

# 개선된 디지털 카메라용 자동노출 시스템의 구현

## A Design of Improved Auto Exposure System for Digital Still Camera

이상용\* 조선희\*\* 박종국\*\*\*  
(Lee, Sangyong, Cho, Sunho, Park, Chongkug)

**Abstract** - In this paper, an improved AE (auto exposure) system for digital still camera is proposed. The AE system is the most important part in camera to get high quality picture image. However, there is no remarkable progress in this field until this time in spite of its importance. In recent, some researchers try to develop an AE system with signal processing technique. But it has some problems in exposure time and sometimes generates oscillation in brightness. Therefore, we develop a new system using a control technology to remove such phenomena. This new system shows about 30% improved performance than conventional one.

**Key Words** : AE, Digital Camera, CCD, ISP

### 1. 서론

최근 디지털 카메라의 사용이 일반화 되어서 전용의 디지털 카메라는 물론이고 핸드폰과 MP3 플레이어에서도 디지털 카메라의 기능을 내장하고 있다. 또한 많은 디지털 카메라들이 CMOS 카메라 모듈을 사용하고 있지만 이러한 CMOS 카메라 모듈을 이미지 센서 자체가 노이즈성분을 가지고 있고, 또한 저 조도에서의 이미지는 성능에 상당한 취약점을 가지고 있다. 하지만 본 논문에서 언급하고자 하는 CCD 이미지 센서는 CMOS 센서와 화질을 비교하였을 때 우수한 품질의 이미지를 획득할 수 있었다. 그러나 이러한 우수한 CCD 이미지 센서라 할지라도 AE (Auto Exposure), AWB (Auto White Balance), AF (Auto Focus) 에 따라서 획득하는 영상의 품질을 결정짓게 되어 시스템의 성능을 결정하는 기준이 된다. 본 논문에서는 이러한 기능들 중에 AE 시스템에 대해서 기존의 CCD 모듈보다 더 나은 성과를 보여줄 수 있는 구현방법을 제시하고 기존의 연구와의 성능비교를 통하여 우수성을 제시하고자 한다.

### 2. CCD 모듈 시스템의 구성

그림 1은 제안한 카메라 시스템의 블록 다이어그램이다. 영상은 렌즈를 통하여 CCD 이미지 센서에 촬영되고, 촬영된 영상은 아날로그 값으로 바뀌어 AFE (Analog Front End) 로 들어가고 AFE에서는 ADC (Analog to Digital Converter) 를 통하여 10Bit의 디지털 데이터 값으로 바뀌어 ISP (Image Signal Processor) 로 들어간다.

ISP에서는 들어온 데이터를 JPEG, MPEG 등의 영상 포맷으로 바꿔 출력한다. 또한 제어기를 통하여 AFE 를 위한 렌즈용 모터 제

어를 수행한다[1][2][3][4].

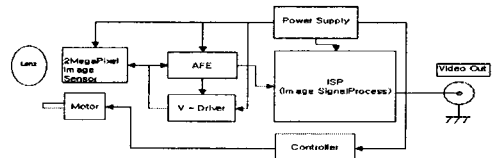


그림 1. CCD 모듈 시스템 구조도

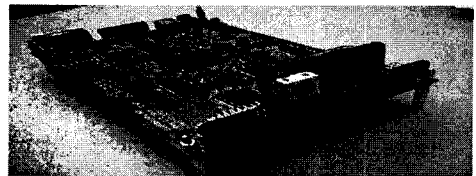


그림 2. 제작된 CCD 모듈시스템

### 3. 자동노출 시스템

AE는 영상출력이 항상 일정한 밝기를 유지하기 위한 제어 시스템이다. 하지만 기존의 연구에서는 제어의 개념에서의 접근이 이루어지지 않았다[2][5]. AE를 하기 위한 각각의 매개변수에 대한 연구가 있었지만 전체 시스템에서의 영향과 흐름에 대한 연구는 없었다. 따라서 본 논문에서는 AE를 하나의 제어기로 인식하고 각각의 매개변수를 묶어 하나의 시스템으로 구성하여 그림3과 같은 제어 블록도를 제안한다.

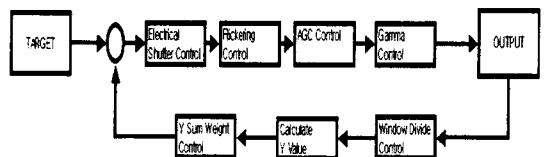


그림 3. AE Control 블록도

매개변수의 구현에 있어서도 일부 기존의 연구가 있었으나

#### 저자 소개

- \*경희대학교 전자공학과 碩士課程
- \*\*경희대학교 전자공학과 博士課程
- \*\*\*경희대학교 전자공학과 正教授 · 工博

본 논문에서는 기존의 연구에 대한 개선점을 제시한다.

### 3.1 타겟 설정(Target Setting)

기존의 연구에서는 18% Gray Chart를 이용하여 CCD센서 출력전압을 포화 전압의 절반이 되는 지점이 Target이 되도록 하였다. 제어 영역 면에서는 1개의 제어영역만을 설정하여 그 범위를 벗어날 경우 제어가 시작 되도록 하였다[5]. 하지만 이와 같이 적용하였을 때 밝기가 한쪽으로 치우치는 현상이 발견되었다. 또한 Target이 하나의 포인트이므로 제어가 완료되지 못하고 계속 발전하는 현상이 생겼다[6].

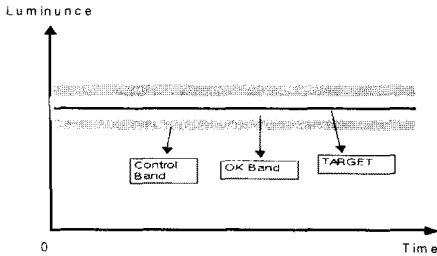


그림 4. AE Target 제어영역

본 논문에서는 감마차트(Gamma Chart)를 이용하여 Chart의 전 범위를 표현할 수 있도록 Target을 설정했다. 또한 이와 같이 설정한 Target을 이용하여 두 개의 제어영역을 구성하였는데 첫 번째로 오케이밴드(OK Band)를 정의하여 현재 밝기가 이 범위내로 들어올 때 AE가 완료됨으로 하였고 두 번째로 제어밴드(Control Band)를 정의하여 이 범위를 벗어날 때 AE가 동작 개시되도록 하였다. 이로써 제어의 안정도가 크게 향상이 되었다. 구성도는 그림 4와 같다.

### 3.2 전자셔터 (Electrical Shutter)와 아날로그게인 (Analog Gain Control)

피드백 받은 밝기 값을 Target의 값과 비교하여 Control Band를 벗어났을 때 AE 동작을 시작하는데 있어서의 실제 제어하는 매개변수이다. 전자셔터는 각 프레임별 광량을 설정해주는 부분이고 아날로그 게인 콘트롤(AGC)는 이렇게 해서 받아들인 이미지센서의 아날로그 출력 값을 증폭시켜주는 제어 매개변수이다. 현재 밝기와 Target 값의 차이가 클수록 제어 폭을 크게 해주는데 이는 실험에 의한 경험치를 반영한다.

### 3.3 플리커링 제어 (Flickering Control)

각 국가별로 전원사양이 50hz, 60hz등으로 다르다. 이와 같은 이유로 CCD이미지센서에 공급되는 클럭에 의한 초당 프레임수 (Framerate per Second)와 광원의 주파수가 맞지 않아서 발생하는 화면의 깜빡거리는 증상이 발생하는 이를 Flickering 현상이라고 한다.

기존의 연구에서는 이러한 Flickering을 제거하기 위하여 제어영역을 적용하였다[5]. 하지만 Flickering이란 광원의 고유 주파수에 의한 성질이므로 단순히 제어영역을 적용해서 해결되지 않았다. 따라서 본 논문에서는 전자셔터의 값을 광원의 주파수와 동기화 시키는 방법으로 해결하였다.

### 3.4 감마보정 (Gamma Correction)

기존의 연구에서 감마보정은 디스플레이 출력장치가 원래의 밝기를 보여주지 못하고 일정부분 어두워 보인다. 따라서 이를 실제 밝기와 같이 보여주기 위하여 보정해주는데 이것을 감마 보정 이라고 한다[7]. CCD 이미지 센서는 보통은 사진을 인화하기 위한 목적으로 사용하기 때문에 디스플레이 출력장치를 보정하기위하여 감마 보정을 할 필요가 없다. 본 논문에서 CCD 이미지센서는 인간의 눈으로 인식할 수 있는 영역을 충분히 표현하는데 있어서 감마제어가 유용하다는 점에 착안하여 다이내믹 레인지(Dynamic Range)를 확보하기 위한 일환으로 사용하였다.

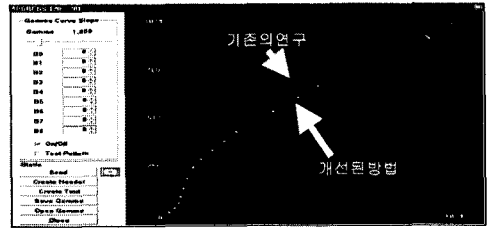
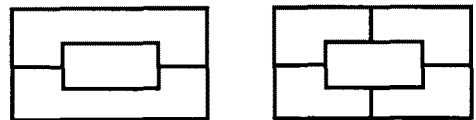


그림 5. 실제 Gamma 적용 그래프

그림 5와같이 ISP측에 감마 곡선을 실시간으로 입력할 수 있는 프로그램을 만들어서 적용하였다. 그림 5에 나오는 그래프가 본 논문에서 실제 적용한 그래프이다. 전체 범위 중 0.5%까지는 값을 0을 주어 암 전류 노이즈(Black Current Noise)를 차단하였고 2%까지는 기울기 1을 주어서 블랙레벨노이즈(Black Level Noise)를 줄이도록 했다. 그리고 10%까지는 기울기를 4를 주었다. 10%까지 기울기를 높인 이유는 어두운 부분에서의 밝기를 증폭시켜서 최대한의 Dynamic Range를 확보하기 위함이다.

### 3.5 창 분할제어 (Window Divide Control)

기존의 연구에서는 그림 6과 같이 이미지 영역을 3개 혹은 5개로만 나누었다[5]. 이러한 방식으로는 다양한 환경에서의 제어가 가능하지 않다.



(a) 3분할

(b) 5분할

그림 6. 기존의 연구에 의한 이미지분할

본 논문에서는 보다 다양한 환경에서의 AE를 위하여 보다 많은 개수의 이미지 분할이필요함에 따라 그림 7과 같이 이미지를 16개로 나누어 처리하는 것을 제안하고자 한다.

### 3.6 밝기 가중치 제어 (Y Sum weight Control)

16개의 이미지 분할영역 으로부터 받아들인 밝기값을 서로 다른 상황에서도 정확하게 동작하도록 하기 위하여 각 이미지 분할영역별로 가중치를 다르게 두었다. 그림 8은 그림 7에서 이미지 절단면의 가중치 적용도이다. 이것은 중앙에 가장 큰 가중치를 적용하여 인물촬영에 적합한 가중치 적용도이다.



그림 7. 16분할 이미지

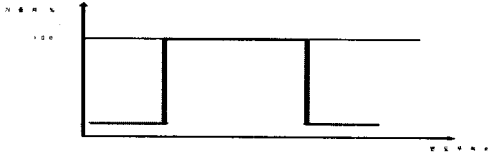


그림 8. Window별 가중치 적용그래프

#### 4. 기존시스템과의 비교

##### 4.1 개요

본 논문에서 제안한 시스템을 구성하여 동작을 한 결과를 기존의 연구와 다양한 환경 하에서 비교해 보았다.

- 결과 확인 프로그램 : IMATEST
- 비교차트 : GretagMacbeth ColorChecker Color Rendition Chart
- 비교항목 : AE 동작시간 최소/최대시간  
감마차트를 이용한 밝기 표현능력

##### 4.2 동작시간 비교

아래의 표1과 같이 비교 대상 CCD모듈과 동작시간을 비교해 보았다.

표 1. 동작시간 비교(단위:sec)

	제안된 시스템	기존의 연구
최소동작시간	0.1	0.5
최대동작시간	1.2	2.5

##### 4.3 감마차트를 이용한 밝기 표현능력 비교

아래의 그림 9, 그림 10과 같이 감마차트를 이용한 밝기 표현능력을 비교해 보았다.

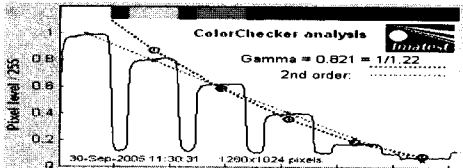


그림 9. 제안된 시스템의 감마 그래프

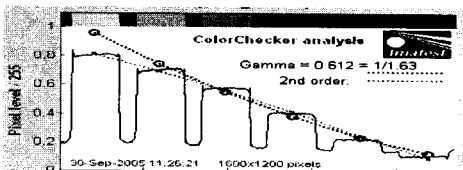


그림 10. 기존의 방법에 의한 감마 그래프

## 5. 결론

기존연구와 비교하였을 때 AE 동작 속도면에서는 최대 80%에서 최소 48%의 개선이 있었다. 또한 밝기의 표현 능력 면에서는 25%의 개선이 있었다. 물론 보다 다양한 환경 하에서 검증은 해보지 않은 이상 이와 같은 자료가 절대적인 평가기준이 될 수는 없다. 그렇다고 하더라도 일반적인 상황 하에서 뚜렷한 개선효과가 나타난다.

본 논문에서는 CCD카메라시스템의 대표적인 기능인 AE 기능에 대해서 기존의 연구에 다루어진 혹은 다루어지지 않은 부분에 대해서 실제 시스템을 구현하여 그 개선점 및 설계를 제안하였다. AE기능은 위와 같이 한 두개의 매개변수가 아닌 모든 매개변수의 제어가 유기적 혹은 독립적으로 구동되면서 동작된다. 위의 기능 중 단 한 가지라도 올바르게 동작되지 않는다면 원하는 품질의 이미지를 얻을 수 없다.

AE 동작은 그 제어 방법에 따라 영상의 노이즈와 Dynamic Range의 성능향상에 있어서도 어느 정도 개선점이 있다. 현재 설계된 시스템 및 방식은 실험실 내에서 이루어졌으므로 다양한 환경에서의 동작은 검증되지 않았다. 다양한 환경을 만족할 수 있는 제어 방법에 대한 방법이 향후 연구과제로 남아있다.

## 참 고 문 헌

- [1]Sangsik Park, Hyung Soo Uh,"CCD Image Sensor with Variable Reset Operation",Journal of Semiconductor technology and science, Vol 3, NO.2, P83-88, June 2003
- [2]유상근,장현석,이홍규,최순달,"우리별 3호 탑재 고해상도 CCD 카메라시스템 개발",Journal of the Korean Society of Remote Sensing Vol.12,No2, P97-110,1996
- [3]Jun-Suk Lee, Kang\_Sun Choi, Sung-Jea Ko,"Effective Autofocusing Technique for Video Camera",대한전자공학회, P617-620,1999
- [4]S.W.Lee, D.S.Lee, H.J.Park,H.K.Moon, Y.S.Kim,"Focal Length Measurement System for Camera Lenz using the MTF",한국정밀공학회,P264-270,1996
- [5]Byung-Soo Kim, Jun-Sok Lee, You-Young Jung, Sung-Jea Ko, "Design and Implementation of Auto-Focusing, Auto-Exposure and Auto-White balance Video Camera System",대한전자공학회, p17-20,2001
- [6] 오성권, "퍼지모델 및 제어이론과 프로그램",도서출판技多利,1999
- [7]진필훈,노을,이성원,심현준,"Color Management System 연구"한국사진학회지,P1-25,2002