

LCD를 이용한 카메라폰 렌즈의 횡색수차 측정

Measurement of the Transverse Chromatic Aberration for mobile phone lens using LCD monitor.

김희남, 조재흥, 홍성목, 이윤우*, 이회윤*

한남대학교 광전자물리학과, *한국표준과학연구원 우주광학연구단

saqual@kriss.re.kr

개인화 시대를 살아가는 많은 사람의 욕구로 인해서 휴대폰의 크기는 점점 작아졌으며 반면에 다기능화 되었다. 이러한 휴대폰 기능들 중에 하나가 카메라 기능이다. 초창기의 카메라폰은 VGA 화소급 화질을 갖고 있어서 자신의 모습을 찍는 것이 고작이었으나 최근에는 10 M 화소급의 고해상도 카메라폰의 등장으로 인해 인물사진 뿐 아니라 배경사진 또한 찍을 수 있게 되었다. 이렇게 휴대폰 카메라가 고해상도가 되어가면서 색수차로 인한 상의 왜곡 문제가 대두되었다. 색수차는 광축으로부터 나온 광선으로 인한 종색수차와 비축으로부터 나온 광선으로 인한 횡색수차가 있다. 종색수차는 광축상에서의 파장에 따른 상의 초점거리차이를 말하기 때문에 비축물체에서 나온 광선에 대한 정보는 가지고 있지 않다.^[1,4] 비축에서 나온 광선은 광축 광선에 비해서 전체적인 상의 표현에서 더 많은 부분을 차지하고 있기 때문에 종색수차 측정보다는 횡색수차 측정이 카메라폰의 렌즈를 통과하는 물체와 상의 관계를 더욱 명확히 해줄 수 있다. 일반적으로 카메라폰 렌즈는 횡분산된 빛이 CCD센서의 한 픽셀 안에 들어오도록 설계하여 횡색수차를 제거한다.

본 논문에서는 고해상도 카메라 폰의 성능평가 중 위의 횡색수차를 측정하는 방법을 제시하려한다. 그림 1은 실험장치의 3차원 도면으로써 비축물체를 구현하는 LCD모니터 부분, 횡색수차를 측정하려는 카메라폰 렌즈 부분 그리고 영상신호를 취득하는 CCD카메라 부분으로 나뉜다.

실험에 사용한 LCD 모니터는 297 μ m 픽셀들로 구성 되어있다. 각 픽셀들에는 3개의 서브픽셀들이 있고 이 서브픽셀들은 RGB 순서로 횡 배열되어 있다.^[2] 이러한 각각의 서브픽셀들을 이용하여 물체를 표현하게 된다. LCD 모니터는 광축을 한 번 정렬을 하게 되면 그 광축을 기준으로 하여 물체의 위치를 어느 방향으로 또 어떤 크기로도 표현할 수 있다. 또한 파장을 바꿀 때조차도 따로 광축정렬을 하지 않아도 되는 장점이 있다. 물체로 표현되어진 서브픽셀들이 렌즈를 통과해서 상을 맺게 되면 Red와 Blue 광에 의한 횡색수차가 발생하게 된다. 그 수차는 CCD센서 한 픽셀 사이즈 밖에 되지 않아 측정에 어려움이 있을 수 있기 때문에 Achromatic 대물렌즈를 사용하여 확대하게 된다. Achromatic 대물렌즈 자체의 횡색수차가 존재할 수 있으나 대물렌즈의 초점거리는 대략 수십 mm이고 카메라폰 렌즈의 최대 화각일 때의 횡색수차가 대략 8 μ m 내외임을 감안한다면 대물렌즈의 화각은 거의 0에 가깝기 때문에 대물렌즈에 의한 영향은 무시해도 된다.^[4]

Red 물체의 상은 CCD센서의 여러 단위 셀들의 표면에 분포하게 된다. 이렇게 결상된 상의 중심은 무게 중심법을 이용하여 구할 수 있다. 무게 중심법은 빛의 밝기와 위치의 관계에 대한 함수로써 표현 가능하다.^[3]

$$C = \frac{\sum_i^k w_i r_i}{\sum_i^k w_i} = \frac{\sum_i^k w_i r_i}{W} \Rightarrow X = \frac{\sum_i^k w_i x_i}{W}, Y = \frac{\sum_i^k w_i y_i}{W}$$

[

| | |
|--------|---------------------------|
| X, Y | : CCD센서의 횡방향과 종방향 |
| k | : CCD센서의 각 방향에 대한 단위셀의 개수 |
| w | : CCD센서의 단위셀에서의 빛의 세기 |

]

이 실험에서 광축정렬이 결과의 오차를 결정하는데 큰 영향을 미친다. 따라서 광축정렬을 위한 새로 <https://www.onlyucard.co.kr/mypage05.php>은 방법을 제시한다. 광축을 맞추기 위해서 우선 카메라폰 렌즈 부분을 고정체로 LCD모니터에 Red물체와 Blue물체를 각각 표현하여 CCD센서에 상을 맺게 한다. 각각의 상에 대한 센서에서의 위치 차이가 횡색수차이기 때문에 광축에서는 이 차이가 0이 되어야 한다. 따라서 센서부분을 미세하게 움직여서 이 차이가 최소가 되는 지점으로 이동하고 이 지점을 광축으로 정의했다.

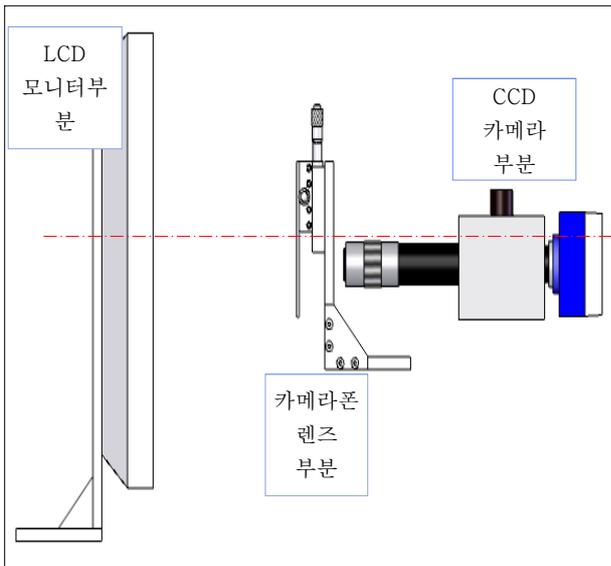


그림 1 . 실험장치 구성도

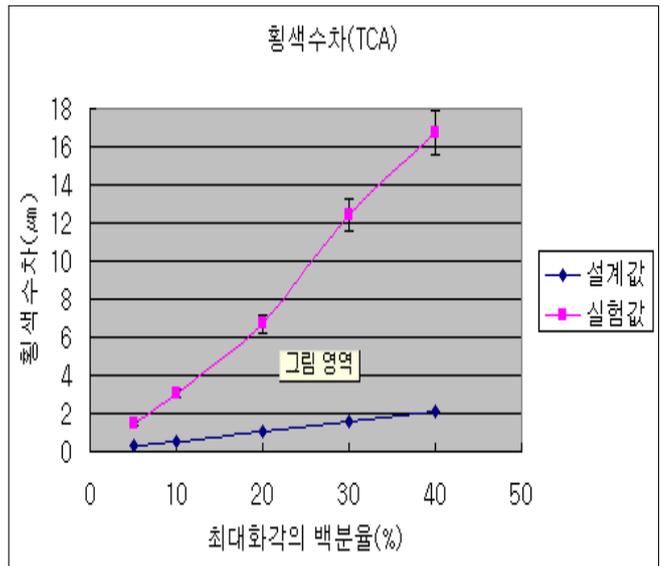


그림 2 . 설계값과 실험값의 비교

광축으로 입사하는 빛의 화각을 카메라폰 렌즈의 최대화각(30°)의 5%, 10%, 20%, 30%, 40%로 바뀌가면서 측정을 시행하였다. 그 이상의 값들 또한 측정을 하려 하였으나 모니터의 밝기가 어두워서 측정이 불가능 하였다. 측정결과는 그림2와 같다. 그림에서도 볼 수 있듯이 측정된 횡색수차 값은 렌즈의 설계 값과 마찬가지로 입사 화각에 비례하여 증가했다.

참고문헌

1. 장수. 조재홍 외 공저, 광학 (대우, 서울,2000), pp.338-349
2. 이충훈 옮김, TFT & LCD (복스힐,서울,2000), pp.36-55
3. 윤진희. 차동우 옮김,대학 고전역학 (복스힐, 서울,2000), pp.306-316
4. 임천석, 기하광학 (테크미디어,서울,2003), pp.89-111