

---

# 의료영상 압축을 위한 통합압축환경시스템 구현

추은형\* · 박무훈\*

## Implement of Integration Compression Environment System Compressing Medical Images

Eun-Hyong Chu\* · Mu-Hun Park\*

---

본 논문은 2000년도 창원대학교 교내 공모과제로 수행된 논문입니다.

---

### 요 약

병원에서 발생하는 대용량 의료영상들을 저장 및 전송 할 경우에 저장 매체 수요의 증가와 네트워크 속도의 저하 등의 문제점들이 야기된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 의료영상의 압축이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 개개의 여러 압축방법들로 하나의 통합된 환경에서 다양한 종류의 의료영상들을 압축할 수 있는 통합압축환경시스템을 설계 및 구현하였다. 이 통합압축환경에 구현된 압축방법들 중에는 DICOM 3.0규약을 따르는 RLC, 무손실 JPEG 압축방식, JPEG방식들이 있다. 그리고 JPEG2000에 사용되어진 이산 웨이블릿변환을 이용한 압축방식과 병 변에 대한 정확성을 높이고 압축률을 좋게 하기 위해서 하나의 영상에서 무손실 압축과 손실 압축을 동시에 하는 방법을 제안하였다. 그리고 영상 정보를 효율적 관리할 수 있게 데이터베이스와 연동이 가능하도록 하였다.

### ABSTRACT

We compress medical images in order to solve problems both of request of storage mediums and of a low network speed

In this paper, integration compression environment has been developed for unity of various compression methods. Various compression methods that are implemented by integration compression environment, RLC, Lossless JPEG, and JPEG, comply with the DICOM 3.0. A compression method using DWT is implemented at it. And a unit method of Lossless compression method and lossy compression method is designed to improve images quality and to progress compression ratio. Diverse medical images can be compressed by each compression method. And integration compression environment is operated together database so that information of medical images is administered

### 키워드

통합압축환경시스템, RLC, JPEG, DWT, Database

### 1. 서론

여러 대형·중소 병원에서 PACS(Picture Archiving and Communication system)가 구축되어 매일

7-8GB(Giga Byte)크기 정도의 의료영상 데이터가 만들어지고 있다[1]. 용량이 큰 의료영상 데이터를 저장하기 위해서 대용량의 저장 매체가 필요하게 되었고, 또한 병원 내의 네트워크 환경에서 의료영상 데이터를

전송 할 경우 네트워크에 부하를 주게 되어 전체 PACS의 성능을 저하시키는 요인이 되었다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해서 PACS 시스템에서는 판독이 이루어진 후의 의료영상 데이터를 장기 보관 할 경우 임상에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 손실압축 하여 저장하고 있다.

의료영상 데이터를 압축하는 방법으로 무손실 압축과 손실 압축이 있다. 무손실 압축은 정보의 손실 없이 영상의 압축과 복원이 가능하지만 압축률이 2:1~4:1 정도로 낮다[1][2]. 한편, 손실 압축은 원 데이터로 완벽한 복원은 아니지만 높은 압축률을 제공하기 때문에 판독 후 영상의 질을 저하하지 않는 범위 내에서 의료영상압축에 적용되고 있다. DICOM(Digital Image and Communication) 표준 명세서에는 RLC(Run Length Code), 무손실 JPEG(Joint Photographic Experts Group), JPEG이 명시되어 있다. 그리고 DICOM에 명시되어있지 않지만 근래에 이산웨이블릿 변환(DWT: Discrete Wavelet Transform)을 이용한 JPEG2000을 의료영상 압축에 적용하여 압축률을 높이고 있다[3][4][5].

본 논문에서는 대용량의 의료영상을 하나의 통합 환경에서 압축할 수 방안을 모색해 보고자 한다. 즉 다양한 압축방법들 중에서 RLC, 무손실 JPEG, JPEG, 이산웨이블릿변환을 이용한 압축방식, 그리고 하나의 영상에 무손실 압축과 손실 압축을 동시에 하는 방법들이 통합압축환경에서 구현 될 수 있는 방안을 제시하였다. 또한 개개의 압축방식들이 여러 종류의 의료영상을 지원할 수 있도록 하는 방법과 영상 정보를 검색 및 관리할 수 있게 데이터베이스와의 연동방법에 대해서 알아보하고자 한다.

## II. DICOM 3.0

병원 내 PACS의 구축으로 각기 다른 의료장비 및 컴퓨터들 사이에서 의료영상 데이터를 저장 및 전송하기 위해서 프로토콜과 공통된 표준 의료영상 포맷이 필요하게 되었다. 이러한 요구로 1983년 ACR(American College of radiology)과 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)는 공동 위원회를 설립하여 다양한 의료장비 업체에서

만들어진 장비들 사이에서 서로 지원 가능하도록 하는 표준 의료영상 포맷과 프로토콜을 만들었다[3].

1985년에 ACR-NEMA 300-1985가 발표되었고 1988년에 두 번째 버전인 ACR-NEMA 300-1988이 만들어졌다. 앞의 표준들에서의 여러 문제점들을 보완하여 DICOM 3.0을 발표하였다. DICOM 3.0은 의료영상에 관련된 정보를 전송 및 저장하기 위해 만든 표준 명세서로 현재 part 15로 구성되어 있으며 계속적으로 보완되고 있다. 현재 대부분의 의료장비들은 DICOM 3.0을 따르고 있다.

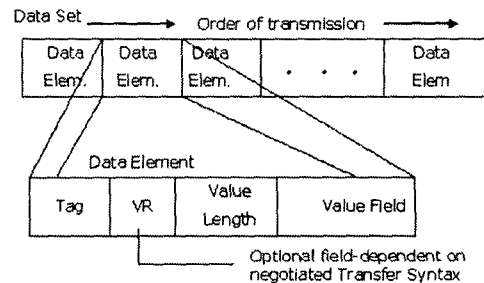


그림 1. DICOM 데이터 구조  
Fig. 1. DICOM Data Structure

위의 그림 1은 DICOM 파일의 데이터 구조를 보여준다. DICOM 파일 구조인 Data Set은 다수의 Data Element들로 구성되어 실제세계의 정보 개체를 나타낸다. 각각의 Data Element는 개체 속성 값을 포함하고 있으며 Data Element Tag로 구분된다.

하나의 Data Element는 여러 개의 필드로 구성되어 있으며 기본적으로 Data Element Tag, Value Length, Value인 세 부분으로 되어있다. Data Element Tag부분에서는 4바이트로 Group Number와 Element Number로 이루어져 있고 Data Element의 값이 어떤 속성을 가지고 있는 것인지 말해준다. 선택적인 필드인 VR은 2바이트의 문자열로 데이터 값의 형식을 정의하고 있다. Value Length는 Value Field의 전체 길이를 나타내며 Value Field는 데이터의 실제적인 값을 가진다[3][5].

### III. 시스템 설계

#### 1. 시스템 구성

통합압축환경시스템의 구현을 위해 사용된 컴퓨터는 펜티엄 퍼스널컴퓨터이고 512M바이트 메모리와 19" 인치 칼라모니터에서 구현하였다. 구현 프로그램으로 Visual C++를 사용하여 통합압축환경시스템을 구축하였다.

통합압축환경시스템의 구성 성분으로 파일 열기 및 저장, 무손실 압축과 손실 압축의 통합 압축, 여러 압축방법의 모음 그리고 압축된 영상을 복원하는 부분과 프로그램의 버전에 대한 도움말로 이루어져 있다. 아래의 그림 2는 전체 통합압축환경을 보여주고 그림 3은 통합압축환경에서 구현된 압축 방법들의 계통도이다.

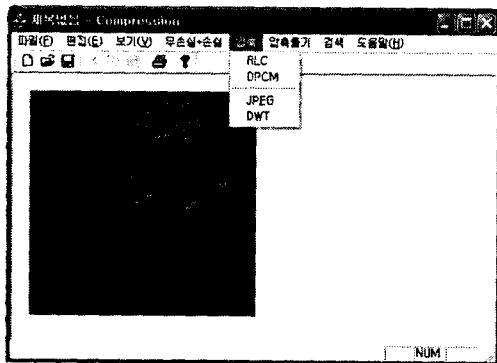


그림 2. 통합환경 전체구성도  
Fig. 2. Universal Picture of Integration Environment

그림 4의 영상들을 이용하여 통합압축환경의 여러 압축방법들의 구현을 보여준다. 통합압축환경이 여러

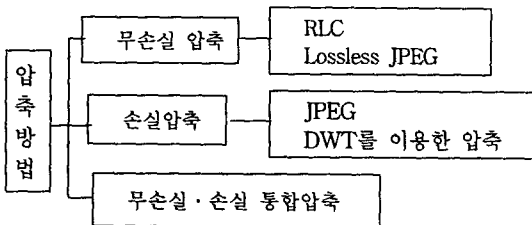
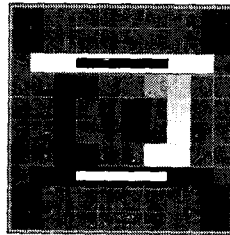


그림 3. 다양한 압축방법들  
Fig. 3. Various Compression Methods

종류의 의료영상에 적용될 수 있는 것을 보여주기 위해 DICOM파일의 표준영상을 기본으로, 초음파영상, 대용량으로 압축의 필요성이 요구되고 있는 자기공명영상 그리고 컴퓨터단층촬영영상을 영상을 이용하였다.



(a)표준영상



(b)초음파영상



(c)자기공명영상



(d)컴퓨터단층촬영영상

그림 4. 원영상  
Fig. 4. Original Images

표 1. 원영상의 명암단계 및 용량  
Table 1. Gray-Level and Capacity of Original Images

	용량 (Kbytes)	명암단계
표준영상	1024	256단계 (0~255)
초음파영상	64	
자기공명영상	64	
컴퓨터단층촬영영상	256	

표 1은 통합압축환경에서 사용되어진 원영상들의 데이터 양을 보여주고 있다. 그리고 영상의 크기는 각각 표준영상은 1024\*1024픽셀, 초음파영상은 256\*256픽셀, 자기공명영상은 256\*256픽셀 그리고 컴퓨터단층촬영영상은 512\*512픽셀이다.

2. 영상 압축방법

2.1. RLC 압축방법

무손실 압축방식인 RLC방식은 영상 데이터가 연속적으로 갈을 경우에 동일한 영상 데이터의 개수와 그 영상 데이터 값인 2바이트로 구성하며, 이웃하는 영상 데이터가 같지 않을 경우에는 다른 영상 값을 갖는 데이터 개수와 그 영상 데이터 값의 열로 압축한다[3].

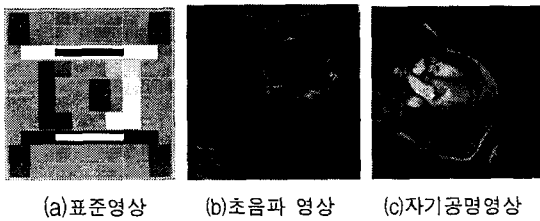


그림 5. RLC 복원영상  
Fig. 5. RLC Compressed and Reconstructed Images.

그림 5은 RLC 복원영상을 보여주고 있다. 무손실 압축이기 때문에 원영상과 차이가 없다.

2.2. 무손실 JPEG 압축방법

무손실 JPEG 압축방법은 영상에서 이웃하는 화소간의 명암 값이 유사하다는 것을 이용한 예측 부호화방식과 통계적인 부호화 방식인 허프만 부호화를 차례로 수행하여 의료영상 데이터를 압축하였다 [2][3][6].

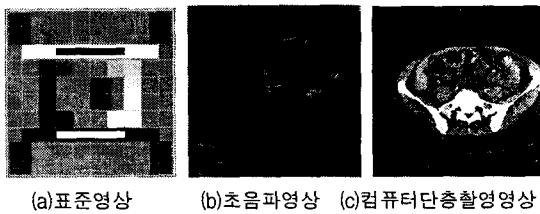


그림 6. 무손실 JPEG 복원영상  
Fig. 6. Compressed and Reconstructed Images by Lossless JPEG

그림 6은 무손실 JPEG 압축방식에 의한 복원영상이다.

2.3. JPEG

정지 영상 표준인 JPEG에서의 손실 압축방식에서 베이스라인 모드의 알고리즘으로 의료영상을 압축한다. 먼저 원영상을 8\*8크기의 블록들로 나누어 이산여현변환(DCT : Discrete Cosine Transform), 양자화, 허프만·RLC 부호화의 순서로 압축하였으며 디코딩과정으로 압축된 데이터를 복원할 수 있다 [1][2][3][6].

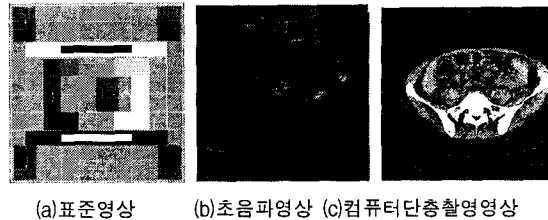


그림 7. JPEG 복원영상  
Fig. 7. Compressed and Reconstructed Image using JPEG

그림 7은 JPEG 복원 영상으로 손실 압축으로 원영상과 동일하지 않지만 육안으로 거의 차이를 구별할 수 없다.

2.4. 이산웨이블릿변환을 이용한 압축

JPEG2000에 도입된 이산웨이블릿변환을 이용하면 JPEG에서 나타나는 블록현상을 막을 수 있고 고 압축률을 가질 수 있다.

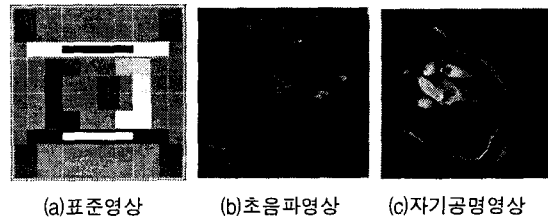


그림 8. DWT를 이용한 압축영상  
Fig. 8. Compressed and Reconstructed Images using DWT

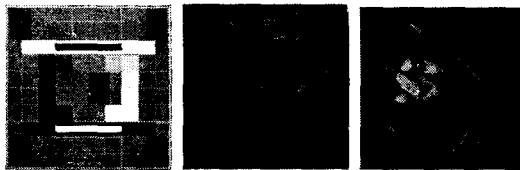
이산웨이블릿변환을 이용한 손실 압축방식에 따르면 원영상 전체를 3단계 이산웨이블릿변환하여 밴드

별로 스칼라 양자화를 하였으며 허프만·RLC으로 인코딩 하였으며 영상의 복원을 위해서 디코딩 과정을 한다[6][7][8][9].

그림 8은 이산웨이블릿변환을 이용한 압축의 복원 영상으로 원영상과 육안으로 차이를 구별 할 수 없다.

2.5. 무손실 압축 · 손실 압축 통합압축방법

의료영상에서 의사가 판독한 후 병 변이 있는 부분을 손실 없이 압축하여 보관한다면 영상의 질 또한 향상되고 재사용 할 경우 병 변에 대해 보다 정확한 정보를 이용할 수 있을 것이다. 그리고 병의 진단에 직접적인 영향을 주지 않는 부분은 손실 압축하여 데이터 양을 줄인다[2][6]. 무손실과 손실 압축을 통합한 압축방식은 무손실 압축부분은 예측부호화와 허프만부호화를 이용하여 구현하였으며 손실 압축부분은 이산여현변환을 이용한 JPEG방식을 도입하였다[2][3][5][6].



(a)표준영상 (b)초음파영상 (c)자기공명영상

그림 9. 무손실 · 손실 통합압축의 복원영상  
Fig. 9. Compressed and Reconstructed Images using Lossless and Lossy Compression Algorithm

그림 9는 무손실 · 손실 통합압축의 복원영상으로 무손실하는 영상의 영역에 따라 원영상과 동일한 부분이 증가할 것이다.

3. 통합압축환경시스템의 결과

표 2에서 각 압축방법들에 대한 압축률을 보여주고 있다. 무손실 압축인 RLC, 무손실 JPEG 방식들로 영상을 압축한 후에 전송함으로써 네트워크 부하를 줄인다. 또한 높은 압축률을 보이고 있는 손실 압축 방법인 JPEG과 이산웨이블릿변환을 이용한 압축방식들을 판독이 이루어진 의료영상에 적용하여 영상에 영향을 주지 않는 범위 내에서 영상 데이터를 압축하여 저장 및 전송함으로써 네트워크의 부담을 줄이

고 저장공간을 절약할 수 있다.

무손실 · 손실 통합압축방식은 무손실 압축을 행하는 영역의 범위에 따라 압축률이 좌우된다.

$$\text{압축률} = \frac{\text{입력 영상 데이터수 (byte)}}{\text{압축된 데이터수 (byte)}}$$

표 2. 다양한 압축방법들의 압축률  
Table 2. Compression ratio of Various Compression Methods

압축종류	의료영상	압축률
RLC	표준영상	6.2 : 1
	초음파영상	1.3 : 1
	자기공명영상	1.6 : 1
Lossless JPEG	표준영상	2.8 : 1
	초음파영상	1.7 : 1
	컴퓨터단층촬영영상	1.9 : 1
JPEG	표준영상	14.1 : 1
	초음파영상	11.4 : 1
	컴퓨터단층촬영영상	7.1 : 1
DWT를 이용한 압축방식	표준영상	14.2 : 1
	초음파영상	10.8 : 1
	자기공명영상	13.4 : 1

4. 데이터베이스 구축

데이터베이스의 구현을 위해서 본 논문에서는 MS Access 프로그램을 이용하였다. MS Access 프로그램은 SQL 및 윈도우즈 ODBC(Open Database Connectivity)가 지원 가능하여 통합압축환경시스템과 연동 할 수 있어 본 논문의 연구에 적합하였다.

본 연구에서는 DICOM 3.0의 영상 정보 개체 정의(IOD: information Object Definition)를 분석하여 그에 부합하는 테이블을 구성하여 영상 정보와 환자 정보를 관리할 수 있도록 하였다[3][10].

표 3은 데이터베이스에서의 영상 테이블의 구조이다. 그림 10은 영상을 압축한 후에 환자정보와 영상 정보를 데이터베이스에 저장하는 부분을 보여준다.

표 3. 영상 테이블 형식  
Table 3. Image Table Structure

Field	Type	Length
환자 성명	char	20
환자 ID	char	20
압축영상 이름	char	50
압축종류	char	10
압축영상 저장경로	char	100

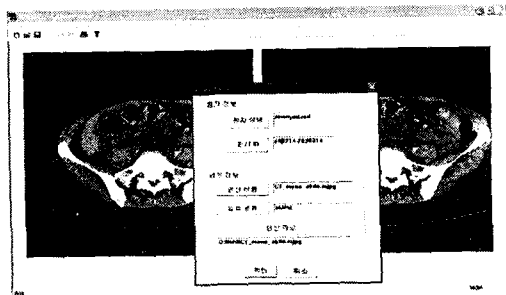


그림 10. 데이터베이스 연동 화면  
Fig. 10. DataBase Working Picture

#### IV. 결 론

병원 내에 PACS를 구축하여 대용량 의료영상을 저장 및 전송 할 경우에 저장공간의 절약과 네트워크 속도의 향상을 위해 의료영상들을 압축하는 연구가 다양하게 진행되어지고 있다.

본 논문에서는 다양한 압축방법들로 하나의 통합 압축환경시스템을 설계 및 구현하여 의료영상을 압축할 수 있도록 하였다. 통합된 시스템은 PACS와 호환이 가능하도록 의료영상의 표준 명세서인 DICOM 3.0을 따른다. 다양한 압축방법들 중에서 DICOM 3.0에서 권고하는 RLC, 무손실 JPEG, JPEG을 구현하였다. 또한 이산웨이브릿변환을 이용한 압축과 하나의 영상에 무손실·손실 압축을 동시에 수행하는 방법을 설계 및 구현하여 의료영상을 보다 더 다양한 방법으로 압축 할 수 있게 하였다.

그리고 개개의 압축방법들이 초음파영상, 자기공명영상, 컴퓨터단층촬영 등의 다양한 종류의 의료영상에 적용될 수 있도록 설계하였다. 영상정보와 환자정보를 데이터베이스와 연동이 가능하도록 하여 보다 효율적으로 사용 할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 설계 및 구현한 통합압축환경시스템으로 대용량의 의료영상에 의한 저장 공간의 증가를 줄일 수 있고 하나의 환경에서 여러 압축방법들로 의료영상을 압축할 수 있어 사용자의 편의를 도모한다. 그리고 전공의뿐만 아니라 일반인들이 PACS를 접하였을 때 보다 더 편리하게 사용할 수 있게 함으로써 사회에 기여하기를 기대한다.

앞으로 손실 압축인 JPEG와 이산웨이브릿변환을 이용한 압축방법들에서 압축률을 보다 높이는 방안과 의료영상의 종류 및 중요도에 따라서 압축률을 임의로 선택하여 적용할 수 있는 방안을 연구하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] 성민모, JPEG 2000을 이용한 Digital Mammo-graphy 영상의 압축 비율별 임상적 평가, 대한 PACS학회지, 제 7호, pp.13-19, 2001
- [2] GONZALEZ & WOODS, Digital Image Processing, 그린, 1995
- [3] Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), NEMA Publications PS 3.1-PS 3.15 The National Electrical Manufacturers Association. Rosslyn, VA, 1993
- [4] 박희정, DICOM 3.0의 기초, 대한 PACS 학회지, 제4호, pp. 157-166, 1998
- [5] 유선국, DICOM 3.0 표준안에 의한 의료영상전송 및 화상회의 시스템, 대한 PACS 학회지, 제3 권, pp.11-16, 1999
- [6] 이문호, 염재훈, C언어를 이용한 영상신호처리, 대영사, 1994
- [7] 김병주, 웨이브릿 변환 및 선택적 예측 벡터 양자화를 이용한 다분광 화상 데이터 압축, 대한 전자공학회 논문지, 제21 권, pp. 673-676
- [8] A.N.Skodras, JPEG 2000 : The Upcoming Stil Image Compression Standard, Portugeuese,

- Conference on Pattern Recogniton, pp.359-366
- [9] Jerome M. shapiro, Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients, IEEE Transactions of processing Vol 41. No 12 December 1993
- [10] 지은미, 의료영상 정보 시스템, 전자공학회지, 제6호, 1993년 6월

저자소개



추은형(Chu Eun Hyung)

국립 창원대학교 전자공학과 공학석사  
현재 창원대학교 전자공학과 박사재학중  
※관심분야: 의료영상압축, MPACS

박무훈(Park Mu-Hun Park)

현재 국립창원대학교 전자공학과 조교수  
※관심분야: 생체신호 처리, MPACS