

기하 회절 이론을 이용한 탈봇 패턴 해석

Analysis of Talbot effect using Geometrical diffraction theory

박정환, 박성재, 김희*
고려대학교 세종캠퍼스 전자 및 정보공학과
*hwikim@korea.ac.kr

Abstract— 파동 광학적 현상을 기하 광학적으로 해석하는 기하 회절 이론을 통해 단일 슬릿, 다중 슬릿, 일정한 주기를 가진 격자구조에서 나타나는 Talbot 패턴에 대한 회절 현상을 해석하고 분석한다.

I. 서론 및 배경

최근 디스플레이 시스템에 대한 연구개발이 활발히 진행됨에 따라 고해상도로 발전하며 패널 내 픽셀들과 렌즈들의 배열은 고밀도화 되고 있다. 픽셀과 렌즈의 크기가 작아지면서 산란현상이 나타나고 이는 기하 광학적 해석뿐만 아니라 파동 광학적 해석도 요구된다. 따라서 본 논문에서는 디스플레이 시스템에서 야기될 수 있는 회절과 산란현상을 기하학적으로 해석하는 하이브리드 방법을 제시하고, 단일 슬릿과 다중 슬릿, 그리고 주기적 구조에 의해 발생하는 탈봇 패턴을 해석한다.

II. 연구 내용 및 결과

단일 슬릿을 통과한 평면파는 회절되어 구면파의 형태로 진행한다. 이는 다중슬릿에서 역시 마찬가지이며, 파장이 λ 인 가간섭 광을 주기가 L 인 격자로 이루어진 구조에 입사시키면 간섭 현상으로 인해 규칙적인 일정 거리에서 특정 무늬가 반복되며 나타난다. 이때 무늬가 나타나는 거리를 탈봇 거리(Talbot distance)라고 하며, 이 현상을 탈봇 효과(Talbot effect)라고 한다.

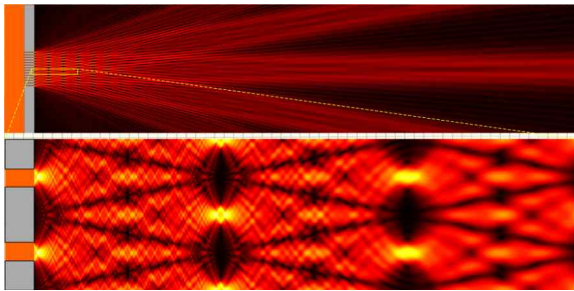


그림 1 탈봇 패턴의 일반적인 예

파동의 특성인 회절에 대하여 기하학적인 분석을 위해 다음과 같은 실험을 진행하였다. 먼저, 평면파를 특정 거리까지 진행시킨 결과를 Short-time fourier transform으로 국소적 파면

분석을 한다. 이를 통해 각 국소영역에서 어떠한 각도로 얼마나 에너지를 가지고 있는지에 대한 데이터를 얻을 수 있다. 방향과 크기를 얻음으로써 국소 파면에서의 광학적 특성을 광선의 형태로 표현할 수 있는 것이다. 아래의 [그림 1] (a)는 평면파가 단일 슬릿 통과 후 10um 지점에서 회절된 빛의 방향과 에너지를 광선으로 나타낸 결과이다. [그림1] (b)는 평면파가 4um의 주기의 다중 슬릿을 통과한 후 10um 지점에서 회절된 빛의 방향과 에너지를 나타낸 결과이다. 다중 슬릿 파면의 수직방향으로 광선이 향하는 것을 확인할 수 있다.

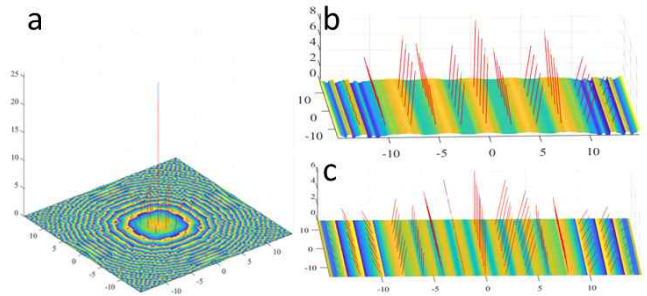


그림 2 (a) 단일 슬릿 해석 (b) 다중 슬릿 해석 (c) 탈봇 패턴 해석

[그림1] (c)는 파장이 633nm인 평면파를 1.779um 주기의 격자구조에 투과시킨 결과이다. 첫 번째 탈봇 거리인 10um 위치에서 관찰한 실험결과로서, 광선이 국소 파면에 대하여 수직으로 나타난다. 이는 파동의 특성인 빛의 회절 결과를 기하 광학적 표현인 광선으로 나타낼 수 있음을 의미한다.

따라서 파동의 특성을 기하학적으로 해석하여 표현하는 GDT를 이용하여 디스플레이 시스템에서의 회절 및 산란 등 파동 광학적 특성 해석이 가능함을 확인할 수 있다.

사사

본 연구는 LG Display의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] H. Kim, J. Hahn, and B. Lee, "The use of negative index planoconcave lens array for wide-viewing angle integral imaging," Optics Express, vol. 16, no. 26, pp. 21865-21880, 2008.