상용 이미지 프로세서를 이용한 열화상 영상 처리 시스템 설계

차정우*, 한준환*, 박찬*, 김용진*
*한화시스템 전자광학연구소
jeongwoo.cha@hanwha.com

Design Thermal Image Processing System using Common Image Processor

Jeong-Woo Cha*, Joon-Hwan Han*, Chan Park*, Yong-Jin Kim*
*Electro-Optronics R&D Center, Hanwha Systems Co.

요 약

열화상 시스템은 물체로부터 발산되는 적외선을 영상화하여 물체를 탐지하는 장점으로 인해 군사 분야는 물론 현재 민수 분야(자동차, Security 시스템)에 활용분야가 넓어지고 있다. 기존에는 대부분 FPGA 기반으로 열화상 열상 모듈을 개발하였지만 민수 분야에 다양한 요구사항 및 범용성에 유연한 대처가 힘든 실정이다. 따라서 다양한 요구사항과 범용성을 만족하기 위한 시스템의 필요성이 대두되었다.

본 논문에서는 상용 이미지 프로세서를 이용한 열화상 영상 처리 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 기존 FPGA 기반 시스템이 아닌 상용 이미지 프로세서를 사용함으로써 범용 영상 입·출력 인터페이스 및 각종 디바이스를 지원함에 따라 다양한 요구사항과 범용성을 만족한다. 따라서 시스템이 구축이 되면 뛰어난 접근성으로 인하여 시스템 추가/변경 시 기존의 시스템에 비해 개발 비용 및 기간을 단축할 수 있으며 그로 인하여 다양한 고객 요구사항 만족, 개발 비용 및 시간 단축, 제품 출시일 등 다양한 이점을 얻을 것으로 예상한다.

1. 서론

열화상 시스템은 물체로부터 발산되는 적외선을 영상화하는 시스템이다. 이와 같은 특징으로 CCD/CMOS 기반 영상 시스템으로 확인이 불가능한 사물을 식별함에 따라 열화상 영상 시스템은 다양한 군사 분야에 활용되었다.[1] 그러나 최근 열화상 관련 제품의 수요가 증가하고 핵심 부품인 열화상 센서의 가격이 낮아지고 성능이 향상됨으로써 군수 분야뿐만 아니라 민수 분야까지 활용도가 증가하고 있다.[2-3] 활용 분야로는 차량의 나이트비전과 자율주행, Security 시스템에 많이 활용된다. 현재 열화상 시스템의 민수 적용 범위는 고급 차종 및 특수 환경의 현장에서 활용이 되고 있다. 그러나 차량의 나이트비전의 시장범위가 2019년에는 210만대 수준으로 증가할 것으로 예상됨에 따라 관련 수요가 폭발적으로 증가될 것으로 예상된다.[4]

적외선 검출기는 외부에 냉각기를 보유하고 있는 냉각형 검출기와 냉각기 기능을 대신하는 열전소자를 탑재한 비냉각형 검출기로 구분한다.[5]

본 논문에서는 기존에 활용되고 있는 FPGA 기반 열화상 모듈의 장단점을 설명하고 단점 보완을 위한 상용 이미지 프로세서를 적용하여 기존의 시스템보다 효율적인 열화상 영상 처리 시스템을 제안한다. 제안된 열화상 영상 처리 시스템은 기존 시스템에 비해 범용 영상 입·출력 인터페이스, 관련 디바이스 지원, 뛰어난 접근성을 보인다. 따라서 본 논문에서 제안한 열화상 열상 처리 시스템을 사용할 경우 현재 민수 분야의 다양한 요구사항 만족, 개발 비용 및 시간 단축, 제품 출시일 등을 만족할 수 있다.

2. FPGA 기반 열화상 영상 모듈

현재 대부분의 열화상 열상 모듈의 경우 FPGA 기반 프로세서를 사용하여 설계되고 제작된다. 자사의 열화상 열상 모듈 제품도 FPGA로 구성되어 있으며 현재 다양한 군사 분야에 활용되고 있다.

FPGA 기반 열화상 영상 모듈의 경우 요구사항에 최적화된 시스템을 구성할 수 있으며 FPGA로 구현 시 원하는 시스템 구성에 맞춰 다양한 알고리즘을 최적화 할 수 있는 장점이 있는 반면 다양한 입력/출력 표준 인터페이스 및 각종 디바이스 지원이 불가능한 단점이 있다. 그리고 새로운 시스템에 적용하거나 시스템 요구사항이 추가·변경됨에 따라 Chip-set이 변경되면 기존 시스템의

재활용이 불가능하여 불필요한 개발비용 및 개발기간이 소요된다.

그림 1은 자사의 FPGA 기반 열화상 열상 모듈이다. 자사에서 개발된 FPGA 기반 열화상 열상 모듈의 경우도 위와 같은 문제점을 보유하고 있다.[6]

(그림 1) 기존 자사의 FPGA 기반 열화상 영상 모듈

따라서 현재 다양한 환경 및 요구사항을 만족하고 개발기간 및 비용 단축을 위한 시스템 공용화 플랫폼의 필요성이 대두되었다.

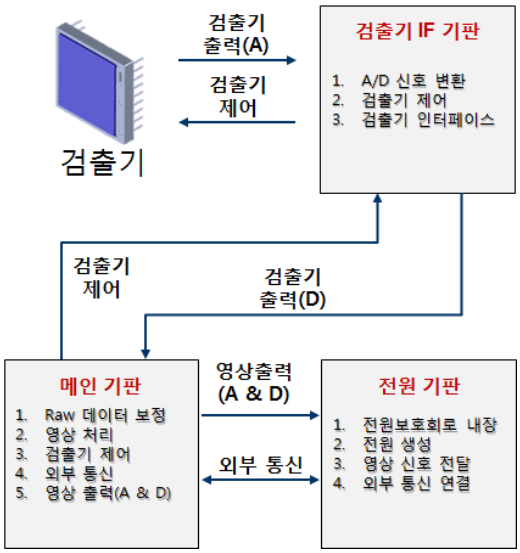
3. 상용 이미지 프로세서를 이용한 열화상 영상 처리 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 상용 이미지 프로세서를 이용한 열화상 영상 모듈은 기존 사용되던 시스템인 FPGA 기반 프로세서가 아닌 상용 프로세서를 사용하여 시스템을 구성한다. 그로 인해 FPGA의 단점을 보완하고 상용 프로세서의 이점이 적용 가능하다.

시스템의 하드웨어 구성은 그림 2와 같다. 크게 3가지 기능을 담당하는 기판으로 구성된다. 검출기 인터페이스 기판은 Analog 신호 변환으로 메인 기판에 Digital 영상 데이터로 전송하고 열상 검출기 제어를 위한 제어 프로토콜 Block, 검출기 연결을 위한 검출기 인터페이스로 구성된다. 메인 기판은 검출기 인터페이스 기판으로 전송받은 RAW 데이터 보정, 보정된 영상 데이터의 영상 처리 Block, 외부 통신을 위한 통신 디바이스 드라이버, 영상 출력을 위한 영상 출력 드라이버로 구성된다. 전원 기판은 검출기 인터페이스 기판과 메인 기판에 소모되는 전원 생성 및 보호회로, 메인 기판에서 전송되는 영상 신호를 전달하는 외부 인터페이스와 통신 인터페이스로 구성된다.

본 논문에서 제안한 시스템을 적용한 프로세서의 성능은 아래 표1과 같다. 사용한 상용 이미지 프로세서의 경우 2개의 DSP(Digital Signal Processor)와 2개의 ARM M4 ISP(Image Signal Processor)를 보유하고 있다.

본 논문에서 제안한 시스템의 세부 구조는 그림 3과 같



(그림 2) 제안한 시스템의 하드웨어 구성

<표 1> 제안한 시스템의 성능

항목	사양
프로세서	• 2x ARM M4 • 2x DSP
입력 인터페이스	• MIPI CSI-2 • CPI
출력 인터페이스	• Analog(NTSC/PAL) • Parallel 24bit Digital Output • HDMI
외부 통신 포트	• MCAN • SPI • I2C • UART
저장장치	MMC/SD/SDIO
메모리	DDR3/DDR2/LPDDR2

이 구성된다.

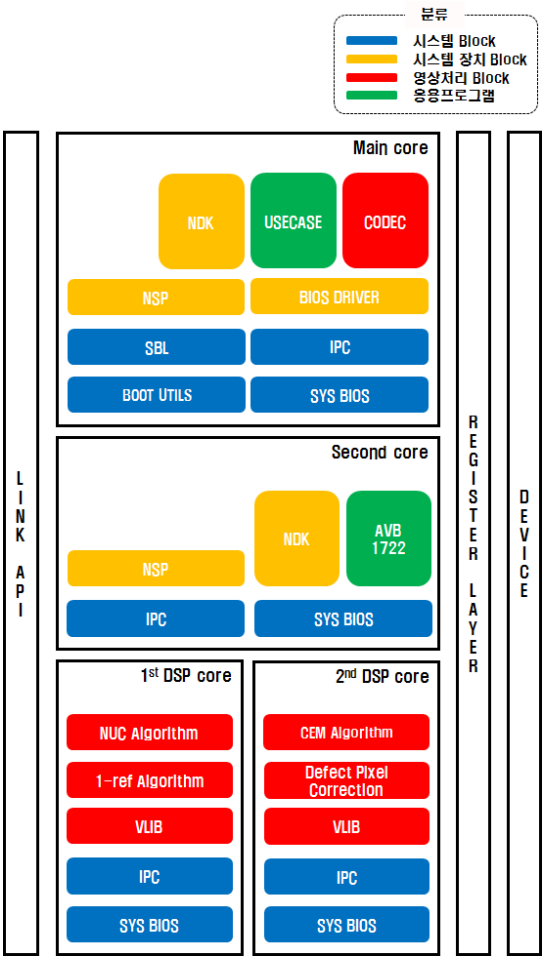
메인 Core는 시스템을 제어/관리하는 RTOS(Real-Time OS), Image Signal Process 기능을 담당한다. 세부 구성은 Bootloader, Bootloader Utility, BIOS, BIOS Device Driver, Network Support Driver, Codec, User Interface 이다.

Second Core에는 Network 및 통신을 담당한다. 세부 구성은 Network Driver, BIOS Support Driver, Network Device Driver, Audio Device Driver, 통신 Device Driver 이다.

2개의 DSP에서는 열상 영상에 대한 영상처리를 담당한다. 세부 구성은 검출기 인터페이스에서 수신되는 열상 영상 처리를 위한 NUC(Non-Uniformity Correction) Block, TEC(Thermal Electric Cooler)-less Block, CEM(Contrast

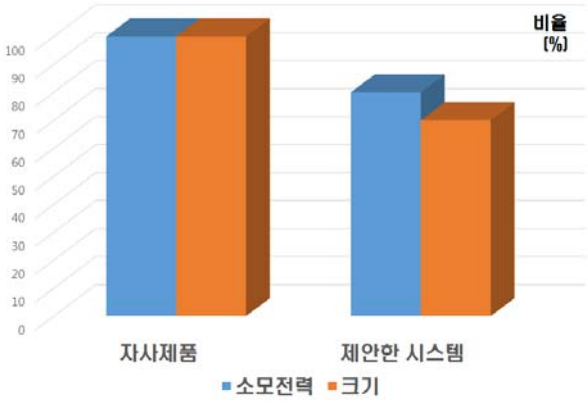
Enhancement Mapping) Block, DPC(Defect Pixel Correction) Block, Vision Processing Library, BIOS Support Driver이다.

현재 시스템의 핵심 기능인 열상 영상 처리 Block은 다른 시스템에서도 사용이 가능하도록 모듈화로 이루어져 있다.



(그림 3) 제안한 시스템의 구조

아래 그림 4는 기존 자사 FPGA 기반 시스템의 최대 소모 전력과 상용 프로세서의 최대 소모 전력을



(그림 4) 자사 제품과의 예상 성능 분석자료

비교 및 크기 비교 수치이다. 전력 소모의 경우 프로세서 점유율을 바탕으로 한 분석 자료이며 상용 프로세서의 최대 70%를 예상한다. 따라서 기존 대비 30%정도의 효율증대를 예상한다. 제품의 크기 또한 기존 시스템에 비해 메인 프로세서의 크기 감소와 기타 전자소자들의 감소로 인해 30%의 크기 감소를 예상한다.

4. 결론

본 논문에서 제안한 상용 이미지 프로세서를 이용한 열화상 열상 모듈은 다양한 요구사항인 범용 영상 입·출력 인터페이스, 각종 디바이스 지원, 접근성을 만족시키기 위해서 멀티코어 기반 상용 이미지 프로세서를 세부 기능별 분류하고 각 코어의 성능을 분석하여 설계하였다.

기존의 FPGA 기반 영상 처리 시스템이 아닌 상용 프로세서를 사용함으로써 기존 방식보다 접근성이 뛰어나고 다양한 내·외부 인터페이스를 장착할 수 있다. 공용 플랫폼설계로 인해 새로운 시스템 및 추가 요구사항 적용 시 모듈 재활용이 가능하다.

따라서 시스템이 구축이 되면 뛰어난 접근성으로 인하여 시스템 추가/변경 시 기존의 시스템에 비해 개발 비용 및 기간을 단축할 수 있으며 그로 인하여 다양한 고객 요구사항 만족, 개발 비용 및 시간 단축, 제품 출시일 등 다양한 이점을 얻을 것으로 예상한다.

참고문헌

[1] 한화시스템 홈페이지, www.hanwhasystems.com

[2] Seok-Min Hong "Advanced LWIR Thermal Imaging Sight Design", Korean Journal of Optics and Photonics, Vol. 16, No. 3, pp. 209-216, 2005.

[3] Song, Cheon-ho "Applying tilt mechanism for high-resolution image acquisition," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol.19, No.12 pp.31-37, Dec. 2014.

[4] 한국소재부품투자기관협의회, “글로벌 M&A 유망분야 타겟리서치 - ADAS용 센서(카메라,적외선)”, 2016.

[5] A. Rogalski "Infrared Photon detectors versus thermal detectors", Physics of Semiconductor Devices, pp. 754-761, 1998.

[6] Jung-Ho Shin “Image Correction Method for Uncooled IR TECless Detector with Non-linear characteristics due to Temperature Change”, Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol.22, No.10 pp.19-26, Oct. 2017.