

자동 초점 자동 노출 및 자동 화이트 밸런스 비디오 카메라의 설계 및 구현

김 병 수, 이 준 석, 정 유 영, 고 성 제
고려대학교 전자공학과 멀티미디어 통신 연구실
전화 : 02-3290-3683 / 핸드폰 : 011-232-8178

Design and Implementation of Auto-Focusing, Auto-Exposure and Auto-White balance Video Camera System

Byung-Soo Kim, Jun-Sok Lee, You-Young Jung, Sung-Jea Ko
Dept. of Electronic Engineering, Korea University
E-mail : bs@dali.korea.ac.kr

Abstract

This paper has been studied a video camera system with AF (auto-focus), AE (auto exposure), AWB(auto-whitebalance). And then this paper has designed an advanced method to improve AF, AE and AWB video camera system

한다. User Interface는 프로세서에 특정한 값을 전달 하고, OSD(on screen display)는 화면상에 필요한 데이터를 쓰는 구조로 되어있다.

I. 서론

최근의 카메라 시스템은 자동 초점(Auto -Focus), 자동 노출(Auto-Exposure), 자동 백색균형(Auto-White balance)과 같은 고기능이 카메라의 필수적인 기능으로 자리잡았다. 따라서 다양한 상황에서 얼마나 좋은 영상을 보여주는지가 카메라의 기능을 결정하는 기준이 되고 있다. 본 논문에서는 이러한 기능들을, 제작한 시스템 하에서 실험한 결과와 그에 수반하는 문제점과 개선방향을 제시하고 있다.

II. 전체 시스템의 구성과 기능

2-1) 카메라 시스템의 구성

그림 1은 제안한 카메라 시스템의 블록 다이어그램이다. 영상은 렌즈를 통해 CCD 센서에 촬영되고, AGC(automatic gain control)와 A/D converter를 지나 DSP(digital signal processor)로 들어간다. DSP는 그때의 포커스 값을 산출하여 마이크로 프로세서로 전달

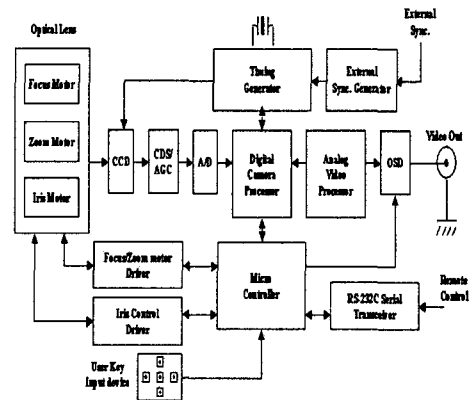


그림 1. 자동 초점 카메라 시스템

2-2) 카메라 시스템의 기능

자동 초점 시스템은 영상의 고주파 성분인 경계(edge)정보에서 초점값(Focus Value)을 얻어, 초점값이 가장 높은 곳으로 포커스모터를 이동하여 가장 선명한 화면을 보여주는 기술이다.[1] 그림 2는 전형적인 자

동 초점 시스템에 대한 블록도이다. 그림과 같이 CCD (charge-coupled device)센서를 통해서 들어온 영상은 A/D 변환기(converter)를 거쳐 디지털 신호로 변환되어진다. 마이크로 컨트롤러(micro controller)는 화면상의 선택된 영역에서 고역 통과 필터(HPF)를 통해서 계산된 초점값을 사용하여 초점 모터를 제어한다.[2]-[3]

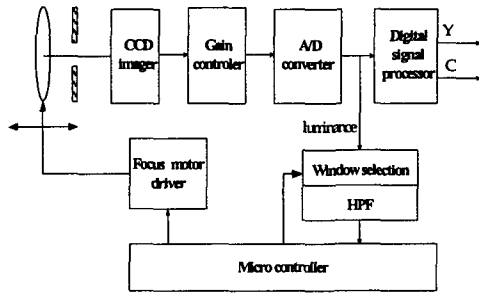


그림 2. 자동 초점 시스템의 블록도

자동 노출 시스템은 촬영된 영상의 밝기를 계산해 적절한 노출정도를 자동으로 설정해주는 기능으로, 투사되는 빛의 양을 검지하여 조리개(Iris), 셔터 속도(shutter speed), AGC를 이용하여 다양한 방식으로 조절한다.[4]

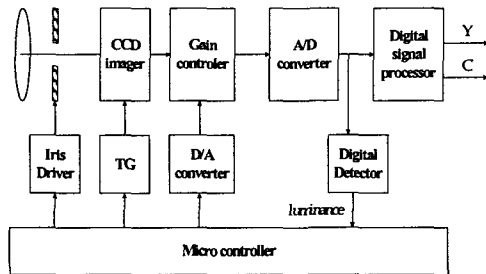


그림 3. 자동 노출 시스템의 블록도

인간의 눈이 광원에 의한 색온도(color temperature) 변화에 둔감한데 반해, 비디오 카메라 시스템은 다양한 광원에 따라 색차(color difference)가 발생한다. 이 색차를 자동적으로 보정해 주는 기능을 자동 화이트 밸런스 시스템이라고 한다. 전체 영상에서 R/G/B 성분을 각각 추출하여 R과 B의 Gain을 조정하는 것이 가장 기본적인 자동 화이트 밸런스의 기능이다.[5]

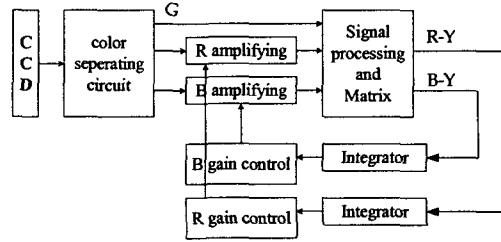


그림 4. 자동 화이트밸런스 블록도

III. 제안하는 카메라 시스템

3-1) 개선된 자동 초점 시스템

빛의 밝기 (luminance)가 큰 물체를 비추게 되면 형광등의 깜박임 현상 때문에 일반적인 경우보다 굴곡이 심한 포커스 곡선이 추출된다. 그림 5는 이 현상을 보이기 위한 것이다. 그림 5.(a)는 형광등에 정초점 위치에서 찍은 영상이고, 5.(b)는 국지적 최대값(local maxima)을 정초점으로 잘못 인식한 상황에서 얻은 영상이다. 5.(c)는 포커스 렌즈를 움직이면서 각 렌즈 위치에서 얻은 초점값을 그래프로 그린 것이다. 그림 5.(c)에서 볼 수 있듯이, 광원(light source)을 직접 카메라로 잡고 자동 초점 조절을 수행할 경우 포커스 곡선이 매끄럽지 않기 때문에 국지적 최대값에서 오동작을 일으킬 확률이 높아진다.

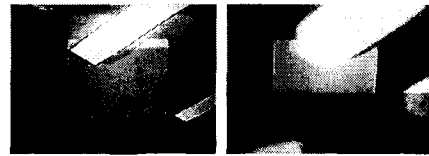


그림 5 (a)

그림 5.(b)

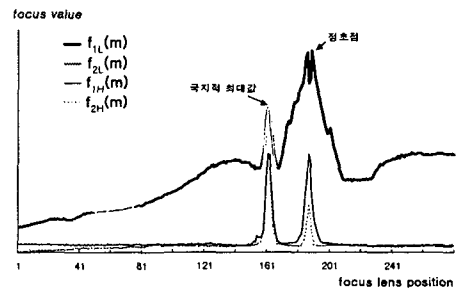


그림 5.(c) 포커스 곡선

자동 초점 자동 노출 및 자동 화이트 밸런스 비디오 카메라의 설계 및 구현

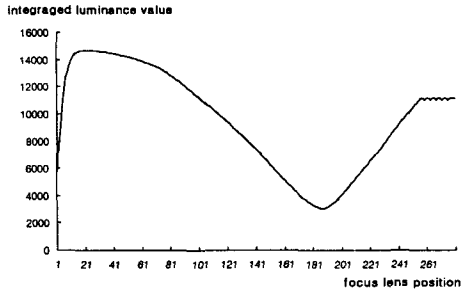


그림 5.(d) 누적 광도값 곡선

이런 문제점을 해결하기 위해 일반적으로 자동 노출 조절을 자동 초점 조절과 함께 사용한다. 그러나, 이 방법은 초점 조절이 완료되기 위해 자동 노출을 먼저 수행해야 하므로, 정초점을 찾을 때 시간이 지연되는 단점이 있다. 본 논문에서는 빛의 밝기가 너무 밝아서 자동 초점 조절을 방해하는 사물의 초점 조절을 위해 화면의 광도를 누적한 광도값(integrated luminance value)을 측정하고, 그 값을 이용하여 정확한 정초점 구간을 찾는 방법을 제안한다. 그림 5.(a)와 5.(b)를 비교하면, 초점이 흐린 화면에서는 선명한 화면보다 형광등 주위로 빛이 많이 퍼지는 현상을 관찰할 수 있다. 이것은 화면에서 광도가 큰 화소값들이 많이 존재함을 의미한다. 즉, 초점 렌즈가 정초점 위치에서 멀어질수록 화면은 흐려지기 때문에 빛은 화면 전체로 퍼지게 되고, 따라서 누적 광도값은 커지게 된다. 반면, 정초점 근처에서는 화면이 선명해 지기 때문에, 빛의 퍼짐이 많지 않아서 누적 광도값은 작아진다. 그림 5.(d)에서 초점 렌즈가 정초점이 존재하는 구간인 181-201 사이에 가까이 갈수록 누적 광도값은 감소함을 볼 수 있다. 피사체가 광원인지의 여부를 판단하여 광원일 경우에는 최소 광도값을 찾을 때까지 누적 광도값이 감소하는 방향으로 초점 렌즈를 이동한다. 최소 광도값을 찾으면 초점 곡선을 따라 초점값이 증가하는 방향으로 렌즈를 이동하고, 정초점 위치에서 렌즈를 멈춘다.

3-2) 줌대 포커스 곡선의 관계

줌 모터가 이동하면 이전에 포커스는 그에 따라 초점이 맞던 위치에서 벗어나게 된다. 줌의 변화에 따른 정초점의 위치에 대한 그래프는 그림 6과 같다.

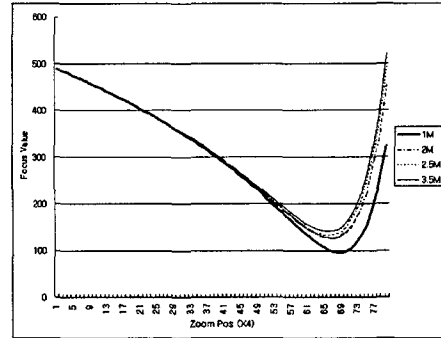


그림 6. 줌대 포커스 곡선

위 그림에서 카메라가 비추는 물체의 거리에 따라 특정한 포커스 곡선이 결정되어지며, 줌의 변화에 따라 포커스 모터의 위치는 단조 감소하다가 특정한 배율 이상에서는 반대로 단조 증가함을 알 수 있다. 본 시스템에서는 배경의 거리에 따른 포커스곡선은 일정함에 착안하여 줌 모터의 위치에 따라 포커스의 위치를 강제로 이동하게 하였다. 이 때 거리에 따른 곡선의 차가 심해지는 고배율 하에서는 1m와 5m이상, 두 가지의 줌대 포커스 곡선의 데이터만을 저장하여 각 거리에 대한 포커스 곡선을 계산식에 의해 산출한다. 줌대 포커스 곡선을 분석하여 1m 거리의 곡선과 5m 거리의 곡선의 사이에 있는 임의의 거리 곡선은 일정한 비율의 위치에 존재함이 밝혀졌다. 식 (1)과 식(2)는 특정 위치와 거리에서의 포커스 위치를 산출하기 위해 정의한 식이다.

$$F(k) = F_1 + R \times |F_1 - F_5| \quad (1)$$

$$R = \frac{F(k) - F_1}{|F_1 - F_5|} \quad (2)$$

$F(k)$ 는 측정할 포커스 위치, f_1 은 1m 곡선에서 포커스 위치, f_5 는 5m 곡선에서 포커스 위치, R은 곡선을 얻기 위한 비율 값을 나타낸다.

3-2) 개선된 자동 노출 시스템

제안하는 자동 노출을 위한 알고리즘은 누적된 휘도값이 특정한 범위(그림 7의 빛금 친 영역)안으로 들어와서 화면이 깜박거리는 flickering이 발생하는 경우 대한 처리방식이다. flickering 현상은 연속적인 휘도값의 측정으로 감지할 수 있는데, 그림의 C, D, E에서처럼 영상 휘도값이 곧바로 허용된 범위 안으로 들어오지 못하고 그 주변 경계를 반복적으로 이동하는 경우에 발생한다. flickering 발생 시에는 안정화를 위한

제어루틴으로 전환한 뒤 그 이후에 다시 자동 노출을 수행한다.

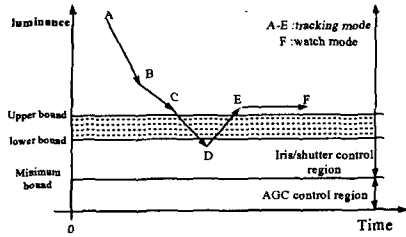


그림 7. flickering 발생시 위치 변환 예시

3-3) 개선된 자동 화이트 밸런스 시스템

제안된 방식은 우선 현재 프레임에서 누적된 R-G와 B-G의 값이 이미 정의된 영역(빛금친 부분)에 속하는지 여부를 검사한다. 이 영역을 벗어나는 경우는 광원에 따른 색상오차 이기보다는, 대상 물체의 색상이 R이나 B에 가깝다는 것을 의미한다. 따라서 누적된 색차 정보가 그 영역 안에 있을 경우에만 R과 B의 성분 비율을 일정하게 만드는 화이트 밸런스를 수행한다. 또한 줌모터가 TELE 위치에 있을 때에는 영상이 배경을 비추고 있을 가능성이 높으므로, 정상 상태의 화이트 밸런스 조정값의 1/2 수준을 따르게 한다.

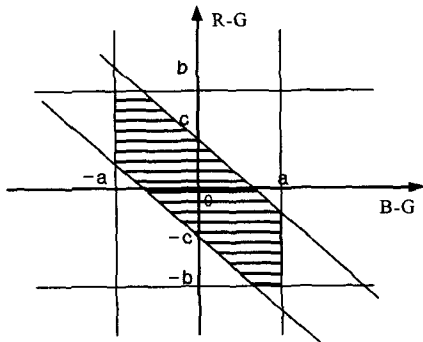


그림 8. 색차 정보(R-G, B-G)의 영역

IV. 결론

본 논문은 비디오 카메라 시스템의 대표적인 기능인 AF와 AE, AWB를 구현하였고, 구현된 기능에서 생기는 문제점을 발견하고 그것을 해결하는 방법을 제안하였다. 기존의 이론만으로 구현된 시스템으로는 사용자의 요구를 충족시키기에 미흡한 점이 많이 발생하였다. 제안된 방식을 적용한 자동 초점과 자동 노출, 자

동 화이트 밸런스 시스템이 특정환경에서의 오동작 문제를 성공적으로 해결함을 확인하였다. 또한 줌에 따른 포커스모터의 위치산출도 이상적인 결과와의 평균 스텝 오차가 한 스텝을 벗어나지 않는 결과를 얻을 수 있었다.

알고리즘을 구현하는 데에 있어서 응답속도의 문제점, 신뢰성에 대한 연구 개발이 꾸준히 이루어져야 하며, 좀더 다양하고 특수한 상황하에서도 안정적인 AF, AE, AWB 시스템의 고안과 개선이 향후연구 과제로 남아있다.

참고문헌

- [1] K. Ooi, K. Izumi, M. Nozali, and I. Takeda, "An advanced autofocus system for video camera using quasi condition reasoning," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 36, pp. 526-529, Mar. 1990.
- [2] W.-H. Chan and C.-T. Youe, "Video CCD based portable digital still camera," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 41, no. 3, pp. 455-459, Aug. 1995.
- [3] T. Haruki and K. Kikuchi, "Video camera system using fuzzy logic," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 38, No. 2, pp. 624-634, Aug. 1992.
- [4] T. Kuno, H. Sugiura, and N. Matoba, "A New Automatic Exposure System for Digital Still Cameras," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 44, no. 1, pp. 192-199, Feb. 1998.
- [5] Y. C. Liu, W. H. Chan, and Y. Q. Chen, "Automatic White balance for Digital Still Camera," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 41, no. 3, pp. 460-466, Aug. 1995.