

Polygon computer generated hologram 의 가속 합성 알고리즘

Accelerated synthesis algorithm of polygon computer generated hologram

임다정, 김휘*

건강안전진단 ICT 융합기술연구팀
고려대학교 세종캠퍼스 전자및정보공학과

Abstract

In this paper, we propose the accelerated synthesis algorithm of the polygon computer generated hologram by improving the calculation of two-dimensional Fourier transform of triangle facet.

3 차원 홀로그래픽 디스플레이에 대한 연구가 다양한 방향으로 이루어지고 있으나, 아직까지도 상용화를 위해서는 많은 노력이 필요하다. 상용화에 다가가기 위해 해결해야 할 중요한 문제 중 하나는 computer generated hologram (CGH)의 계산 속도 향상이다. CGH 합성 알고리즘은 많은 양의 정보 처리를 요구하는데, 현재까지의 기술로는 실시간 재생이 불가능해 보인다.

본 논문에서는 polygon CGH 합성 알고리즘의 계산 속도 향상 방법에 대해 논의하고자 한다. 공간 상의 3 차원 물체의 이미지 광파 분포는 각 스펙트럼으로 계산 가능하다. 그림 1(a)와 같이 삼각형 개구가 대역 좌표계에서 xy 평면에 위치하여 삼각형의 법선 벡터가 z 축인 국소 좌표계에서와 동일할 때, 평면파가 삼각형 개구를 지나 진행하면 각 스펙트럼은

그림 1(b)와 같이 나타난다.

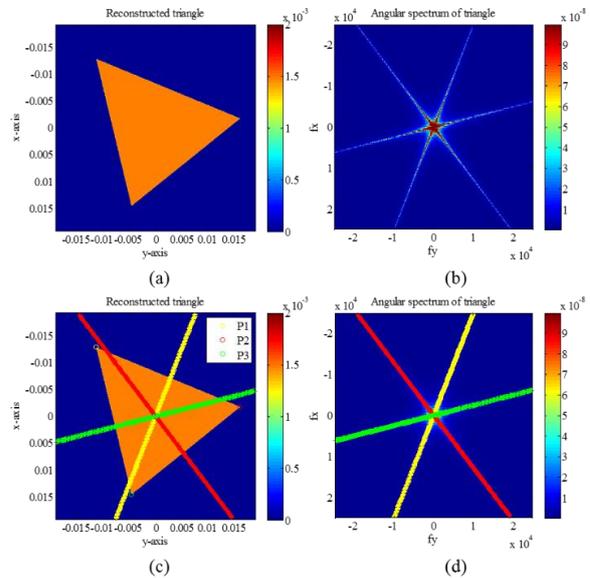


그림 1. 국소 좌표계에서 삼각형과 삼각형의 각 스펙트럼 간의 관계: (a) 국소 좌표계에서의 삼각형 (b) 삼각형의 각 스펙트럼 (c) 삼각형의 세 변에 수직인 직선 (d) 삼각형의 세 변에 수직인 직선과 각 스펙트럼의 관계

그런데 그림 1(b)의 대부분은 0 에 가까운 값으로 유의미한 면적은 1% 남짓에 불과하다. 만약 삼각형으로 각 스펙트럼에서 유의미한 영역을 예측하는 것이 가능하다면, 유효 계산 영역을 현저하게 줄일 수 있다. 따라서 CGH 합성 알고리즘의 계산 시간을 감소시킬 수도 있을 것이다.

그림 1(c)와 그림 1(d)에는 국소 좌표계에서의 삼각형과 각 스펙트럼과의 관계를 보였다. 삼각형의 세 점이 P_1, P_2, P_3 라면, 각 변마다 수직인 직선 위의 점들의 집합 $A_{P_1P_2}, A_{P_2P_3}, A_{P_3P_1}$ 은 내적을 이용해서 구할 수 있다. 이를 그림 1(c)에 보였다. 이 점들의 집합을 공간 도메인과 공간 주파수 도메인의 관계를 이용한다면, 점들의 집합이 공간 주파수 도메인에서 나타나는 형태를 관측할 수 있고, 그것이 그림 1(d)에 표현되어 있다. 이는 삼각형의 각 스펙트럼의 유의미한 영역과 같은 개형을 보임을 알 수 있다. 따라서 삼각형의 각 변마다 수직인 직선에 대한 정보를 알면 각 스펙트럼에서 유의미한 부분을 예측할 수 있고, 이는 전체 영역에서 아주 작은 영역에 해당하기 때문에 계산 시간도 그에 따라 감소할 것이라고 예상할 수 있다.

그러나 대부분의 3 차원 물체를 이루는 삼각형들은 국소 좌표계에서의 삼각형처럼 xy 평면에 위치하지 않기 때문에 대역 좌표계에서 삼각형의 각 스펙트럼을 예측할 수 있어야 한다. 그림 2 에는 z 값을 갖는 대역 좌표계에서의 삼각형에 대한 각 스펙트럼을 보였다. 대역 좌표계에서의 각 스펙트럼은 국소 좌표계에서

와 비교했을 때 회전 변환에 의해 변형될 것[1]임을 직관적으로 알 수 있다.

삼각형의 각 스펙트럼에서 유의미한 영역은 삼각형의 세 점에 대한 정보를 이용하여 예측이 가능하므로, 이처럼 유의미한 영역만을 계산하여 polygon CGH 합성 알고리즘의 가속화를 달성하고자 한다. 또한 CGH 계산 속도와 3 차원 물체 표현의 정교함의 트레이드-오프(Trade-off) 관계에 대해 논의하고자 한다.

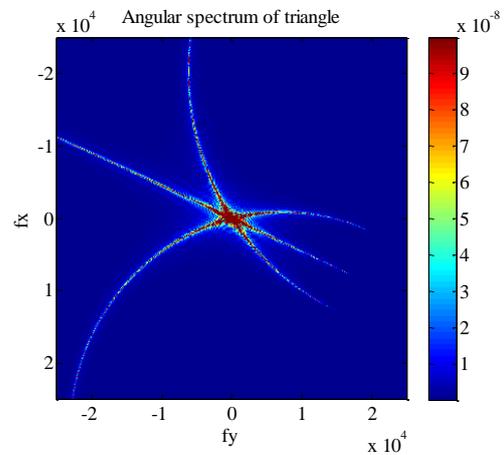


그림 2. 대역 좌표계에서 삼각형의 각 스펙트럼

[1] H. Kim, J. Hahn, and B. Lee, "Mathematical modeling of triangle-mesh-modeled three-dimensional surface objects for digital," *Appl. Opt.*, 47, D117, 2008.

This work was supported by GigaKOREA project, [GK13D0100, Development of Telecommunications Terminal with Digital Holographic Table-top Display]