

RISC와 DSP의 듀얼 프로세서에서의 효율적인 비디오 신호 처리 방법

김범호⁰ 마평수
한국전자통신연구원 임베디드 소프트웨어 센터
{mots⁰, pmah }@etri.re.kr

Efficient Video Signal Processing Method on Dual Processor of RISC and DSP

Bumho Kim⁰ Pyeongsoo Mah
Embedded Software Technology Center, Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

최근에 2.5G나 3G 이동 단말 장치를 위한 프로세서로, 다양한 멀티미디어가 가미된 응용구현이 가능하도록 RISC 프로세서와 DSP를 포함하는 단일 칩 프로세서 기술이 등장하고 있다. 이에 따라 듀얼 프로세서 구조에서 비디오 인코딩/디코딩의 처리 속도를 향상시키기 위한 비디오의 인코더/디코더 구조를 제안한다. 기존의 연구에서는 비디오의 인코딩/디코딩의 전 과정을 DSP가 담당하도록 설계하였으나 많은 비트 연산이 필요한 부분에서는 RISC 칩보다 효율성이 낮게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 비디오 신호 처리의 인코딩/디코딩을 구성하는 모듈들을 DSP와 RISC의 특성에 맞도록 분리해 수행시킴으로써 효율성을 높이고자 한다.

1. 서론

최근 무선통신 기술의 급속한 발전으로 인해서 다양한 이동 컴퓨터들이 등장하여 인터넷을 이용하고 있다. 특히, 개인휴대폰을 이용하여 인터넷에 접속하고 PDA를 이용하여 인터넷상에서 멀티미디어 서비스를 제공 받는 것은 점점 보편화 되고 있다. 하지만 무선망의 낮은 대역폭과 이동 컴퓨터의 처리능력 제한, 적은 메모리 공간 등은 유선망의 멀티미디어 콘텐츠를 이동 컴퓨터가 서비스 받는데 있어서 문제점으로 등장하고 있다. 일반적으로 인터넷상에 존재하는 멀티미디어 서비스들은 높은 대역폭을 요구하는 것과 동시에 고성능의 컴퓨터를 위해서 제공되고 있는 것이 현실이다. 따라서 멀티미디어에 관련된 계산은 기존의 범용 마이크로프로세서 명령어들은 그 처리에 한계를 보이기 때문에 기존에는 DSP(Digital Signal Processing) 전용 칩을 사용하여 왔다. 그러나 최근에는 범용 마이크로프로세서의 성능이 크게 개선됨에 따라 소프트웨어로 이러한 연산을 수행하고자 하는 움직임과 맞물려 멀티미디어 전용 명령어들을 범용 마이크로프로세서에 추가할 수 있게 됨으로써 그래픽, 비디오, 오디오 및 네트워크 등의 응용을 빠르게 처리하는 것이 가능하게 되었다. 이 같은 상황에서 2.5G나 3G 이동 단말 장치를 위한 프로세서로, 다양한 멀티미디어가 가미된 응용구현이 가능하도록 DSP를 포함한 단일 칩 프로세서 기술이 등장하고 있다[1]. RISC(Reduced Instruction Set Computer) 프로세서는 다양한 응용을

위해 만들어진 반면 DSP 프로세서는 어떤 특정한 목적을 위해 전용으로 만들어지며 많은 양의 데이터를 소수의 명령어를 사용하여 빠르게 처리하도록 만들어져 있다.

본 논문에서는 RISC 프로세서와 DSP가 단일칩에 있는 구조에서 비디오 인코딩/디코딩의 처리 속도를 향상시키기 위한 비디오의 인코더/디코더 구조를 제안한다. 기존의 연구에서는 비디오의 인코딩/디코딩의 전 과정을 DSP가 담당하도록 설계하였다[2, 3]. 하지만 DSP는 움직임 추정 및 DCT와 같이 많은 계산을 요구하는 부분에서 높은 성능을 발휘하는 반면 많은 비트 연산이 필요한 부분에서는 RISC 칩보다 효율성이 낮게 된다. 따라서 비디오 신호 처리의 인코딩/디코딩을 구성하는 모듈들을 DSP와 RISC의 특성에 맞도록 분리해 수행시킴으로써 보다 효율적인 인코더/디코더를 구현할 수 있다.

2. 관련 연구

몇몇 시스템들이 듀얼 프로세서 시스템에서 비디오 신호 처리를 지원하기 위해 제안되었다. Peresse의 연구[2]에서는 OMAP 아키텍처를 이용하여 무선 단말기에서 JPEG2000을 인코딩/디코딩하기 위한 구조를 제안하였다. OMAP은 이동 단말 장치를 위한 듀얼 코어 프로세서로, 외부 메모리나 장치의 컨트롤을 위해 ARM 계열의 RISC 프로세서와 비디오나 오디오의 신호처리에 강한 TI DSP를 포함한 단일 칩 프로세서이다. 여기서는 JPEG2000을 인코딩/디코딩은 DSP에서 담당한다.

다른 연구에서는 MPEG-4 디코더를 DSP와 RISC 칩에서 구현하였다 [3]. 이 연구에서는 통신 모듈과 메모리 관리는 RISC 에서 담당하고 MPEG-4 디코딩 모듈은 DSP에서 처리한다.

위의 연구들은 DSP에서 비디오 신호처리의 모든 인코딩 또는 디코딩의 과정을 DSP가 담당하도록 설계하였으나 많은 비트 연산이 필요한 부분에서는 RISC 칩보다 효율성이 낮게 된다. 본 논문에서는 비디오 신호 처리를 위한 인코더/디코더에서 DSP 프로세서만을 단독으로 사용하지 않고, 두 프로세서를 같이 사용하도록 설계하여 최적의 성능을 발휘할 수 있도록 하였다.

3. 시스템 구조

RISC와 DSP가 하나의 프로세서로 구성되어 있는 듀얼 프로세서 시스템의 구조는 <그림 1>과 같다.

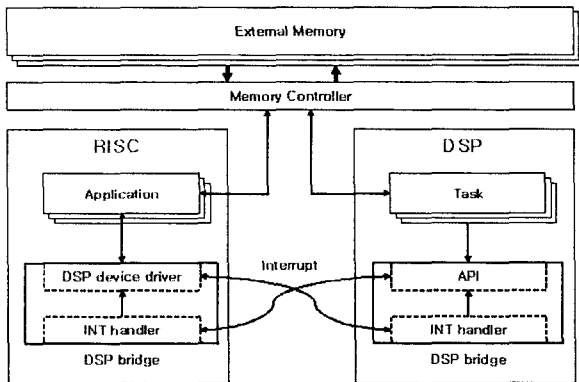


그림 1. 듀얼 프로세서 시스템 구조.

RISC와 DSP는 각각 작은 내부 메모리를 보유하고 있고 보다 큰 외부 공유 메모리는 메모리 컨트롤러를 통하여 접근한다. 일반적으로 비디오 인코딩/디코딩과 같은 많은 양의 데이터를 필요로 하는 멀티미디어 응용에서는 내부 메모리만으로 처리하기에는 메모리가 부족하다. 따라서 외부 공유 메모리를 이용해 각 단계별 처리한다.

DSP bridge는 응용 프로그램에서 DSP와 RISC 사이의 통신을 수행하기 위해 사용된다. 즉, RISC에서 실행중인 응용에 DSP에 위치하고 있는 태스크를 이용하기 위해서는 DSP bridge를 통해서 DSP상의 태스크의 동작 시점을 알려주고, DSP에서는 동작을 수행한 뒤 태스크의 동작이 완료되었음을 DSP bridge를 통하여 RISC 상의 응용에게 알려준다. DSP bridge는 내부적으로 인터럽트를 통해서 통신한다.

4. 인코더/디코더 설계

광범위한 멀티미디어 응용의 기본이 되는 비디오 부호화는 그 표현을 위하여 대용량의 데이터가 필요하기 때문에 효율적인 비디오 압축 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되었고 H.263, MPEG-1, MPEG-2,

MPEG-4 등과 같은 비디오 데이터 부호화 표준이 만들어졌다.

그 중의 하나인 MPEG-4 표준은 저가격이고 고성능인 멀티미디어 통신 서비스를 고려하여 유동적으로 기존의 방식 및 새로운 기능들을 모두 지원할 수 있는 인코딩/디코딩 알고리즘을 제공한다[4]. 이러한 특징으로 인하여 MPEG-4는 이전의 표준들보다 더 복잡한 구조로 구성되어 있고, 따라서 유연성과 이동성, 실시간 복부호화를 지원할 수 있으려면 대단히 높은 계산 능력이 요구된다. 현재 많은 MPEG-4 응용들은 실시간 서비스를 가능하게 하기 위하여 객체 기반 처리 부분을 선택적으로 적용하고 핵심 부분은 기존의 H.263이나 MPEG-1과 같은 블록 기반의 영상 압축/복원 방식을 사용한다. 본 논문에서는 실시간 인코딩/디코딩이 이루어지는 이동 단말기의 프로세서 수행 능력을 고려하여 MPEG-4의 Rectangular VOP기반의 압축/복원 방식을 기본으로 채택하여 설계하였다.

4.1. 인코더 설계

MPEG-4 인코더는 DCT(Discrete Cosine Transform) 블록, IDCT(Inverse DCT) 블록, 양자화(Quantization) 블록, 역양자화(Inverse Quantization) 블록, 움직임 추정(Motion Estimation) 블록, 움직임 보상(Motion Compensation) 블록, 가변 길이 부호화(Variable Length Encoding) 블록으로 구성된다 (그림 2). <그림 2>에서 강조된 블록들은 DSP에서 수행된다.

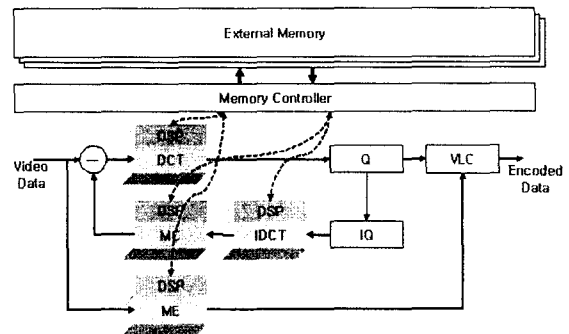


그림 2. MPEG-4 인코더 블록도.

MPEG-4 인코더의 기본적인 알고리즘은 DCT 변환과 움직임 보상 및 예측을 포함한 방식이다. 우선 입력한 VOP(Video Object Plane) 프레임은 기본 처리 단위인 매크로 블록으로 분할한다. 하나의 매크로 블록은 DCT 변환을 실시한 후에 양자화한다. 양자화된 DCT 계수와 폭을 가변 길이 부호화한다. 이것이 Intra 부호화이고 이런 식으로 부호화된 VOP를 I-VOP라고 한다. 한편 대상 매크로블록을 포함하는 VOP에 대하여 시간적으로 인접한 별도의 VOP로부터 블록매칭을 비롯한 움직임 검출방법으로, 대상 매크로 블록에 대하여 오차가 가장 적은 예측 매크로블록을 검출한다. 오차가 가장 적은 예측

매크로블록으로 움직임이 나타난 신호가 움직임 벡터이고 예측 매크로블록을 생성하기 위하여 참조하는 영상을 참조 VOP라고 부른다. 검출된 움직임 벡터에 기초하여 참조 VOP를 움직임 보상하여 최적의 매크로 예측 매크로블록을 얻는다. 부호화 대상 매크로블록과 이에 대응하는 예측 매크로블록과의 차분을 구하여, 이 차분신호에 대하여 DCT를 실시한 후, DCT 변환계수를 양자화한다. 양자화된 DCT계수를 움직임 벡터 및 양자화폭과 함께 가변 길이 부호화한다. 이것을 VOP간 부호화 또는 Inter 부호화라고 한다.

DSP에서 수행되는 블록은 RISC로부터 프로그램 및 데이터의 정보를 DSP bridge를 통해 받아 외부 공유 메모리로부터 필요한 데이터를 받아와 기능을 수행한다. 결과 데이터는 외부 공유 메모리에 저장되고 DSP bridge를 통해 RISC에 통보한다.

DSP와 RISC를 함께 이용해 인코딩하는 구조는 빈번한 메모리 이동이 필요하지만 전 인코딩 과정을 DSP에서 수행하는 기존의 방법에서도 DSP의 작은 내부 메모리의 한계로 인하여 외부 메모리를 사용하기 위해 많은 메모리 이동이 필요하게 되므로 성능저하에 별다른 영향을 미치지 못한다. 또한 본 구조는 DSP에서 수행되는 블록이 RISC에서 동작하는 블록과 독립적으로 동작하므로 부호화 성능이 향상될 수 있다 (그림 3).

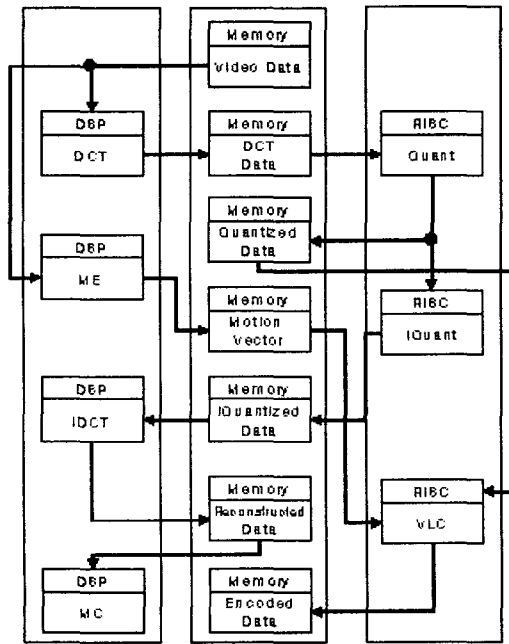


그림 3. MPEG-4의 데이터 흐름도.

4.2. 디코더 설계

MPEG-4 디코더는 IDCT 블록, 역양자화 블록, 움직임 보상 블록, 가변 길이 복호화 블록으로 구성된다 (그림 4).

여기에서 IDCT 블록과 역양자화 블록은 인코더 사용된 블록과 동일한 블록으로 DSP에서 수행된다.

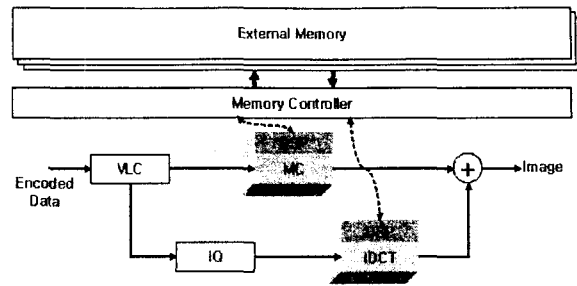


그림 4. MPEG-4 디코더 블록도.

인코딩된 데이터는 가변 길이 복호화 블록에서 가변 길이 부호로 표현된 정보들을 복호화에 필요한 정보 형태로 변환되고, 역양자화 블록과 역DCT 블록을 거쳐서 복호화된다. 예측 매크로블록은 움직임 보상 블록에서 움직임 벡터로 이용되어 연속되는 두 VOP 간의 움직임을 재구성한다.

5. 결론

본 논문에서는 2.5G나 3G 이동 단말 장치 등에서 다양한 멀티미디어 응용이 구현 가능하도록 해주는 RISC 프로세서와 DSP를 단일 칩에서 구현한 듀얼 프로세서 구조에서 비디오 인코딩/디코딩의 처리 속도를 향상시키기 위한 비디오의 인코더/디코더 구조를 제안하였다. 비디오 신호 처리의 인코딩/디코딩을 구성하는 모듈들을 DSP와 RISC의 특성에 맞도록 두 프로세서에 분리해 수행시킴으로써 효율성을 높이고자 하였다.

6. 참고 문헌

- [1] Jamil Chaoui, "OMAP™: Enabling Multimedia Applications in Third Generation (3G) Wireless Terminals," *Dedicated Systems Magazine*, pp. 34-39, 2001.
- [2] Peresse, M., Djafarian, K., Chaoui, J., Mazzocco, D., and Masse, Y., "Enabling JPEG2000 on 3G wireless mobiles through OMAP architecture," *ICASSP 2002*, pp. 3796-3799, May 2002.
- [3] Byeong-Doo Choi, Kang-Sun Choi, Sung-Jea Ko, and Morales, A.W., "Efficient Real-Time Implementation of MPEG-4 Audiovisual Decoder Using DSP and RISC Chips," *ICCE 2003*, pp. 246-247, June 2003.
- [4] International Organization for Standardization, "Final draft international standard: Information Technology 1 Coding of audio-video objects: Visual," ISO/IEC 14496-2, Oct. 1998.