

3D 체적형 모델 기반의 랜덤 위상을 갖는 홀로그램 생성

*이솔 **김경진 ***김진겸 ****박병서 *****김동욱 *****서영호

광운대학교

*solls1124@kw.ac.kr **kjkim@kw.ac.kr ***jkkim@kw.ac.kr ****bspark@kw.ac.kr
*****dwkim@kw.ac.kr *****yhseo@kw.ac.kr

Hologram Generation with Random Phase based on 3D Volumetric Model

*Sol Lee **Kyung-Jin Kim ***Jin-Kyum Kim ****Byung-Seo Park *****Dong-Wook Kim

*****Young-Ho Seo

KwangWoon University

요약

논문에서는 3D 체적형 모델을 이용하여 홀로그램에 랜덤 위상 효과를 주는 방법을 제안한다. CGH(Computer Generated Hologram)에서 랜덤 위상의 추가는 실제 촬영하여 획득한 홀로그램에서 물체 표면의 난반사에 대한 영향을 고려한 것이다. 이 랜덤 위상은 생성한 홀로그램의 광 시야각 확장 효과가 있다. 하지만 이것은 랜덤으로 발생하기 때문에 홀로그램 시퀀스를 생성할 때 같은 객체 표면에 대해서 고정된 효과를 줄 수 없다. 본 논문에서는 CGH를 진행할 때 물체의 고유한 랜덤 위상 추가를 위해 3D 체적형 모델을 사용하는 방법을 제안한다.

1. 서론

홀로그래피는 3차원 정보를 기록 및 재현하여 자연스러운 입체 영상을 제공할 수 있는 기술이다[1]. 1948년 영국의 물리학자 데니스 가버(Dennis Gabor)가 홀로그래피의 기본 원리를 발견한 이후, 최근까지 홀로그래피에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 두 빛의 간섭 패턴을 기록하는 방식으로 진행된 아날로그 홀로그래피 방식에서 최근에는 디지털 형식으로 홀로그램을 생성 및 복원하는 CGH(Computer Generated Hologram)가 많은 관심을 받고 있다[1].

아날로그 홀로그래피 방식에서는 물체의 거친 표면에서 일어나는 난반사가 반영된다. 이것은 공간 해상도 향상 효과를 준다[2]. CGH 방식에서는 이러한 난반사 효과가 반영되지 않기 때문에 이것을 위한 랜덤 위상을 추가한다. 하지만 물체의 움직임을 여러 프레임 기록하여 홀로그램 시퀀스를 생성할 때엔 같은 물체에 대해 동일한 난반사 표현을 할 수 없다. 본 논문에서는 홀로그램 시퀀스를 생성할 때, 실제와 동일한 촬영된 물체에 대해 고정된 랜덤 위상 추가를 위한 방법을 제안한다.

2장에서는 제안하는 3D 체적형 모델을 이용하여 고정된 랜덤 위상을 갖는 홀로그램 생성 방식을 제안한다. 3장에서는 실험 결과를 보이고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 3D 체적 기반의 랜덤 위상 추가

CGH에서 랜덤 위상의 추가는 홀로그램 생성 시 물체의 빛이 집중되는 것을 피하고 빛을 확산시켜 공간 해상도 향상의 효과를 준다[2]. 일반

적인 랜덤 위상의 추가는 홀로그램 생성 시 매번 다른 값을 더하여 생성하지만, 본 논문에서는 물체에 고정적인 랜덤 위상을 위해 홀로그램으로 생성하고자 하는 3D 메시에 정점 값에 임의의 작은 값들을 랜덤으로 더하여 거친 표면을 갖도록 하였다. 생성 과정은 먼저 메시 시퀀스를 이용하여 메쉬를 구성하고 있는 정점의 위치를 임의의 작은 값을 더하여 변경하고(Random Noise of Vertex Position) 각 메시 면의 법선 벡터를 다시 계산한다(Vertex Normal Vector Calculation). 그다음 메시의 뼈대를 추출하고 메시의 각 부분을 관련된 뼈대에 묶는 과정을 진행한다(Skeleton Rigging). Rigging이 진행된 메시는 각 프레임의 뼈대 움직임에 따라 메시 형태를 변형시키며(Mesh Deformation) 홀로그램 생성을 진행한다(Computer Generation Hologram). 이 알고리즘을 통해 객체의 각 부분에 고정된 랜덤 위상 추가의 효과를 보일 수 있다. 그림 1은 메시 시퀀스로부터 고정된 랜덤 위상이 추가된 홀로그램 시퀀스를 생성하는 알고리즘도이다.

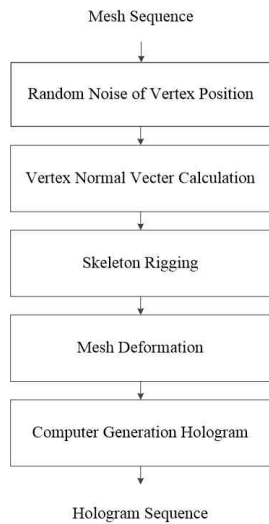


그림 1. 제안하는 알고리즘도

3. 실험결과

정점 위치의 미세한 조정에 따라 깊이 영상에는 큰 변화가 없었지만 메쉬 면의 방향은 약 -10° 에서 10° 까지 변화하였다. 그림 2 는 정점에 랜덤한 임의의 작은 값을 더하여 랜덤 위상 추가 효과를 주기 전후의 메쉬와 깊이 영상에 대한 그림이다.

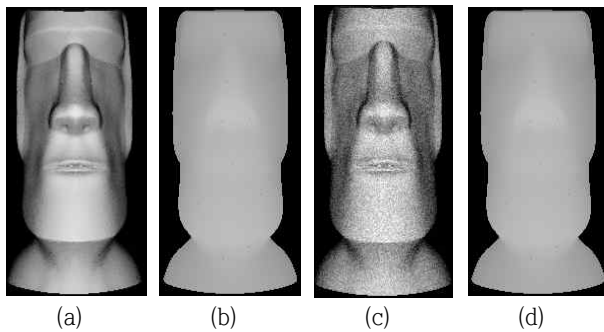


그림 2. 랜덤 위상 추가 효과를 주기 전의 (a) 메쉬, (b) 깊이 영상, 후의 (c) 메쉬, (d) 깊이 영상

위의 그림을 통해 정점 위치에는 큰 변화가 없었지만 법선 방향이 틀어짐으로써 객체의 거친 표면이 표현된 것을 확인할 수 있다. 그림 3은 알고리즘 적용 전후의 메쉬를 통해 생성한 홀로그램 영상이다.

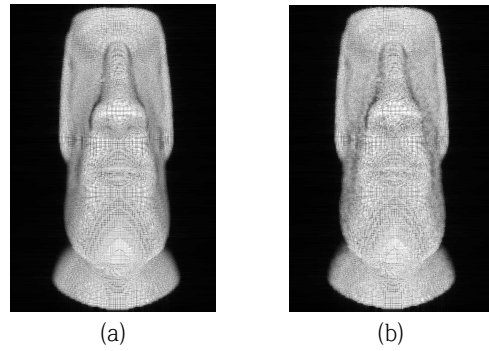


그림 3. (a) 알고리즘 적용 전의 메쉬로 생성한 홀로그램, (b) 후의 메쉬를 이용하여 생성한 홀로그램

4. 결론

본 논문에서는 3D 체적형 모델을 사용한 홀로그램의 랜덤 위상 추가를 진행하였다. 실험 결과를 통해 메쉬를 구성하는 정점의 위치를 미세하게 조정함으로써 객체의 거친 표면 표현이 가능한 것을 알 수 있다. 이 메쉬를 이용하여 홀로그램 시퀀스를 생성하게 되면 객체의 각 부분에 대해 고정된 난반사 효과를 줄 수 있다. 이와 같은 방식을 사용한다면 기존의 랜덤한 위상 추가 방식보다 더 실제와 가까운 디지털 홀로그램 생성이 가능하게 된다.

Acknowledgement

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2020-0-00192, 유니버설 혼합현실 서비스를 위한 AR Cloud 기반 오픈 Anchor 개발)

References

- [1] Son, Uk-Ho. "디지털콘텐츠-디지털 홀로그래픽 콘텐츠 처리 기술 동향 및 발전 전망." TTA Journal (2012): 39-44.
- [2] Shimobaba, Tomoyoshi, Takashi Kakue, and Tomoyoshi Ito. "Random phase-free computer holography." SPIE Newsroom (2016).