

테스맵 컴퓨터 생성 홀로그램의 국소화 계산 방식을 이용한 고속 푸리에 변환 계산량 감소 알고리즘

Fast Fourier Transform Computation Reduction Algorithm of Depth-map Computer-Generated Holograms using Localization Method

박종하, 박성재, 이종현, 김휘*
고려대학교 세종캠퍼스 전자·정보공학과
*hwikim@korea.ac.kr

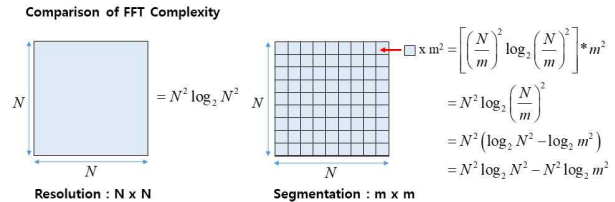
Abstract— 최근 다양한 3D 디스플레이 기술이 전 세계적으로 활발히 연구 개발되고 있다. 그 중 홀로그래피 분야는 3D 디스플레이 기술의 최종 목표라고 할 수 있다. 본 논문에서는 테스맵 방식을 기반으로 한 컴퓨터 생성 홀로그램의 국소화 계산을 통해 알고리즘의 고속 푸리에 변환 계산량을 줄여 디지털 홀로그래피 콘텐츠 생성을 고속화하는 기술을 소개한다.

I. 서론 및 배경

홀로그래피는 빛의 간섭현상을 이용하여 물체의 정보를 기록하고 재생하는 기술로써 차세대 3D 디스플레이의 가장 이상적인 목표라고 할 수 있다. 일반적으로 컴퓨터 생성 홀로그램(CGH)의 계산 방법은 Point-cloud, Polygon, Depth-map 방법^[1]이 있다. Depth-map 방법은 다른 방법들에 비해 곡선이 많고 복잡한 물체에 대한 계산효율이 좋으며 별도의 이미지 변환과정 없이 2D intensity 정보와 depth 정보 이미지만으로 CGH를 생성할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 해상도가 커짐에 따라 Fast Fourier Transform(FFT)의 계산량이 상당히 증가하므로 고해상도, 동영상 3D 콘텐츠를 처리하기 위해서는 FFT 계산량 감소 알고리즘을 장착한 CGH 생성 엔진의 개발이 반드시 필요하다. 본 논문에서는 Depth-map CGH의 국소화 계산 방법을 통해 FFT 계산량을 감소시켜 콘텐츠 생성을 고속화 할 수 있는 알고리즘을 소개한다.

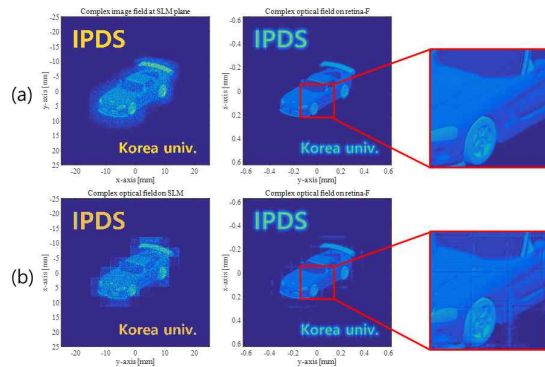
II. 연구 내용 및 결과

Depth-map CGH를 계산할 때 계산량에 가장 영향을 크게 주는 요소는 FFT 계산이며, 이는 해상도에 많은 영향을 받는다. 따라서 고해상도의 이미지를 그대로 계산하지 않고 분할하여 계산하는 국소화 계산 방법을 사용하여 계산효율을 높인다. [그림1]을 보면, $N \times N$ 해상도의 2D 이미지를 2차원 FFT 할 경우, 계산량은 $N^2 \log_2 N^2$ 으로 표현할 수 있다. 하지만 같은 해상도의 이미지를 $m \times m$ 조각으로 국소 계산하게 되면 계산량은 $N^2 \log_2 N^2 - N^2 \log_2 m^2$ 으로 $N^2 \log_2 m^2$ 만큼 줄어드는 것을 확인할 수 있고 고해상도에서 더 효율적인 계산을 할 수 있음을 보여준다.



[그림1] 국소화 FFT 계산량 비교

이미지를 국소적으로 계산하는 경우, 각각 조각의 CGH를 계산하여 다시 이어 붙이는 과정이 필요하다. 이 때, 조각 CGH 경계에서 회절 정보가 제대로 표현되지 않기 때문에 조각 이미지의 경계에서 노이즈가 발생하게 되고 [그림2] 이를 해결하기 위해서는 각 조각의 이미지에 적절한 zero-padding을 씌워서 계산한 후 회절 범위를 중첩하여 합성하여야 한다.



[그림2] 경계면 회절 패턴 문제
(a) 기존 생성 방식 (b) 국소화 방식

우리는 Depth-map CGH의 국소화 계산 방식을 통해 FFT 계산량을 줄이는 고속화 기법을 제시하고 기존 방식과의 결과를 비교, 분석하는 것이 이번 연구의 목표이다.

참고문헌

- [1] T. Senoh, K. Yamamoto, R. Oi, T. Mishina, & M. Okui, Computer generated electronic holography of natural scene from 2D multi-view images and depth map, In Universal Communication, ISUC'08. Second International Symposium (2008).