

디지털 카메라 평가용 OTF 측정 장치 개발

Development of OTF measurement system for evaluation of digital camera

송중섭, 이운우*, 조현모*, 조재홍, 장수, 박상기**, 김영준**, 민운식**
 한남대학교 물리학과, *한국표준과학연구원 영상그룹, **삼성전기 주식회사
 jssong@kriss.re.kr

광학 렌즈계의 성능 평가를 위한 OTF(Optical Transfer Function) 측정 방법은 Hopkins⁽¹⁾에 의해 기본 이론이 확립된 이래 세계 각국에서 활발하게 연구되어 왔으며, 가장 합리적이고 신뢰도가 높은 평가 방법으로 인정되고 있다. OTF 측정 방법은 간섭계를 이용하는 측정 방법⁽²⁾과 광학계에 의해 맺혀진 상을 주사 해석하는 방법⁽³⁾으로 대별될 수 있으며, 세계적으로 20여가지 이상의 측정 장치가 개발되었다. 현재 세계 각국은 다양한 형태의 OTF 측정 장치를 보유하고 있으며, OTF의 정확도를 비교 검토하는 연구가 활발해져서 측정 표준을 확립하였고,⁽⁴⁾ 국제적인 측정 비교 오차를 0.02 이하로 줄일 수 있게 되었다.⁽⁵⁾ 특히 선진국에서는 측정 장치들 간의 상호 비교를 위해 표준 렌즈를 설계, 제작하였고, 이러한 표준 렌즈를 적절한 측정 조건하에서 측정 오차의 원인과 측정 정확도를 평가하는데 사용하였다.

한국표준과학연구원 영상그룹에서는 약 14년 전부터 광학 렌즈들이나 결상계의 성능 평가를 위해 편홀과 슬릿을 물체로 사용하고, 스텝핑 모터에 부착된 칼날이나 fishtail edge를 이용하여 상의 강도 분포를 주사한 뒤 이를 컴퓨터로 퓨리에 변환하여 OTF를 계산하는 측정 장치를 개발하여 대외적인 시험 검사 업무에 사용하고 있다.⁽⁶⁻⁹⁾ 이러한 카메라 벤치형 측정 장치는 전체 크기가 약 1×1.5 m의 광학 테이블에 설치할 수 있을 정도이며, 초점 거리가 1 m이고 F수가 12.5인 렌즈형 시준 장치를 스텝핑 모터가 부착된 회전 장치와 직선 이동 장치들을 이용하여 비축상 유한 거리 혹은 무한 거리 물체에서의 OTF를 짧은 시간 내에 정확히 측정할 수 있다. 그리고 사용된 스텝핑 모터들의 조정과 광 감지기 신호 처리는 국산 마이크로 컴퓨터를 사용하였다.

본 연구에서는 디지털 카메라를 평가하기 위한 보급형 OTF 측정 장치를 제작하였다. 기존의 카메라 벤치형 OTF 측정 장치에서 물체를 형성하는 TPU(Test Pattern Unit)를 광섬유를 이용하여 개선하였으며, 모터의 제어 속도가 컴퓨터 중앙처리장치의 클럭(clock)에 의존했던 것을 컴퓨터를 바꾸더라도 RS 232C통신으로 모터의 속도를 독립적으로 제어할 수 있도록 모터 제어 장치를 제작하였다. 그리고 기존의 MS-DOS에서 사용하였던 OTF 측정 소프트웨어를 비주얼 베이직을 이용하여 윈도우즈용으로 개선하였다. 그리고 영국의 SIRA연구팀이 설계, 제작한 초점 거리 50 mm 평면-볼록형 표준 렌즈를 이용하여 디지털 카메라 평가용 OTF 측정 장치의 정확도를 평가하였다.

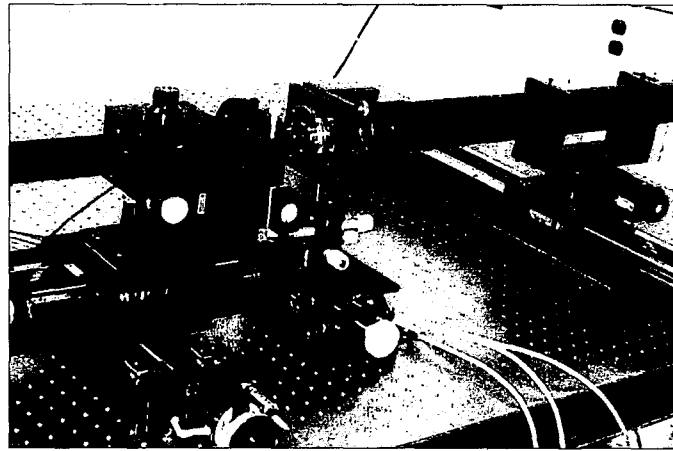


그림 1. 물체를 형성하는 TPU를 광섬유를 이용하여 개선한 디지털 카메라 평가용 OTF 측정 장치

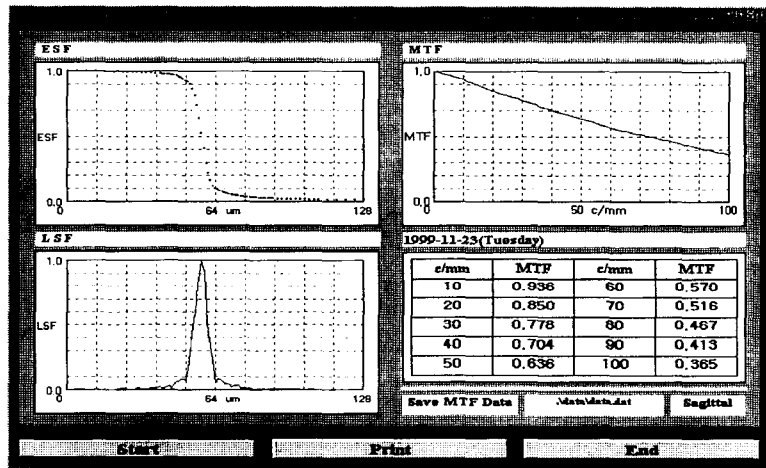


그림 2. 비주얼 베이직을 이용하여 개발한 윈도우즈용 OTF 소프트웨어에서 SIRA 표준 렌즈의 MTF(Modulation Transfer Function) 측정 결과를 보여주는 화면.

[참고문헌]

1. H. H. Hopkins, Proc. Roy. Soc. (London) A, 217, 408 (1953).
2. E. Ingelstam, E. Djurle and B. Sjogren, J. Opt. Soc. Am., 46, 707 (1956).
3. L. R. Baker, J. Appl. Phys. Japan, 4, Supplement 1, 146 (1965).
4. ISO/TC 172 (1981).
5. K. J. Rosenbruch, Optics Acta, 18, 93 (1971).
6. 이윤우, 조현모, 이인원, 홍경희, 새물리, 27, 95 (1987).
7. 이윤우, 조현모, 이인원, 홍경희, 응용물리, 3, 153 (1990).
8. 조현모, 이윤우, 이희운, 이인원, 한국광학회지, 2, 121 (1991).
9. 김태희, 최옥식, 조현모, 이윤우, 이인원, 한국광학회지, 8, 7 (1997).