

진폭변조 방식의 공간광변조기를 이용한 초박형 매크로 픽셀 복소변조

Amplitude type spatial light modulation based ultra-thin macro pixel complex modulation

노진영, 김휘*

고려대학교 세종캠퍼스 전자및정보공학과

*hwikim@korea.ac.kr

Abstract

본 논문은 진폭변조방식의 공간광변조기를 이용해서 진보된 매크로픽셀 복소변조 방식을 제안하였다. 진폭변조방식의 공간광변조기에서 복소변조를 위한 2개의 픽셀에 수학적 공식으로부터 도출된 진폭값을 적절하게 조절하여 마이크로렌즈 어레이를 통과한 푸리에도메인으로 바뀐 신호에서 일정구간에서 복소변조가 가능함을 본 논문에서 제시하였다. 또한 픽셀 피치와 마이크로렌즈어레이 간격과 같은 파라메타 변화에 대한 복소변조의 성질을 분석하였다.---

오늘날 디스플레이 기술발전이 발달로 인해 사람들이 실제 물체와 같이 사실적인 물체를 보고자하는 요구가 커짐에 따라 3차원 디스플레이에 대한 국'내외의 관심이 급증하였고, 이러한 3차원 디스플레이 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 현재 3차원 디스플레이 방식으로 많이 사용되고 있는 안경식 또는 무안경식 스테레오스코피(Stereoscopy)방식인데, 이는 양안에 다른 이미지를 투사하여 입체감을 주는 방식이다. 하지만 이 방식은 이미지가 스크린 평면상에서 눈으로 투사되는 방식이기 때문에 눈의 초점은 스크린만을 향한다. 이를 양안-단안 충돌이라고 하며, 때문에 완벽한 3차원 디스플레이라고 말하기 어렵다.

현재 3차원 디스플레이 방식 중 급부상하고 있는 기술인 컴퓨터 생산 홀로그래피(Computer Generated holography)방식은 양안시차와 더불어 단안시차까지도 구별할 수 있는 가능성이 큰 기술이다. 줄여서 CGH라고 하는 이 기술은 컴퓨터에서 계산된 이미지를 공간광변조기를 통해 빛의 회절을 이용하여 홀로그램을 만드는 방식이다. CGH에서 사용되는 공간광변조기는 2가지의 변조방식이 있는데, 진폭변조방식과 위상변조방식이다. 이 두가지 방식의 공간광변조기는 각각의 장점과 단점을 가지고 있으며 진폭과 위상을 모두 변조할 수 있는 기술은 아직까지 없는 상태이다.

본 논문에서는 진폭변조방식의 공간광변조기를 기반으로 하는 초박형 매크로 픽셀 복소변조 방식을 제안하였다. 공간광변조기의 2개의 픽셀에 수식적으로 도출된 진폭값을 입력하고, 초박형 마이크로 렌즈와 필터를 전파하게 되면 복소변조가 됨을 보이고, 다양한 변수에 대해 복소변조의 특성이 어떻게 바뀌는지를 검증하여 복소변조방식의 입력광학계설계의 로드맵을 그리고자 한다.

앞서 소개한 근사적 2차원 calibration을 방법을 토대로 하는 adaptive ROI를 적용한 NCC 알고리즘을 사용하더라도 높은 정확도를 위하여 이미지의 한 픽셀을 균등히 나누어 계산하는 interpolation수행을 할 경우 계산량은 3배 이상 늘어나고 마커 추적 시스템의 속도는 현저히 떨어지게 된다. 이러한 계산속도 문제에 대한 해결책으로 무게 중심법 알고리즘을 제안하였다. 본 실험에서 쓰고 있는 마커는 흑백대칭

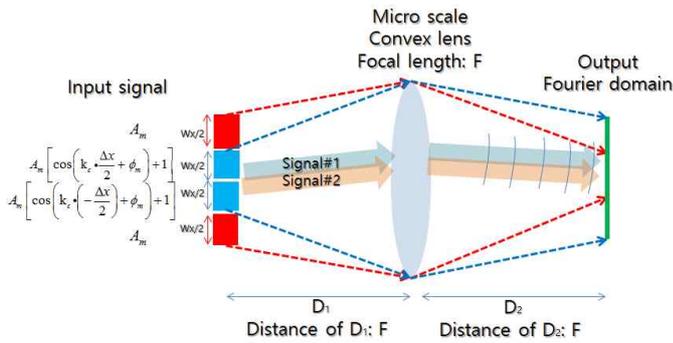


그림.1. 다중이진 마커의 영상촬영 도식

이진 마커를 사용하기 때문에, 흑색배경의 ROI에서 무게중심을 찾는다하면 근사적으로 마커의 위치를 알

그림.2. 원거리에서 촬영된 직사각형 판모양의 피사체

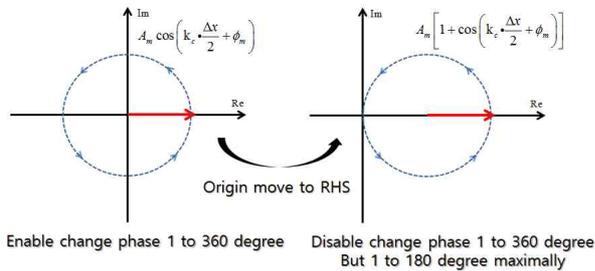


그림.2. 픽셀단위의 무게 중심법

수 있다. ROI의 무게중심점을 기준으로 template크기의 약 1/5만큼의 sub_template를 지정한 후 ROI와 template의 정합을 찾는 것이 아닌 template와 sub_template의 정합을 찾는다. 기존의 NCC방법은 ROI의 크기의 제곱에 비례해 계산량이 필요하지만 본 논문에서 제안한 방법은 계산량은 ROI크기에 따라 결정되는 것이 아니라 template의 크기에 따라 결정되기 때문에 연산속도를 크게 높일 수 있다.

Signal of Fourier domain

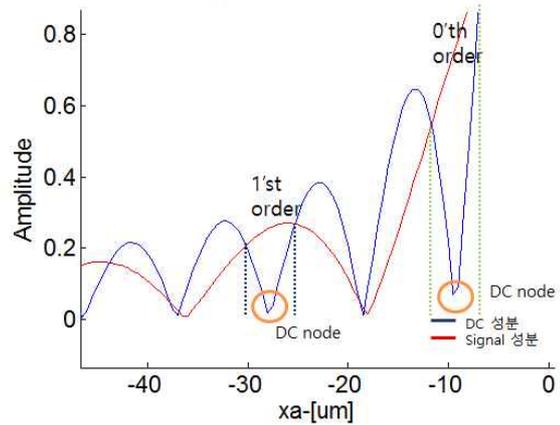


그림.3. 무게 중심법으로 찾은 마커의 위치

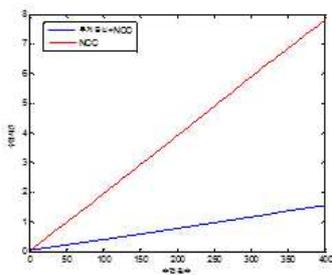


그림.5. 알고리즘 속도비교

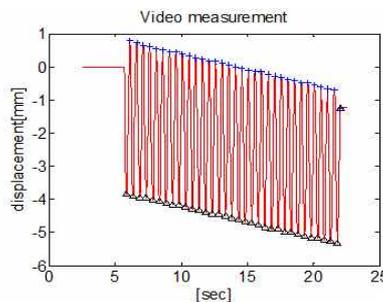
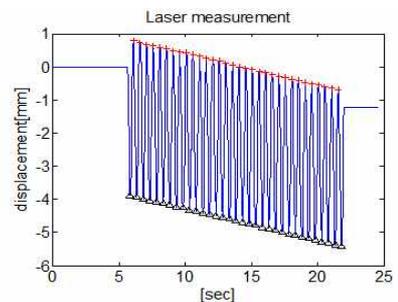


그림 .6. (i) 영상 계측 결과



(ii)레이저 변위계 계측결과

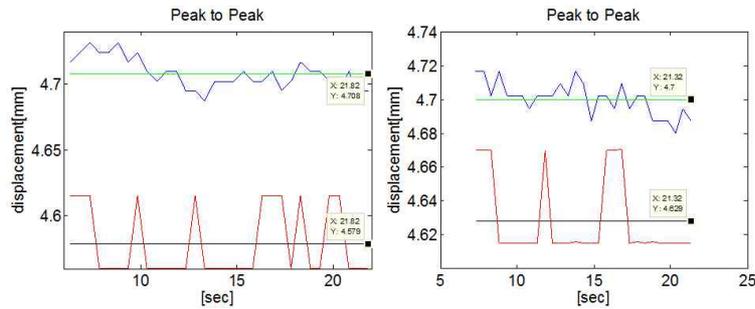


그림.7. Interpolation을 적용한 영상 계측과 레이저 변위계 계측결과의 골과 마루 사이간격의 크기와 평균

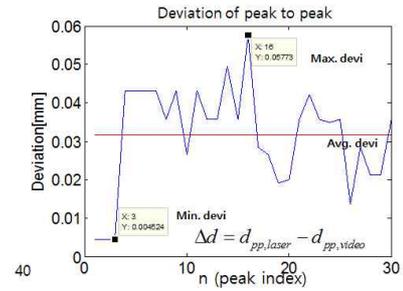


그림.8. Interpolation X3에서 오차분석

그림.6.과 그림.7.은 본 논문에서 제안한 알고리즘의 정확도와 신뢰성을 판별하기 위해 제안한 알고리즘의 측정결과와 레이저 변위계의 측정결과를 비교한 것이다. 그림.7.에서는 제안한 알고리즘에 interpolation을 적용하여 얻어진 정현파 형태의 그래프에서 마루와 골 사이 간격을 나타낸 것을 비교한 그래프이다. 그림.8.에서 interpolation을 3배에서 두 실험결과의 골과 마루 사이간격의 크기를 비교했을 때, 평균적으로 32um 의 차이를 보였다. 이와 같은 결과를 종합하여 카메라 영상의 한 픽셀 오차범위의 정확성을 가진 실시간 고속 카메라(100fps) 영상기만 다중이진 마커 추적 시스템이 가능함을 보였다.

Acknowledgement

This work was supported by GigaKOREA project, [GK13D0100, Development of Telecommunications Terminal with Digital Holographic Table-top Display] and Daewoo institutue of construction technology.

참고문헌

1. 이동석, "스테레오 카메라를 이용한 이동객체의 실시간 추적과 거리 측정 시스템", 방송공학회논문지 제14 권 제3호(2009).