

위그너 역변환 라이트 필드 기반 컴퓨터 생성 홀로그램을 위한 품질 향상 및 저작 기술 연구

민다빈 / 서울대학교 3D Optical Engineering Lab.

본 연구에서는 WLF(Wigner inversed Light Field) 기반 CGH(Computer Generated Hologram)의 두 가지 주요 주제, 품질 향상 및 저작 기술 개발에 대해 기술하였다. 두 가지 주요 주제 중 하나인 품질 향상과 관련하여 색수차 제거와 고품질 라이트 필드 취득에 대해 기술하였다. 다른 주제인 저작 기술과 관련해서는 폐색 처리와 홀로그램으로부터 라이트 필드 취득에 대해 기술하였다.

WLFH(Wigner inversed Light Field computer generated Hologram) 기술은 주어진 라이트 필드 데이터로부터 임의의 반송파를 가진 연속적인 파면을 생성하며, 이는 라이트 필드 내의 광선 각도를 평면 반송파의 공간 주파수로 해석함으로써 이루어진다.

WLF 기반 CGH의 품질을 저하시키는 요소 중 하나는 빛의 파장에 대한 광선 각도와 공간 주파수의 의존성으로 인한 홀로그램 재구성 시의 색수차가 존재한다는 것이다. 이를 극복하기 위해 모든 색상 채널에 대한 공통 홀로그램 픽셀 간격을 설정하여 가장 작은 파란색 회절 각도가 라이트 필드의 시야를 모두 커버하도록 보장하는 기법을 제안하였다. 또한, 모든 색상 채널에 대한 공통 공간 주파수 샘플링 그리드를 설정하기 위해 라이트 필드를 파란

색 파장의 공간 주파수 범위 및 빨간색 파장의 샘플링 간격으로 보간하였다. 제안된 기법은 라이트 필드에 포함된 정보의 손실 없이 색상 홀로그램 합성을 보장하여 색수차를 제거하였다. 제안된 방법은 단일 깊이의 여러 object, 연속적인 깊이의 object를 포함한 다양한 3D 장면을 사용하여 검증되었다. 제안된 방법으로 합성된 컬러 홀로그램의 재구성은 색수차 없이 3D 물체의 깊이에서 명확한 초점을 보여주었다.

품질 향상 연구의 두 번째 측면으로서 고품질 및 방대한 양의 라이트 필드 취득 문제를 신경망을 통해 해결하는 방법에 대해 소개하였다. WLFH 합성 시 기존의 방법인 호켈 기반보다 더 많은 데이터양의 정보가 필요하다는 문제가 있다. 더 많은 정보는 라이트 필드의 이미지 배열의 수를 뜻한다. 라이트 필드 취득 문제를 해결하는 방법으로서 단일 이미지로부터 라이트 필드를 취득하는 방법, 신경 방사 필드를 이용해 제한된 라이트 필드로부터 조밀한 라이트 필드로 확장하는 방법이 고려될 수 있다. 본 연구에서는 두 방법을 모두 구현하여 제한된 정보로부터 조밀한 라이트 필드를 취득하고 고품질의 WLFH를 합성할 수 있음을 검증하였다.

졸업논문 소개

연구의 세 번째 측면은 WLFH의 저작 기술 개발에 기여하였다. 홀로그램 저작을 위하여 필수적인 요소 중 하나는 이중 데이터로 주어진 3차원 장면 간의 폐색 처리를 수행하는 것이다. 본 연구에서는 복합 장면 홀로그램을 생성하기 위해 배경 홀로그램과 전경 라이트 필드 사이의 폐색 처리 기법을 제안하였다. 기존 방법은 일반적으로 배경 홀로그램을 라이트 필드로 변환한 후 라이트 필드 도메인에서 폐색을 처리한다. 그러나 본 연구는 배경 홀로그램과 전경 라이트 필드 사이의 도메인 변환 없이 직접적으로 폐색을 처리하는 것을 제시하였다. 이 접근 방식은 전경 홀로그램을 라이트 필드로부터 합성할 때 전경을 조명하는 반송파로 배경 홀로그램을 고려하는 것을 의미한다. 이 방법은 라이트 필드와 홀로그램 도메인 간의 변환이 없기 때문에 계산 효율성을 향상시킬 뿐만 아니라 모든 각도

정보를 자연스럽게 폐색 처리에 고려하여 정확성을 향상시킨다. 제안된 방법은 불연속적이거나 연속적인 깊이를 갖는 객체를 포함한 다양한 3D 장면을 사용하여 성공적으로 검증되었고 JPEG Pleno 데이터 셋의 홀로그램을 이용한 검증 결과도 제시되어 제안 방법의 일반성을 보여주었다. 제안된 기법의 정확성은 합성된 복합 장면 홀로그램의 수치적 합성 및 재구성을 통하여 검증하였다.

마지막으로, 홀로그램과 라이트 필드 간의 보다 직접적인 저작을 위하여 홀로그램으로부터 라이트 필드를 추출하는 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 조정 가능한 U-net을 사용하여 기존 기법 대비 적은 해상도 손실로 고품질 라이트 필드를 추출하였다. 제안된 라이트 필드 추출 기법의 초기 연구 결과를 제시하며 보다 높은 수준의 라이트 필드 추출을 위한 향후 연구 방향을 논의하였다.



민 다 빈

- 2010년 3월 ~ 2016년 2월 : 인하대학교 전자공학과 학사
- 2016년 3월 ~ 2018년 2월 : 인하대학교 전자공학과 석사
- 2018년 7월 ~ 2019년 10월 : STATSChipPAC Korea 연구원
- 2020년 3월 ~ 2024년 2월 : 인하대학교 전기컴퓨터공학과 박사
- 2024년 4월 ~ : 서울대학교 3차원광공학연구실 박사후연구원
- 주관심분야 : 3차원정보처리, CGH, 실감콘텐츠 관련 AI 기술