

## MISD 구조에 의한 의료 영상 CODEC의 하드웨어 설계

박성욱\*, 유선국\*\*, 김선호\*\*\*, 김남현\*\*\*\*, 윤대희\*

\* 연세대학교 공과대학 전자공학과      \*\* 순천향대학교 공과대학 전기공학과

\*\*\* 연세대학교 의과대학 신경외과      \*\*\*\* 연세대학교 의과대학 의용공학과

Medicl Image CODEC Hardware Design based on MISD architecture

Sung Wook Park\*, Sun Kook Yoo\*\*, Sun Ho Kim\*\*\*, Nam Hyeon Kim\*\*\*\*, Dae Hee Youn\*

\* Dept. of Electronic Eng., Yonsei Univ.

\*\* Dept. of Electrical Eng., Soonchunhyang Univ.

\*\*\* Dept. of Neurosurgery, Yonsei Univ.

\*\*\*\* Dept. of Biomedical Eng., Yonsei Univ.

### Abstract

As computer systems to make medical practice easy are widely used, a special hardware system processing medical data fast becomes more important. To meet the urgent demand for high speed image processing, especially image compression and decompression, we designed and implemented the medical image CODEC(COder/DECOder) based on MISD(Multiple Instruction Single Data stream) architecture to adopt parallelism in it. Considering not being a standart scheme of medical image compression/decompression, the CODEC is designed programable and general. In this paper, we use JPEG(Joint Photographic Experts Group) algorithm to process images fast and evalutate it.

Key words : CODEC, MISD architecture, parallelism

### 제 1 장. 서론

디지를 신호처리 기술과 컴퓨터 및 주변기기 기술이 급격히 발달함에 따라, 기존의 음성 및 데이터 통신 서비스와 함께 정지 영상과 동영상을 이용한 영상 정보 서비스가 가능한 종합적인 정보 통신망 (ISDN : Integrated Service Digital Network) 이 구축되고 있으며, 이런 다양한 서비스가 개인용 컴퓨터 하나에 통합되어 가는 추세이다. 이러한 멀티미디어 환경이 점차로 보편화되어감에 따라 의료 분야에서도 의료 영상을 컴퓨터로 처리하여 정보를 최대한으로 추출하고, 응급 상황에 network 및 data base 등의 서비스를 통하여 신속히 정보를 호출하여 열람하고 교환함으로써 의료진단 및 치료 활동의 효율을 극대화하고자 노력하고 있다.

본 연구에서는 병원에서 발생하는 의료영상의 효율적인 관리와 운용을 위한 영상처리를 수행하는데 필수적인 의료 영상 정보 처리 하드웨어 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 영상처리의 효율을 높이기 위하여 task pipeling의 MISD(Multiple Instruction Single Data stream) 시스템의 개념을

도입하여 확장과 변경이 용이하도록 구현하였다.

### 제 2 장 . 시스템의 구성과 제작

#### 2-1 시스템의 구성

의료 영상 데이터의 효과적인 복원을 위한 고속 하드웨어 시스템 구현하기 위해서는 다음과 같은 조건을 고려하여야 한다. 첫째, 의료 영상의 저장을 위하여 현재 사용하고 있는 압축 알고리즘 대신에 의료 영상 압축 및 복원을 위한 표준안이 재정되거나 혹은 보다 효율적인 알고리즘이 발표된 경우, 시스템은 이러한 다른 알고리즘의 변화에 (Vector quantization, Subband coding, Second generation coding technique, Wavelet transformation, Fractals coding, ...) 신속히 대응할 수 있어야 한다. 즉, 다양하게 응용될 수 있는 범용적인 시스템이 되기 위해서는, 구현된 하드웨어에 프로그램만을 변화시킴으로써 다양한 기능을 수행할 수 있도록 하여야 하므로, 범용의

† 이 논문은 1994년도 한국 학술 진흥 재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음

DSP(Digital Signal Processor)를 이용하여 프로세싱 유닛을 구현한다. 둘째, 저가격으로 시스템을 구현하기 위하여 범용의 컴퓨터인 IBM-PC compatible과의 인터페이스를 통하여 구현된 하드웨어를 제어할 수 있으며 데이터 교환이 가능한 시스템이 되어야 한다. 셋째, 다양한 전공분야별 응용, ISDN 및 기타 고속, 공중 통신망과의 접속, 기존의 응용 프로그램과의 접속을 용이하도록 구성한다.

본 연구에서는 범용의 DSP로는 아날로그 디바이스사의 ADSP-2111 [1]을 호스트로는 IBM-PC(486 DX-66)를 선택하였다. 그림 1>은 이러한 조건을 고려하여 완성된 시스템의 구성도이다.

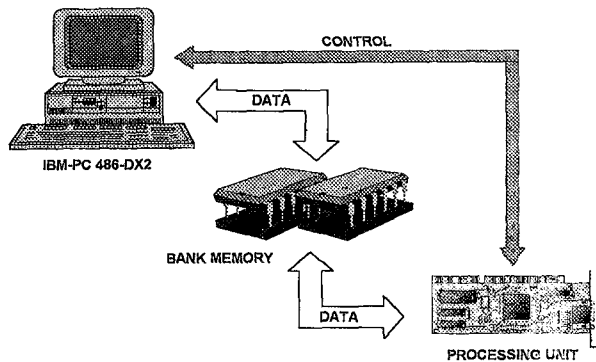


그림 1> 시스템의 구성도

## 2-2. 프로세싱 유닛의 설계

의료 영상 정보 처리 시스템은 의사들의 진료활동을 돕기 위하여 다양한 영상 처리 기법의 수용이 요구되는데 특히 막대한 양의 정보량을 가지는 영상의 신속하고 효율적인 압축, 복원을 수행할 수 있는 기술이 요구된다. [2] [3] [4] 하지만, 영상 정보를 효율적으로 다룰 수 있는 압축 기법들을 실제로 사용하는 시스템들은 많지 않다. 압축을 행하는 과정에서 발생하는 엄청난 계산량을 신속히 처리하기 위해서는 특별한 용도의 하드웨어가 필요하기 때문이다. 본 연구에서는 시스템이 영상 압축과 복원을 고속으로 수행하기 위한 프로세싱 유닛을 구현하였다.

구현된 하드웨어에는 한정된 메모리 공간을 갖는 DSP와 데이터 교환에 의한 I/O bound 문제를 해결하기 위하여 메모리 뱅크 구조를 이용함으로써 데이터 교환의 효율을 높였다. 또한 호스트 인터페이스 포트를 이용하여 모든 제어 신호가 교환되며, 호스트가 프로그램 다운 로딩을 함으로써 시스템이 부팅된다.

ADSP-2111은 호스트 인터페이스 포트를 따로 가지고 있다. 또한 16bits의 고정 소수점 연산을 수행하는 각기 독립적인 ALU, Multiplier/Accumulator, Barrel Shifter를 가지고 있으며, 데이터 메모리 버스와 프로그램 메모리 버스를 따로

가지고 있어서 내부 연산에서 concurrency가 높다. [1]

## 2-3 영상 압축 알고리즘의 선택

최근의 연구결과에 의하면 가슴 X-rays와 같은 영상의 경우 영상 전체에 대해 DCT(Discrete Cosine Transform)를 취했을 경우 10:1에서 20:1의 비율로 손실있는 영상 압축을 행했을 때, diagnose에 큰 영향을 주지 않는다고 한다. [6] 본 연구에서는 이 영상정보의 정보량을 줄이는 압축 방식으로 영상정보 압축에 우수한 성능을 보이는 JPEG 표준안 [7]을 이용하였다. 그림 2>은 JPEG에서 제안한 손실 있는 영상 정보 압축 방법이다. JPEG 표준안은 Discrete Cosine Transform(DCT)을 기반으로 하여 영상을 처리한 후, entropy coding을 함으로써 최종 bit-stream을 생성하도록 권고하고 있으며 이 방법으로 10:1 이상을 압축률을 얻을 수 있다. 이렇게 압축된 영상의 화질은 임상 분야에 따라 decision making에 전혀 불편함이 없고 diagnose도 가능한 정도였다.

## 2-4 MISD 시스템의 구현

Michael Flynn은 다양한 컴퓨터 구조를 명령어 흐름(instruction stream)과 데이터 흐름(data stream)을 기준으로 SISD(Single Instruction Single Data stream), MISD(Multiple Instruction Single Data stream), SIMD(Single Instruction Multiple Data stream), MIMD(Multiple Instruction Multiple Data stream)의 네가지 모델로 분류하였다. [9]

SISD 시스템에 해당하는 호스트가 영상의 압축과 복원을 위해 JPEG 표준안을 단독으로 수행하는 경우 엄청난 계산량으로 시스템의 동작 속도가 저하된다.

이와 같은 SISD 시스템의 동작 속도를 향상시키기 위해서는 어떠한 형태의 concurrency가 반드시 도입되어야 한다. 여기에 SISD 시스템인 프로세싱 유닛을 호스트에 인터페이스 시킴으로써 데이터 흐름의 pipeline 구조를 갖는 MISD 시스템 구조를 갖도록 영상 처리 시스템의 구조를 변경한다.

### 2-4-1 task의 분할

영상 처리 시스템이 가장 이상적인 속도를 내도록 하기 위해서는 MISD 시스템의 각 프로세서에 가장 잘 부합되는 task들이 할당 되어야한다.

표 1>의 소요시간을 측정하기 위하여 VLD는 spec.에서 제시한 허프만 디코딩 방법 [7]을, IDCT를 행하기 위해서는 fast 알고리즘 [8]을 변형하여 이용하였다. 각각의 task를 살펴보면, 알고리즘은 크게 VLD, IDCT, Display로 나눌 수 있으며 그 중 IDCT가 가장 부담이 크다는 것을 알 수 있다.

분할된 일들 중에서 VLD, 스캐닝 순서 변환, display는 호스트에, dequantization, DC term 복

원, IDCT, clipping은 프로세싱 유닛에 할당되었고 각 프로세서들은 할당된 일(task)들을 수행할 수 있는 기능(function)을 갖도록 프로그램 되었다.

TASK	시간 (초)	할당될 활성 모듈
Variable Length Decoding	1	호스트
Dequantization	0.5	DSP
DC term 복원	0.05	DSP
Inverse DCT	2.5	DSP
Data clipping for display	0.05	DSP
Display	1	호스트

✓ 테스트 영상: 1024x768, 8bit resolution, Gray level Image

표1> JPEG 표준안의 각 task 별 계산시간 소요량

제 3 장. 실험 및 결과 고찰

제작된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 다음의 과정을 수행하였다.

- 1) 스캐너를 통하여 CT, MRI 영상을 1024x768 화소의 크기에 8bit의 분해능을 갖도록 입력한다.
- 2) 입력된 영상을 JPEG 표준안을 이용하여 10:1 압축하여 디스크에 저장한다.
- 3) JPEG 표준안을 이용하여 압축된 영상을 복원하는데 필요한 ADSP-2111용 코드를 호스트 인터페이스 포트를 통하여 ADSP-2111의 프로그램 메모리에 다운 로딩한다.
- 4) 영상의 복원을 실행한다.
- 5) 3)과 4)의 과정을 앞서 나눈 각각의 task별로 수행하여 소요 시간을 측정함으로써 하드웨어의 성능을 평가한다.

실험 결과는 표2>과 같다. 여기서 display에 필요한 시간이 단일 프로세서를 사용했을 때보다 줄어든 것은 프로세싱 유닛에서 처리한 결과 값을 일괄적으로 출력하므로 처리 시간이 절감되기 때문이

다. 전체 소모 시간은 표에서와 같이 2.17초로 단일 프로세서를 이용한 경우보다 2배 이상 빠른 결과를 보였다.

제 4 장. 결론

본 연구에서는 의료 영상의 효율적인 처리를 위하여 필수적인 하드웨어 시스템을 알고리즘 수행에 concurrency가 높은 다중 병렬 처리 시스템으로 MISD 구조의 개념에 근거하여 설계하고 제작하였다.

제작된 시스템을 이용하여 실험을 한 결과 전체 영상 복원 시간이 약 2.17초의 빠른 속도를 보였고, 대상 영상의 크기를 256x256으로 하였을 경우 초당 여섯에서 일곱장의 영상을 복원할 수 있어 동영상의 실시간 복원에도 사용할 수 있다. 또한 설계된 프로세싱 유닛은 프로그램 다운 로딩으로 다른 기능을 수행할 수 있는 범용 시스템으로 다양한 신호 처리 분야에 응용하여 사용할 수 있다.

참고문헌

[1] ADSP-2111 Family user's manual, Prentice Hall, 1993  
 [2] Osmann Ratib, "From multimodality digital imaging to Multimedia patient record", Com. Med. Imaging Graphics, Vol.18, No.2, pp.59-65, 1994  
 [3] Duchene, J.F. Lerallut, N. Gong, R. Kauz, "Micro PACS: a PC-based small PACS implementation", Med. & Biol. Eng. & Comput., May, 1993  
 [4] Osmann Tatib, Yves Ligier, Jean Raoul Scherrer, "Digital Image Management and Communication In Medicine", Com. Med. Imaging Graphics, Vol.18, No.2, pp.73-84, 1994

시간 : 초

TASK	다중 프로세서 사용시 할당된 활성 모듈	단일 프로세서	다중 프로세서
Variable Length Decoding	호스트	1	1
Dequantization	DSP	0.5	1.87 (0.77)
DC term 복원	DSP	0.05	
Inverse DCT	DSP	2.5	
Data clipping for display	DSP	0.05	
Display	호스트 (display controller)	1	0.4
전체 소모 시간		5.1	2.17

다중 프로세서에서 괄호안의 숫자는 concurrency에 의해 절감된 실제 동작에 필요한 시간

표2> 디코딩 알고리즘의 task별 소요시간 비교

- [5] Kevin M. McNeill, Masakazu Osada, "Evaluation of ACR-NEMA Standard for communications in digital Radiology", IEEE trans. Med. Imaging, Vol. 9, No. 3, Sept., 1990
- [6] Chan K. K., Lou S. L, Huang H. K., "Radiological image compression using full-frame jcosine transform with adaptive bit-allocation.", Com. Med. Imaging Graphics, pp.153-159, 1989
- [7] "Digital compression and coding of continuous tone still images, part 1, requirements and guidelines.", ISO/IEC JTC1 Draft International Standard 10918-1, Nov. 1991
- [8] Christoph Loeffler, Adriaan Ligtenberg, and George S. Moschytz, "Practical fast 1-D DCT algorithms with 11 multiplications.", ICASSP '89, 1989, pp.988-991
- [9] A. John Anderson, *Multiple processing*, Prentice-Hall, 1989
- [10] Srinath V. Ramaswamy and Gerald D. Miller, "Multiprocessor DSP architectures that implement the FCT based JPEG still picture compression algorithm with arithmetic coding", IEEE trans. consumer electronics, vol.39, no.1, Feb. 1993, pp.1-5