

## 화상센서 모듈에서 잡음 특성 측정

이태경, 한재원  
 연세대학교 기계공학부  
 aiku@yonsei.ac.kr

이미지 센서란 렌즈를 통해 들어온 광 신호를 전기 신호로 변환하는 장치이다. 이미지 센서의 대표적인 응용분야로 휴대용 전화기 카메라 및 디지털 카메라가 있으며 이러한 제품들이 작아지는 추세에 따라 이미지 센서 역시 크기에 제한을 받게 된다. 하지만 작은 크기에도 불구하고 화질을 높이기 위해 개별 화소의 크기가 작아지고 있으며 이러한 이미지 센서 내에 존재하는 많은 수의 장치들로 인해 이미지 센서는 항상 공정상 오류 가능성을 가지게 된다. 따라서 이미지 센서의 화소 수가 늘어남에 따라 제조 공정상의 문제로 인해 발생하는 불량화소(defect pixel) 역시 증가하게 된다.<sup>(1)</sup> 또한 이미지 센서의 소형화에 따라 개별 화소의 크기가 작아져 입사하는 광 신호의 크기가 작아지고 있다. 그래서 이미지 센서의 sensitivity를 높이기 위해 신호를 증폭하게 되고 이때 입사한 광 신호에 따른 출력뿐만 아니라 발생한 암전류(dark current) 역시 증폭되어 출력되게 된다. 그리고 이러한 암전류의 증가에 따라 더 많은 불량화소가 발생하게 된다.<sup>(2)</sup> 이 때, 불량화소의 증가는 이미지 센서의 성능을 떨어뜨리므로 이를 방지하기 위해 불량화소의 검출과 보정이 필요하다. 또한 고화소 이미지 센서가 개발됨에 따라 이미지 센서에서 열 발생이 많아지고 암전류가 온도에 따라 변하기 때문에 온도에 따른 불량화소의 변화를 파악하는 것 역시 중요하다.<sup>(3)</sup>

불량화소는 주변 화소들과 비교해 항상 높거나 낮은 신호를 나타내는 화소들을 말하며 빛이 없는 상태(dark field)와 모든 화소에 일정한 광 신호가 입사되는 상태(bright field)에서 검출 할 수 있다. 빛이 없는 상태에서는 모든 화소의 평균 신호값 보다 50%이상 큰 신호가 나오는 화소를 불량화소로 정의한다. 그리고 일정한 광 신호가 들어오는 경우에는 주변 11x11 pixel의 평균 신호값 보다 20%이상 큰 신호가 나오는 화소는 bright pixel defect라 정의하고 20%이상 작은 화소는 dark pixel defect라 정의한다. 또한 3x3 pixel 내에 두 개 이상의 bright pixel defect가 존재할 경우 bright cluster라 정의하고, dark pixel defect가 두 개 이상 존재할 경우에는 dark cluster라 정의한다.<sup>(4)</sup>

본 연구에서는 빛이 없는 상태에서 이미지 센서에서 이미지 보정과정을 거치지 않고 출력된 raw data image로 암신호(dark signal)를 측정하였고 이를 분석하여 불량화소를 판별하였다. 불량화소를 판별하는 기준으로는 앞서 정의한 전체 화소의 평균 신호 값 보다 50%이상 큰 신호 값을 사용하였다.<sup>(4)</sup> 또한 온도가 상승함에 따라 암신호의 크기가 증가하기 때문에 -10°C에서 65°C까지 5°C 간격으로 암신호를 측정하였고 이를 통해 온도에 따른 불량화소의 개수를 판별하였다.

온도에 따른 평균 암신호 측정결과는 아래의 그림 1의 실선과 같은 결과가 나왔다. 그림 1의 점선은 커브피팅(curve fitting) 값으로 온도에 따른 암신호는 지수함수적으로 증가하며 아래의 식 (1)을 이용하여 A(constant)와 Eg(energy bandgap of silicon)를 계산하면 A는  $2.17 \times 10^{18}$ 이 Bg는 1.1634eV가 나온다. 여기서 k는 볼츠만 상수이고 T는 온도를 나타낸다.

$$I_{dark} = A \cdot \exp \left[ -\frac{B_g}{2kT} \right] \tag{1}$$

그리고 온도가 상승함에 따라 불량화소의 개수는 아래의 그림 2와 같은 경향을 나타내고 있다. 불량화소의 개수는 온도가 변함에 따라 10% 내에서 변하고 있다. 불량화소의 온도에 따른 불량화소의 변화를 명확하게 보이기 위해 50°C 이하에서도 불량화소를 검출 할 수 있도록 조건을 변화시켜 실험을 수행할 예정이다.

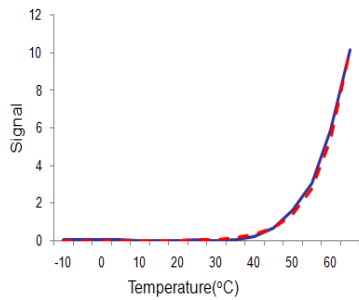


그림 1. 온도에 따른 암신호

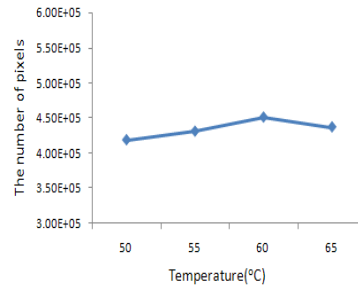


그림 2. 온도에 따른 불량화소의 개수

1. Jozsef Dudas, Cory Jung, Linda Wu, Glenn H. Chapman, Israel Koren, Zahava Koren, "On-Line Mapping of In-Field Defects in Image Sensor Arrays", IEEE (2000).
2. Masayuki Shimura, "Device for detecting defects in solid-state image sensor", U.S. Patent 6307393 B1 (2001).
3. Tsutomu Takayama, Kazuhito Ohashi, Seiichirou Satomura, Tomoichirou Ohta, Noriyoshi Chizawa, Masafumi Kamei, Takashi Sugiura, "Linear image sensor", U.S. Patent 5956087 (1999).
4. Micron, "1 / 4-Inch 2-Megapixel CMOS Digital Image Sensor Product Brief", (2007).