유비쿼터스 환경에서의 소형 마이크로 컨트롤러를 위한 영상 촬영 및 압축 시스템

송민환, 김재호, 안일엽, 김태현, 원광호, 이상신
전자 부품 연구원
e-mail:{mhsong, jhkim, iyahn, thkim, khwon, sslee}@keti.re.kr

Image capture and compression system for tiny microcontroller over Ubiquitous Environment

Minan Song, JaeHo Kim, IlYeup Ahn, TaeHyun Kim,
KwangHo Won, SangShin Lee
Dept of Ubiquitous Computing Research Center, Korea
Electronics Technology Institute

요 약

유비쿼터스 환경에서 소형, 저전력의 임베디드 시스템은 저가로 구성되는 시스템이라는 특성으로 인해 넓고 다양한 지역에 분포될 수 있고 분포 시킬 시스템의 개수와 설치 방법등에 있어 큰 유연성을 가지고 있어 그 활용에 있어 매우 큰 잠재적인 요소를 보유하고 있다. 이러한 시스템에 채용되는 마이크로컨트롤러는 매우 제한된 메모리 용량과 낮은 클럭속도, 낮은 레벨의 연산 성능을 가지는게 일반적이다..

본 논문에서의 마이크로 컨트롤러를 위한 영상 촬영 및 압축 시스템은 이러한 소형의 마이크로 컨트롤러를 사용한 소형의 저전력 임베디드 시스템에서 사용하기 위한 목적의 영상 촬영 및 압축을 위한 시스템이다. 본 시스템은 영상을 촬영하고 촬영된 영상을 JPEG로 압축하며 이를 내부 메모리에 보관함으로써 저사양의 마이크로컨트롤러를 가지는 시스템과 낮은 데이터 전송률을 가지는 통신 환경에서도 이미지 기반의 서비스를 제공할 수 있는 환경을 제공하면서 동시에 매우 소형의 시스템으로 배터리 동작 기반의 저전력 시스템을 위한 설계로 유비쿼터스 환경의 구성에 매우 유용한 기능을 제공한다.

1. 서론

유비쿼터스 환경은 사물을 네트워크 기반의 공간으로 끌어들여 인간과 사물의 유기적인 결합을 통한 안전하고 풍요로운 인간생활의 추구를 목적으로 한다. 이러한 유비쿼터스 환경에 대한 연구와 관심은 IT기술의 획기적인 발전과 더불어 기존의 생활 패턴에 대한 패러다임 자체를 변화시키고 있다. 이는 여러 곳에 존재하는 사물이나 혹은 인간이 생활하는 환경에 센서 및 구동기 프로세서 등을 내장시키고 이들의 고유 기능에 정보처리 및 정보기술을 삽입함으로써 인간생활에 대한 궁극적인 변화와 향상을 꾀하고 있다.

이렇게 사물과 환경에 삽입되기 위한 시스템은 매우 작은 사이즈로 구성되어 궁극적으로는 사용자가 인지하지 못하는 것을 목적으로 한다. 또한 한번 실제 환경에 적용 될 경우 매우 오랜 시간에 걸친 시스템의 지속성을 가지는 효율적인 전력소모 구조를 갖는 시스템을 요구하고 또 매우 저가로 구성되어 사물에 삽입할 때 개수와 분포 방법 등에 있어 가격적으로 제약을 주지 않을 정도가 되어야 한다. 이러한 이유로 이들에 장착되는 마이크로 프로세서들은 제한적인 성능을 가지게 되는데 그 예로 프로세서들은 저전력을 위하여 낮은 클럭속도를 가지고 이에 따라 낮은 레벨의 연산 성능을 가지며 또한 매우 제한된

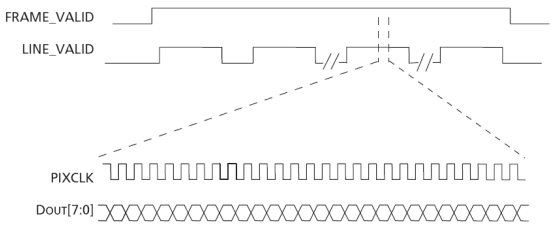
메모리용량을 가진다. 이러한 시스템들이 이미지를 요구하는 어플리케이션에 적용될 경우 현재의 시스템으로는 이들을 처리할 수준이 되지 않는다. 반면에 현재 이미지 기능이 적용된 모바일 환경으로는 휴대폰과 PDA, 노트북, UMPC 등이 있으며 이들은 공통적으로 매우 고성능의 프로세서를 탑재하고 상대적으로 커다란 메모리를 장착하고 있어 이미지를 촬영하고 이를 작은 사이즈로 압축하는데 소요되는 시스템 리소스 비율은 그리 크지 않은 편이다.

따라서 본 논문은 이렇게 유비쿼터스 환경에서 사용될 소형 임베디스 시스템에 적용하는 것을 목적으로 하는 이미지 기반 서비스를 위한 이미지 캡처, 영상 압축 그리고 이 데이터를 보관하는 기능을 가진 소형 저전력의 영상 촬영, 압축시스템을 구현하고 테스트한 결과를 제시하는 것을 목적으로 한다.

2. 시스템 구조

2.1 현재 이미지 촬영 시스템의 개요

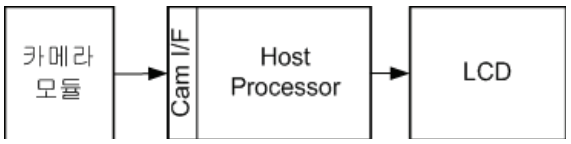
현재 휴대폰, PDA, 노트북, UMPC 등의 모바일 기기를 위한 이미지 촬영을 위한 장치는 Mega-pixel 급의 CMOS 이미지 센서가 주로 쓰인다. 이들 모바일 기기는 CMOS 센서를 통한 영상을 LCD등의 디스플레이 장치를 통하여 유저에게 보여주고 유저는 가장 적절한 상태의 화면을 선택하여 이미지를 캡쳐하게 된다. 통상의 CMOS 센서는 영상 데이터를 전달하기 위해 8비트 이상의 데이터라인과 몇몇의 제어신호를 가진다. 이들 신호는 보통 pixel clock이라는 신호를 통해 동기화 되며 영상을 받아들이는 시스템은 이 클럭을 기준으로 CMOS 카메라로부터 영상을 받아들여야 한다.



(그림 1) CMOS 이미지 센서의 출력 신호

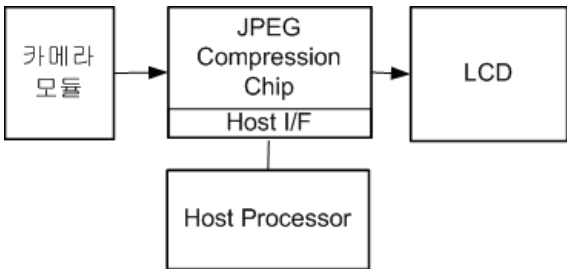
(그림 1)은 CMOS 이미지 센서의 출력신호의 타이밍이다. FRAME_VALID 신호는 하나의 영상 전체를 통해 데이터의 유효성 여부를 나타내며 LINE_VALID 신호는 영상 중 하나의 라인에 대한 데이터의 유효성 여부를 나타낸다. PIXCLK은 데이터라인의 데이터를 획득하기 위한 동기 신호로써 쓰인다. 일반적으로 PIXCLK 신호는 매우 빨라 이 신호를 통하여 영상을 저장하기 위해서는 전용의 하드웨어가 있어야 하고 특히 소형 마이크로컨트롤러를 통해서 데이터를 획득하기란 매우 어렵다.

다음은 일반적으로 CMOS 카메라 모듈을 통해 영상을 저장하는 시스템들의 구조이다.



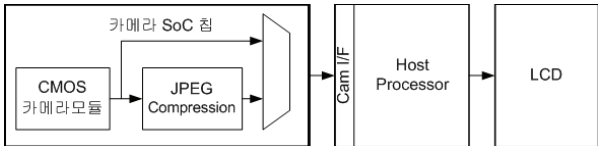
(그림 2) 카메라 시스템 1

(그림 2)의 시스템은 호스트 프로세서에 CMOS 카메라 모듈 전용의 인터페이스가 존재하는 경우이다. HOST 프로세서는 칩 내부의 카메라 인터페이스 전용의 하드웨어 주변장치를 사용하여 카메라 모듈로부터 데이터를 획득하고 이를 DMA등을 통하여 시스템의 메모리로 전송한다. 시스템은 이 메모리의 데이터를 통하여 LCD에 카메라 영상을 출력하여 사용자에게 제공한다. 프로세서의 성능이 뛰어나 JPEG압축은 소프트웨어적으로 처리한다.



(그림 3) 카메라 시스템 2

(그림 3)의 시스템은 JPEG 압축 전용 칩을 사용하는 경우이다. JPEG 압축용 칩에 LCD Display용 컨트롤러가 내장되어 직접 LCD에 출력할 수도 있으며 따라서 사용자는 이 영상을 사용하여 캡처할 영상의 상태를 확인할 수 있다. 영상의 압축에 압축전용 칩이 사용되기 때문에 호스트 프로세서의 영상처리에 대한 시스템 부하는 상당히 줄어들게 된다.



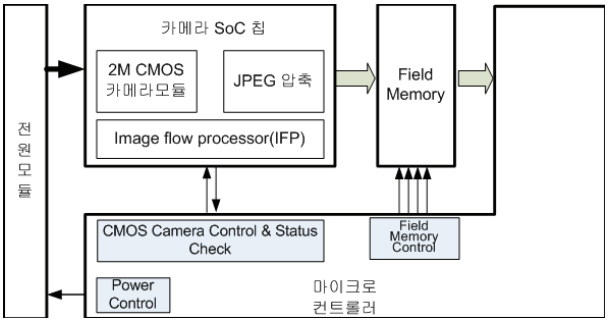
(그림 4) 카메라 시스템 3

(그림 4)의 시스템은 카메라 모듈 자체에 JPEG 압축을 위한 하드웨어가 내장되어 있는 경우이다. 압축되지 않은 영상데이터와 압축된 영상 데이터가 같은 인터페이스를 통하여 출력된다. 호스트 프로세서는 압축되지 않은 영상데이터를 받아 LCD에 출력하며 압축된 영상데이터는 압축용 소프트웨어를 통하지 않고 그대로 메모리에 저장하면 된다. 이 시스템의 장점은 JPEG 압축을 위한 시스템의 부하가 거의 없으며 JPEG 압축을 위한 소프트웨어의 검증절차를 줄일 수 있고 또한 영상 촬영 및 압축이 한 칩에 구현되어 매우 저전력 특징을 가지는 것을 꼽을 수 있다.

2.1 본 시스템의 구조

본 시스템에서는 (그림 4)에서 채용한 카메라 모듈을 사용하였다. CMOS 카메라 모듈은 내부에 JPEG 압축 기능을 하는 하드웨어 모듈과 촬영될 이미지를 위한 각종 세팅을 위한 Image Flow Processor(IFP)가 내장되어 있다. 하지만 본 모듈은 압축되지 않은 영상과 압축된 영상을 동일한 인터페이스를 통하여 출력하게 되며 이 인터페이스는 (그림 1)에서 언급한 것과 같이 8개의 데이터라인과 LINE_VALID, FRAME_VALID, PIXCLK로 구성되어있다. PIXCLK는 내부 PLL 블록을 통하여 자동으로 생성되며 PIXCLK의 빠른 속도로 인해 이 인터페이스를 통하여 마이크로컨트롤러에서 데이터를 획득할 수 없으므로 추가적인 장치가 필요하며 이를 위해 우리는 FIFO의 기능을 가지는 OKI사의 12비트 256K word용량의 field memory를 사용하였다. 이 메모리를 사용함으로써 카메라 모듈에서 빠른 속도의 PIXCLK을 통해 출력되는 이미지 데이터를 안정적으로 획득할 수 있으며 JPEG으로 압축된 한 프레임의 이미지 데이터는 마이크로 컨트롤러가 필요할 때까지 저장될 수 있다. 마이크로컨트롤러는 CMOS 카메라 모듈과 field memory의 write reset, read reset 및 write enable, read enabe의 타이밍을 컨트롤하고 Field Memory에는 압축된 JPEG 영상 데이터만 저장 될 수 있도록 한다.

영상의 캡처가 완료된 이후 CMOS 카메라 모듈은 전원 절약을 위해 Stand-by모드로 전환하며 이 시스템은 마이크로 컨트롤러와 field memory만이 전원을 소모한다. 마이크로 컨트롤러는 메모리에 저장된 영상을 모두 사용하고 나면 전원모듈의 제어신호를 사용하여 이미지 시스템을 위한 전원을 차단함으로써 효율적인 전원관리를 수행할 수 있다.
(그림 5)는 본 시스템의 구성도이다.

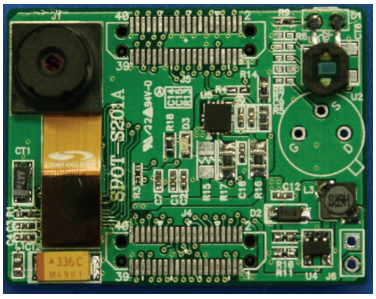


(그림 5) 마이크로 컨트롤러를 위한 이미지 시스템

3. 시스템 구현 및 테스트

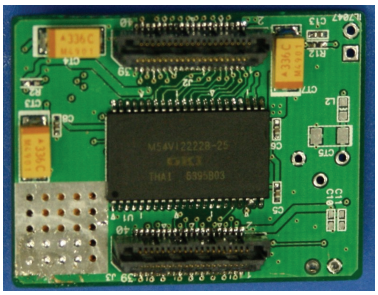
본 시스템은 마이크로컨트롤러-카메라 모듈간의 인터페이스를 통하여 영상의 사이즈를 자유자재로 조절할 수 있다. 따라서 임베디드 시스템의 사용 용도에 따라 유연한 확장성을 제공하며 배터리 동작 기반의 저전력 시스템을 위한 설계와 40 x 30 mm의 소형 사이즈로 유비쿼터스 환경에 최적화된 영상 기반 서비스를 제공한다. 또한 매우 소형의 시스템으로서 영상을 마이크로컨트롤러가 필요할 때 까지 저장함으로써 낮은 데이터 전송률과 열악한 채널 환경을 갖는 통신 시스템에도 적용할 수 있다.

본 시스템은 2.4Ghz의 무선 통신 시스템에 장착되어 테스트 되었다. 카메라 시스템에 내장된 센서를 통하여 신호를 입력받은 마이크로 컨트롤러는 이미지 시스템에 캡처 명령을 보내게 되며 이미지 시스템은 그때의 영상을 캡처하고 압축하여 메모리에 저장한다. 무선 통신 시스템은 이 영상 데이터를 무선을 통해 호스트 시스템에 전송하며 호스트시스템은 이를 display한다.

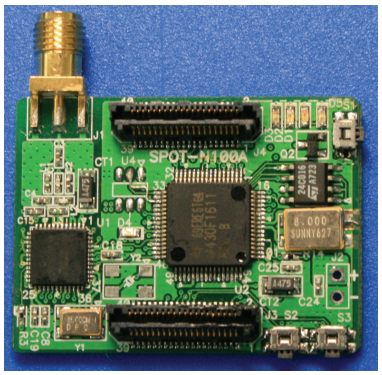


(그림 6) 이미지 시스템 (상)

(그림 6)은 이미지 시스템의 윗면의 사진이며 아래 (그림 7)은 이미지 시스템의 아랫면의 사진이다.



(그림 7) 이미지 시스템 (하)



(그림 8) 무선 통신 시스템

(그림 8)은 이미지 시스템을 장착하여 영상을 획득하고 무선을 통하여 전송을 담당할 2.4Ghz 대역의 무선 통신 시스템 보드이다.

본 시스템의 동작시 소요되는 전류는 이미지의 캡처 및 JPEG영상의 압축시에 약 5초 가량의 시간이 소요되며 이때 사용되는 전류는 약 80mA이다. 하지만 영상의 캡처 이후에는 Stand-by모드 혹은 전원모듈의 제어를 통한 전원차단을 통하여 전류를 제어함으로써 전력 관리를 수행한다.

4. 결과

(그림 9)는 본 시스템으로 영상을 촬영하고 이를 2.4Ghz 무선통신 네트워크를 통해서 전송하여 호스트 컴퓨터의 화면에 display한 화면이다. 영상은 320×240사이즈로 테스트하였다.

(그림 9) 영상 촬영 및 전송 결과

5. 결론

본 시스템은 매우 소형의 이미지 캡처, 압축 및 저장을 담당하는 시스템으로서 배터리 동작 기반의 저전력으로 설계되어 프로세싱 능력이 약한 소형의 마이크로컨트롤러시스템에 영상 기반 서비스를 제공할 수 있게 한다. 따라서 본 시스템은 소형 및 저전력의 특징을 가지면서 영상기반의 서비스를 제공함으로써 향후 유비쿼터스 환경을 구성하는 시스템에 매우 유용하게 쓰일 수 있다.

참고문헌

[1] S.Sitharama Iyengar "Distributed Sensor Networks" 2005. Chapman & Hall/CRC

[2] 한국정보산업연합회 "국내 유비쿼터스 사업 추진 현황" 2005.7

[3] http://www.mtekvision.co.kr/product/pr_3018.php?m=271

[4]http://www.micron.com/products/partdetail?part=MT9D111D00STC