
모바일 폰 카메라에 적용하기 위한 자동노출 알고리즘 개발 및 하드웨어 설계

김경린* · 하주영** · 강봉순***

Auto Exposure Algorithm And Hardware Implementation for application of
Mobile Phone Camera

Kyung-rin Kim* · Joo-young Ha** · Bong-soon Kang***

이 논문은 2007학년도 동아대학교 학술연구비(공모과제)에 의하여 연구되었음

요 약

본 논문은 모바일 폰 카메라의 적용을 위한 자동노출(AE, Auto Exposure)기능의 알고리즘 및 하드웨어 설계에 관한 것이다. 자동노출기능은 카메라로 촬영하기 위한 피사체의 밝기를 적절하게 하기 위해 자동으로 노출을 조정해 주는 기능이며 기존의 자동노출 기능은 마이크로 컨트롤러(MCU)에 의해 수행됨으로써 고비용과 느린동작속도 등의 문제점이 있었다. 본 논문에서는 마이크로 컨트롤러를 사용하지 않고 하드웨어로 구현 가능한 자동노출 기능의 알고리즘을 개발함으로써 시스템의 제작비용 및 동작 속도 등 기존 시스템에 대한 단점을 개선할 수 있도록 하였다. 하드웨어 자원사용의 효율성을 고려하여 알고리즘을 제안하였으며 제안된 알고리즘의 하드웨어 설계와 설계된 시스템을 실제 모바일 폰 카메라 센서에 적용하여 테스트함으로써 개발된 자동노출 기능을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed auto exposure(AE) algorithm and hardware implementation for apply to mobile phone camera. AE is a function that control camera exposure automatically for appropriate to object. Existing AE is using micro controller unit and there are some problems about high expense and slow processing speed. For improve these problems, we proposed AE algorithm for hardware implementation without micro controller unit therefor we can expect improvement about the content of a production and operation speed. We proposed the algorithm that is considered efficiency of hardware resource and the results of hardware implementation of proposed AE algorithm apply to mobile phone camera sensor, we verified proposed AE function.

키워드

자동 노출, 모바일 폰 카메라, 하드웨어 설계

* 동아대학교 전자공학과 석사과정
** 삼성전기 중앙연구소 책임연구원
*** 교신저자 : 동아대학교 전자공학과 부교수

I. 서 론

최근 모바일 폰 카메라는 과거의 기본적인 영상촬영만을 위한 기능에 더하여 더욱 우수한 촬영 영상을 얻기 위해 다양한 기능들이 추가되고 있다. 특히 휘도 조정을 위한 자동노출, 영상의 색도 조정을 위한 자동백색보정, 영상의 선명도 향상을 위한 자동초점 등의 기능들이 대표적이라 할 수 있다. 본 논문은 이들 기능 중 자동노출 기능의 알고리즘 개발과 하드웨어 설계에 관한 것이다 [1]. 자동노출 기능은 영상 촬영 시 카메라에 입력되는 피사체의 밝기 정보를 판단하여 다양한 밝기의 촬영 환경에서도 적절한 밝기로 촬영될 수 있도록 자동으로 카메라의 노출을 제어해주는 기능이다. 기존의 모바일 폰 카메라의 자동노출 기능은 마이크로 컨트롤러를 이용해서 수행되고 있다. 하지만 마이크로 컨트롤러를 사용함으로써 고비용과 느린동작속도에 대한 단점들이 있었다[2]. 이런 단점을 개선하기 위해 본 논문에서는 마이크로 컨트롤러를 사용하지 않는 자동노출기능의 알고리즘 개발과 이를 하드웨어로 설계함으로써 병렬처리가 가능해지고 하드웨어 설계에 의한 비용 절감을 기대할 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 개발된 알고리즘의 효율적인 하드웨어 설계를 위해서 밝기 정보 처리의 비트 절감을 위한 **index** 개념 적용과 입력 이미지의 평균 밝기계산과정에서의 레지스터 비트절감방법 그리고 카메라의 조리개 및 셔터의 아날로그 특성을 고려하여 생성된 제어신호 적용 시 안정적으로 적용하기 위한 방법을 제안하였다.

II. 자동 노출 기능을 위해 제안된 알고리즘

1. 기본 알고리즘

자동 노출 기능은 영상 촬영 시 적절한 밝기로 촬영될 수 있도록 하는 것이므로 영상의 휘도성분만을 이용한다. 즉, 입력 영상의 **RGB** 정보를 **YCbCr** 좌표계로 변환하여 휘도 성분인 **Y** 정보만을 이용해서 조리개의 노출값을 조정할 수 있도록 한다[3].

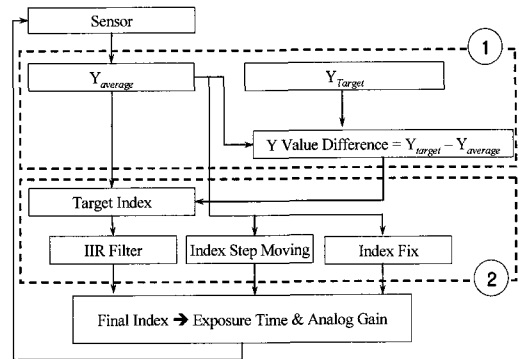


그림 1. 자동노출 제어 시스템의 순서도
Fig. 1 The follow chart of auto exposure

그림 1은 본 논문에서 제안된 기본 알고리즘의 순서도를 나타내고 있다. 그림 1의 ①에서와 같이 카메라 센서로부터 입력되는 영상의 평균 휘도와 적절한 휘도로 판단된 목표 휘도와의 비교를 통해서 입력 휘도와 목표 휘도와의 차이를 계산한다. 휘도의 차이가 판단되면 그림 1의 ②에서와 같이 계산된 휘도의 차이를 이용해서 입력 휘도가 목표 휘도에 접근할 수 있도록 카메라의 노출을 조정할 수 있는 이득(**gain**)을 생성하고 생성된 이득(**gain**)을 조리개의 노출 조정에 적용함으로써 카메라의 노출이 조정되고 적절한 휘도를 갖는 출력 이미지를 얻을 수 있다. 그러므로 전체 알고리즘은 입력 이미지의 평균휘도계산부와 계산된 평균휘도를 이용한 목표 휘도를 위한 이득생성 및 적용으로 나눌 수 있다. 입력 이미지의 평균 휘도 계산은 다시 픽셀 샘플링과 영상 분할 영역으로 나누어진다. 입력 이미지의 전체 픽셀을 모두 고려해서 휘도의 평균값을 구하는 것이 아니라 일정한 간격으로 샘플링된 픽셀들을 이용해서 평균 휘도를 계산하도록 하여 하드웨어로의 구현 시 효율성을 높일 수 있도록 하였고 영상의 외각 영역의 피사체로 인한 영향을 줄일 수 있는 영상 분할 방법 등을 적용하였다. 이득(**gain**)생성 부분 역시 디지털 시스템에서 아날로그 시스템을 안정적으로 제어하기 위하여 **IIR** 필터의 시정수 특성을 이용하였고 **index step moving** 방법을 이용하여 더욱 안정성을 높일 수 있도록 하였다[4][5].

2. 입력 이미지 평균 휘도 연산

2.1. 평균 휘도 계산을 위한 Pixel Sampling

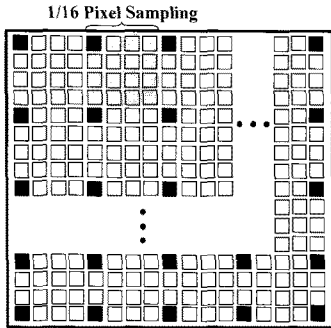


그림 2. Frame Luminance 평균을 위한 Sampling 방법
Fig. 2. The sampling methods for frame luminance average

그림 2는 평균휘도계산을 위한 픽셀 샘플링 과정을 나타낸다. 이미지의 평균 휘도를 구하기 위해서는 전체 픽셀의 각각에 해당 픽셀의 휘도 값을 모두 더한 값에 해당 픽셀의 수를 나누어서 평균 휘도를 계산한다. 하지만 상기의 경우에는 본 시스템의 하드웨어 구현 시 처리하는 데이터의 양이 너무 방대해서 하드웨어 자원 사용에 많은 부담이 될 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 영상의 평균 휘도를 계산함에 있어서 하드웨어 자원의 효율성을 높일 수 있는 픽셀 샘플링 방법을 적용하였다[4][5].

표 1. 전체 픽셀과 샘플링된 픽셀의 평균휘도 비교
Table 1. The comparison of average luminance consider whole pixels and sampling pixels

640 x 457 Test 이미지		
	전체 픽셀	샘플링된 픽셀
Luminance 합	27492977	1730259
레지스터 크기	25bit	21 bit
평균 휘도	94.00	94.04

표 1은 전체 픽셀을 고려했을 경우와 본 논문에서 제안한 샘플링된 픽셀을 고려했을 경우의 평균 휘도의 차와 레지스터 크기의 차를 나타내고 있다. 본 논문에서 제안한 수평/수직 방향의 4 픽셀씩, 총 1/16 샘플링은 표 1에서 알 수 있듯이 전체 픽셀을 고려했을 경우와 평균휘도의 값은 큰 차이가 없지만 하드웨어 설계 시 적은 비트 레지스터를 사용할 수 있는 장점이 있다. 1/16 샘플링보다 큰 샘플링 간격은 레지스터의 비트수는 더욱 작아지겠지만 평균휘도 계산을 위해 고려되는 픽셀의 수가 지나치게 줄어들어서 전체 픽셀을 고려했을 경우의 평균 휘도와의 오차가 커지는 단점이 있으며 하드웨어로의 설계 시 수평/수직 방향으로 4 단계로 고려하는 것이 가장 판단조건을 간단하게 설계할 수 있는 장점이 있다.

2.2. Image 평균을 구하기 위한 영역 분할

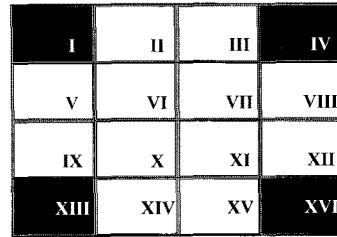


그림 3. 휘도 계산을 위한 고려 영역 설정[5]
Fig. 3. Division region for image average luminance[5]

그림 3은 본 알고리즘에서 제안하는 이미지 평균휘도 계산을 위한 고려 영역 설정을 나타내고 있다. 일반적으로 영상을 촬영할 경우에는 피사체를 화면의 가운데에 위치시키고 영상을 촬영한다. 하지만 영상의 외각 영역의 피사체가 전체 휘도의 평균값에 많은 영향을 미칠 수 있는 지나치게 밝거나 어두운 피사체인 경우에는 이 피사체로 인하여 전체 영상의 평균 휘도가 왜곡되는 문제점이 발생한다. 예를 들어, 지나치게 어두운 피사체가 외각영역에 존재할 경우 이 피사체로 인하여 전체 휘도가 낮아지게 되고 결과적으로 정상적인 휘도 보다 높은 휘도로 출력되게 되는 문제점이 있다. 본 영상에는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 그림 3에서와 같이 화면을 16 등분해서 각각의 모서리 영역은 제외하고 나머지 영역을 이용해서 평균 휘도를 계산할 수 있도록 하였다. 영상의 외각영역을 모두 제외하고 가운데 4개의 영역만 고려해서 휘도를 계산한다면 외각영역에 있는 피사체의 영

량은 상당량 줄일 수 있지만 평균 휘도 계산을 위한 데이터가 너무 적어서 안정적인 평균 휘도를 계산 할 수가 없다. 따라서 그림 3과 같이 모서리 영역을 제외하고 나머지 12개의 영역으로 평균 휘도를 계산한다면 외각영역에 대한 피사체의 영향도 줄여줄 수 있고 평균 휘도에 대한 안정성도 높일 수 있다[4][5].

3. 안정적인 휘도 변화를 위한 곡선 적용

휘도 값의 변화가 발생할 경우 변화의 폭을 줄여줌으로써 휘도 변화에 따른 민감도를 줄여주고 결과적으로 전체 알고리즘의 안정도를 높이도록 하였다. 즉, 현재의 휘도와 자동 노출이 수행된 이후의 휘도의 큰 차이가 있을 경우 사용자가 느끼기에 급격한 휘도의 변화로 인하여 불안한 동작 결과를 나타낼 수 있다. 따라서 각 프레임간의 휘도 변화를 줄여줄 수 있는 곡선을 적용함으로써 보다 안정적으로 자동 노출 기능이 동작될 수 있도록 제한하였다.

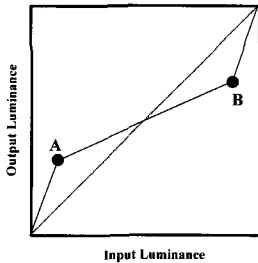


그림 4. 안정도 향상을 위한 곡선
Fig. 4. The curve for increase stability

그림 4와 같은 곡선을 휘도 레벨에 적용을 함으로써 입력 휘도에 대한 출력 휘도의 변화폭을 줄일 수 있도록 하였다. 그림 4에서의 A, B 점은 조절 가능하도록 하여서 다양한 카메라 센서의 특성에 대해서 개발자의 실험을 통해 적절한 값을 얻을 수 있도록 하였다[4].

4. 조리개 및 셔터 속도 제어를 위한 이득 생성

이미지의 휘도 평균이 연산되면 적절한 휘도라고 판단된 목표 휘도와와의 비교를 통해서 카메라의 노출조정을 위한 이득(gain)이 생성된다. 생성된 이득(gain)이 노출조정에 적용됨에 따라서 카메라의 처리영상에 대한 휘도가 목표 휘도에 맞춰지게 되고 결과적으로 더욱 개선된 영상의 촬영이 이루어지게 된다. 하지만 이득(gain)

을 적용할 때 카메라의 조리개와 셔터의 아날로그적 특성을 고려하지 않고 생성된 이득(gain)을 바로 적용한다면 상기 동작의 안정성을 위한 기능들이 추가되었음에도 불구하고 조리개의 아날로그적인 특성에 의해서 화면의 밝기가 급격히 변화하는 문제점이 발생할 것이라 예상된다. 따라서 본 논문에서는 자동 노출을 위한 이득(gain)이 여러 프레임에 거쳐 단계적으로 적용되어 시스템의 안정성을 높일 수 있도록 제한하였다[4][5].

4.1. IIR 필터 적용

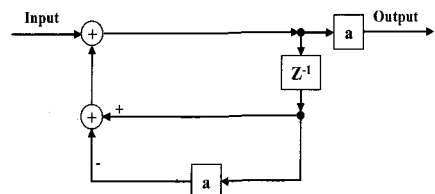


그림 5. IIR 필터의 구조
Fig. 5. The structure of IIR filter

그림 5는 본 논문에서 자동 노출을 위해 생성된 이득(gain)의 안정적인 적용을 위해 적용된 IIR 필터의 구조를 나타내고 있다. 1차 IIR 필터를 적용하였고 그림에서 a는 0 ~ 1사이의 값을 가지는 IIR 필터의 계수를 나타낸다. 이때 계수가 '0'에 가까울수록 목표 값에 느리게 수렴하는 특성을 갖고 '1'에 가까울수록 목표 값에 빠르게 접근하는 특성이 있다. 본 논문에서는 8bit를 기준으로 하여 0부터 1까지 총 8개의 계수를 설정하여 적용하였다.

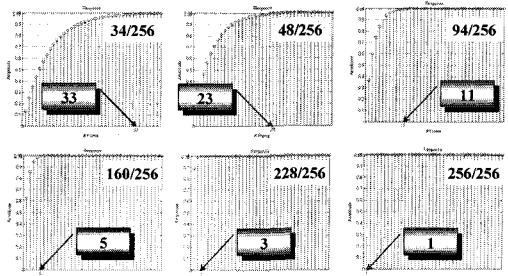


그림 6. IIR 필터의 시상수
Fig. 6. Time constant of IIR filter

그림 6은 IIR 필터의 각 계수에 따른 시상수를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 계수 값이 '0'에 가까운

경우와 '1'에 가까운 경우를 비교했을 때 각각의 경우에 따라서 출력에 미치는 영향이 달라지고 결과적으로 목표 휘도로 수렴하기까지의 프레임이 차이가 발생한다. 본 논문에서는 수렴 속도가 다른 7개의 계수와 bypass 즉, 1 프레임 후에 바로 99%에 도달하는 계수를 적용하였다. 본 논문에서 제안된 IIR 필터의 8개의 계수들은 기존의 최적화된 IIR 필터 계수를 계산할 수 있는 다양한 알고리즘이 존재하지만 본 논문에서는 목표 휘도에 접근하는 접근 속도를 제어하기 위한 기능으로 IIR 필터를 사용하기 때문에 굳이 시스템의 부담을 가중시키면서 최적화된 계수를 찾기 보다는 임의의 8개의 계수를 설정하여 영상 센서의 특성에 따라 적절한 계수를 적용할 수 있도록 하였다. 또한 IIR 필터는 주파수의 특성에 따라서 일정하지 않는 group delay를 가진다는 특성이 있다. 이러한 이유로 하드웨어 구조에서는 적용되는 경우가 드물다. 하지만 본 논문에서 제안하는 자동노출 알고리즘에 IIR 필터를 사용하는 이유는 IIR 필터를 이용해서 주파수적인 필터링을 기대하는 것이 아니라 자동 노출을 위한 이득(gain)이 안정적으로 적용될 수 있도록 하기 위한 시간적인 특성만을 사용하기 때문에 하드웨어 구조임에도 불구하고 IIR 필터를 적용할 수 있다. 즉, 입력된 지수에는 주파수적 특성이 존재하지 않는 신호이고 시간적인 측면에서는 목표치로 수렴하기 위해 일정한 지연속도를 갖는 출력이 보장되기 때문에 하드웨어로 설계에는 아무런 문제가 없다[4][5].

4.2. Index Step Moving

카메라의 노출을 조절하기 위한 이득(gain)의 안정적인 적용을 위해서 IIR 필터를 이용해서 단계적으로 적용할 수 있도록 하였지만 IIR 필터 역시 사용하는 계수에 따라서 목표에 접근하기까지의 일정한 지연속도를 갖는 특성이 있어서 지연속도가 갖는 값의 범위로 인해 목표 휘도에 수렴하지 못하고 목표 휘도의 주변에만 맴도는 경우가 발생해서 결과적으로 화면이 깜빡깜빡 거리는 문제점이 발생할 수 있다. 이런 문제점의 해결을 위해서 IIR 필터에 의해서 목표 휘도의 근처 일정 범위 내에 휘도가 접근하게 되면 더 이상 IIR 필터에 의한 접근이 아니라 IIR 필터의 지연속도의 범위보다 적은 값을 가지는 index step moving 방법을 적용하여 세밀한 접근 속도를 통해서 목표 휘도에 접근할 수 있도록 제안하였다.



그림 7. Index Step Moving의 적용
Fig. 7. Apply Index Step Moving

그림 7은 목표 휘도로 접근하기까지의 IIR 필터와 Index step moving의 적용 방법을 나타낸다. IIR 필터를 사용하는 구간은 목표 휘도와 차이가 큰 경우에 그 차이를 줄여주기 위한 방법으로 사용되며 목표 휘도에 일정 수준 가까워졌을 경우에는 더 이상 IIR 필터로 접근하지 않고 index step moving으로 좀더 조밀하게 접근할 수 있도록 하여 시스템의 안정성을 높일 수 있도록 하였다 [4][5].

III. 자동 노출 기능의 Hardware 설계

1. 입력 이미지 평균 휘도 계산

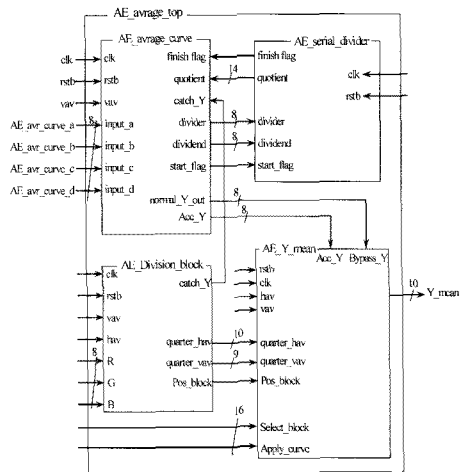


그림 8. 평균 휘도 연산을 위한 블럭도
Fig. 8. Block diagram of average luminance operation

그림 8은 전체 자동노출 알고리즘 중 입력 이미지의 평균 휘도를 연산하는 부분의 블럭도를 나타내고 있다. 총 4개의 하위 블럭으로 이루어져 있으며, 각각은 픽셀 샘플링과 영역분할, 평균휘도연산과 직렬 나눗셈 부분으로 구성되어 있다. 특히 나눗셈 연산은 독립적인 하나

의 직렬 나눗셈기를 매 나눗셈마다 공유해서 사용하도록 함으로써 하드웨어 자원의 효율성을 높일 수 있도록 하였다.

2. Target Y를 위한 gain 생성

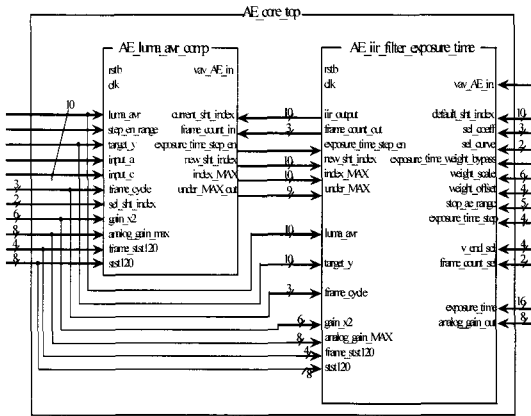


그림 9. 노출 조정 신호를 위한 블럭도
Fig. 9. Block diagram of exposure control signal

그림 9는 이미지의 평균휘도를 사용해서 현재 환경에 필요한 노출조정신호를 생성하기 위한 부분의 블럭도를 나타내고 있다. 본 논문에서 제안하는 자동노출 알고리즘은 IIR 필터를 사용하여 이미지를 보정한다는 것이 주된 특징이며, IIR 필터의 입력과 출력은 이미지의 평균 휘도에 대응하는 index를 사용해서 하드웨어 부담을 줄일 수 있도록 하였다. 이때 휘도 값을 index에 대응시켜 고려하는 이유는 16~235의 범위를 가지는 Y 레벨을 간단한 index 값으로 대응시켜 고려함으로써 하드웨어의 부담을 줄일 수 있도록 하기 위해서이다. IIR 필터와 더불어서 목표 휘도로의 더욱 안정적인 접근을 위하여 index step moving 과정에 의해서 카메라의 노출 정도를 조절할 수 있는 이득(gain)이 생성된다. 그리고 IIR 필터의 계수와 index step moving의 적용 범위 등은 다양한 경우에 대해 적응적으로 동작 할 수 있도록 설계 하였다.

3. 하드웨어 합성 조건 및 Gate counts

설계된 전체 블럭을 합성하기 위한 합성 조건 및 합성 결과는 다음과 같다. 하드웨어 설계는 크게 입력 평균 휘

도 연산부와 연산된 평균 휘도를 이용해서 카메라의 노출을 조정하기 위한 이득(gain)을 생성하는 이득(gain) 생성부로 나누어서 설계 하였다. 앞서 언급한 하드웨어 자원을 고려한 알고리즘으로 인하여 3만 7천여 개의 gate counts로 구현할 수 있었으며 시스템의 간략화로 인하여 50MHz의 동작 속도를 만족할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다.

표 2. 합성 조건 및 합성 결과 Gate counts[5]
Table 2. Synthetic condition and gate counts[5]

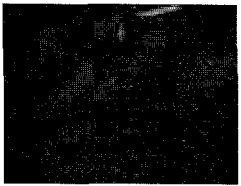
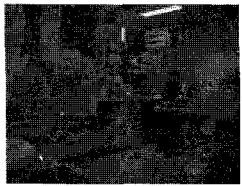
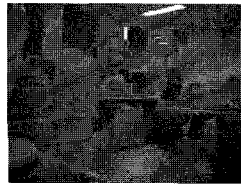
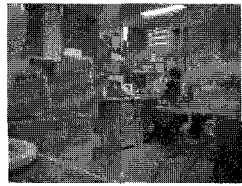


Synopsys Design Analyzer	
Library	TSMC 0.25um ASIC Library
Operation Condition	Worst case
Max Fanout	30 [EA]
Clock Period	20 [ns]
Gate Counts [EA]	
AE_average_top	12,363
AE_core_top	25,476
Total	37,839

IV. 자동노출 기능의 동작 실험

제안된 자동노출 기능의 동작 확인을 하기 위해서 하드웨어 설계를 모두 마친 후 FPGA Board에 직접 다운로드 하고 테스트용 모바일 폰 카메라 센서로부터 입력되는 영상을 설계된 자동노출 알고리즘에 적용하여 실제로 영상이 입력되었을 때 휘도가 설정된 목표 휘도로 안정적으로 접근 여부를 시험하였다.


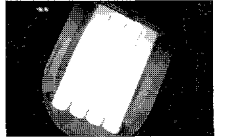


표 3과 그림 10은 입력 이미지의 평균 휘도를 8bit 기준으로 약 '20'으로 하고 목표 휘도를 '100'으로 하였으며 IIR 필터의 계수는 '48/256'이며 index step moving을 위한 단계는 '1'일 때 각 프레임 별로 수렴과정을 관찰하였다. 약 30 프레임 이후부터 목표 휘도에 접근 했으며 IIR 필터의 적용 영향으로 인해 단계적인 접근이 이루어 졌고 목표 휘도에 거의 접근했을 경우에는 index step moving이 적용 되어서 IIR 필터 보다 더욱 조밀한 단계로 수렴하고 있음을 관찰 할 수 있다.

표 3. 제안된 알고리즘의 자동노출 테스트
Table 3. Test of proposed auto exposure

	
#1 Average_Y = 19.54	#5 Average_Y = 40.5
	
#10 Average_Y = 58.41	#20 Average_Y = 80.50
	
#30 Average_Y = 98.06	#35 Average_Y = 100.19

아서 이미지의 촬영이 원활하게 이루어 질 수 없을 때 본 논문에서 제안된 자동노출 알고리즘으로 이미지가 적절한 휘도를 가질 수 있도록 표 우측과 같이 자동노출 카메라의 노출을 조정하는 결과를 얻을 수 있었다.

표 4. 다양한 휘도에서 자동노출 테스트
Table 4. Test of auto exposure when variety luminance

	
AE Off	AE On
	
AE Off	AE On

V. 결 론

모바일 폰 카메라에 적용 하기위한 기존의 자동노출 기능은 마이크로 컨트롤러에 의해 동작되었다. 이로 인하여 비용과 더불어 처리속도에도 여러 단점이 존재하였다. 본 논문에서는 마이크로 컨트롤러를 사용하지 않는 자동노출 기능을 위한 알고리즘을 개발하고 개발된 알고리즘의 하드웨어 구현과 테스트용 카메라 센서를 이용해 자동노출 기능의 수행을 확인하였다. 제안된 자동노출 기능은 입력이미지의 평균 휘도를 계산해서 적절한 휘도라고 판단된 목표 휘도와의 차이를 비교하고 판단된 차이 값을 줄일 수 있도록 하기 위한 이득(gain)을 생성해서 카메라의 셔터 및 조리개에 적용해서 노출을 조정하는 과정을 수행한다. 하드웨어 자원의 효율적인 사용을 위해 입력 이미지의 평균휘도를 계산하는 과정에서 픽셀 샘플링과정을 수행하고 이미지 외각영역의 피사체에 의해 발생하는 휘도 변화 문제를 해결하기 위해 이미지를 16등분 하여 외각영역은 고려대상에서 제외하였다. 그리고 시스템의 안정도를 높이기 위해서 휘도 레벨의 변화폭을 줄일 수 있는 곡선 적용하였고 카메라의 셔터 및 조리개의 아날로그적 특성을 고려하여

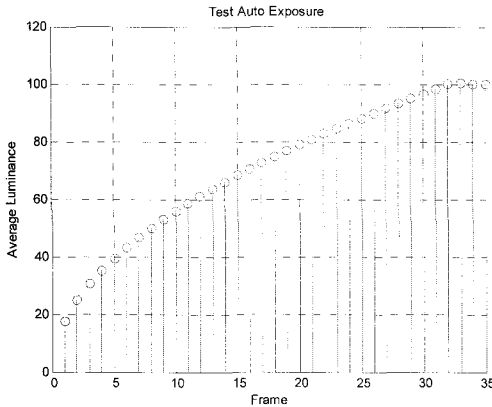


그림 10. 입력 이미지의 Target Y로의 수렴 과정
Fig. 10. Process to Target Y at input image

표 4는 다양한 휘도 환경에서의 자동노출 기능의 수행결과를 나타내고 있다. 표의 좌측 상단과 하단에 각각 높은 휘도와 낮은 휘도 영상을 입력했을 때 우측 상단과 하단과 같이 자동노출 기능이 수행되는 결과 영상을 얻을 수 있었다. 즉, 입력 이미지의 휘도가 너무 높거나 낮

노출 조절을 위한 이득(gain)적용 시 단계적인 적용을 위해 IIR 필터와 index step moving 과정을 적용하였다. 본 논문에서 제안된 알고리즘을 하드웨어로 설계해서 테스트용 카메라 센서에 적용하였을 때, 다양한 환경에서 자동노출 기능이 정상적으로 수행되고 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] Tetsuya Kuno, Hiroaki Sugiura, "A New automatic exposure system for digital still cameras," IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 44, no. 1, pp. 192-199, Feb. 1998.

[2] Orly Yadid - Pecht, Alexander Belenky, "In -Pixel Autoexposure CMOS APS,"IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 38, no. 8, Aug. 2003.

[3] 김현식, 이성목, 장원우, 하주영, 김주현, 강봉순, 이기동, "가변 시상수를 이용한 자동 노출제어 시스템," 한국해양정보통신학회논문지, Vol. 11, no. 1, pp 257-264, Feb. 2007.

[4] 김경린, 하주영, 강봉순, "하드웨어 설계를 위한 모바일 폰 ISP의 자동노출 알고리즘," 대한전자공학회 SoC 설계연구회, pp. 247-250, May, 2008.

[5] 김경린, 광부동, 하주영, 강봉순, "Mobile phone camera의 성능향상을 위한 자동노출 알고리즘 개발 및 하드웨어 설계," 한국정보기술학회, pp 132-135, May. 2008.

저자소개

김경린(Kyungrin Kim)



2007년 2월 동아대학교 전기전자 컴퓨터공학부 전자공학과 (공학사)

2007년 3월 ~ 현재 동아대학교 전자공학과 석사과정

※ 관심분야 : VLSI algorithm/architecture design, image/video processing, and wireless communication

하주영(Jooyoung Ha)



2003년 2월 동아대학교 전기전자 컴퓨터공학부 전자공학과 (공학사)

2005년 2월 동아대학교 전자공학과 (공학석사)

2008년 2월 동아대학교 전자공학과(공학박사)
2008년 3월 ~ 현재 삼성전기 중앙연구소 책임연구원

※ 관심분야 : VLSI algorithm/architecture design, image/video processing, and wireless communication

강봉순(Bongsoon Kang)



1985년 연세대학교 전자공학과 (공학사)

1987년 미국 University of Pennsylvania 전기공학과 (공학석사)

1990년 미국 Drexel University 전기 및 컴퓨터공학과 (공학박사)

1989년~1999년 삼성전자 반도체 수석연구원

1999년~현재 동아대학교 전자공학과 부교수

2006년~현재 멀티미디어 연구센터 소장

2006년~현재 2단계 BK21 사업팀장

※ 관심분야 : VLSI algorithm/architecture design, image/video processing, and wireless communication