

다각형 컴퓨터 생성 홀로그램 합성에서 정확한 가려짐 표현

Representation of exact occlusion in polygon computer-generated hologram synthesis

임다정, 김휘*

고려대학교 세종캠퍼스 전자및정보공학과

*hwikim@korea.ac.kr

다각형 컴퓨터 생성 홀로그램(Computer-generated hologram, CGH)은 홀로그래픽 3차원 디스플레이의 핵심 기술 중 하나이다. 홀로그래픽 3차원 디스플레이의 최종 목표라고 할 수 있는 실재감 있는 홀로그래픽 3차원 영상의 실시간 재생을 위해서, CGH 분야에서는 크게 두 가지 방향으로 연구가 집중되고 있다. 하나는 실시간 재생을 위한 CGH의 빠른 합성 알고리즘이고, 다른 하나는 실재감 있게 3차원 물체를 표현하기 위한 표현 이론이다. 이 중 CGH 표현 기술로는 표면의 질감, 음영, 물체 간의 순차적인 가려짐(Occlusion) 등이 있다⁽¹⁾. 다른 표현 기술보다 물체 간의 순차적인 가려짐 표현은 단순한 표현 이론 측면에서만이 아니라 심리적인 깊이감 인지 요인 중 하나이기 때문에 아주 중요한 요소이다⁽²⁾.

본 논문에서는 물체 간의 순차적인 가려짐의 정확한 표현을 위한 수학적 모델을 제시하고, 프로젝션된 이미지를 통해 실루엣 마스킹을 하는 기존의 알고리즘과의 비교를 통해 제안하는 알고리즘의 정확성을 보이려고 한다.

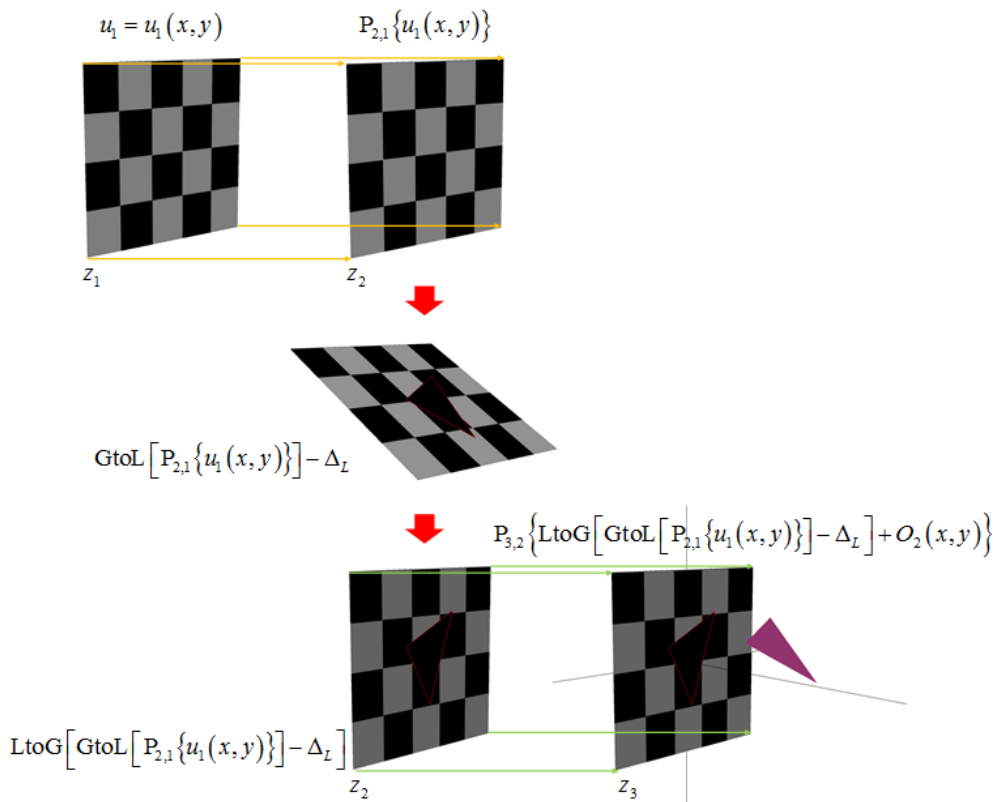


그림 1 본 논문에서 제안하는 물체 간의 순차적인 가려짐의 정확한 계산 과정

일반적으로 알려진 가려짐을 표현하는 과정은 다음과 같다. 만약 광축이 Z축일 때 배경이 되는 물체

가 Z_1 , 그리고 앞쪽 물체가 Z_2 에 위치한다면, 먼저 배경을 물체의 위치까지 전파시킨다. 다음으로 물체를 xy 평면에 프로젝션 시켜 해당하는 영역을 0으로 채운 마스크를 얻은 뒤, 이를 배경에 곱한다. 이렇게 마스크가 된 배경과 물체를 중첩시킨 다음 광파 분포를 구하고자 하는 위치까지 전파시킨다⁽³⁾. 그러나 이는 정확한 가려짐 표현이라고 할 수 없다.

정확하게 가려짐을 표현하는 과정을 그림 1에 나타내었다. 그림에서 연산자 $\mathbf{P}_{n,m}$ 은 Z_m 부터 Z_n 까지의 빛의 전파를 나타낸다⁽³⁾. 마찬가지로 예에서 처음에는 배경을 물체의 위치 Z_2 까지 전파시킨다. 이 때 실루엣 마스크를 대역 좌표계에서 하는 것이 아니라, 앞쪽 삼각형의 국소 좌표계에서 하는 것이 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 핵심이다. 이를 위해 대역 좌표계에서의 필드 분포를 국소 좌표계에서 표현해야 한다. 앞쪽 삼각형의 국소 좌표계에서 배경의 필드 분포를 표현한 후, 여기에 실루엣 마스크를 한다. 그 다음 다시 대역 좌표계에서 물체 부분이 잘려나간 필드 분포를 표현한다면 정확하게 가려짐을 표현했다고 할 수 있다. 그리고 물체의 필드 분포를 중첩시킨 뒤 원하는 위치 Z_3 까지 전파시킨다.

예상할 수 있듯, 본 논문에서 제안하는 정확한 가려짐 표현 알고리즘과 기존의 알고리즘은 앞쪽에 위치한 삼각형의 기울어짐 정도가 커질수록 그 차이가 선명해진다. 그림 2와 그림 3에는 앞쪽 삼각형의 기울어짐 정도를 변화시키면서 기존 알고리즘과 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 사용했을 때의 차이를 보였다. 앞쪽 삼각형의 가장자리를 확대한 그림에서 제안하는 알고리즘의 정확성을 확연하게 볼 수 있었으나 많은 과정을 거쳐 얻은 데 비해 그 차이가 크지 않다는 한계가 존재한다.

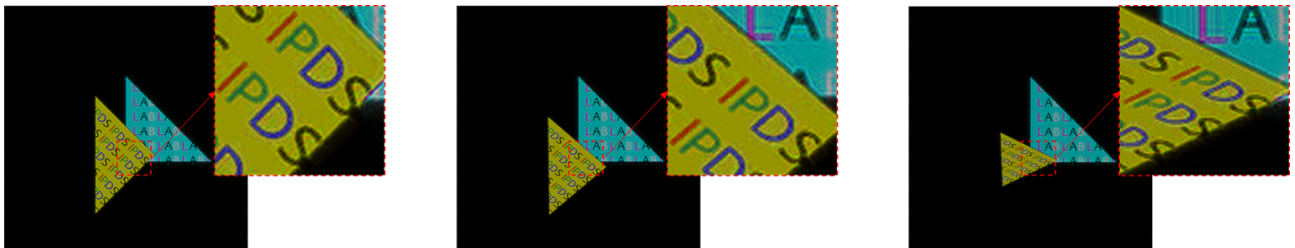


그림 2 기존 알고리즘을 이용한 가려짐 표현. 앞쪽 삼각형의 기울어짐 정도는 (왼쪽) 0도 (중앙) 30도 (오른쪽) 60도

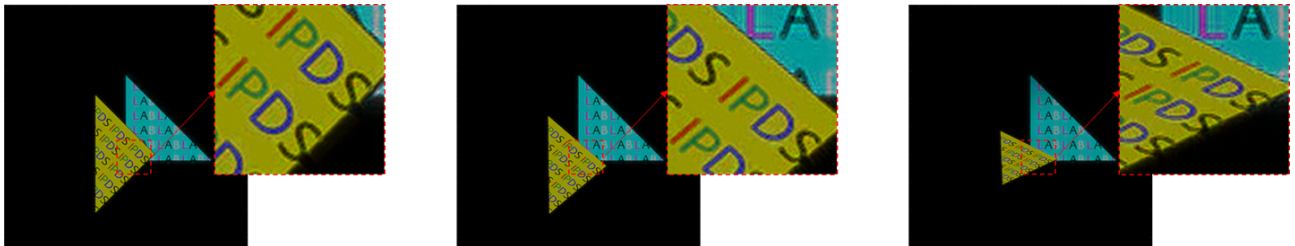


그림 3 제안하는 알고리즘을 이용한 가려짐 표현. 앞쪽 삼각형의 기울어짐 정도는 (왼쪽) 0도 (중앙) 30도 (오른쪽) 60도

This research was supported by Samsung Display corp..

참고문헌

1. 김휘, "삼각형 메쉬 3D 모델의 Computer Generated Hologram 계산 이론," 방송공학회지 (한국 방송공학회) **16**, 93-108 (2011).
2. 박재형, "집적 영상 기술 기반 3차원 디스플레이 기술," 조명·전기설비 **22**, pp. 46-52 (2008).
3. K. Matsushima, M. Nakamura, and S. Nakahara, "Silhouette method for hidden surface removal in computer holography and its acceleration using the switch-back technique," Opt. Express **22**, pp. 24450-24465 (2014).