

---

# EDOF 카메라 모듈의 성능 최적화에 대한 연구

최경훈\* · 김영길\*

\*아주대학교

## A study on the EDOF(Extended depth of field) camera module performance optimization

Kyung-hoon Choi\* · Young-gil Kim\*\*

\*A-jou University

E-mail : ckh309@ajou.ac.kr

### 요 약

Smart phone에 실장되는 카메라 모듈은 Focus 동작에 따라 2가지 타입이 있다. AF(Auto focus) camera module과 FF(Fixed focus) camera module 2가지 타입이다.

AF Camera module은 Lens의 위치를 이동하여 자동으로 초점을 맞추는 방식이며, FF camera module은 Lens의 위치가 고정된 상태로 초점을 맞추는 방식이다.

EDOF camera module은 Lens의 위치가 고정된 상태에서 AF 모듈처럼 EDOF 알고리즘을 사용하여 초점을 맞추는 기술을 적용한 모듈이다. 본 논문에서는 이러한 EDOF camera module의 해상도 최적화를 구현한다.

### ABSTRACT

Smart phone camera module are mounted on the focus are 2 types depending on the behavior. AF (Auto focus) camera module and the FF (Fixed focus) camera module two are different types.

AF camera module to move the location of the lens and is a way to automatically focus, FF camera module lens position of the focus is the way to a fixed state.

EDOF camera module the location of the lens as a frozen state EDOF AF module using the algorithm to focus on applied technology is a module. In this paper, optimization EDOF camera module implementation of the resolution.

### 키워드

EDOF, Extend depth of field, focus, resolution

### 1. 서 론

최근 들어 휴대폰에 카메라 모듈을 장착하는 것은 선택 사항이 아니라 기본 사양화 되고 있다. 카메라 모듈은 2000년부터 휴대폰에 장착되기 시작하여 언제 어디서나 사진을 찍고, 보고, 전송할 수 있다는 장점 때문에 시장이 급성장 하면서 휴대폰 시장을 견인하고 있다. 이에 따른 카메라 모듈 기술도 점차 발전하고 있는 추세이다. VGA(30

만화소)부터 시작하던 카메라 모듈은 점차 발전하여 현재는 WQXGA(500만화소) ~ HXGA(1300만 화소)까지 제작할 수 있게 되었다.

AF기술도 점차 발전하여 Actuator를 사용하여 AF 기능을 구현할 수 있게 되었다. 본 논문에서는 Actuator를 사용하지 않고, Fixed focus 사양의 모듈을 제작하여, AF 기능과 동일하게 초점을 맞출 수 있도록 구현하고자 한다. 이러한 기능을 EDOF(Extended depth of field)의 기능을 적용하

여 본래의 Lens 성능보다 향상된 해상도를 구현하고자 한다.

## II. 본 론

본문에서는 EDOF 카메라 모듈이 AF 카메라 모듈과 차이점은 무엇인지와, EDOF 카메라 모듈의 성능 평가 결과를 다루도록 하겠다.

### 1. AF 카메라 모듈과 EDOF 카메라 모듈의 차이점.

일반적인 Fixed focus 카메라 모듈의 경우 렌즈의 초점심도가 한정되어 있어, 물체의 초점이 맞는 지점이 한정되어 있다. 이것을 렌즈의 심도라 하는데 심도가 작을 수록 초점이 맞는 지점은 적어지게 된다. 이에 대한 단점을 보완하고자 AF 카메라 모듈이 제작되게 되었다.

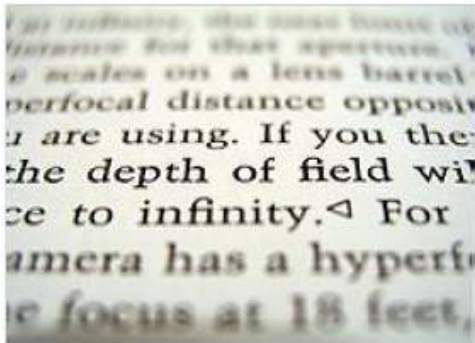


그림1 렌즈 심도 사진.

AF 카메라 모듈은 아래(좌) 그림과 같이 렌즈를 Actuator를 이용하여 Lens 위치를 이동시켜 초점을 맞추는 방식으로 렌즈를 이동시키기 위한 Actuator가 필수적으로 사용된다. 렌즈의 위치를 이동시켜 물체가 어느위치에 있어도 렌즈가 초점이 맞는 위치를 찾아 갈 수 있도록 제작되었다. EDOF 카메라 모듈의 경우 형태는 Fixed focus 카메라 모듈과 동일하나, EDOF 기능을 사용하여 렌즈의 초점 심도를 향상 시킬 수 있다.

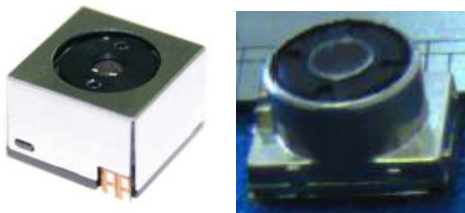


그림2. AF카메라모듈(좌) EDOF카메라모듈(우)

### 2. EDOF 카메라 모듈의 구현

EDOF 카메라 모듈은 카메라 모듈은 이미지를 구현하는 Image sensor, Image sensor의 신호를 전달하는 PCB, 렌즈를 고정시켜주는 Housing,

Image Sensor에 물체의 상을 맺게 하는 렌즈로 구성된다.

EDOF 카메라 모듈은 Image sensor 안에 EDOF function을 삽입하여 Image Sensor가 동작할 때 외부에서 control 가능하도록 구성되었다.

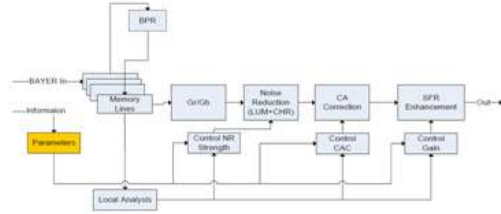


그림3. EDOF Block overview.

그림2와 같이 Image sensor의 bayer data 신호가 들어오면 EDOF parameter를 통해서 Image sensor의 R/G/B Gain을 control 하게 된다. 각 Pixel의 Gain값을 조정하여 Image의 해상력을 조정하게 되는 것이다.

여기서, R/G/B 채널을 각각 조정하는 이유는 각 채널의 해상력이 다르기 때문에 최적의 해상력을 구현할 수 있도록 하기 위해 각각 컨트롤 하게 된다.

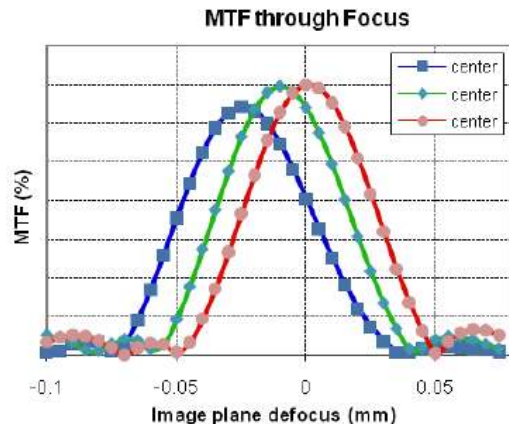


그림4 Image sensor의 각 채널 MTF

### 3. EDOF 카메라 모듈의 성능 검토.

본 논문에서는 AF 카메라 모듈과 동일한 성능을 구현하기 위하여, EDOF 카메라 모듈의 성능 최적화 실험을 해 보았다.

USB2.0 기반의 preview 시스템에서 구동되었으며, EDOF 기능의 Control을 위해서 Image sensor의 레지스터를 이용하였다.

일정한 거리에 물체가 고정된 상태에서 실험하였으며, Real Image를 바탕으로 실험하였다.

평가 기준으로는 QR Code를 이용하여 QR Code 인식 Pass/Fail 검증을 통해 EDOF 성능 최적화 여부를 판단하게 되었다.

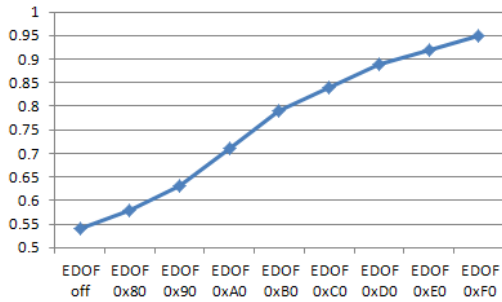
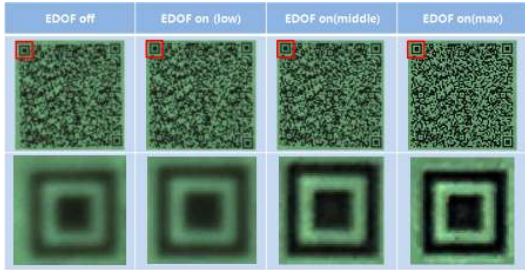


그림5 QR Code real image 와 MTF Data

그림5와 같이 QR Code real image와 MTF 데이터 확인 결과 EDOF Setting에 따라 렌즈의 심도가 넓어짐을 알 수가 있다. EDOF 셋팅을 강하게 하면 할수록 해상력은 점점 좋아짐을 알 수 있었다.

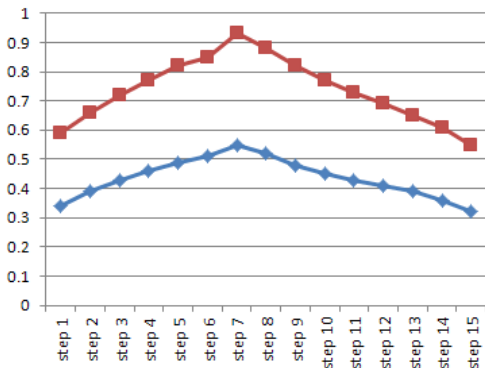


그림6 EDOF on/off 비교 데이터 (0xF0)

추가적으로 EDOF on/off 셋팅을 하여 렌즈의 심도가 어떻게 변화하는지 확인해 보았다. 그림6의 그래프와 같이 렌즈의 Focus 위치를 변화시켜 가면서 EDOF on/off 의 데이터를 확인 결과, EDOF on 상태에서 렌즈의 심도가 넓어짐을 확인 하였다.

### III. 결 론

EDOF 카메라 모듈을 제작하고 검증하였다. 제작된 카메라 모듈은 EDOF 레지스터를 통하여 Real Image의 해상도 최적화를 구현 하였으며,

카메라 모듈의 해상력을 향상 시킬 수 있었다.

EDOF 기능을 통하여 Actuator를 사용하지 않고 AF 기능을 구현할 수 있는 것으로 검증되었다.

### 참고문헌

- [1] Samsung Electronics S5K4E2GX
- [2] 휴대폰 카메라모듈 최신 기술 동향 - 고석범, 한국과학기술 정보연구원
- [3] Christel-Loic Tisse, Hoang Phi Nguyen, Regis Tessieres, Marine Pyanet, Frederic Fuichard "Extended depth-of-field(EDOF) using sharpness transport across colour channels"