고리즘

이전 Ray-space 보간 기법은 크게 두 가지로, 픽셀 기반의 보간 기법과 블록 기반의 보간 기법으로 나눌 수 있다.[6,7] 그림 3은 픽셀 기반 보간 기법을 나타내고 있다. 보간을 위해서 가장 가까운 두개의 EPI(Epipolar Plane Image)로부터 가장 적합한 픽셀을 찾는다. 화소 a와 b의 MSE를 구하고 a를 한 픽셀씩 이동하면서 MSE를 계산한다. 같은 연산을 반복 수행한 후 가장 작은 MSE를 가진 픽셀을 찾아내어 보간하고자 하는 픽셀을 보간 시킨다. 이 방법의 경우는 탐색 영역이 작은 경우에 대해서 물체의 윤곽부분의 보간 성능이 좋은 장점을 가지

고 있다.

그림 4는 블록 기반의 보간 기법을 나타낸 것으로, 첫 번째 EPI의 블록 A와 보간 되어질 픽셀과 두 번째 EPI의 블록 B를 나타내었다. 블록 A와 블록 B에 대해 MSE를 계산하고, 블록 A에서 한 픽셀 이동한 다음 블록에서 같은 연산을 수행한다. 블록들 간의 모든 MSE로부터 가장 작은 MSE를 가진 블록의 가운데 픽셀로 보간하고자 하는 픽셀을 보간 시킨다.

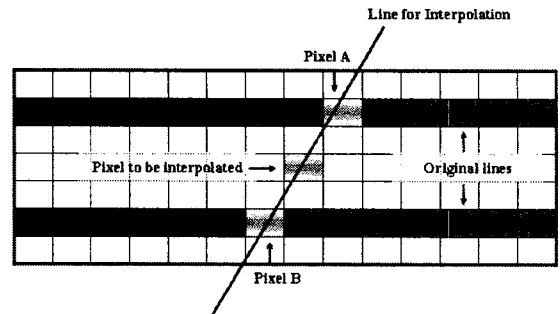


그림 3. 픽셀 기반 보간 기법

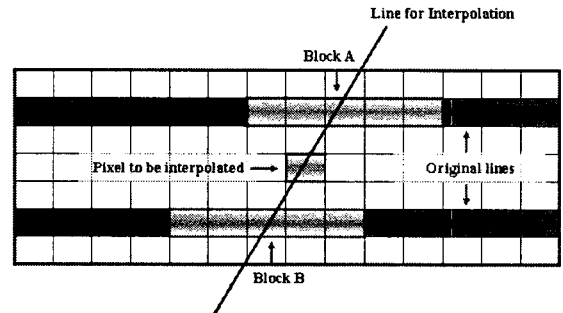


그림 4. 블록 기반 보간 기법

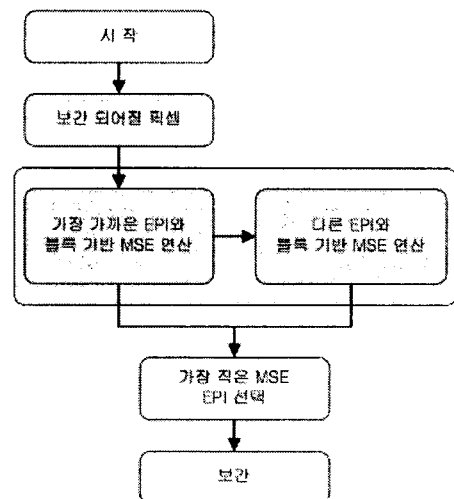


그림 5. 제안된 알고리즘 순서도

본 논문에서 제안하는 Ray-space 보간 기법 알고리즘은 그림 5에 나타낸 것과 같이, 기존의 블록 기반 보간 기법에 기반을 두고 있다. 먼저 보간 되어질 픽셀에 대해서 블록 기반 보간 기법과 마찬가지로 주변의 두 EPI로부터 MSE를 계산한다. 이후, 둘 중의 하나의 EPI에

대해서 다른 EPI에 대해서도 블록 기반의 MSE 연산을 수행한다. 최종적으로 연산된 MSE 중에서 가장 작은 MSE를 가진 EPI를 선택하여 해당 블록의 가운데 픽셀로 보간 되어질 픽셀을 보간 시킨다. EPI의 수가 많아질수록 연산량이 증가하기 때문에 실험적으로 계산되어질 EPI의 수를 조정하였다.

4. 실험 결과 및 분석

본 연구에서 사용된 실험 환경은 표 1과 같다. 사용된 입력 영상은 일본 나고야 대학의 flower 테스트 영상으로 400 × 300의 영상이다.

OS	Window XP
PC 사양	P-4 2.8 GHz
구현 수단	Visual C++ 6.0
실험 영상	400 × 300 size

표 1. 본 연구에 사용된 실험 환경

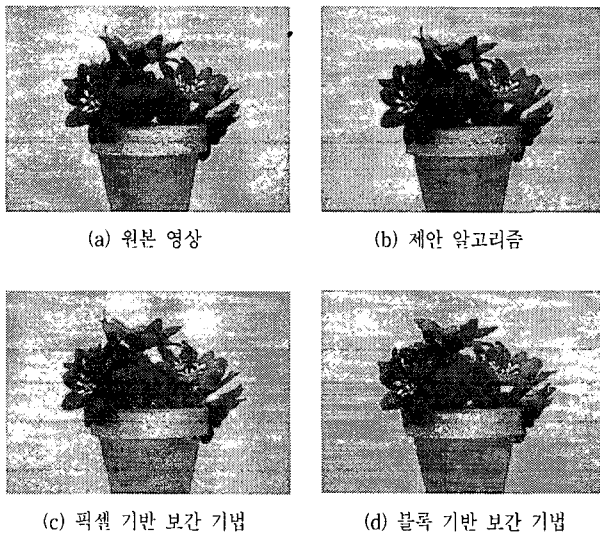


그림 6. 결과 영상

그림 6은 다시점 카메라로부터 획득한 영상의 일부 원영상과 기존 Ray-space 보간 기법으로 생성한 해당 시점 영상 및 제안된 기법으로 생성한 해당 시점 영상의 결과를 보였다. 그림 6(a)는 카메라로부터 획득한 원본 영상을 나타내고, 그림 6(b)는 제안 알고리즘을 적용하여 생성한 영상을 나타내었으며 그림 6(c)와 그림 6(d)는 기존의 픽셀 기반 보간 기법과 블록 기반 보간 기법을 이용하여 생성한 영상을 나타내었다.

그림에서 보는 바와 같이 블록 기반 보간 기법을 적용한 후 영상은 픽셀 기반 보간 기법을 적용한 후의 영상 보다 윤곽선등의 세밀함을 보여주지는 못하지만 PSNR 0.9dB 정도가 높은 결과를 보여준다. 제안된 보간 알고리즘은 픽셀 기반 보간 기법보다 PSNR 4dB 정도가 높으며, 블록 기반 보간 기법을 적용한 영상 보다 3dB 정도 향상되어진 결과를 나타내고 있다.

5. 결론

Ray-space는 다시점 임의 시점 영상 합성 기술로써 제안된 기법으로 Ray-space 표현은 복잡한 영상 등에서 실시간으로 사용자가 원하는 임의 시점 생성에 효과적인 방법으로 여겨진다. 또한 Ray-space 보간 기법은 Ray-space 기반의 Free Viewpoint 비디오 시스템에 있어서 핵심적인 부분을 차지하며, 생성된 영상의 화질에 대해 상당한 역할을 담당한다.

기존의 Ray-space 보간 기법을 통해 생성된 임의 시점 영상은 물체의 복잡성이나 반복되는 텍스처 영역에 대해서 왜곡된 결과를 가져왔다. 본 논문에서는 기존 Ray-space 보간 기법 중 블록 기반 보간 기법을 보완한 알고리즘을 제안하였다. 마지막으로 제안한 Ray-space 보간 기법 알고리즘을 구현함으로써 생성된 임의 시점 영상의 왜곡된 결과 개선과 PSNR 향상을 가져오는 결과를 나타내었다.

< 감사의 글 >

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (R01-2006-000-10199-0) 지원으로 수행되었음.

6. 참고 문헌

- [1] A. Smolic, H. Kimata, Report on 3DAV exploration, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N5878, July 2003
- [2] P. Nabangchang, T. Fujii and M. Tanimoto, Experimental System of Free Viewpoint Television, Proc. of SPIE, vol.5006, pp.554-563, 2003
- [3] T. Kobayashi, T. Fujii, T. Kimoto et al. Interpolation of Ray-space Data by Adaptive Filtering, SPI Electronic Imaging 2000, vol.3958, pp.252-259, 2000
- [4] H. Kimata, M. Kitahara, K. Kamikura et al. System Design of Free Viewpoint Video Communication, CIT2004, pp.52-59, September 2004
- [5] T. Fujii and M. Tanimoto, Acquisition and display systems of FTV, Proc. of SPIE, vol.5243, pp. 96-103, 2003
- [6] M. P. Tehrani, T. Fujii, M. Tanimoto, Offset Block Matching of Multi-view Images for Ray-space Interpolation, The journal of the institute of Image information and Television Engineers. Special section on 3D Image Processing, vol.58, pp.540-548, April 2004
- [7] M. Droege, T. Fujii and M. Tanimoto, Ray-space Interpolation based on Filtering in Disparity Domain, Proc. 3D Image Conference 2004, 2004