

GPU를 이용한 깊이영상 기반 고속 스테레오 비디오 생성 방법

신인용, 이은경, 호요성
광주과학기술원 정보통신공학과
e-mail : siy0808@gist.ac.kr, eklee78@gist.ac.kr, hoyo@gist.ac.kr

Fast Stereo Video Generation Based on Depth Video using GPU

In-Yong Shin, Eun-Kyung Lee, Yo-Sung Ho
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

Abstract

In this paper, we propose a fast rendering method based on the depth image to generate a virtual view image in real-time using a graphic processor unit (GPU) for a 3D broadcasting system. In order to take advantage of the single instruction multiple data structure of GPU, we collect independent data sets and use high speed memories. As a result, we can generate virtual view images 15 times faster than the normal CPU processing.

I. 서론

최근 3차원 멀티미디어 서비스에 대한 관심이 높아짐에 따라 많은 기업과 연구소에서 3차원 방송에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 3차원 방송은 인간의 좌우 시각 차이에 기인하는 양안 깊이단서를 제공하기 때문에 기존의 2차원 방송에 비해 높은 입체감과 몰입감을 제공할 수 있다.

3차원 콘텐츠 생성의 대표적인 방법은 스테레오 영상을 생성하는 방법이다. 스테레오 영상은 인간이 3차원을 느끼기 위한 좌영상과 우영상을 생성하는 방법으로 전송 측면에서 고려했을 때, 기존 2차원 방송에 비하여 송신 채널 대역폭이 2배나 더 필요하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 좌영상과 그에 상응하는 깊이영상을 송신하고, 수신 단에서 이를 이용하여 우

깊이영상을 송신하고, 수신 단에서 이를 이용하여 우영상을 생성하는 방법들이 제안되었다. 이 경우 깊이영상이 색상영상에 비해 상대적으로 단순하기 때문에 압축 효율이 높아져 대역폭을 줄일 수 있다. 하지만, 수신 단에서 우영상을 생성하는 과정이 복잡하여 실시간 처리에 적합하지 않다는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 우영상 생성 과정을 고속화하기 위해 GPU의 병렬처리 구조와 고속 메모리 특성을 활용하는 방법을 제안한다.

II. 본론

2.1 깊이영상 기반 가상시점 영상 생성

본 논문에서는 좌영상과 그 깊이영상을 기반으로 우영상을 생성하기 위해 깊이영상 기반 렌더링을 이용한다. 깊이영상 기반 렌더링 방법은 3차원 워핑 기술을 사용한다. 3차원 워핑은 원본 영상을 3차원 세계 좌표계로 이동시킨 뒤, 이를 다시 생성하고자 하는 가상시점으로 투영하는 방식이다[1]. 하지만 일반적인 3차원 워핑은 복잡도가 높아 2차원 변환 행렬인 호모그래피 행렬을 이용한 워핑 방법이 주로 사용된다[2].

3차원 워핑으로 생성된 영상은 원 영상에선 존재하지 않는 비폐색 영역(disocclusion)이 전경과 배경의 경계부근에 발생하여 홀(hole)이 존재할 수 있다. 이러한 홀은 비폐색 영역의 주변값들을 이용해 채울 수 있다. 본 논문에서는 3차원 워핑과 홀 채움 과정을 통해 가상시점 영상을 생성한다.

2.2 제안하는 GPU를 이용한 병렬처리

그래픽 처리 연산장치(GPU)는 중앙 처리 연산장치(CPU)와는 다르게 내부에 연산장치가 많아 병렬처리를 이용한 고속화에 유리한 구조를 갖고 있다. 이러한 GPU를 그래픽 작업이 아닌 일반적인 용도에 사용하기 위해 CUDA를 통하여 병렬화된 가상시점 영상 생성 알고리즘을 구현하였다.

CUDA는 병렬화를 위한 단일 명령 복수 데이터(single instruction multiple data) 구조를 가지고 있어 동일한 명령을 다수의 데이터에 동시에 적용시키는 것이 가능하다. 이 구조를 활용하기 위해서는 데이터 사이에 종속성이 없어야 하는데, 3차원 위평을 병렬화하는 경우 둘 이상의 화소값이 위평 후 동일한 위치로 투영되어 동시에 처리할 데이터가 겹치는 문제가 생길 수 있다. 이를 해결하기 위해, 투영 위치가 서로 겹칠 수 있는 화소들의 분포 특성을 고려하였다. 투영 위치가 겹칠 수 있는 화소들은 원 시점과 가상시점이 수평 이동된 구조를 갖기 때문에 시점 이동 방향과 동일하게 수평적으로 분포한다. 이 특성을 이용하여 병렬화 단위를 그림 1 과 같이 세로축으로 묶어 투영 위치가 겹치지 않도록 처리하였다.

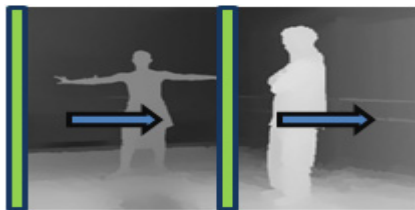


그림 1. 3차원 위평 병렬화 구조

뿐만 아니라 실시간 시스템의 GPU 성능을 최적화하기 위해서는 용도에 맞는 메모리의 사용이 매우 중요하다. GPU에는 몇 가지 다른 특성을 갖는 메모리가 있는데, 최적화된 속도를 내기 위해서 자주 참조되는 영상은 읽기전용인 텍스처 메모리에 위치시켜 사용하였다. 텍스처 메모리의 경우 부분적인 수정은 불가능하지만 값을 참조하는 속도가 빠른 장점이 있어 자주 사용하는 호모그래피 행렬과 참조만 하는 영상을 텍스처 메모리에 위치시켜 고속화하였다.

III. 실험 결과

그림 2는 제안한 방법의 성능평가를 위해 사용한 MicroSoft Research에서 제공하는 720x480 크기의 ballet 영상이다. 그림 2(a)는 입력영상인 좌영상과 그 깊이영상이고, 그림 2(b)는 두 입력영상을 이용해 생성한 결과영상이다. 표 1은 병렬처리의 효율을 비교하기 위해 동일한 알고리즘을 CPU와 GPU상에서 실행한

결과이다. 정확한 성능 비교를 위해 하드 디스크에서 영상을 불러들이는 시간은 제외하였다. 결과에서도 볼 수 있듯 GPU를 사용한 경우 15배 정도 수행 시간이 단축되어 실시간 렌더링이 가능함을 확인할 수 있다.



(a) 좌영상 (b) 생성된 우영상
그림 2. 입력 좌영상과 생성된 우영상

표 1. 수행 속도 비교

시스템	수행시간	상대속도
CPU P4 Core2 2.66GHz	125.7ms	1
GPU(CUDA) nVidia GTX 260	8.15ms	15.4

IV. 결론

본 논문에서는 GPU를 이용하여 하나의 색상영상과 그에 상응하는 깊이영상으로 스테레오 비디오를 고속으로 생성하는 방법을 제안하였다. GPU의 병렬화 특성을 활용하기 위해 데이터를 비종속적인 단위로 묶어 처리 하였고, GPU 내부의 메모리 특성을 고려하여 접근속도가 빠른 텍스처 메모리를 활용하였다. 그 결과 수행속도가 CPU를 사용했을 때보다 15배 이상 증가하여 실시간 응용에 적용이 가능하게 되었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2009-(C1090-0902-0017))

참고문헌

[1] L. McMillan, "A List-Priority Rendering Algorithm for Redisplaying Projected Surfaces," Technical Report TR95-005, Univ. of North Carolina, 1995.

[2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Contribution for 3D Video Test Material of Outdoor Scene," M1537, April 2008.

[3] nVIDIA Corporation, "CUDA 2.3 Programming Guide," in http://www.nvidia.com/object/cuda_develop.html, 2009.