

논문 99-8-1-10

디지털 신호처리 칩(GCD4101)을 사용한 컬러 CCD 카메라 구현

권오상, 이응혁*, 민홍기**, 정정석***, 홍승홍

Implementation of color CCD Camera using DSP(GCD4101)

O-Sang Kwon, Eung-Hyuk Lee*, Hong-Ki Min**, Jung-Seok Chung***,

Seung-Hong Hong

요약

본 연구에서는 CCD 카메라 전용의 디지털 신호 처리기(DSP)를 이용하여 고해상도의 CCTV 카메라를 구현하였다. 기존의 아날로그 신호 처리기를 사용한 CCTV 카메라는 카메라의 기본 기능인 자동노출(AE), 자동백색조정(AWB), 역광보정(BLC) 등의 처리에 한계점을 갖고 있으며, 영상의 열화 현상이 심하고, 카메라를 생산하는 경우에 조정 매개변수를 수동으로 조정하여야 하는 등 여러 가지 문제점을 내포하고 있다.

따라서 본 연구에서는 이상의 문제점을 해결하기 위하여 국산의 CCD 카메라 전용의 디지털 신호 처리기를 사용하여, 이를 마이컴으로 제어함으로써 자동노출, 자동백색조정, 역광보정 등의 처리를 화상의 질에 따라 자동으로 조절할 수 있도록 하였다. 또한 마이컴의 채택으로 화면에 문자를 표시하는 기능을 구현함으로써 사용자와의 대화적 형식의 카메라 제어가 가능하도록 구현하였으며, 생산 과정에서 수동으로 카메라 동작 매개 변수를 조정하여야 하는 문제점을 해결하기 위하여 전자적인 가변저항(EVR)을 채택하였다. 그 결과 카메라 조정 변수를 프로그램에 의해 조정하는 것이 가능해졌으며 파라미터 값의 재현성 및 조정 용이성 부분에서의 신뢰성과 조정시간의 감소로 인한 생산단가 절감의 효과를 가져올 수 있었다.

Abstract

The research and implementation was performed on high-resolution CCTV camera with CCD exclusive DSP. conventional analog signal processor CCTV camera has its limit on auto exposure(AE), auto white balance(AWB), back light compensation(BLC) processing, severe distortion and noise of image, manual control parameter setting, etc.

In our study, to resolve the problems in conventional CCTV camera, we made it possible to control AE, AWB, BLC automatically by the use of the DSP, which are used exclusively in the CCD camera produced domestically, and the microcontroller. And we utilized the function of screen display of microcontroller for the user-friendly interface to control CCD camera. And the electronic variable resistor(EVR) was used to avoid setting parameters manually in the level of manufacturing process.

As the result, It became possible to control parameters of the camera by program. And the cost-down effect was accomplished by improving the reliability of parameter values and reducing the efforts in setting parameters.

인하대학교 전자공학과(Dept. of Electronics, Inha University)

* 건양대학교 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Eng., Konyang University)

** 인천대학교 정보통신과 (Dept. of Information and Communication, University of Incheon)

*** 엘지 하니웰(주) (LG Honeywell Co. Ltd.)

<접수일자 : 1998년 12월 3일>

1. 서론

아날로그 회로의 디지털화가 시작된 이후로 다양한 분야에서 많은 발전을 가져왔으며 카메라 분야에서도 특수한 분야를 제외하고는 기존의 활상관 대신에 전자

결합소자(CCD, charge coupled device)로 대체되어 왔다. 이러한 CCD 카메라는 초기에 감시를 목적으로 하는 CCTV 카메라 분야나 가전기기에서 주로 이용되어 왔으나 최근 CCD 카메라의 사용이 급격히 증가하면서 다양한 응용분야로 확산되고 있다. CCD 카메라의 응용 분야로는 감시용 시스템, 화상회의 등의 멀티미디어 분야, 영상인식, 영상정보 송출, 로봇과 공작기계, 공학적인 및 의학적인 영상 처리용 센서 등이 있다. 이러한 응용분야 중 정보통신 기술의 발달로 인하여 특히 감시 시스템의 지능화 및 고기능화와 멀티미디어 분야 등에서 관심이 집중되고 있다. CCD 카메라는 국내에서도 많은 연구개발이 이루어지고 있으나 수년 전까지 대부분 흑백 위주의 카메라 개발이 주류를 이루어 왔으며 컬러 카메라의 개발은 저해상도나 표준해상도 수준에서 머물러 왔으나 최근에 이르러 CCD 칼라 카메라의 수요가 증가하면서 많은 연구 개발이 진행되고 있다. 그러나, 국산의 디지털 신호처리를 내장한 고해상도, 고기능의 카메라 개발은 외국에 비해 그 연구가 미비한 상황이고, 카메라 회로 구성 및 신호제어 측면에서 살펴보면 아날로그 또는 일부만 디지털인 카메라가 대부분이다. 이에 현재 정보통신 분야 및 감시 시스템 분야의 시장성을 고려해 볼 때 디지털 처리 기법을 사용한 칼라 카메라의 개발이 절실히 요구되고 있다.^{[1][2][3]}

따라서 본 논문에서는 기존의 아날로그 신호 처리에 의존하던 CCD 카메라에 국산의 디지털 신호처리기(GCD4101)를 사용하여 고해상도, 고기능의 카메라를 설계·구현하였으며, 카메라의 기본 기능인 자동노출, 자동백색조정, 역광보정 등의 기능과 외부 제어가 가능하도록 프로그램을 설계하였다. 카메라 제어를 위해 기존의 아날로그 신호 처리 부분들을 디지털화하고 이를 프로세서를 사용하여 제어함으로써 환경의 변화와 피사체의 변동에 대해 카메라 내부의 파라미터를 적응적으로 변화시켜 영상의 질을 높일 수 있었으며, 외형부품수의 감소로 인하여 소형화, 저가격화, 소비전력의 감소를 이룰 수 있었다. 또한 카메라 매개 변수의 조정을 전자적인 가변 저항을 사용함으로써 생산 공정의 단순화 및 사용자 인터페이스의 편리성을 향상시킬 수 있었다. 본 논문에서는 CCD 및 국산의 디지털 신호처리기(GCD4101)를 사용하여 고해상도, 고기능의 카메라를 설계, 구현하였고 이를 제어하기 위한 소프트웨어를 설계하였다. 본문에서는 카메라의 구성하드웨어 및 제어프로그램에 의한 자동노출, 역광보정, 자동백색조정

등의 다양한 기능과 원격제어 및 사용자 인터페이스 등의 기능 구현을 기반으로 설명한다.

II. 카메라 사양 및 구성

기존에 생산·출시되던 아날로그 카메라와 본 연구에서 구현된 디지털 칼라 카메라의 성능을 표 1에 비교하여 나타내었다. 촬상소자는 고해상도를 갖도록 하기 위해 1/3"의 소자를 사용하여 41만 화소를 표현할 수 있도록 하였으며, 최저 피사체의 조도와 AGC 이득을 18dB에서 52dB로, 1.2lux에서 0.8lux로 각각 향상시켰으며, 동기방식도 내부 뿐만아니라 외부 동기도 가능하도록 구현하였다. 또한 아날로그 카메라에서는 가능하지 않던 영상에 문자를 직접 표시하는 기능인 OSD(on screen display) 기능과 외부 마이컴에 의해 직접 카메라의 제어가 가능하도록 RS232C통신 기능을 부가하였다. 구현된 카메라 시스템의 내부구성은 영상 센서 및 구동부, 신호처리부, 마이컴 제어부 및 기타 기능 등으로 구성되어 있다. 그림 1에는 시스템의 내부 구조를 나타내었다.^{[2][3]}

표 1. 아날로그 카메라와 디지털 카메라의 사양 비교
Table 1. Comparison analog camera with digital camera.

항 목	아날로그카메라 (GC-215) 사양	개발된 디지털 칼라 카메라 (GC415)의 사양
센서(CCD)		41만(NTSC), 47만(PAL)
출력방식	복합영상신호	복합영상신호, S-Video
동기방식	내부	내부/외부동기(Linelock)
AGC 이득	18dB 이상	52dB이상
S/N 비	46dB	52dB
최저피사체 조도	1.2lux (F1.2, 10IRE)	0.8lux(F1.2, 30IRE)
백색 균형	자동 (2800~7000°K)	자동/수동(2800~8000°K)
ALC	EE/VSD/DC	EE/VSD/DC
제어대상		<ul style="list-style-type: none"> ○ RS232를 사용하여 외부 컴퓨터에 의한 파라미터 조정 ○ OSD에 의한 직접방식 카메라 제어 ○ 자동렌즈 및 자동노출 제어
전자셔터	1/60~1/8000 (자동)	1/60~1/10000 자동 및 Step 구동
공급전원	DC 12±1V	DC 12±1V 및 AC 24V±20%
소비전력	240mA typ.	6.5W

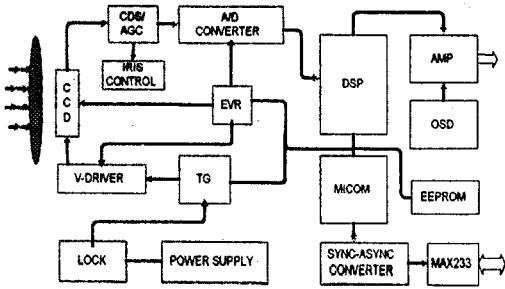


그림 1. 개발된 컬러 카메라의 구성도
Fig. 1. Configuration of developed color camera.

1. 영상 센서 및 구동부

영상 센서 및 구동회로는 영상을 검출하기 위한 CCD 소자와 이를 구동하기 위한 수직 클럭 구동회로 (vertical driver), CCD로부터의 출력 신호를 표본화 (sampling)하고 이득을 조정하는 CDS & AGC (corelated double sampling & auto gain control) 그리고 CCD 구동에 필요한 클럭을 발생하는 타이밍 발생기(timing generator : TG)로 구성되어 있다.

영상을 검출하기 위한 센서로는 소니사의 1/3인치 크기의 NTSC 방식의 컬러비디오 카메라에 적용 가능한 인터라인형 CCD를 사용하였다. 이 소자에는 색 필터로서 Ye, Cy, Mg, G 보색 모자이크 필터를 가지고 있으며 41만화소의 고해상도로 영상을 획득할 수 있고, HAD(hole accumulation diode) 센서의 채용으로 인해 고감도, 저암전류를 갖는다. 또한 전하축적시간이 가변적인 전자 셔터기능을 가지고 있다.

타이밍 발생기는 NTSC 나 PAL 방식의 기준 클럭을 발생시켜 CCD 소자를 구동하기 위한 수직 신호, 수평 신호, 픽셀 클럭을 발생시키고, 영상 처리에 필요한 여러 가지 신호와 전자 셔터 제어에 필요한 신호를 발생시키는 역할을 담당한다.

2. 신호처리부

신호처리부의 구성은 A/D 변환기, 디지털 신호 처리기, 영상 앰프와 전자 가변 저항으로 되어 있다. CDS/AGC를 통해 출력된 아날로그 영상신호를 디지털화 위해 10비트 분해능을 갖고 고속의 변환속도(20MHz)를 갖는 A/D 변환기를 사용하였다. 디지털 신호 처리기는 CCD 영상소자의 출력이 디지털로 변환된 후의 입력을 받아들여 컬러 카메라의 신호처리에 필요한 모든 기능들을 디지털로 처리되도록 구현된 소자로 내부

구성은 그림 2에 나타내었다. 디지털 신호 처리기는 ADC의 출력을 받아 TV규격(NTSC/PAL)신호로 변환하는 CSP(camera signal processing)부, 카메라 제어 신호를 발생시키는 CCP(camera control processing)부, TV 규격의 동기 신호를 발생시키는 SYNC부, TV 규격의 신호를 CCIR656 형식으로 변환하는 DIF부, 그리고 CSP의 디지털 출력을 아날로그 형태로 변환 출력시키는 DAC부로 구성되어 있다.

이 부분의 신호 흐름은 ADC를 거친 영상신호가 CSP부로 입력되어 색신호 처리 후에 SYNC부에서 입력된 HD, VD, FLD신호와 합쳐져 TV 형식으로 변환되고, 이 신호는 DAC를 거쳐 아날로그 TV 신호로 출력되거나 DIF부를 거쳐 CCIR656 형식으로 출력된다. 한편 그림 2에 나타나 있듯이 DIF, DAC부를 제외한 나머지 부분들은 마이컴과 동기식 직렬 통신 버스로서 각각의 기능을 제어될 수 있다.

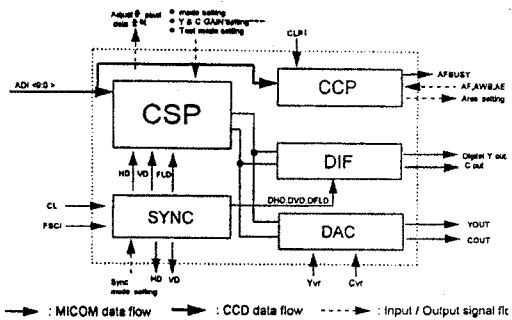


그림 2. 디지털 신호 처리기의 내부 기능 블록도
Fig. 2. Internal function block diagram of DSP.

디지털 신호 처리기에서 마이컴과 인터페이스되어 데이터를 주고 받는 부분에서 수행하는 일은 다음과 같다. 첫 번째로 CSP부는 마이컴으로 화상 조정용 픽셀 데이터를 보내고, 마이컴에서는 이 데이터를 전송받아 데이터 처리를 하여 카메라 조정 항목을 설정하는데 이용한다. 또한 마이컴으로부터는 디지털 신호 처리기의 모드 설정, 휘도와 색(Y/C)의 이득 설정, 시험 모드 설정에 필요한 데이터를 제공받는다. 두 번째로 SYNC부는 NTSC/PAL, 화소의 HIGH/NORMAL 등의 각각의 규격에 해당하는 데이터를 마이컴으로부터 제공받아 이 값을 설정한다. 마지막으로 CCP 부는 매 수직동기 신호 주기마다 마이컴에 의해 설정된 화면상의 영역을 대상으로 자동 노출, 자동 백색 조정, 자동 초점 등의 데이터를 출력하여 준다. 마이컴은 이 데이터

를 받아 기능을 수행하여야 하며, 이 때의 영역 설정은 전체 화면을 수직, 수평 각각 16 등분을 하여 사용한다. 즉, CCP에서는 NTSC 모드에서는 48픽셀 × 16HD로 화면을 분할하여 마이컴으로부터 AWB, AE, AF(auto focus)의 영역정보를 받아들여 이에 대한 신호 처리를 수행한다. AWB, AE, AF 기능에 대한 영역은 각각 그림 3의 (a), (b) 및 (c)에 나타낸 것과 같이 각각 다르게 설정되어 있다.

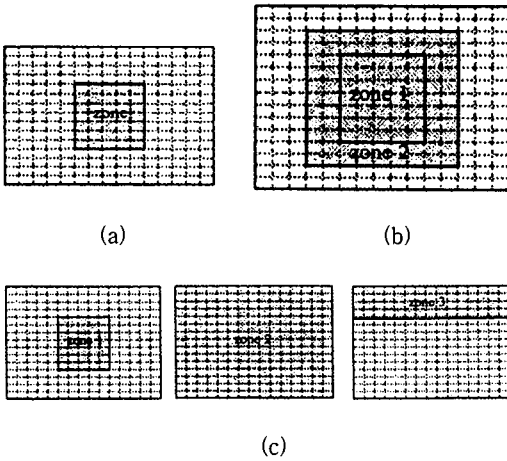


그림 3. 기능별 사용되는 영역

(a)AWB (b)AF (c)AE

Fig. 3. Area used by each function.

(a)AWB (b)AF (c)AE

영상 앰프단은 디지털 신호 처리기로부터의 휘도와 색으로 분리된 신호 출력을 복합 영상 신호로 만드는 소자로 영상 기기에 일반적으로 사용되는 미쯔미사의 비디오 앰프를 사용하여 회로 구성을 하였다. 이 앰프는 이득이 Y신호 증폭용이 6dB, C신호 증폭용이 10dB, 복합영상신호 증폭용이 6dB이며 75Ω 드라이버를 내장하고 있다.

카메라 내부에서 EVR의 기능은 라인 락, 조리개 제어와 디지털 신호 처리기로부터 출력되는 휘도와 색 신호의 기준 전압 발생, CCD의 게이트 제어 신호 등 카메라 내부의 매개변수 조정이나 제어를 위한 전압을 발생하는 역할을 수행하며, 이는 하나 이상의 기능들을 수행하여야 하므로 다채널의 D/A변환기를 사용하였으며, 실장 밀도를 고려하여 동기식 직렬 통신 방식으로 제어되는 것을 사용하였다.

3. 마이컴 제어부

마이컴 제어부에서는 카메라 신호 처리 및 타이밍 관련 제어를 담당하는 디지털 신호 처리기와 TG, 화면 상에 문자 표시 및 카메라의 환경을 설정하는 OSD 및 E²PROM, EVR을 그림 4에 나타낸 것 같이 동기식 직렬 버스 방식으로 제어하는 역할을 담당한다. 여기서 E²PROM은 카메라의 기본 설정용 매개변수를 저장하는데 사용된다. 본 시스템에서는 LG 반도체의 8비트 원-칩 마이컴인 GM81516을 사용하였다.

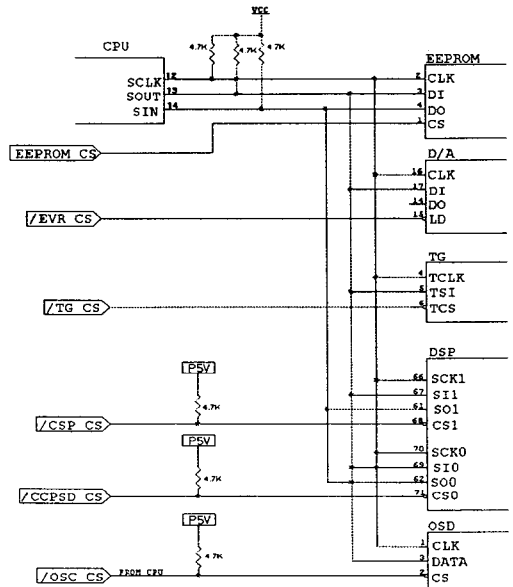


그림 4. 동기식 직렬 버스를 이용한 제어 구성도

Fig. 4. Block diagram of control circuit using synchronous serial bus.

또한 외부의 PC와 카메라 조정용 데이터를 주고 받기 위해서는 비동기 직렬 방식 즉, RS232로 통신을 하여야 하는데 본 시스템에서 사용하고 있는 마이컴에서는 이 방식을 지원하지 않고, 단지 동기 통신 방식만을 지원한다. 따라서 외부 기기와 데이터를 주고 받기 위해서는 동기-비동기 변환 기능을 제공하여야 한다. 본 시스템에서는 동기-비동기 변환을 위해 PIC사의 PIC16C73을 마이컴을 사용하여 구현하였다. 이의 구성은 그림 5와 같다.

4. 기타 기능부

전원은 스위칭 전원을 사용하였으며 입력 AC 24V 또는 DC 12V의 전원을 공급받아 DC +5V, +15V,

-8.5V의 출력으로 구성되었다. 이외에 라인 락 제어와 자동 조리개(IRIS) 렌즈 제어 기능이 구현되어 있으며 S-Video 출력도 지원이 가능하도록 카메라를 설계·제작하였다.

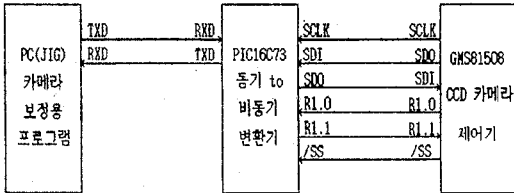


그림 5. 동기-비동기 직렬 통신 제어기의 구성도

Fig. 5. Block diagram of synchronous-asynchronous serial communication controller.

III. 소프트웨어

카메라의 동작에 사용되는 소프트웨어는 다음과 같은 프로그램으로 구성된다. 첫째는 카메라의 동작제어를 위한 마이컴 프로그램 부분, 둘째는 퍼스널 컴퓨터와의 시리얼 인터페이스를 통해 카메라의 각 기능을 제어하는 통신 프로그램, 셋째는 OSD에 의한 카메라 조정 프로그램 등이다.

1. 마이컴 프로그램부

마이컴 프로그램은 각 주변소자들을 초기화하는 것으로 시작하여 각 필드의 끝 부분에 나타나는 수직동기신호(VD)를 기준으로 매 VD마다 자동백색조정, 역광보정, 자동이득조정(AGC, automatic gain control), 전자셔터(electronic shutter)속도의 선형적 제어 및 사용자 입력에 의해 고정되는 단계별 제어 등의 카메라 기능 구현을 위한 각 소자와 통신에 의한 제어를 한다. 또한 원격제어를 위한 직렬입출력도 바이트 단위로 이 시간에 이루어진다. 초기화 과정은 각 디바이스의 초기화 파라미터 및 내부 플래그, OSD관련 파라미터 등을 E²PROM으로부터 로드하여 초기화한다. 각 기본 루틴 및 기능 루틴들의 동작은 수직동기신호 인터럽트와 폴링방식의 스위치입력에 의해 제어된다. 이들 메인 상의 제어기능관련 루틴들의 동작은 미리 설정된 플래그의 상태에 의해 제어된다. 즉 이들 각각의 플래그의 값이 셋트되었을 때만 그 기능을 수행하며 각 기능플래그는 OSD 기능을 통한 사용자의 설정에 의존한다. 각 기능들은 사전에 설정된 화면상의 영역에 의해 그 값을 평

가하고 이 영역의 값이 원하는 값에 도달되도록 제어한다. 구현된 카메라는 영역 1, 영역 2, 영역 3의 3개의 영역으로 구분되며 영역 2와 영역 3은 고정된 영역이다. 영역 1만이 사용자에게 의해 설정 가능하다.

마이컴의 메인프로그램의 흐름도는 그림 6과 같다. 각 기능의 구현은 대표적으로 AWB, AE, BLC 등이 있다.

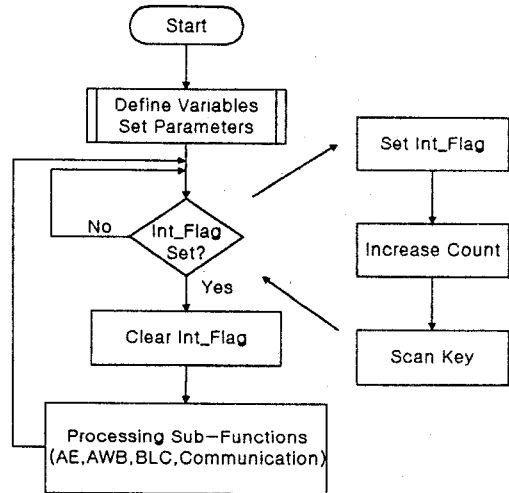


그림 6. 마이컴 제어부의 흐름도

Fig. 6. Flowchart of microcontroller unit.

AWB는 색 온도에 대해 자동적으로 백색 조정을 하는 기능으로서 일반적으로 3300°K~5500°K의 백색으로부터 백점 분포도를 구하여 백색영역을 정의한 후, 기 설정된 영역들로부터 평가치를 획득하고 색 온도를 계산하여 백색의 화면이 재현되도록 R, B 각각의 이득을 조정하여 맞춘다.^[1] 본 연구에서 개발한 카메라에서는 2800°K~8000°K의 색 온도에 대해 자동으로 백색 조정을 할 수 있도록 고안되어 있다. 그림 7은 자동백색 조정의 흐름도이다.

AE 기능은 디지털 신호 처리기에 영역설정 데이터를 전송하는 것으로 시작되며 각각의 영역에 대해 아래와 같은 절차를 수행한다. 우선 각각의 영역에 대하여 단순 적분 데이터를 획득한 뒤에 이들 값에 의해 평균값을 계산한다. 다음은 실험에 의한 영역별 가중치에 의해 가중평균값을 계산하고 이동평균을 계산하여 전의 값과 비교하여 변화 정도를 추출한다. 추출된 변화치에 의해 셔터속도를 제어하게 된다. 즉 화면의 상태가 어두우면 셔터의 속도를 낮추는 방향으로 밝으면

서터의 속도를 높이는 방향으로 제어한다. 이때 제어되는 서터는 전자서터로서 선형가변이 이루어진다.

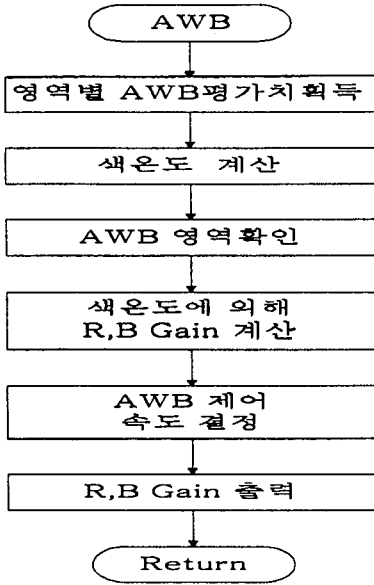


그림 7. AWB 처리 흐름도
Fig. 7. Flowchart of AWB processing.

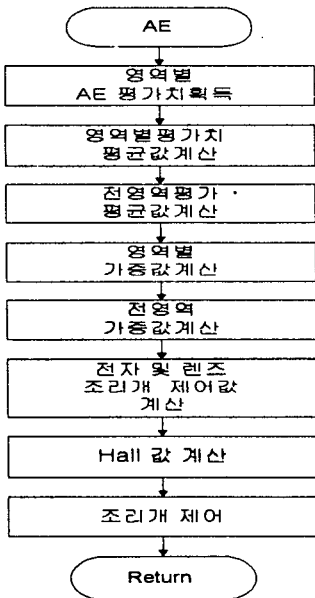


그림 8. AE 처리 흐름도
Fig. 8. Flowchart of AE processing.

BLC는 역광보정 기능으로서 AE에서의 영역설정과 공유하는 영역에 대해 수행된다. AE가 수행될 때는 전

영역에 대해 실행되지만 역광보정은 영역 1에 대해서만 수행된다. 역광보정의 경우에는 피사체의 후면에 존재하는 강한 빛을 대상으로 하므로 설치 장소에 따라 이의 영역 설정이 사용자에게 의해 결정되기 때문이다. 영역 1은 사용자가 설정 가능한 영역이며 이 영역의 단순적분 데이터에 대해 평균치를 계산하고 계산된 평균치에 의해 가중값을 계산한다. 계산된 가중값에 대해 이동평균을 취해 이를 제어기준으로 한다. 이러한 제어기준에 대해 전자 조리개 즉 서터 속도에 대해 연속가변을 행하고 렌즈의 경우에는 조리개의 최대값을 조절하므로써 영상 신호의 증폭도를 조정하여 렌즈를 제어한다.

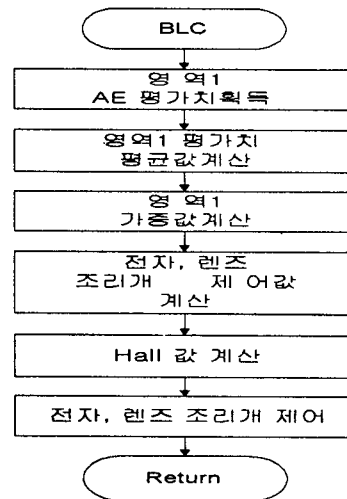


그림 9. 역광보정 흐름도
Fig. 9. Flowchart of BLC processing.

2. 외부 마이컴에 의한 카메라 매개변수 조정 프로그램부

외부 마이컴에 의해 조정해야 하는 카메라 내부 매개변수는 표 2에 나타난 바와 같이 디지털 신호 처리기의 CSP, CCP, SG와 TG의 데이터 조정, EVR 조정, E²PROM 쓰기, E²PROM 읽기, 디지털 신호 처리기의 CCP 시험 등의 5가지로 이 매개변수들은 매 필드마다 PC 프로그램과 카메라 조정용 프로그램간에 상호 약속된 ID 데이터를 통해 1바이트씩 주고 받도록 구현하였다. 이 카메라 조정용 프로그램에서는 그림 10에서와 같이 ID에 따른 전송 데이터를 매 VD 인터럽트마다 1바이트씩 전송 받아 최종 데이터가 수신되는 5번째 VD 인터럽트가 발생하면 각 ID에 따른 카메라 조정을

수행한다. 또한 이를 외부 마이컴(PC)상에서 제어하기 위한 프로그램의 구성을 그림 11과 그림 12에 나타내었다.

표 2. 조정 항목의 ID

Table 2. ID in adjusting parameter.

조정 항목	ID	조정 항목	ID
CONTINUE	06H	CCP_AF_OUT	41H
CTRL_AWB_IN	08H	CCP_AE_OUT	43H
CTRL_AWB_OUT	09H	CCP_AWB_OUT	45H
CTRL_AE_OUT	0AH	CCP_AF_IN	4DH
SYNC	10H	CCP_AE_IN	4EH
EVR	20H	CCP_AWB_IN	4FH
CSP_FLD	30H	EEPROM_RD	50H
CSP_MOD	31H	EEPROM_WR	51H
CSP_TST	32H	TIMG	70H
CSP_IN	33H		

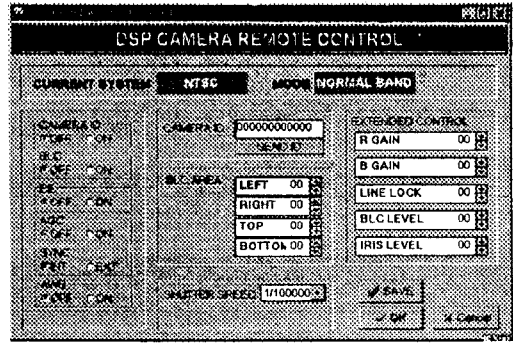


그림 12. PC상에서의 카메라 조정용 서브메뉴.
Fig. 12. Camera adjusting submenu on PC.

3. OSD에 의한 카메라 조정 프로그램

화면상의 문자표시(OSD)와 키입력에 의한 사용자 인터페이스는 통신에 의한 기능을 간소화하여 카메라에 대한 조정을 사용자가 직접 조정할 수 있으며 조정에 따른 메뉴의 구성은 다음 그림 13과 같고, 세부 항목은 표 3에 나타내었다.

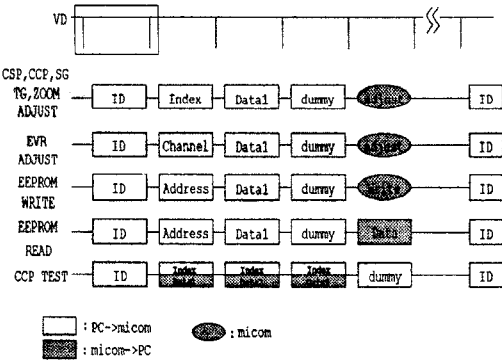


그림 10. ID에 따른 데이터 형식
Fig. 10. Data type for ID.

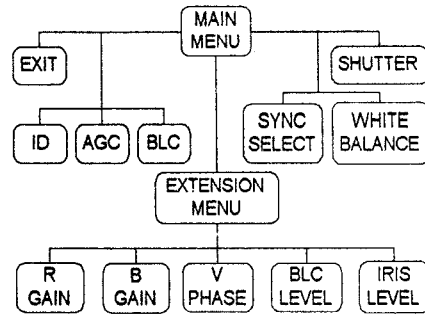


그림 13. OSD 메뉴 구성
Fig. 13. Configuration of OSD

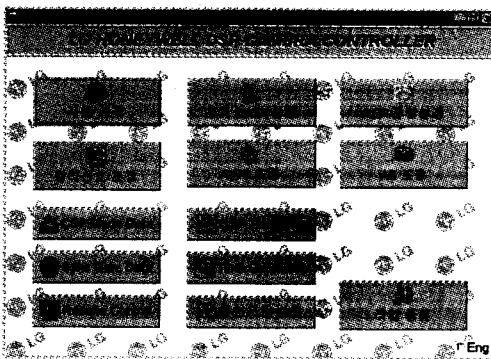


그림 11. PC에서의 카메라 조정용 주 제어 화면
Fig. 11. Camera adjusting main menu on PC.

IV. 실험 및 고찰

다음 그림 14와 그림 15는 완성된 카메라의 구성과 외형이다. 카메라의 내부 구성은 그림의 좌측으로부터 시계방향으로 타이밍제어회로, 디지털 신호 처리기와 마이컴이 내장된 주 제어보드이고 직렬전송에 의한 원격 제어 및 동기회로를 내장한 옵션보드, CCD가 장착된 전면부, 영상 출력 및 외부 인터페이스가 있는 후면부로 구성되어 있다.

표 3. OSD에 의한 제어 기능

Table 3. Control function by OSD.

제어 기능		제어 세부 내용
기본 제어 기능	camera ID 표시	최대 12 CHAR. (영문자,숫자), 위치지정 가능 (4개 위치)
	역광보정 제어(BLC)	영역 설정에 의한 제어 가능 (16×16 Block 영역내에서 자유 설정)
	shutter 제어	전자 셔터 선형 제어 및 지정 속도에 의한 제어 가능 (지정속도:1/60, 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000, 1/10000, 1/100000)
	자동 이득 제어(AGC)	ON/OFF 에 의한 제어
	Sync. 제어	INternal, EXternal 선택에 의한 내부동기, 외부동기의 자동 절환
	white balance 제어	AUTO 및 MANU 제어
세부 제어 기능	R, B gain 제어	0 - 255 범위에서 1 단위로 제어 가능
	VD phase 제어	0 - 270° 범위에서 1°, 30° 단위로 제어 가능
	BLC level 설정	0 - 255 범위에서 1 단위로 제어 가능
	IRIS level 설정	0 - 255 범위에서 1 단위로 제어 가능

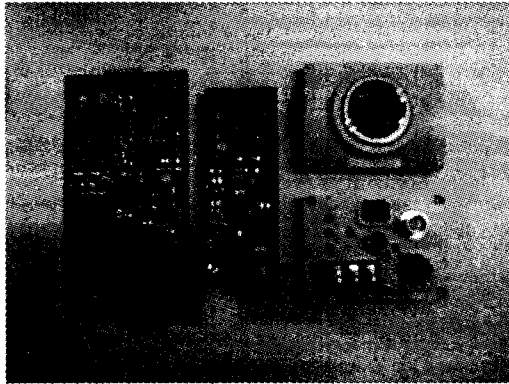


그림 14. 카메라의 구성

Fig. 14. Configuration of camera.

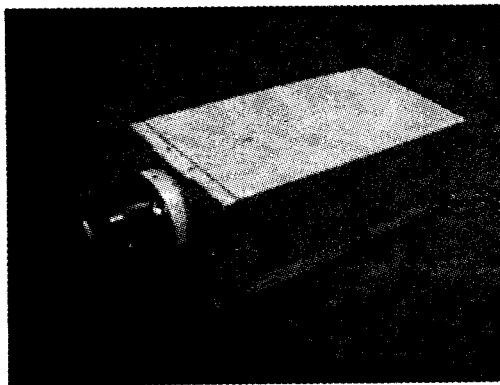


그림 15. 카메라의 외관

Fig. 15. Appearance of camera.

케일과 컬러 바에 대한 출력 신호와 각 색 신호의 벡터 파형을 얻은 것이다. 컬러바에 의한 측정은 일반적으로 모니터를 조정하는 컬러 바 차트는 규정이 되어 있으나 카메라를 위한 것은 명확히 정해져 있지 않아 일반적으로 DNP사에서 제작된 차트를 사용하여 휘도 및 색도를 조정한다.

표준 차트의 경우는 백색이 없는 회색(75% 투과)의 신호를 기준으로 측정을 하지만 본 시험에서는 무색 차트의 투과율이 100%(백색)인 것을 사용하여 파형 모니터 장비(WAVEFORM Monitor)의 파형에서 백색의 휘도가 100 IRE가 나오는 것을 볼 수 있다. 나머지 각 색 신호 재현의 균일성을 조사하기 위한 벡터 파형을 보면 각각의 색 신호 성분이 요구되는 벡터 위치에 고르게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있다.

표 4. 컬러바 차트의 색배열

Table 4. Color arrangement of colorbar chart

W	Y	C	G	M	R	B
H	E	Y	R	A	E	L
I	L	A	E	G	D	U
T	L	N	E	E		E
E	O		N	N		
	W			T		
				A		

실제·제작된 고해상도 칼라 카메라의 성능을 검증하기 위하여 그림 16, 그림 17, 그림 19는 각각 그레이스

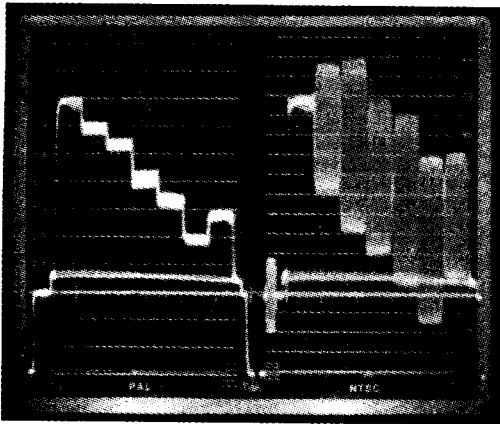


그림 16. 컬러 바의 파형
Fig. 16. Waveform of Color bar.

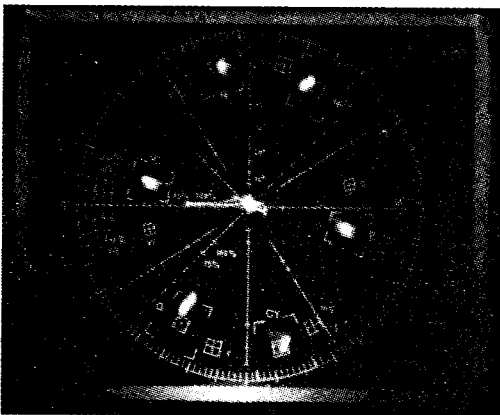


그림 17. 컬러바의 벡터 파형
Fig. 17. Vector waveform of color bar.

휘도 신호의 균일 출력 특성을 확인하기 위하여 그레이 스케일 차트를 촬상하여 모니터로 출력되는 파형을 측정해 보면 그림 19와 같이 계조파형이 완전한 X자로 출력되는 것을 확인할 수 있다. 시험에 사용된 그레이 스케일 차트는 TV에서 재현될 수 있는 최대에서 최소까지의 계조를 가지며 모두 10 단계로 분할되어 있으며 그림 18과 같은 비선형 특성($\gamma=2.2$) 갖고 있다. 카메라는 이러한 비선형 곡선을 보상 처리하여 선형으로 신호가 출력되도록 한다. 이를 감마 보상이라고 하는데 이러한 비선형 특성의 차트를 사용하는 이유는 모니터에 출력되는 파형을 측정하기 편리하도록 하기 위해서이다. 이러한 감마 보상 처리를 행하는 것은 모니터가 갖고 있는 전류 대 밝기의 비선형 특성을 보상하기 위한 것이다.

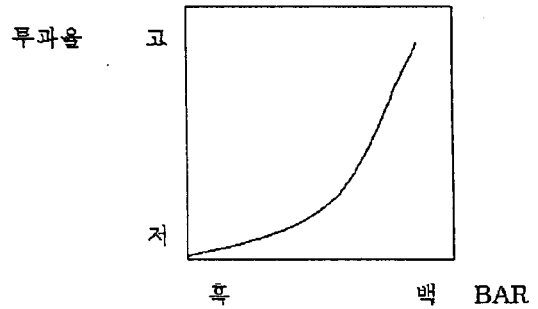


그림 18. 시험용 그레이 스케일차트의 특성 곡선
Fig. 18. Gray scale Brightness Characteristic Curve.

일반적으로 TV 수상관의 감마 특성치는 2.2이다. 다시 말하면 CRT의 신호 전압 대 발광 출력은 대수비로 1:2.2의 관계를 갖는다. 이것은 그림 18과 같이 휘도가 높은 부분은 지나친 강조를 하고 휘도가 낮은 부분은 너무 억압을 하는 효과가 있게 되는 것을 의미한다. 이러한 비선형 특성을 보상하기 위하여 카메라는 0.45의 특성값을 갖도록 신호 보상을 한다. 즉 휘도가 높은 부분은 억압을 하고 휘도가 낮은 부분은 강조를 하면 그림 19와 같은 완전한 선형 파형이 나오도록 보정되는 것이다.

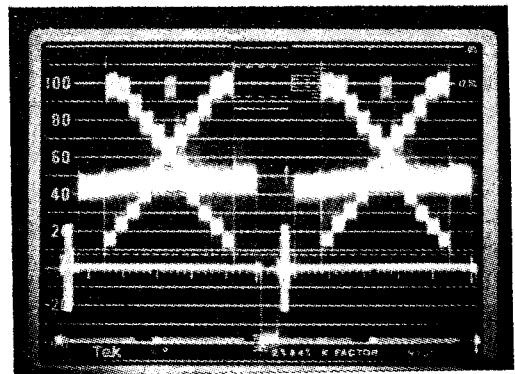


그림 19. 그레이스케일바의 파형
Fig. 19. Waveform of grayscale bar.

결국 최종적인 영상 신호(최종 Γ)는

$$\begin{aligned} \Gamma &= \Gamma_1 \times \Gamma_2 \\ &= \text{카메라의 감마특성치} \times \text{모니터의 감마특성치} \\ &= 0.45 \times 2.2 \\ &= 0.99 \approx 1 \end{aligned}$$

이 된다. 카메라에서 디지털 신호 처리기 이전의 신호

특성과 이후의 출력 특성 곡선이 다른 것은 CCD 및 AGC의 감마 특성은 1 이나 이 신호를 디지털 신호 처리기에서 0.45로 보상하여 주기 때문에 신호의 특성 곡선이 달라지는 것이다. 이와 같이 카메라에서 감마 보상을 하여줌으로써 전체적으로 신호의 선형성을 유지함과 동시에, 낮은 신호를 강조하여줌으로써 영상 신호 전송상에 발생할 수 있는 노이즈의 영향도 감소할 수 있는 장점을 얻게 된다.^{[4][5][6]}

V. 결론

본 연구에서는 CCD 카메라 전용의 디지털 신호 처리기를 이용하여 고해상도의 CCTV 카메라를 연구하였다. 기존의 아날로그 신호 처리기를 사용한 CCTV 카메라의 기본 기능인 AE, AWB, BLC 등의 처리에서의 문제점을 해결하기 위하여 국산의 CCD 카메라 전용의 디지털 신호 처리기를 사용하여, 이를 마이컴으로 제어함으로써 AE, AWB, BLC 등의 처리를 화상의 질에 따라 자동으로 조절할 수 있도록 하였다. 또한 마이컴의 채택으로 스크린상에 문자를 표시하는 기능을 구현함으로써 사용자와의 대화적 형식의 카메라 제어가 가능하도록 구현하였다. 구현된 카메라의 내부구성 모듈을 보였고 전자적인 가변저항의 채택으로 생산 과정에서 재현성 및 조정 용이성을 가질 수 있었으며 조정 프로그램 실행화면을 제시하였다. 또한 카메라의 매개변수를 원격에서 조절할 수 있는 직렬통신에 의한 원격제어 프로그램을 보였다. 제작된 카메라의 컬러특성

용분과위원장

관심분야: 신호처리 의용공학

저 서: 디지털 신호처리, 동명사, 1996

성을 컬러바차트를 사용하여 파형과 컬러 벡터에 의해 검증하였으며 그레이스케일 특성도 보였다. 그 결과 색의 표현 및 휘도신호의 균일성이 확인되었다. 개발된 카메라는 모듈화된 구조에 의한 다품종 생산과 신뢰성 향상 및 조정시간의 감소로 인하여 생산시의 생산단가 절감의 효과를 가져올 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 정재순의, 텔레비전 카메라와 영상신호의 기초, 한국번역출판사, 1996.
- [2] 인하대학교, DSP를 이용한 고해상도 COLOR CAMERA(DHRC)의 개발, 중간보고서,1996.
- [3] 인하대학교, DSP를 이용한 고해상도 COLOR CAMERA(DHRC)의 개발, 최종보고서,1997.
- [4] 편집부편, 화상처리 회로기술의 모든 것, 세운, 1988.
- [5] 전자기술연구회편, 최신 비디오기술 핸드북, 기문사, 1992.
- [6] Herman Kruegle, CCTV Surveillance, Butterworth-Heinemann, 1995.
- [7] Luther, Arch G., Digital Video in the PC Environment, 2nd ed., McGraw-Hill, 1991.
- [8] Sampat, "The RS-170 Video Standard and Scientific Imaging:The Problems," Advanced Imaging, Feb. 1991.

著 者 紹 介



민홍기
 1972~1979 인하대학교(공학사)
 1979~1981 인하대학교(공학석사)
 1982~1990 인하대학교(공학박사)
 1985.10~1991.8 한국과학기술연구원 (선임 연구원), 1993.8~1994.8 Univ. of Delaware 방문교수,
 1991.8~현재 인천대학교 부교수, 현재 전자공학회의



권오상
 1990 인하대학교(공학사)
 1992 인하대학교(공학석사)
 1992.1~1996.2 대우중공업(주) 주임연구원
 1995~현재 인하대학교 박사과정
 관심분야: 의용공학, 센서시스템

및 신호처리



이용혁

1985 인하대학교(공학사-전자공학)
1987 인하대학교(공학석사)
1997 인하대학교(공학박사)
1987~1992 대우중공업(주) 주임연
구원, 1992~1993 생산기술연구원
HDTV 개발연구실 연구원, 1995~

현재 한국원자력연구소 위촉연구원, 1998~현재 의용생
체공학회 간행위원회 위원

전문분야: Mobile robot 경로계획 및 센서 신호처리, 재
활공학 및 의용전자공학, 영상제어 및 신호처리 마이크
로프로세서 응용



정정석

1980~1987 인하대학교(공학사)
1986.12~1988.10 기아산업
1988.12~현재 엘지 하니웰
관심분야: CCTV 카메라 시스템
및 신호처리

홍승홍

『센서학회지 제5권 제3호』 논문96-5-3-09, p.73 참조
현재 인하대학교 전자공학과 교수