

디지털미디어프로세서 기반의 지능형 비디오 감시 시스템 구현

김원호^{1*}

¹공주대학교 전기전자제어공학부

Implementation of an Intelligent Video Surveillance System based on Digital Media Processor

Won-Ho Kim^{1*}

¹Division of Electrical, Electronic & Control Engineering, Kongju National University

요약 본 논문은 지능형 비디오 감시 시스템의 설계 및 구현에 대하여 기술한다. 지능형 비디오 감시 시스템은 기존 CCTV를 활용한 비디오 감시 시스템에 비해 운영의 효율성이 뛰어나며 야간, 날씨 등의 운영환경에 무관하게 동작하는 장점을 가지고 있다. 시스템의 하드웨어는 디지털 미디어 프로세서와 비디오 인코더, 비디오 디코더 칩을 기반으로 설계하고 구현하였으며, 소프트웨어는 적외선 영상의 온도분포를 분석하고 화재와 같은 재난 상황을 실시간으로 검출하는 알고리즘을 구현하였다. 구현된 시제품의 시험 평가 결과, 제시된 요구 기능을 모두 만족하였으며 시스템의 실용성을 확인하였다.

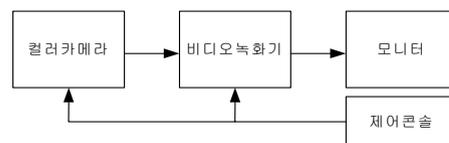
Abstract This paper presents design and implementation of an intelligent video surveillance system. The proposed system has advantages of management efficiency and operation robustness unrelated to working condition compared to conventional CCTV based system. The system hardware is designed and implemented by using commercial chips such as digital media processor and video encoder, video decoder and the functions of software are to analyze temperature distribution of a infrared image and to detect disaster situation such as fire. The required functions are confirmed by testing of the prototype and we verified practicality of the system.

Key Words : Digital Media Processor, Video Surveillance, Image Processing

1. 서론

최근에 유비쿼터스 센서 네트워크 기술과 감시용 카메라가 연동된 비디오 감시 시스템의 기술이 소개되면서 전국 지자체나 관공서를 중심으로 화재와 같은 재난상황을 조기에 감지할 수 있는 비디오 감시 시스템의 도입이 점차 늘어가고 있다. 그러나 많은 감시용 카메라가 설치되어도 사람이 모든 모니터를 24시간 감시할 수는 없다. 따라서 화재와 같은 재난 상황이 발생하면 이를 자동으로 검출하여 사람에게 알려주는 지능형 비디오 감시 시스템이 필요하게 되었고 현장에서 도입이 시작되고 있는 추세이다. 기존의 CCTV를 활용한 비디오 감시 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 가장 간단한 경우에 컬러 카메라와 비디오 녹화기, 모니터, 제어콘솔로 구성되어 상황을

녹화하고 모니터를 통하여 관리자가 육안으로 감시하는 기능을 가지고 있다. 이러한 시스템은 관리자가 24시간 모니터를 주시해야 할 뿐만 아니라 야간에는 별도의 조명도 필요하고 감시거리가 짧은 단점을 가지고 있다[1].



[그림 1] CCTV형 감시 시스템의 구성도

이러한 기존 CCTV형 비디오 감시 시스템이 가지고 있는 운영의 비효율성을 개선하고 야간, 날씨 등의 주변 운영환경에 관계없이 재난 감시가 가능한 시스템의 필요

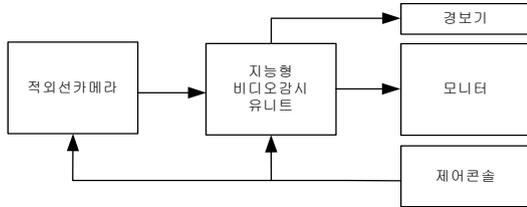
*교신저자 : 김원호(whkim@kongju.ac.kr)

접수일 09년 11월 25일

수정일 (1차 10년 02월 18일, 2차 10년 03월 15일)

게재확정일 10년 03월 18일

성이 많이 제기되고 있는 상황이다[2-7]. 이를 위해 적외선 카메라를 적용하고 화재와 같은 재난 상황을 실시간으로 검출하여 경고신호를 제공할 수 있는 지능형 적외선 비디오 감시 시스템을 제안하고 설계 구현 하였다.



[그림 2] 지능형 비디오 감시 시스템의 구성도

또한, 적외선 디지털 영상의 실시간 처리를 위해서는 많은 메모리와 고성능 프로세서가 요구된다. 디지털 미디어 프로세서(Digital Media Processor)는 현재 산업현장에서 주로 비디오를 압축하여 저장 또는 전송하기 위한 비디오 코덱을 구현하기 위하여 많이 사용되고 있는 고성능 영상 처리용 디지털 신호 처리기이다[8,9]. 본 논문에서는 실시간 영상처리에 적합한 디지털 미디어 프로세서를 사용하여 실시간으로 영상감시가 가능한 지능형 비디오 감시 시스템의 하드웨어 플랫폼을 설계 구현하였으며, 화재와 같은 재난 상황을 예측하고 감시하는 적외선 재난 감시 영상분석 알고리즘을 소프트웨어로 구현하였다 [10,11].

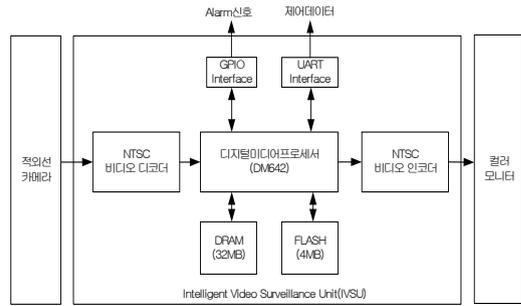
2. 시스템 설계 및 구현

2.1 시스템 하드웨어

지능형 비디오 감시 시스템의 하드웨어 구성은 그림 3과 같이 적외선 카메라 (Infrared camera), 지능형 비디오 감시 유닛 (Intelligent Video Surveillance Unit), 컬러 모니터로 크게 구분된다. 적외선 카메라는 320 x 240 마이크로 볼로메터 타입의 열화상 카메라를 적용하였다. 이 카메라는 0.07℃의 온도 차이를 감지하여 열화상으로 출력 가능하며, 연기나 안개 등을 투과하여 사물을 볼 수 있다. 주요 부가 기능으로는 x4 디지털 줌기능, 측정 대상 온도 범위 설정 기능, 측정 온도 알람 기능, 수동 포커스 제어기능, 영상의 중앙온도 획득기능 등이 있다.

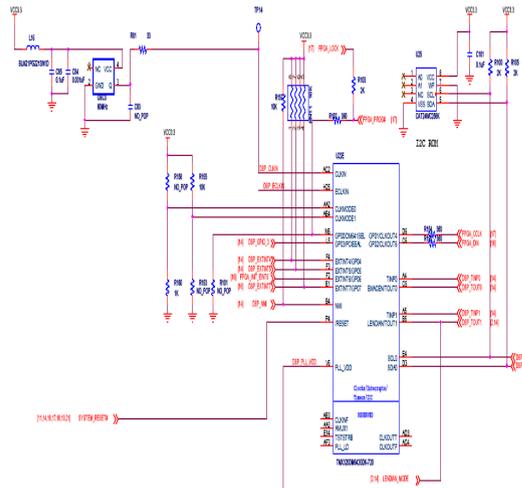
비디오 감시 시스템의 주 장치인 지능형 비디오 감시 유닛(IVSU)는 DM642 디지털 미디어 프로세서를 CPU로 적용하여 구현하였다. DM642 디지털 미디어 프로세서 칩은 비디오 캡처 및 디스플레이 채널을 포함하고 있

는 디지털 신호처리 프로세서로서 최대 720MHz로 동작 가능하며 5,760 MIPS의 처리속도로 초당 30프레임의 영상을 처리 할 수 있다. 디지털 미디어 프로세서가 비디오를 버퍼링하기 위하여 32M 바이트 동기식 DRAM을 사용하였고 프로그램 코드를 실장하기 위하여 4M 바이트 플래시 메모리를 사용하였다.

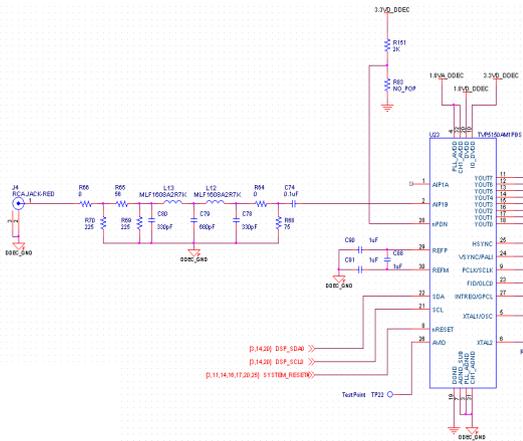


[그림 3] 시스템 하드웨어 구성도.

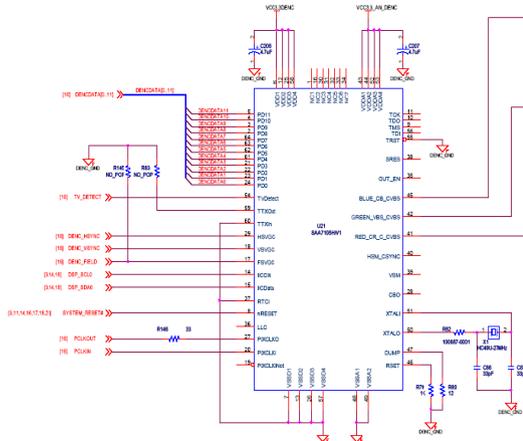
적외선 카메라의 아날로그 영상신호를 디지털 영상 데이터로 변환하기 위하여 저 전력 NTSC 비디오 디코더를 사용하였으며 고속의 9-Bit ADC를 내장하고 있다. NTSC 비디오 인코더는 처리된 결과 영상을 컬러 모니터 장치로 출력하기 위하여 사용하였으며 1,920x1,080 해상도와 3개의 RGB DAC기능을 가지고 있다. 범용 입출력(GPIO) 인터페이스는 TTL 레벨의 알람신호를 출력하는데 사용되고 UART 인터페이스는 제어 컴퓨터와 시리얼 데이터를 송수신하기 위한 저속 데이터 통신 기능을 제공한다.



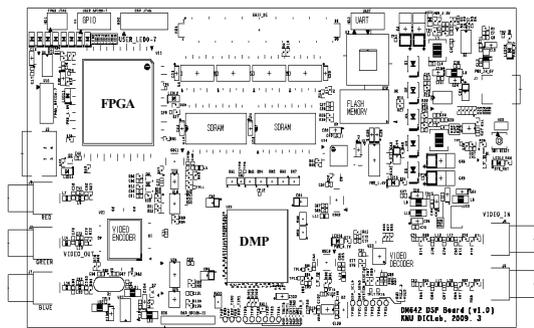
[그림 4] 디지털미디어프로세서의 클럭, I2C통신, 초기화 회로 설계도.



[그림 5] 비디오 디코더 회로 설계도.



[그림 6] 비디오 인코더 회로 설계도.



[그림 7] 구현된 지능형 비디오 감시 유닛의 PCB 부품 배치도.



[그림 8] 제작된 지능형 비디오 감시 유닛의 PCB 사진.

그림 4에서 그림 6은 구현된 지능형 비디오 감시 유닛의 주요 회로 설계도로서 디지털미디어프로세서의 주요 회로, 비디오 디코더 회로, 비디오 인코더 회로 설계도이다. 그림 7은 구현된 지능형 비디오 감시 유닛의 부품 배치도이다. 구현된 PCB 사이즈는 254mm × 116mm 이고 10층 구조로 제작되었다.

2.2 적외선 영상분석 소프트웨어

지능형 비디오 감시 시스템의 소프트웨어는 감시지역의 화재징후를 실시간으로 검출 가능하도록 다음과 같은 기능을 가지는 적외선 영상분석 알고리즘을 구현하였다.

2.2.1 감시 영역의 온도 분석 기능

적외선 열화상의 명암도는 피사체의 온도에 따라 방출되는 적외선의 세기에 대응하여 표시된다. 감시 영역의 온도 분석은 적외선 열화상 카메라에서 제공하는 중앙 화소 점의 온도 정보를 기준 값으로 이용하여 근사값으로 환산한다. 감시 영역에 대한 각 화소의 온도 값($T_{x,y}$)은 식 (1)에 의해 계산된다.

$$T_{x,y} = T_{center} - G \cdot (Bright_{center} - Bright_{x,y}) \quad (1)$$

T_{center} 는 적외선 열화상 카메라가 제공하는 영상의 중앙 화소 온도 값이며 G 는 화소 온도 변환 스케일링 값이다. 이 값은 실험적인 방법에 의해 구해진 값을 적용하였다. $Bright_{x,y}$ 는 해당 화소 점의 명암도 크기이고 $Bright_{center}$ 는 적외선 카메라의 중앙 화소 명암도 크기이다. 적외선 영상의 화소별 명암도 범위는 8비트 값으로서 0에서 255값을 가진다. 온도분석 기능을 구현한 주요 소스 코드는 다음과 같다.

```

Int16 gray2temperature( Uint8 lum )
{
    Int16 tTemper, tLum;

    tLum = (BMLcenter - lum) * 6;
    tTemper = TMPcenter - tLum;

    return tTemper;
}
    
```

2.2.2 온도 분포 영역별 컬러영상 변환 기능

온도 분석 기능에 의해 산출된 화소단위 온도 값을 3 개의 온도 구간으로 구분하고 각각 설정된 컬러 값으로 변환한 컬러영상을 모니터로 출력하는 기능을 수행한다. 감시 영역의 온도영역 구분과 컬러 변환은 화소단위로 식 (2)와 같이 처리된다.

$$C1_{x,y} = \begin{cases} Black & \text{if } Bright_{x,y} < TH_{low} \\ Blue & \text{if } TH_{low} \leq Bright_{x,y} \leq TH_{high} \\ Yellow & \text{if } Bright_{x,y} > TH_{high} \end{cases} \quad (2)$$

온도분포 영역별로 컬러영상으로 변환하는 기능을 구현한 주요 소스 코드는 다음과 같다.

```

void gray2temperature_color( Uint8 ybuff[], Uint16 img_size )
{
    Int16 i, nBtemper;

    for(i=0; i<img_size; i++) {

        nBtemper = gray2temperature( ybuff[i] );

        if ( nBtemper >= TH_COL_H ) {
            dispBuff[i] = COLOR_Map[ COLOR_YEL ]
        } else if( nBtemper >= TH_COL_L ) {
            dispBuff[i] = COLOR_Map[ COLOR_BLU ]
        } else {
            dispBuff[i] = COLOR_Map[ COLOR_BLK ]
        }
    }
}
    
```

2.2.3 재난영역 검출 기능

화재와 같은 재난상황을 자동 검출하는 기능은 온도분 석에 의해 산출된 화소의 온도 값과 설정한 재난 임계치 온도와 비교하여 임계치를 초과하는 영역이 검출되면 재 난영역으로 예측하고 운영자에게 경고신호를 전달하는 기능을 수행한다. 또한, 재난영역으로 판정된 영역은 식 (3)과 같이 적색 컬러로 변환 처리하여 모니터에 출력하 고 재난영역 주변을 사각형으로 표시하여 운영자의 재난 상황 식별을 용이하게 하는 기능을 수행한다.

$$C2_{x,y} = \begin{cases} Red & \text{if } Bright > TH_{fire} \\ C1_{x,y} & \text{if } Bright \leq TH_{fire} \end{cases} \quad (3)$$

재난영역 검출기능에 의해 발생하는 정보정보는 시스 템의 범용 입출력 포트와 시리얼 통신 포트를 통해 TTL 레벨 신호 또는 시리얼 메시지로 외부에 출력된다. 재난 영역으로 판정된 영역에 대한 적색 디스플레이 기능을 구현한 주요 소스 코드는 다음과 같다.

```

void gray2alarm( Uint8 ybuff[], Uint16 img_size )
{
    Int16 i, nBtemper;

    for(i=0; i<img_size; i++) {

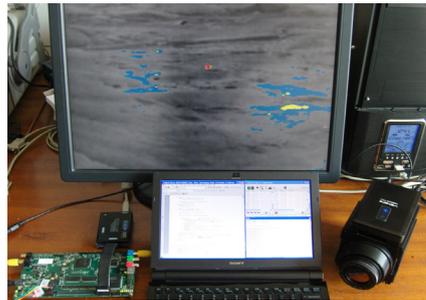
        nBtemper = gray2temperature( ybuff[i] );

        if ( nBtemper >= TH_FIR ) {
            dispBuff[i] = COLOR_Map[ COLOR_RED ];
            tskAlarm++;
            dispSquare( dispBuff, i );
        }
    }

    UART_putData(TSK_MODE, tskAlarm, 0);
    GPIO_pinWrite(GPIO_hGPIO, GPIO_PIN3, 1);
}
    
```

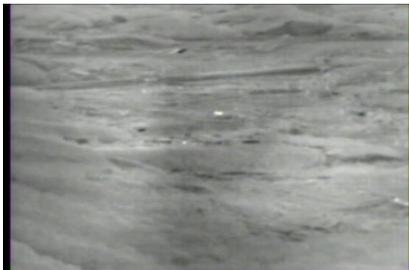
3. 시험 및 결과

설계 구현된 지능형 비디오 감시 시스템의 시험 평가 는 시스템 설계 시에 제시한 감시 영역의 온도 분석 기 능, 온도 분포 영역별 컬러영상 변환 기능, 재난영역 검출 및 경고 기능, 시리얼 통신 기능, 시스템의 실시간 비디오 처리 성능을 시험 평가 하였다. 시험 방법은 야외에서 화 재를 연출하고 적외선 열화상 카메라와 디지털 캠코더로 녹화한 테스트 동영상을 구현된 시제품에 입력하여 시험 하였으며 그림 9와 같이 시험환경을 구축하여 시스템의 기능과 성능을 검증하였다. 시험에 사용된 영상의 크기는 720 x 480 이며 영상의 입출력 포맷은 NTSC 컴포지트 신호이다.

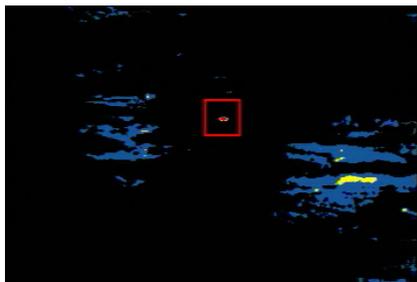


[그림 9] 구현된 시스템의 시험 평가 사진.

그림 10은 적외선 열화상 카메라로부터 입력되는 적외선 명암도 영상이다. 영상의 중앙부에 백색에 가깝게 표시된 영역이 화재가 발생한 재난영역이다. 그림 11은 전송한 적외선 영상 분석 알고리즘에 의해 처리된 결과 영상을 보여주고 있으며, 입력되는 적외선 동영상은 식 (1)에 의해 실시간으로 영상의 화소별 온도 분석이 수행되고, 식 (2)에 의해 화소의 온도 값에 따라 명암도 영상을 흑색(Black), 청색(blue), 황색(Yellow)의 3가지 온도 영역으로 분할하여 컬러 영상으로 변환한 다음 모니터에 출력된 결과 영상이다. 또한, 그림 11의 시험 결과 영상에서 식 (3)에 의해 적색과 사각형으로 그래픽 처리된 영역은 설정된 재난 임계치 온도 값을 초과하는 가장 온도가 높은 영역으로 분석된 영역이다. 이 영역은 시스템에 의해 화재와 같은 재난 영역으로 예측되고, 경보 신호를 범용 입출력 포트 또는 시리얼 통신 포트를 통해 시스템 운영자에게 실시간으로 제공한다. 구현된 시스템의 처리 성능은 10 프레임/초 이상의 비디오 속도로 적외선 영상 분석 알고리즘 처리를 완벽하게 실시간으로 처리하였으며, 시리얼 통신 기능도 잘 동작됨을 확인하였다.



[그림 10] 적외선 명암도 영상



[그림 11] 시험 결과 영상.

4. 결론

본 논문에서는 화재와 같은 재난 상황 감시를 위한 지능형 비디오 감시 유니트와 적외선 영상 분석 소프트웨어

어로 구성된 지능형 비디오 감시 시스템의 설계 및 구현에 대하여 기술하였다. 지능형 비디오 감시 유니트는 실시간 처리를 위하여 5,760 MIPS 고성능 디지털 미디어 프로세서를 적용하였으며 구현된 시제품을 이용하여 기능과 성능을 시험한 결과, 10 프레임/초 이상의 비디오 처리 성능으로 화재와 같은 재난영역 검출 기능이 실시간으로 잘 동작됨을 확인하였으며 실용성을 검증 하였다. 향후 추진 과제로는 정밀도가 높은 화재 자동 인식기능과 유무선 네트워크 환경에서 연동 가능하도록 이더넷 통신 기능이 포함된 스마트 비디오 감시 시스템의 연구를 진행할 계획이다.

참고문헌

- [1] 한준희, “비디오 감시 및 분석 알고리즘”, 전자공학회지 제36권, 제10호, pp. 1062-1073, 2009.
- [2] Che-Bin Liu and Narendra Ahuja, "Vision based fire detection", Proceedings of the 17th International conference on pattern recognition (ICPR'04), 2004.
- [3] Yigithan Dedeoglu, B.Ugur Toreyin, Ugur Gudukbay, A.Enis Cetin, "Real-time fire and flame detection in video", Proceedings of IEEE ICASSP'05, Volume 2, pp. 669-672, March 18-23, 2005.
- [4] Ignacio Bosch, Soledad Gomez, Luis Vergara, Jorge Moragues, "Infrared image processing and its application to forest fire surveillance", Proceedings of IEEE AVSS 2007. pp. 283 - 288, 5-7 Sept. 2007.
- [5] W. Philips, M.shah, N.V. Lobo, "Flame recognition in video", The 5th IEEE workshop on application of computer vision, pp. 224-229, 2000.
- [6] S.Briz, A.J.de Castro, J.M. Aranda, J. Melendez, F. Lopez, "Reduction of false alarm rate in automatic forest fire infrared surveillance systems", Remote Sensing of Environment, Elsevier Science Inc. pp. 19-26, 2003.
- [7] B.C. Arrue, A. Ollero, J.M de Dios, "An intelligent system for false alarm reduction in infrared forest fire detection", IEEE intelligent system, pp. 64-73, 2000.
- [8] Databook of TMS320DM642 Video & Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor, Texas Instrument, 2007.
- [9] Technical Reference of TMS320DM642 Evaluation Module with TVP Video Decoders, Spectrum digital Inc., 2007.
- [10] Rafael C. Gonzalez, Digital image processing using

MATLAB, Prentice Hall, 2004.

[11] C.T. Chen, Digital signal processing, Oxford university press, 2001.

김 원 호(Won-Ho Kim)

[정회원]



- 1987년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1999년 2월 : 충남대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1989년 12월 ~ 1999년 8월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1999년 8월 ~ 2005년 2월 : 천안공대전자공학과 조교수
- 2005년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 전기전자제어공학부 교수

<관심분야> 영상 및 통신 신호처리, 스마트비전센서, 위성멀티미디어통신