

MPEG-4에 기반한 하드웨어 코덱 설계

안용범* · 김응수*

*대전대학교

Design of MPEG-4 Based Hardware CODEC

Yong-beom Ahn* · Eong-soo Kim*

*Daejeon University

E-mail : coolpis@dju.ac.kr · eskim@dju.ac.kr

요 약

영상전송에 있어서 주변 환경에 대한 영상인식은 대단히 중요하다. 최근 정보인프라의 대중화에 따라 모바일 환경에서까지 유, 무선을 통한 대상의 상태를 영상으로 확인하려는 사용자 중심적 욕구가 증가하였다. 하지만 기존의 모바일용 솔루션은 저대역폭을 가지는 모바일 단말기 기반의 네트워크 특성상 소프트웨어 코덱만을 지원하므로써 소프트웨어적인 처리의 한계로 인한 고화질의 영상은 기대할 수 없었다. 이러한 단점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 모바일 환경에서까지 고화질 지원과 실시간적 요소를 고려하여 높은 압축률을 가지는 국제 비디오 압축 표준인 MPEG-4에 기반을 두어 하드웨어 코덱 설계에 관하여 기술하였다. 이를 위한 하드웨어의 최적화된 설계를 위하여 임베디드용 전용 CPU 채용과 MPEG-4에 기반한 하드웨어 코덱을 설계하였다. 구현된 시스템은 모바일 환경에서도 전송속도 및 해상도 등에 있어서 우수한 성능을 나타내었다.

키워드

고화질 영상 전송(High-resolution image transmission), MPEG-4,
실시간 모니터링(Real-time monitoring)

1. 서 론

정보통신분야의 급격한 발전과 더불어 인터넷 사용 환경 또한 빠른 속도로 발전하고 일반화되어가고 있으며 PC이외의 다양한 정보가전 기기들이 등장함에 따라 영상전송기술은 데스크톱뿐만 아니라 DVR, CCTV, 네트워크 카메라 등 모바일 환경에서까지 대상의 상태를 영상으로 확인할 수 있는 단말들이 제공되고 있다.[1][2][3]

기존의 모바일 솔루션은 CPU, 메모리 등의 자원이 상대적으로 부족했고 제한된 리소스 환경으로 인해 단말기 내에서 영상을 처리하기에는 많은 한계가 있었다. 그에 따라 소프트웨어 코덱만을 지원했으며 소프트웨어적인 처리의 한계로 인해 최대 해상도 QCIF급(176*144), QVGA급(320*240)의 저화질 영상만을 서비스 했으며 전송속도 및 실시간 응용에 적합하지 않았다. 이에 따른 해결방안으로 본 논문에서는 저비트율로 고효율 고압축 부호화를 가지는 국제 비디오 압축 표준인 MPEG-4에 기반을 두어 하드웨어 코덱 설계에 관하여 기술하였다.

모바일용 영상전송단말의 안정된 동작, 정확한 영상인식 및 고속의 프로세서 기능 지원을 위해 임베디드용 전용 CPU를 채용하였으며 D1급 이상의 고화질 영상 서비스를 지원하고 사용자 중심에 맞는 자동 해상도 서비스를 위해 별도의 MPEG-4 하드웨어 코덱을 설계하였다. 또한 향후 기능의 추가 및 변경을 용이하게 하기 위해 제어 시스템 부분과 MPEG-4 하드웨어 코덱 부분으로 나누어 모듈별로 설계하였다.

II. 시스템 구성

2.1 구현 기능

CCD 카메라(NTSC)를 사용하며 데이터 저장용으로는 SD 메모리의 채택으로 데이터의 저장 및 보관이 편리해졌으며 용량에 따라 대용량화가 가능하다. 네트워크으로는 유무선을 동시 지원하고 유선 10/100Mbps, 무선 IEEE 802.11b/g를 지원한다. 이를 통하여 사용자는 네트워크상에서 언제 어디서나 원격지의 영상을 모니터링 할 수 있다.

리코딩 코덱으로는 MPEG-4 를 지원하고 최초 QVGA급(320*240, 15fps)부터 D1(720*480, 30fps) 까지 서비스 하며 외부 이벤트에 따라 사용자 중심에 맞게 어떤 단말이 서비스를 요청하는지에 따라 해상도를 결정해 비트스트림을 출력하므로 사용자는 보다 더 고기능 고품질의 서비스를 받을 수 있다.

2.2 하드웨어 시스템 구성

MPEG-4에 기반한 하드웨어 코덱의 전체 하드웨어 블록도는 그림 1.과 같다.

S3C2440과 FLASH, SDRAM, ETHERNET, SD MEMORY 부분을 제어 시스템 부분, VIDEO DECODER, AUDIO ADC, AUDIO DAC, AT2042 부분을 MPEG-4 하드웨어 코덱 부분이라고 하고 차후의 하드웨어 및 소프트웨어의 추가, 수정이 용이하도록 모듈별로 설계하였다.

최초 CCD 카메라로 입력되는 영상신호를 VIDEO DECODER 부분을 통해 디지털 영상으로 컨버전하고, MICROPHONE 으로 들어오는 음성신호는 AUDIO ADC 부분을 통해 디지털 음성으로 컨버전 한다. 이후 MPEG-4 코덱 부분에서 서비스를 요청하는 단말의 종류에 따라 해상도를 결정하고 인코딩 과정을 거쳐 비트스트림이 출력되고 전송된다. S3C2440 제어 시스템 부분을 통해 단말들은 접속될 수 있고 유무선을 통해 직접 혹은 원격지의 영상을 모니터링 할 수 있다.

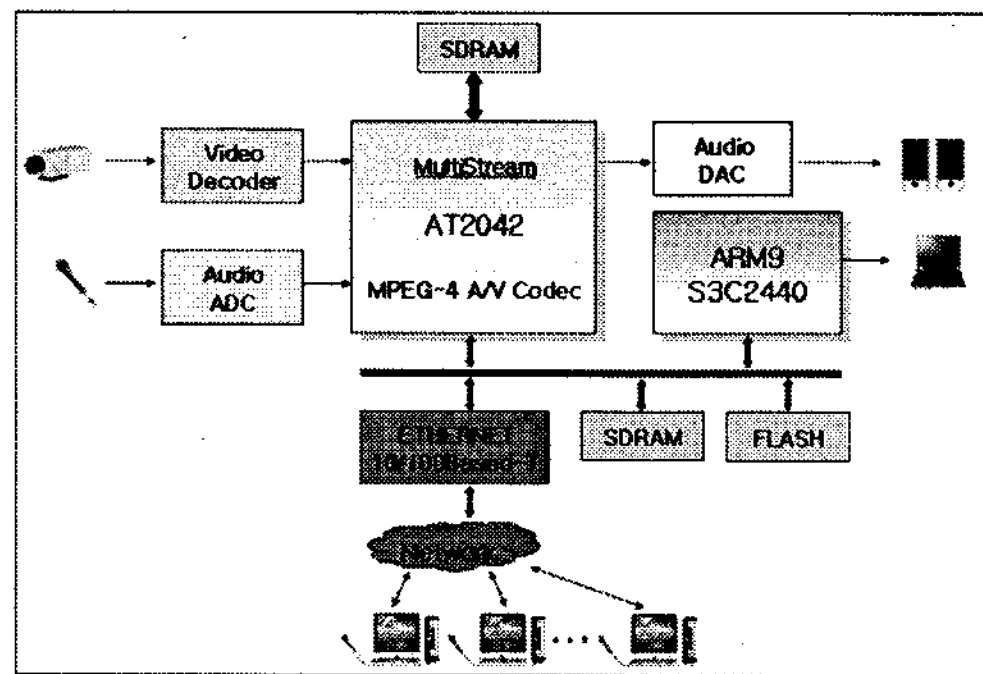


그림 1. 하드웨어 시스템 구성

2.3 소프트웨어 시스템 구성

그림 2.는 MPEG-4에 기반한 하드웨어 코덱의 소프트웨어 블록도를 나타낸다.

OS로는 오픈소스이고 공개된 리소스도 풍부한 임베디드 리눅스를 사용하였고 커널 버전 2.4.18로 구현하였다. 부트로더에는 최초 부팅시 시스템 초기화, 부팅 및 메모리에 관련 소스가 포함된다. 부팅 후 제어 시스템 부분에서 시스템을 관리하며 AT2042로 들어온 데이터는 인코딩 후 각종 어플리케이션 및 디바이스 드라이버를 경유하며 유무선 네트워크로 보내지게 된다.

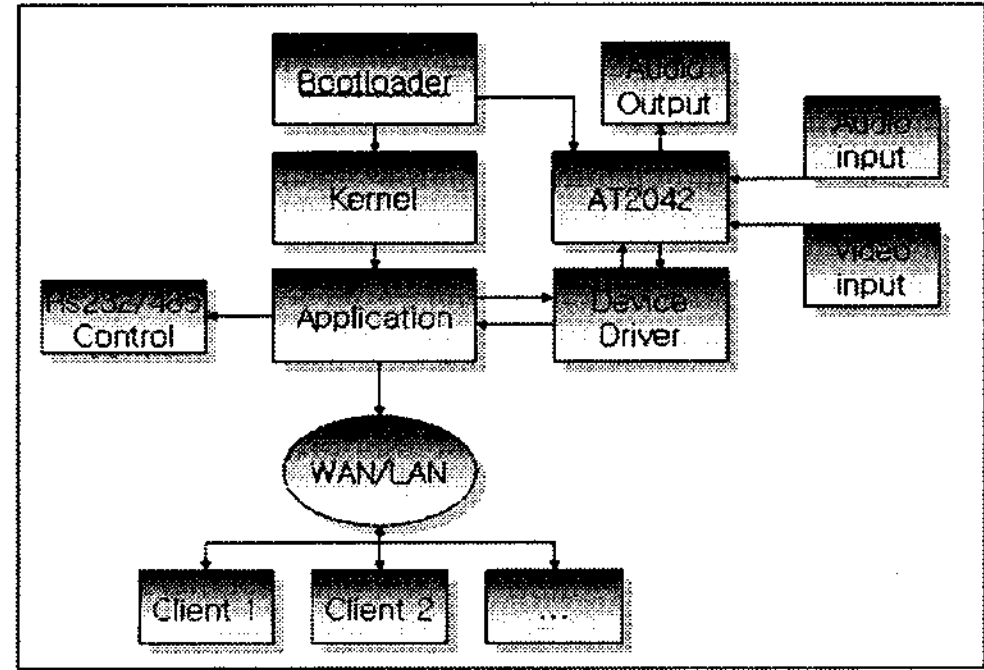


그림 2. 소프트웨어 블록도

그림 3.은 디바이스 드라이버의 블록도를 나타낸다. 임베디드 리눅스 시스템은 어플리케이션 적용을 위한 디바이스 드라이버층을 가진다. AT2042 디바이스 드라이버는 어플리케이션 프로그램의 요청을 위해 AT2042 FIFO 와 레지스터에 접근한다. Status register, Command register 등 2개의 register들과 Tx FIFO, Rx FIFO, Multiplex FIFO 그리고 De-multiplex FIFO 등 4개의 FIFO로 구성되어 있다. 디바이스 드라이버는 커널에 포함되지만 시스템에 수정 변경을 용이하게 하기 위해 모듈형태로 업로드 한다.

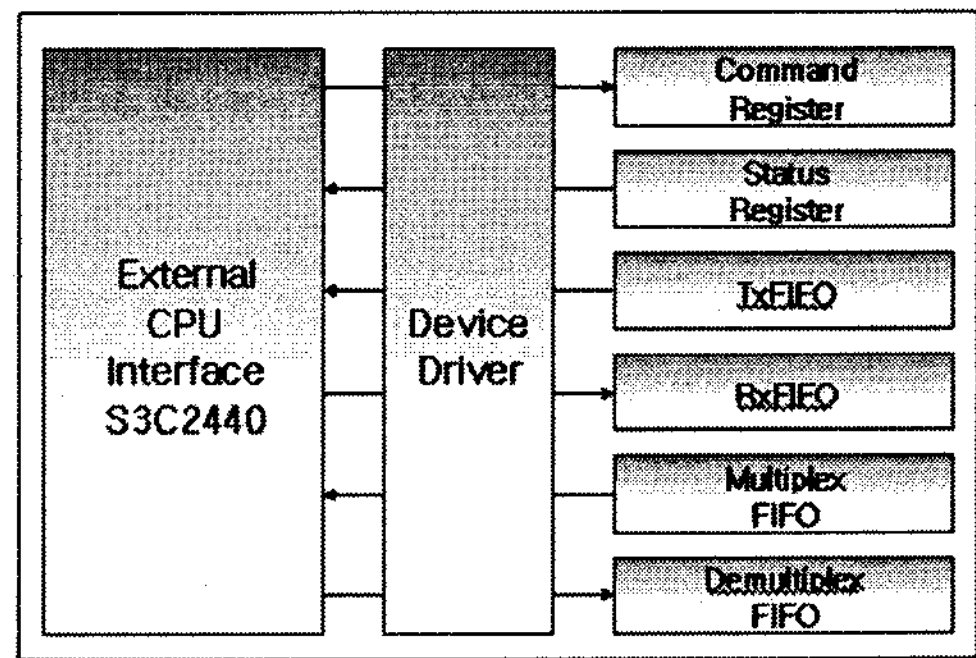


그림 3. 디바이스 드라이버 블록도

III. MPEG-4 H/W CODEC의 설계

3.1 제어 시스템의 설계

기존까지의 모바일 환경에서는 가격대 성능비가 좋은 ARM920T를 내장한 S3C2410(ARM920T, 200MHz)을 많이 사용하는 추세였지만 낮은 동작스피드와 향후 단종의 우려가 있기에 제어 시스템부분의 전용 CPU는 32bit RISC 마이크로프로세서로서 저전력 소모와 높은 Performance를 지원하는 S3C2440(ARM920T, 400MHz)을 선택하였다.

그림 4.는 제어시스템 부분의 구성을 나타낸다. 레퍼런스 보드를 기반으로 하여 기능 테스트 및

불필요한 블록을 삭제해 제어 시스템 부분을 설계 하였다. 플래시 메모리는 NOR FLASH(1M)는 부트 코드가 들어가고 NAND FLASH(32M)는 데이터 저장용으로 사용되며 SDRAM(32M*2)를 사용하고 Firmware program, video & audio data, macro-block information data, Stream data 등의 데이터 저장용으로 사용된다.

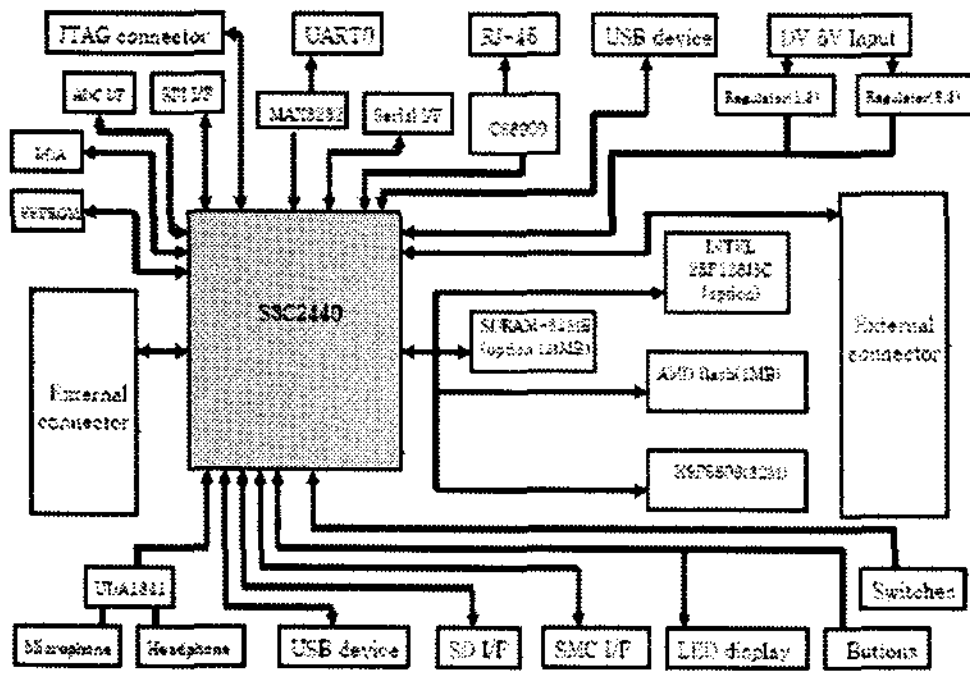


그림 4. 제어 시스템 구성

3.2 MPEG-4 H/W CODEC의 설계

MPEG-4 비디오 표준은 비디오, 오디오 데이터의 이식성과 범용접근성, 고비율 압축, 비디오 데이터의 상호작용을 고려하여 멀티미디어 응용에서 비디오 코딩을 위한 표준으로 설계되었다. 이것은 비디오 회의나 비디오 폰 같은 많은 실시간 비디오 시스템에 적용되고 기본적인 목표는 고효율 부호화의 추구이므로 본 논문에서는 MPEG-4를 기반으로 설계하였다.

그림 5, 6은 AT2042 내부 블록 및 MPEG-4 회로도이다. MPEG-4 하드웨어 코덱칩으로는 AT2042를 사용한다. 기존 모바일 시스템에서 사용되는 있는 기존 칩들은 영상 압축 기능만 가능하여 영상복원을 위해서는 별도의 DSP를 사용해야 하는 방식을 채택할 수밖에 없었으나 AT2042의 사용으로 임베디드 시스템에 절실히 요구되던 다채널 복원기능이 가능하게 되었다. 그리고 칩에 내장된 스케일러를 이용하여 비디오 입,출력시 다양한 해상도를 지원할 수 있게 하여 시스템에 별도의 추가 부품이나 로직 없이도 설계가 가능하다.

AT2042는 다채널의 디지털 비디오 및 오디오를 동시에 여러 가지 부호화 표준으로 처리할 수 있는 코덱 칩으로 최대 2개 채널의 비디오를 인코딩 및 디코딩 할 수 있으며 비디오 부호화 표준으로는 MPEG-4, MPEG-1, MPEG-2, H.263, JPEG, M-JPEG 등을 지원하고 오디오는 PCM, ADPCM 및 MPEG-1 layer-II 오디오 표준을 지원한다.

각 표준은 인코딩 및 디코딩 시에 실시간으로 변경이 가능하다. 이는 펌웨어의 변경 없이 단지 레지스터의 변경만으로 가능하기 때문이고 비디

오 인코더와 디코더 각기 다른 비디오 부호화 표준의 사용이 가능하다.

시스템 응용을 위해 움직임 검출(Motion Detection), 트랜스코딩(Trans-coding), 워터마킹(Watermarking) 등의 기능을 지원하고 움직임 검출은 저조도 환경에도 적합한 알고리즘을 채택하였으며 검출 영역과 민감도를 사용자가 설정할 수 있다. 트랜스코딩 방식으로는 디코딩 한 후 다시 인코딩 하는 re-encoding 방식으로 부호화 표준간의 변환, 해상도의 변환, 프레임율의 변환, 부호화 비트율의 변환을 실시간으로 처리하고 요청하는 단말에 맞는 비트스트림 출력이 가능하다.

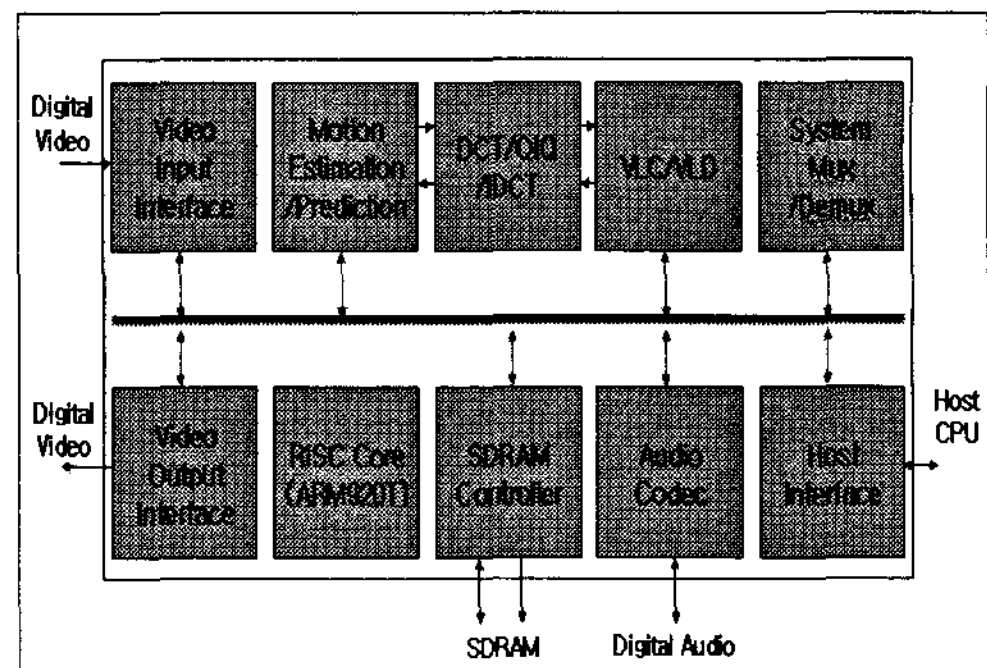


그림 5. AT2042 내부 블록도

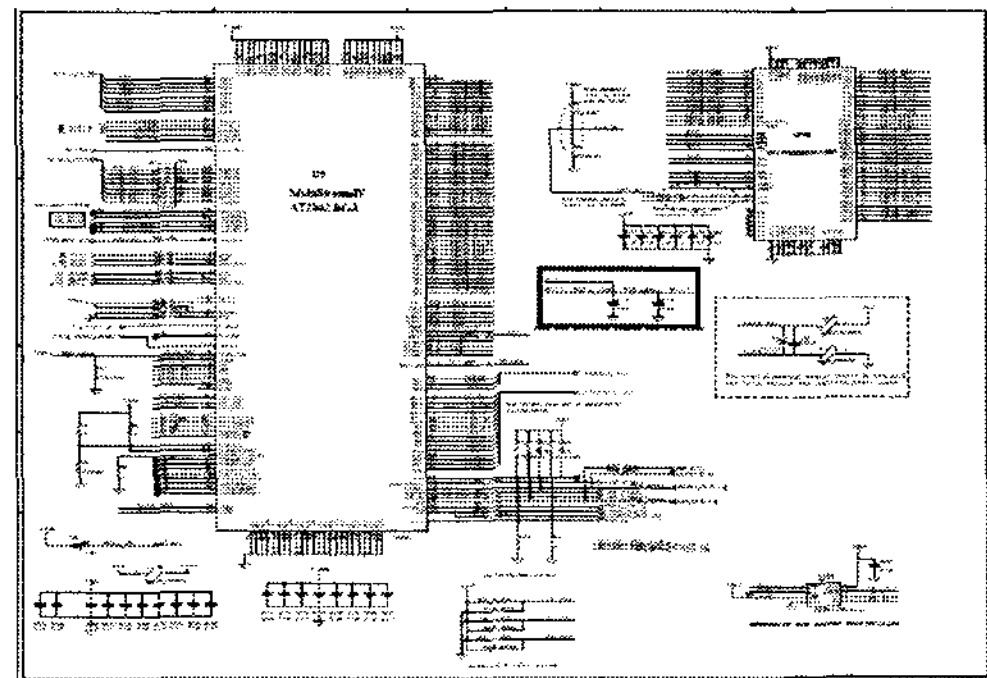


그림 6. MPEG-4 CODEC 회로도

IV. 구현 및 성능 분석

그림 7은 모듈별 설계에 따라 완성된 MPEG-4 하드웨어 코덱 시스템이다. 향후 기능의 추가, 변경, 수정을 용이하게 하기 위해 모듈별로 설계를 하였다. 아래쪽의 보드는 S3C2440 기반의 제어 시스템 부분이고 위쪽의 보드는 AT2042 기반의 MPEG-4 하드웨어 코덱 부분이다. 두 보드는 외부 커넥터를 통해 상호 연결된다.

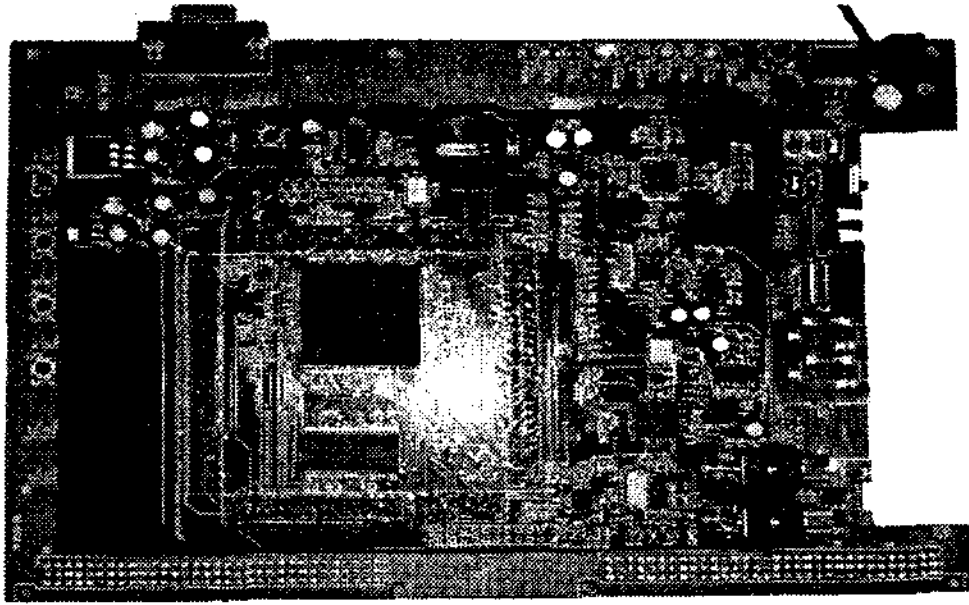


그림 7. 완성된 MPEG-4 H/W CODEC 시스템

그림 8.9.은 같은 시간, 장소에서 촬영한 기존 최대 QVGA급 지원 모바일 솔루션과 MPEG-4 하드웨어 코덱 시스템의 영상을 비교한 사진이다. 그림 6.은 기존 솔루션의 QVGA급의 촬영 영상을 D1급 사이즈로 확대하여 캡처한 그림이고 그림 7.은 MPEG-4 하드웨어 코덱의 D1급 촬영 영상으로서 화질상의 뚜렷한 차이를 구분할 수 있다. MPEG-4 하드웨어 코덱 설계로 인해 모바일용임에도 불구하고 PC나 DVR급 장치에 못지않은 D1급 이상의 고화질 영상을 얻을 수 있었다. 또한 어떠한 단말이 모니터링 서비스를 요청하는지에 따라 그에 맞는 해상도로 스트림을 출력한다.



그림 8. QVGA급 지원 모바일 솔루션 영상



그림 9. MPEG-4 H/W CODEC 영상

표 1.은 해상도 비교를 위한 지원되는 해상도에 따른 원본영상과 2배, 5배 확대 영상의 픽셀

수를 나타낸다. 기존 모바일 솔루션에서 최대 지원되는 QVGA급(320*240) 해상도의 픽셀 수와 MPEG-4 하드웨어 코덱에서 지원하는 D1급(720*480)의 픽셀 수를 비교해 볼 때 확연한 차이를 가진다. QVGA급(320*240)에 비해 D1급(720*480)의 블록의 픽셀 수를 비교해 볼 때 약 4.5배 차이를 보이며 해상도의 향상을 볼 수 있다.

표 1. 블록 픽셀의 비교

배율 해상도	원본	2배	5배
320*240	76,800개	153,600개	384,000개
640*240	153,600개	307,200개	768,000개
640*480	307,200개	614,400개	1,536,000개
720*480	345,600개	691,200개	1,728,000개

V. 결 론

본 논문에서는 MPEG-4에 기반하여 비디오, 오디오 데이터를 모바일 단말상에서도 영상을 고화질로 처리하고 서비스 요청 단말에 따라 자동으로 그에 맞는 해상도로 비트스트림이 출력되고 전송하는 사용자 중심적인 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 제안하였으며 제안한 시스템의 설계 및 구현 결과를 보였다.

기존의 모바일용 솔루션은 제한된 리소스와 사용자 인터페이스가 작은 등의 제한점을 가지며 최대 QVGA급(320*240, 15fps)의 저화질 영상만을 서비스 하였다. 이에 본 논문에서는 별도의 MPEG-4 하드웨어 코덱 설계로 모바일용의 임베디드 시스템에서도 D1급(720*480, 30fps)의 고화질 영상을 얻을 수 있었고 고속 및 저전력의 CPU 채용으로 안정성 및 속도 등에 있어 우수한 성능을 나타내었다

참고문헌

- [1] 김준기, 이호석 "실시간 고압축 MPEG-4 부호화를 위한 비디오 객체 분할과 프레임 전처리" 한국통신학회논문지, Vol.28 No.2C, 2003
- [2] 강미연, 김도완, 김운수, 정원호 "모바일 단말을 위한 다채널 미디어 데이터 처리기" 한국컴퓨터종합학술대회, Vol.32 No.1(A), 2005
- [3] 김난영, 김상욱 "객체 기반 MPEG-4 재생 기술의 PDA 적용 기법" 제33권 제2호, 2006
- [4] SeHyun Park, EungSoo Kim, SeHoon Park "Remote Water Quality Warning System Using Water Fleas" J. of KIMICS, Vol. 4 No. 2, pp, 92-96, June, 2006