

---

# 소형 카메라 모듈의 오토 포커싱 알고리즘에 관한 연구

안중수\* · 김영길\*

\*아주대학교

## A Study of AF Focusing algorithm for camera module

Jong-su An\* · Young-gil kim\*\*

\*Ajou University

E-mail :anjongsu@ajou.ac.kr

### 요 약

Smart phone에 실장되는 소형 카메라 모듈의 경우, 기존 Handset과 대비하여 Non AF 상태에서의 해상도 수준의 향상에 대한 소비자의 요구가 커지고 있으며, 높은 정밀도와 동일한 반복성 및 빠른 Auto focusing speed를 요구 받고 있다. 이에 따라 기존의 Actuator mechanical position에 기반한 algorithm에서 문제가 되었던 preview(non-AF)의 안정적 해상도 보증 문제 및 속도 개선 한계 문제를 본 논문에서 개선된 algorithm으로 제안하게 되었다.

### ABSTRACT

The compact camera assembled into Smart phone is required to have higher resolution level in non AF state than existing handsets, and it is also requested to have higher degree of accuracy, more consistent repetitiveness, and faster auto focusing speed. Algorithm based on a mechanical position of the existing actuator has been discussed. Therefore, in this thesis I suggest an improved algorithm concerning the problem of unstable resolution level in non AF state and auto focusing speed.

### 키워드

Auto Focus , Image sensor , algorithm, Actuator

### 1. 서 론

Customer needs에 따른 Smart phone의 동영상 기능 강화 및 Auto focusing speed 향상의 요구가 커지고 있으며 그에 따라 5mega 및 8mega camera에서 1M HD 및 Full HD 화소 동영상의 기능 구현이 되고 있는 상황이다.

동영상 구현시 문제되는 것은 Back-end 사양 및 카메라 모듈로부터 출력되는 사양에 따라 기능 구현이 판단 되지만, 일단 구현이 가능하다면 동영상 mode에서 해상도는 일반적으로 AF가 동작되지 않는 초기 Non AF 상태의 해상도 수준에 기인하므로 일정 수준 이상의 해상도가 확보되는 것이 요구되어 지고 있다.

그러나 Voice coil actuator의 경우 수평과 수직

자세차에 따라 구동부에 인가되는 중력 Force가 달라지며 일반적으로 대량 생산시 생산성을 고려하여 공정내에서 모듈을 수평 상태에서 lens assy 구동부를 물리적 조정하여 Non AF 해상도 수준을 setting 하게 된다. 그러나 모듈이 phone에 장착후 일반적으로 모듈은 수평 상태에서 동작되게 되며 모듈 개체차 별로 Spring 상수 및 lens 심도와 구동부 무게 factor에서 다소 차이가 발생하게 된다. 그로인해 수직 상태에 비하여 Non af 상태에서 해상도 저하 현상이 발생하며 그 편차 또한 해상도가 열화된 영역에서는 더 심하게 분포하게 된다.

VCM에서 현재 사용하는 알고리즘은 Actuator의 Mechanical position에 기반하여 동작하여 자세차에 따른 보상이 어렵기때문에 Non AF 해상

도 저하 현상이 발생하며 AF speed time 개선에 대한 여지가 적은 상황이다.

본 논문에서는 Non AF에서의 해상도 수준에 대한 적절한 수준을 검토 하였으며 그 Non AF 해상도에 대한 향상된 성능을 확보하고 제품 제작과정에서 자동화 설비 적용이 가능하며 AF 구동 시간이 개선된 algorithm을 제안하였다.

## II. 기존의 자동초점 제어 알고리즘

일반적인 AF 알고리즘은 맨 처음 linear 또는 table search 방법을 사용하여 best focus position 을 찾는다 그리고 나서 2차 search 하여 Detail focus position을 탐색한다.

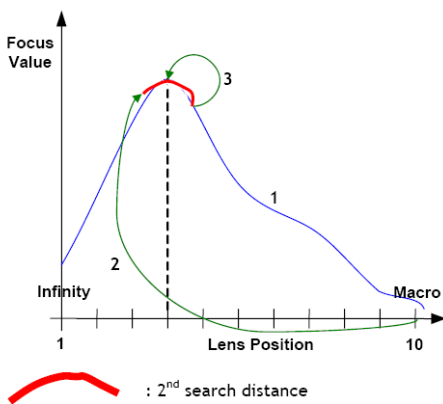


그림1. 기존 자동초점 제어 알고리즘

그림1에서 기존 자동초점 제어 알고리즘의 Searching 방식을 설명하고 있다. 맨처음 1 coarse를 탐색하며 이후 2nd search를 위해 2차 탐색 시작 지점으로 이동시키며, 세 번째 구동부를 2nd searching distance에서의 best focus position으로 이동시킨다.[1] 이때 각 search step 수와 1차 search end 위치, 2차 탐색 시작 위치는 actuator 특성 및 Len 심도 및 설계 특성에 따라 최적화 할수 있다.

일반적으로 카메라 모듈에서 사용되어 지는 10bit resolution을 가진 AF driver IC 는 0-1024 code를 가지는데 VCM의 경우 초기 구동 preload를 자지며 그로인해 Dirvier ic의 선형적 동작을 위해 VCM 특성에따라서 Non AF state에서 20~50 code수준의 전류값을 인가해준다.

그림1의 기존 알고리즘은 Actuator의 기구적인 moving distance와 AF driver ic의 Resolution이 Full matching 된 것으로 Non AF시 초기 preview 해상도 보증을 위해서 구동부를 알고리즘이 기구적 영향없이 동작되나 동영상 해상도를 보증하는 위치에 구동부를 위치하게 해야한다. 이 위치에 구동부를 Setting 하기 위해서는 일반적인 양산 라인에서는 수평 부스에서 작업자가 위치를

조정하는 일련의 작업을 해야 하며 작업자의 주관적 판단 문제 및 수평 수직 위치간 자세차 발생 문제가 발생하게 되어 동영상 해상도에서 전반적 해상도 저하 및 산포 또한 커지게 된다.

## III. 제안된 자동초점 제어 알고리즘

일반적으로 Actuator의 구동거리에 비하여 lens 를 포함한 구동부가 실제 초점을 맞추는데 사용하는 구동거리는 기구적 구동거리의 70~80% 수준이다. 제안된 알고리즘은 전체 기구적 구동거리 보다 작은 구동거리를 사용하는 실제 렌즈가 초점을 맞추는데 사용되는 실 구동거리를 기반으로 하여 구현하였다.

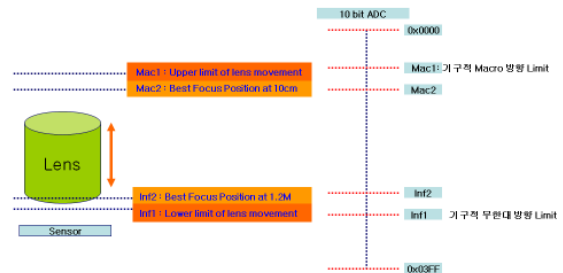


그림2. AF Driver IC와 설정 위치간 Matching

그림2는 제안된 알고리즘에서 추가된 inf2와 mac2 Parameter 부분에 대한것이 포함된 매칭도이다. inf2는 광학적으로 1.2m부터 무한대에서의 best 위치를 나타낸 것이며 mac2는 10cm에서의 best 위치를 나타낸다.

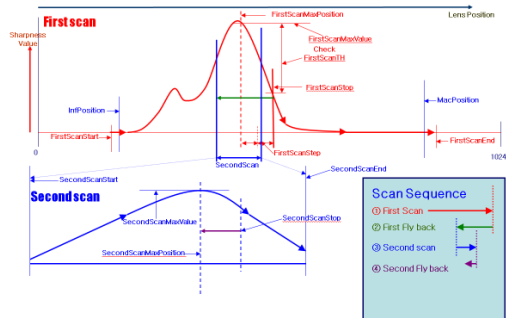


그림3. 제안된 자동초점 제어 알고리즘

그림3은 제안된 알고리즘이며 First scan시 infposition(그림2에서 inf2)와 macposition(그림2에서 mac2) 위치를 기반으로 searching 된다.

2차 searching 후 수직 자세차의 열화현상을 개선키 위해 inf2 plus a Position에 초기 구동시 위치하도록 Setting 하였다. a Value의 경우 Actuator의 특성에 따라 그 값이 결정되게 된다. 이는 광학적 Best Position 에 대한 개체차값을 참조로 하는 알고리즘을 구성함으로써 가능하게

되었다.

inf 및 macposition parmater value는 sensor 와 DSP 조합의 경우에 내부 eeprom에 저장되어 알고리즘 동작의 참조값이 되며 sensor only 형태 인 Soc type의 경우엔 OTP 나 외부 Mem에 저장 하여 참조하는 형태가 된다.

#### IV. 실험 및 결과

제안된 알고리즘을 검증하기 위하여 wire spring 을 적용한 VCM이 적용된 소형 카메라 모듈을 제작하였고 Demo 보드를 사용하여 검증하였다.

객관적 성능의 평가를 위해 해상도 수준 확인 은 Image test program인 Imatest tool 를 사용하였으며 chart는 ISO Standard chart를 사용하였다. 또한 AF speed time의 측정을 위해서 Image signal processor 내부의 timer 를 사용 내부 연산 후 Demo program 프로그램에서 결과값이 나타날 수 있도록 만든 검증용 binary 제작하여 실험 하였다.



그림4. ISO-12233 Standard chart와 SFR region selection position

실험에 사용한 chart는 그림 4와 같이 Iso-12233 standard chart를 사용하였으며 일반적으로 sharpiness를 비교하는데 유용하게 사용하는 MTF50으로 평가 하였다.[2]

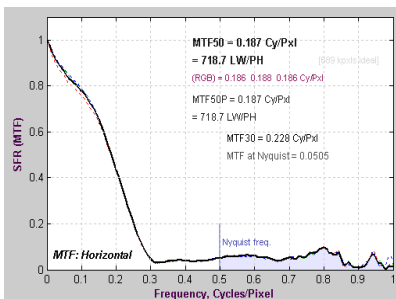


그림5.(a)

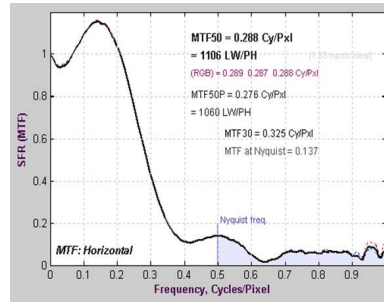


그림5.(b)

그림5. (a)기존 및 (b)제안된 알고리즘에서의 Non-AF시 MTF50에 대한 Graph.

결과는 그림5.(a)기존의 경우 MTF50이 718.LW/PH로 측정되었으며 (b)의 경우 1106LW/PH로 측정되었다. 결과적으로 Non-AF 시 sharpiness 수준은 개체차 별로 편차는 있을수 있으나 전반적으로 동영상시 문제 되지 않는 수준인 800LW/PH 수준이상으로 올라가게 되어 Non-AF의 Sharpness가 기존대비해서 개선됨을 확인하였다.

또한 AF speed time 에 대한 검증용 test binary를 제작하기위해 softune compiler을 사용 하였으며 Demo board을 동작 시키기 위해서 Teraterm terminal emulator을 사용하였다.[3]

#### AF Speed time 비교

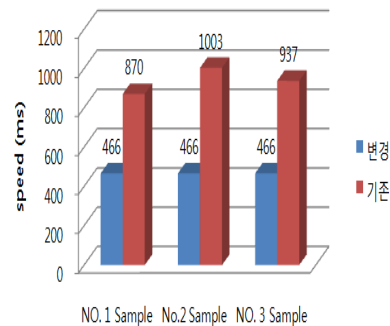


그림6.기존 및 제안된 알고리즘간 AF speed time 비교

그림6의 결과에 따르면 기존에 비해 제안된 알고리즘이 모듈별 산포는 있지만 AF speed time 면에서 50% 가까운 향상을 가져옴을 알수 있다.

이러한 결과는 기존에 비해서 광학적으로 실제 필요한 구동 거리만 최대한 효율적으로 사용함에 기인한다고 볼수 있다.

#### V. 결 론

스마트 폰에서의 멀티미디어 기능 강화에 따라 카메라의 동영상 기능 및 Auto focus speed 개선 에 대한 개선의 요구가 커지고 있으며 기존의 알

고리즘으로는 Non-AF 상태에서 자세차에 따른 해상도 저하 및 편차가 발생되고 있으며 양산시 자동화 적용의 어려움 및 속도 개선의 물리적 한계가 있었으나 제안된 알고리즘 적용으로 이러한 문제를 해결할수 있었으며 새로운 개념의 AF 알고리즘 Platform을 제시하였다.

향후엔 이 AF 알고리즘의 미세 최적화에 관한 연구가 필요하며 그 방향으로는 각 Searching 별 step수 최적화 및 기구적 구동부 무게및 액추에이터 특성에 따른 offset value setting 관련 연구 및 렌즈 심도가 구동 Step에 미치는 영향등에 대한 연구 및 고찰이 필요할 것이다.

### 참고문헌

- [1] Datasheet "4CAGX AF Solution User's Guide", Samsung Electronics Co. Ltd. 2005.
- [2] 김갑용외, "이동단말기 카메라 자동 초점 조절 방식에 관한 연구" 2005년도 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회 9, pp29-30, Nov 2005.
- [3] Datasheet "M-5MO(MB91XXX) Application Note ", Fujitsu Limited, 2007