

원격 진단 시스템에서 의료영상의 적절한 해상도 및 압축방법 결정에 관한 연구

단국대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

김 은 경 · 홍 병 희

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

원격 진단 시스템(teleradiology)이란 컴퓨터와 통신망을 이용하여 원거리에서 방사선과 의사가 방사선 진료를 할수 있는 의료 서비스 장비이다. 지금까지 방사선 진료는 필름에 찍힌 환자의 의료영상을 보고 행해졌다. 그러므로 진단을 하기 위해서 환자의 의료영상이 얻어지는 곳에 방사선과 의사가 있어야만 했다. 만일 의사가 없으면 나중을 위해 보관하거나 다른 장소에 있는 의사에게 보이기 위해 필름을 가져가야 한다. 이와 같이 필름으로 의료영상을 진단하는 것은 공간과 시간의 제약을 받게 되어 환자의 신속한 진단에 영향을 미치게 된다. 그러나 현대는 컴퓨터가 도입된 의료장비와 필름을 디지털화할 수 있는 스캐너가 개발되어 의료영상을 컴퓨터내에 저장할수 있게 되었다. 의료영상이 디지털화되

면 이를 쉽게 저장하고, 보고, 다루고 전송할수 있다. 원격 진단 시스템은 이러한 디지털영상을 처리 및 전송함으로써 공간과 시간의 제약을 극복하여 원거리 진단을 가능케 하고, 전문적인 방사선진단을 가능케 하여 방사선 진단의 질 향상을 꾀할수 있다^{2,4,8)}.

기본적인 원격 진단시스템은 세가지 구성요소, 즉 영상전송 스테이션 (image sending station), 전송망(transmission network), 영상수신 스테이션 (receiving image review station)으로 이루어진다²⁾. 영상전송 스테이션은 필름 디지털 변환기(film digitizer)와 전송망 접속기 (주로 전화 모뎀)를 갖추어야 하며, 필름 디지털변환기의 종류로 TV 카메라 디지털변환기, CCD 스캐너 디지털변환기, 레이저 스캐너 디지털변환기 등이 있다. 이들은 모두 동일한 기본적인 기능 즉 필름의 아날로그 영상을 디지털 정보로 변환시키는 역할을 수행한다. 이들간의 주 차이점은 영상 해상도의 질, 사용의 용이성과 기기의 가격이다. 필름 디지털변환기가 영상을 디지털 정보로 변환시키면, 술자의 명령에 따라 데이터는 모뎀으로 보내진다. 모뎀은 디지털정보를 전기신호로 바꾸어 전송망을 통해 보내는 역할을 한다. 전송망은 전화선, 광섬유, 또는 단파(microwave)로 구성가능하며, 이중 전화회사에서 제공하는 전화선과 광섬유망이 현재 보편적으로 이용되고 있다. 영상수신 스테이션은 역시 모뎀과 개인용

컴퓨터, 영상수신 스테이션 TV 모니터로 구성된다. 영상수신 스테이션에 있는 모뎀은 전송망으로부터 전기신호를 받아 다시 디지털 정보로 변환시키는 역할을 한다. 영상데이터가 저장되면 방사선과의사는 컴퓨터를 통해 언제든지 영상을 볼 수 있으며, 소프트웨어를 이용한 영상처리가 가능하다.

현재 이용되는 컴퓨터의 연결 방법 (connection configuration)에는 일 대일 연결(point-to-point connection), 지역 접속망 연결 (local area network connection)과 광역 접속망 연결(wide area network connection)이 있다²⁾. 일 대일 연결은 한대의 컴퓨터와 한대의 컴퓨터를 전용 전화선이나 광섬유 케이블로 직접 연결하는 것으로, 이 연결은 한 건물내에서 특정장소에서 특정 장소로 영상전송을 할때 이용된다. 지역 접속망 연결은 일 대일 연결에서처럼 전용 접속망으로 이루어지는데, 여러대의 컴퓨터가 연결되어 있어 한 건물 또는 가까이 위치한 건물군내의 여러 장소로부터 영상전송이 가능하다. 이 두가지의 경우 전용전송망에 연결된 컴퓨터만이 영상을 주고 받을수 있다는 점이 단점이다. 광역 접속망 연결이란 수많은 지역 접속망이 서로 연결된 것으로, 전화 접속망이 이에 해당되며, 현재 원격진단시스템을 위해 가장 널리 이용되는 전송망이다. 전화망을 이용하는 가장 큰 장점은 첫째 그것이 이미 존재한다는 사실, 둘째 그 접속망의 내부적인 작동이나 복잡성등이 일반 사용자들에게 널리 알려져 있고, 셋째 장,단거리 접속이 즉각적으로 가능하며, 넷째 비용이 낮다는 점 등이다. 원격 진단 시스템의 잠재 사용자는 당직 방사선과의사, 병원의 타과 의사, 지방의 일차진료 기관의 의사, 세부전문 방사선과의사에게 판독을 의뢰할 필요가 있는 의사 등이다^{7,12,16)}.

본 연구는 이러한 원격 진단시스템에서 필름 스캐너를 이용하여 의료영상을 디지털화할때 필름과 대등한 판독능을 보이면서, 영상파일의 용량이 최소인 가장 적절한 해상도와 진단학적 중요성이 있는 질의 저하를 야기하지 않는 압축방법을 결정하기 위해 시도되었다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

비정상 소견을 보이는 12장의 파노라마 방사선 사진(표 1)을 매킨토시 II ci 컴퓨터 (Apple computer, Inc., U.S.A.), 15" Sony 고해상도 RGB 모니터(Apple computer, Inc., U.S.A.), transparency unit가 부착된 Umax사의 Powerlook flatbed scanner 를 사용하여 디지털화였다 (그림 1). 영상 스캔 및 처리를 위한 소프트웨어로 "Photoshop 2.5" 프로그램을 사용하였다.

Table 1. Selected radiographs for resolution and compression testing

image	disease
1	ossifying fibroma
2	odontogenic keratocyst
3	dentigerous cyst
4	osteomyelitis
5	osteomyelitis
6	squamous cell carcinoma
7	calcified lymph node
8	traumatic bone cyst
9	fibrous dysplasia
10	osteomyelitis
11	adenomatoid odontogenic tumor
12	eosinophilic granuloma



Figure 1. Digital imaging system

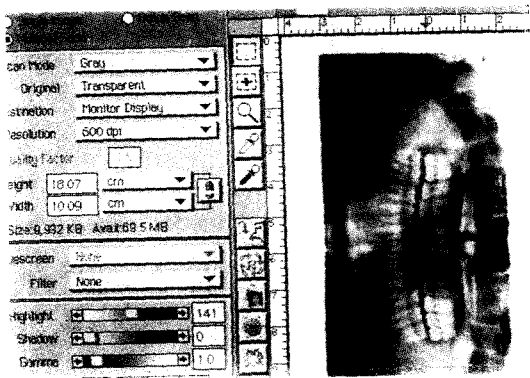


Figure 2. Scanning with Powerlook flatbed scanner, using Photoshop 2.5 software

2. 연구 방법

1) 적절한 해상도 결정

여러가지 방사선학적 특징을 보이는 파노라마 방사선사진 12매를 각각 50 dpi, 75dpi, 150dpi, 300dpi, 600dpi, 1200dpi의 해상도로 스캔한다(그림 2).

컴퓨터를 이용한 감별진단프로그램인 ORAD²⁰⁾에서 이용되는 12가지 방사선필름 판독요소 즉 병소의 수, 병소가 발생한 악골, 병소부위, 병소의 방사선 밀도, 병소의 크기, 병소의 경계, 병소의 분할정도, 병소의 origin, 치아와의 관계, 피질골의 팽윤 유무, 인접 치근의 흡수유무, 인접치아의 변위유무를 각 dpi의 해상도로 스캔한 디지털 영상과 실제 파노라마 방사선사진에서 다음과 같이 평가한다:

- ++ : 명확 (4점)
- + : 비교적 명확 (3점)
- + - : 희미 (2점)
- : 판독 곤란 (1점)

이를 토대로 각 해상도의 영상의 상대적인 판독능을 다음과 같이 산출한다 :

$$\text{각 해상도의 영상의 상대적인 판독능} = \frac{\text{각 해상도의 영상의 판독점수}}{\text{파노라마 방사선사진의 판독점수}} \times 100(\%)$$

Table 2. Image file size at individual resolution (kbyte)

image	50dpi	75dpi	150dpi	300dpi	600dpi	1200dpi
1	77	162	623	2466	9832	36252
2	71	149	566	2235	9008	28380
3	78	165	642	2541	9992	37997
4	75	161	615	2414	9152	32274
5	78	165	633	2502	9916	36634
6	74	158	602	2364	9424	32320
7	78	165	638	2516	9992	35500
8	75	161	626	2474	9760	34796
9	78	165	639	2525	9968	35973
10	74	155	600	2372	9784	35040
11	78	167	641	2540	10048	37601
12	74	156	600	2381	9786	36423
Average	76	161	619	2444	9707	33440
SD	2	5	23	93	344	2724

(p<0.001)

50 dpi, 75dpi, 150dpi, 300dpi, 600dpi, 1200dpi의 해상도중 가장 상대적인 판독능은 높으면서 영상파일 크기가 작은 해상도를 결정한다.

2) 적절한 압축방법의 결정

1)의 비교에서 가장 적절한 해상도로 스캔된 영상을 Photoshop 2.5 프로그램을 이용하여 압축효율이 좋은 JPEG 압축의 maximum quality, high quality, middle quality, low quality로 압축하였다. 압축하기 전의 영상과 위의 4가지 방법으로 압축한 영상을 비교하여 눈으로 인지가능한 질의 저하가 있는지 여부와 있는 경우 그것이 진단학적 중요성이 있는지 여부를 3인의 구강악안면 방사선과의사가 평가하였다.

III. 연구 성적

1) 적절한 해상도 결정

표 2는 각 해상도별 영상파일의 크기를 보여준다. 50 dpi로 스캔한 영상군의 평균 영상파일 크기는 76 Kbyte, 75 dpi로 스캔한 영상군의 평

Table 3. Relative detectability of images scanned by 50 dpi

(%)

image	number	jaw	region	contents	size	border	loculation	origin	odontogenic	expansion	rt resorption	displacement
1	100	100	100	75	100	100	75	100	75	100	67	100
2	75	75	75	75	100	75	100	100	100	100	67	100
3	75	75	75	67	50	75	50	100	100	100	50	75
4	50	50	50	67	67	67	75	75	75	75	50	75
5	67	75	75	50	50	50	50	75	75	75	50	75
6	75	75	75	50	75	75	75	75	75	75	50	75
7	67	75	50	50	67	50	50	50	50	75	67	75
8	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
9	50	50	50	50	67	50	50	50	50	50	67	50
10	75	75	75	75	75	50	75	75	75	50	50	50
11	75	75	75	50	75	75	50	75	50	75	50	50
12	75	75	75	50	50	50	75	50	75	75	50	75
Average	69	71	69	59	69	64	65	73	71	75	56	71
SD	14	14	16	11	18	16	17	20	18	18	8	18

Table 4. Relative detectability of images scanned by 75 dpi

(%)

image	number	jaw	region	contents	size	border	loculation	origin	odontogenic	expansion	rt resorption	displacement
1	100	100	100	75	100	100	75	100	75	100	67	100
2	100	100	75	75	100	75	100	100	100	100	67	100
3	100	100	100	67	50	75	50	100	100	100	50	75
4	75	100	100	67	67	67	100	100	100	100	75	100
5	100	75	75	75	50	50	75	75	75	75	75	75
6	75	75	75	75	75	75	75	75	100	100	50	75
7	67	75	50	50	67	50	50	50	50	75	67	75
8	50	50	75	50	75	75	75	75	75	75	50	75
9	50	75	50	75	67	75	75	75	75	75	67	75
10	100	100	100	100	100	75	100	100	100	50	50	75
11	100	100	100	50	100	100	75	75	50	75	50	75
12	75	75	100	75	75	75	100	100	100	100	75	100
Average	83	85	83	69	77	74	79	85	83	85	62	83
SD	20	17	19	14	19	15	18	17	19	17	11	12

균 영상파일 크기는 161 Kbyte, 150 dpi로 스캔한 영상군의 평균 영상파일 크기는 619 Kbyte, 300 dpi로 스캔한 영상군의 평균 영상파일 크기는 2444 Kbyte 였다.

표 3,4,5,6,은 각각 50dpi, 75dpi, 150dpi, 300 dpi, 600dpi, 1200dpi로 스캔한 영상군의 상대적 판독능이다. 300dpi, 600dpi, 1200dpi로 스캔한 영상군에서 상대적 판독능이 100%로, 실제 파노라

Table 5. Relative detectability of images scanned by 150 dpi (%)

image	number	jaw	region	contents	size	border	loculation	origin	odontogenic	expansion	rt resorption	displacement
1	100	100	100	100	100	100	100	100	75	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	75	75	75	100	100	100	75	100
4	100	100	100	100	100	67	100	100	100	100	100	100
5	100	75	75	75	50	75	75	100	100	100	75	100
6	100	100	100	75	100	75	100	100	100	100	75	100
7	67	75	75	75	100	75	75	75	75	75	67	75
8	75	75	75	75	75	75	75	100	100	100	75	100
9	75	100	75	75	100	75	75	75	75	75	67	75
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	75	75	100
11	100	100	100	75	100	100	100	100	75	100	75	100
12	100	100	100	100	100	75	75	100	100	100	100	100
Average	93	94	92	88	92	83	83	96	92	94	82	96
SD	13	11	12	13	16	13	13	10	12	11	14	10

Table 6. Relative detectability of images scanned by 300,600,1200 dpi (%)

image	number	jaw	region	contents	size	border	loculation	origin	odontogenic	expansion	rt resorption	displacement
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Average	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

마 방사선사진과 동일한 판독능을 보였다.

2) 적절한 압축방법의 결정

1)에서 실제 파노라마 방사선사진과 비교해

판독능은 떨어지지 않으면서 파일 크기가 작은 해상도인 300 dpi로 스캔한 영상파일을 JPEG 압축의 maximum quality, high quality, middle quality, low quality로 압축한 후 각 quality별

Table 7. image file size and compression ratio aifferent compression method (kbyte)

image	no compression	max.quality	high quality	medium quality	low quality
1	2466	663(4:1)	393(6:1)	198(13:1)	90(27:1)
2	2235	479(5:1)	276(8:1)	140(16:1)	71(32:1)
3	2541	738(3:1)	437(6:1)	219(12:1)	90(28:1)
4	2414	626(4:1)	377(6:1)	195(12:1)	86(28:1)
5	2502	639(4:1)	372(7:1)	185(14:1)	81(31:1)
6	2364	515(5:1)	296(8:1)	147(16:1)	72(33:1)
7	2516	681(4:1)	414(6:1)	216(12:1)	92(27:1)
8	2474	731(3:1)	447(6:1)	233(11:1)	99(25:1)
9	2525	792(3:1)	488(5:1)	254(10:1)	107(24:1)
10	2372	465(5:1)	260(9:1)	126(16:1)	65(37:1)
11	2540	876(3:1)	546(5:1)	282(9:1)	117(22:1)
12	2381				
Average	2444	670(4:1)	403(6:1)	205(13:1)	90(28:1)
SD	93	134	94	49	16

(p<0.001)

Table 8. Perceived image degradation and its diagnostic significance at the different compression method

image	image degradation				diagnostic importance			
	max.quality	high quality	medium quality	low quality	max.quality	high quality	medium quality	low quality
1	no	no	no	yes	no	no	no	yes
2	no	no	yes	yes	no	no	no	yes
3	no	no	no	yes	no	no	no	yes
4	no	no	no	yes	no	no	no	no
5	no	no	no	yes	no	no	no	yes
6	no	no	yes	yes	no	no	no	yes
7	no	no	no	yes	no	no	no	yes
8	no	no	no	yes	no	no	no	no
9	no	no	no	yes	no	no	no	yes
10	no	no	no	yes	no	no	no	no
11	no	no	no	yes	no	no	no	no

압축파일의 크기 및 압축율은 표 7과 같다. 압축하지 않은 영상파일의 평균 크기는 2444 Kbyte였으며, maximum quality 로 압축시 파일의 평균 크기는 670 Kbyte로 평균 4:1의 압축율을 보였다.

다. high quality, middle quality, low quality로 압축시 파일의 평균 크기는 각각 403 Kbyte, 205 Kbyte, 90 Kbyte로 각각 평균 6:1, 13:1, 28:1의 압축율을 보였다. 각 영상파일에서 눈으로 인지

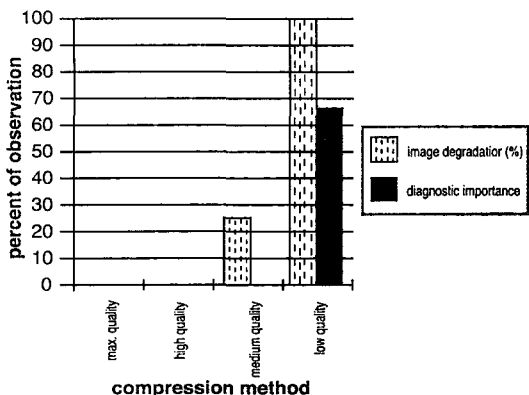


Figure 3. Graph of perceived image degradation and its diagnostic significance at the different compression method.

가능한 질의 저하가 있는지 여부와 있는 경우 그것이 진단학적 중요성이 있는지 여부는 표 8, 그림 3에서 볼수 있듯이, low quality로 압축시 모든 파일에서 인지가 가능한 질의 저하가 있었고, 12례중 8례가 진단학적 중요성이 있는 질의 저하로 평가되었고, middle quality로 압축시 12례중 3례에서 인지가 가능한 질의 저하가 있었으나, 진단학적 중요성은 없는 것으로 평가되었다.

IV. 총괄 및 고안

원격 진단 시스템(teleradiology)이란 컴퓨터와 통신망을 이용하여 원거리에서 방사선과의사가 방사선 진료를 할수 있는 의료 서비스 장비로, 방사선사진 영상을 방사선촬영장소에서 판독이 이루어지는 떨어진 장소로 전송하는 것으로 정의된다^{2,6,9)}. intensive care unit, 진료실, 췌미나실, 교실, 연구소, 이동진료실등으로의 전송이 그 예가 될수 있다. 방사선사진 영상을 떨어진 장소로 전송하는 과정은 영상의 적절한 부위를 캡처해서, 그것을 디지털 컴퓨터로 전달하는 과정으로 시작된다. 영상획득 과정은 여러가지 방법으로 이루어지는데, 비디오 영상 캡처나 레이저 필름 스캐너등이 이용된다¹⁾. 비디오 영상 캡처 기기는 컴퓨터내에 장착하는 컴퓨터 회로

보드로, 작동법이 어렵고 복잡하다. 사용의 간편성을 볼때 필름을 디지털화하는 가장 간단한 방법은 빛으로 스캔하여, 필름을 통과한 빛의 양을 기록하는 방법이다. 일반적으로 방사선과에서 대부분의 영상을 필름상에 프린트하기 때문에 이 방법이 가장 유용하다. 또한 필름 디지털 변환기는 비디오 영상 디지털타이저를 CT스캐너에 연결시 필요한 특수 연결장치를 필요로 하지 않기 때문에 더욱 편리하다. 필름 디지털 변환기의 대표적인 레이저 스캐너 디지털변환기는 높은 공간 해상도와 1000단계이상의 회색 해상도를 부여할수 있다. 필름을 스캔하는 다른 방법에 CCD 스캐너 디지털변환기와 비디오 카메라의 이용이 가능하다. 본 연구에서는 비교적 저렴한 고해상도(최대 공간 해상도 2400 x 2400 dpi, 회색도 해상도 10 bits/pixel)로 스캔가능한 CCD 스캐너 디지털변환기의 일종인 UMAX사의 Powerlook 평판스캐너를 필름을 스캔할수 있는 transparency adater를 부착하여 사용하였다.

어떤 영상획득 방법이 선택되든지, 디지털화한 영상은 원래의 방사선사진 필름이 가지고 있는 동일한 정보를 가지고 있어야 한다^{10,14)}. 스캔된 영상의 질에 영향을 미치는 두가지 중요한 요소는 영상의 공간 해상도(spatial resolution)와 대조도 해상도(contrast resolution)이다^{15,17,19)}. 공간 해상도는 공간적으로 세부적인 영상의 질을 의미한다. 공간해상도가 불량하면, 두개의 인접한 구조물의 경계가 흐려져 떨어져 있는 구조물이 아니고, 마치 하나의 구조물로 보이게 된다. 대조도 해상도는 회색도 해상도(grayscal resolution)라고도 하며, 영상의 회색도의 단계를 말하는 것으로, 6 bit인 경우 64단계, 8 bit인 경우 256단계, 10 bit인 경우 1024단계, 12 bit인 경우 4096단계의 회색도를 보여주는 것이다. Wenzel¹⁹⁾은 구내방사선 사진의 원격 전송시 6 bit 즉 64단계의 회색도 해상도가 원래 방사선 사진과 같은 진단학적 정확성을 제공한다고 보고한바 있다. 본 연구에서는 회색도 해상도는 8 bit로 일정하게 유지하고, 공간 해상도만 50dpi부터 1200 dpi까지 6단계로 증가시켜 적절한 공간해상도를

결정하였다. 그 결과 300dpi, 600dpi, 1200 dpi로 스캔한 영상군에서 실제 파노라마 방사선사진과 동일한 판독능을 보였다. 따라서 그 중 파일 크기가 가장 작게 만들어지는 해상도인 300 dpi를, 파노라마 방사선사진의 원격 전송시 가장 적절한 공간해상도로 결정하였다.

전송망은 전화선, 광섬유, 또는 단파(micro-wave)로 구성가능하며, 이중 전화회사에서 제공하는 전화선과 광섬유망이 현재 보편적으로 이용되고 있다. 영상의 전송은 컴퓨터 모뎀을 사용해 보통 다이얼 업 전화선으로 행해진다^{2,18)}. 때때로 병원전산망이나 전화회사에서 제공된 ISDN과 같은 지역 접속망을 통해 영상 전송이 이루어지기도 한다⁵⁾.

효율적인 저장과 빠른 전송을 위한 영상 압축 방법은 다양하다. 전적으로 가역적인 방법은 효율성이 떨어지고, 보다 효율적인 방법은 원래 영상보다 질이 떨어지는 하나, 진단학적으로 동등한 영상을 초래한다. CT영상의 크기는 3:1 또는 4:1로 감소될수 있으며, 일반 방사선사진은 임상적으로 심각한 정보 소실 없이 20:1까지 압축가능하다^{2,3)}. 영상 데이터의 압축은 원격 진단 시스템(Teleradiology)이나 PACS(Picture Archive and Communication Systems)에서 비용을 절감시키는 아주 유용한 기술이다. 압축은 영상 전송시 시간과 비용을 줄여주며, 저장용량을 감소시킨다. 특히 원격 진단시스템에서 데이터의 압축은 bandwidth의 요구량을 줄여주며, 국내, 외를 막론하고 멀리 떨어진 곳으로 전문가의 판독을 비용면에서 효율적으로 보낼수 있게 한다¹¹⁾. 손실이 없는 압축방법(lossless compression)은 1.5:1 에서 3:1 정도의 압축율만을 보여 제한적이라, 저장및 전송 비용을 고려할때 더욱 높은 압축율이 요구된다. 즉 손실이 있는 압축방법(lossy compression)이 필요한데, 손실이 있는 압축이란 압축을 하고, 복원하는 과정에서 일부 정보가 소실이 되는 것을 의미한다. 그러나 알고리즘은 영상의 진단학적 중요성이 있는 데이터 소실은 최소로 되도록 고안될수 있다. 영상 파일 포맷에는 미국 컴퓨터서비스에서 만든 GIF, 매킨토시 표준 포맷인 PICT, 여러 종류의 컴퓨터나

프로그램에서 호환가능한 TIFF, IBM호환기종에서 널리 쓰이는 PCX, 칼라사진 영상의 가장 좋은 압축 포맷으로 알려진 JPEG, 저가격의 컴퓨터에서 고질의 동영상 비디오를 볼수 있게 하는 동영상의 표준 포맷인 MPEG 등이 있다¹³⁾. 그 중 JPEG 은 합동사진 전문가 협회(Joint Photographic Experts Group)에서 사진 압축의 표준으로 정한 포맷으로, 임의로 압축율을 조절할 수 있으며, 대부분의 경우 압축을 하고, 복원한 후 영상의 손실이 있다. 본 연구에서는 칼라 사진 영상의 표준 포맷인 JPEG의 여러 단계의 압축율(maximum quality, high quality, middle quality, low quality)을 회색 영상인 방사선사진에 적용하여 어느 단계의 압축율이 인지가능한 질의 저하가 있는지 여부와 있는 경우 그것이 진단학적 중요성이 있는지 여부를 평가하였다. 약간의 인지가능한 질의 저하가 있어도 진단학적 중요성이 없었던 middle quality의 JPEG 압축이 가장 적절할 것으로 사료되었다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 원격 진단시스템에서 필름 스캐너를 이용하여 의료영상을 디지털화할때 가장 적절한 해상도와 압축방법을 결정하기 위해 시도되었다. 비정상 소견을 보이는 12장의 파노라마 방사선사진을 transparency unit가 부착된 Umax사의 Powerlook flatbed scanner를 사용하여 각각 50dpi, 75dpi, 150dpi, 300dpi, 600dpi, 1200dpi의 해상도로 스캔하여, 각 해상도의 영상의 상대적인 판독능을 산출하였고, JPEG 압축의 maximum quality, high quality, middle quality, low quality로 압축하여, 눈으로 인지가능한 질의 저하가 있는지 여부와 있는 경우 그것이 진단학적 중요성이 있는지 여부를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 300dpi, 600dpi, 1200dpi 로 스캔한 영상군에서 상대적 판독능이 100%로, 실제 파노라마 방사선사진과 동일한 판독능을 보였다.
2. JPEG압축에서 low quality로 압축시 모든 파

일에서 인지가능한 질의 저하가 있었고, 12레 중 8레가 진단학적 중요성이 있는 질의 저하로 평가되었고, middle quality 로 압축시 12레 중 3레에서 인지가능한 질의 저하가 있었으나, 진단학적 중요성은 없었다.

이상의 연구결과로 미루어 보아 원격 진단시스템에서 필름 스캐너를 이용하여 의료영상을 디지털화할때 필름과 대등한 판독능을 보이면서, 영상파일의 용량이 최소인 가장 적절한 해상도는 300dpi이며, 진단학적 중요성이 있는 질의 저하를 야기하지 않는 압축방법은 middle quality의 JPEG압축으로 판단된다.

REFERENCES

1. Ackerman SJ, Gitlin JN, Grayler RW, Flagle DC, Bryan RN : Receiver operating characteristic analysis of fracture and pneumonia detection : comparison of laser-digitized workstation images and conventional analog radiographs. *Radiology* 186:263-268, 1993
2. Allman RM, Devey GB, Drew PG, Dwyer SJ : Understanding teleradiology. *Society for computer applications in radiology*. pp 1-30, 1994
3. Arenson RL, Chakroborty DP, Seshadri SB, Kundel HL : The digital imaging workstation. *Radiology* 176:303-315, 1990
4. Barnes GT, Morin RL, Staab EV : Inforad: computers for clinical practice and education in radiology. *Teleradiology : fundamental considerations and clinical applications*. *Radiographics* 13:673-681, 1993
5. Blaine GJ, Moore SM, Cox JR : Teleradiology via narrow-band Integrated Services Digital Network (N-ISDN) and Joint Photographic Experts Group (JPEG) image compression. *J Digital Imaging* 5: 156-160, 1992
6. Carey LS : Teleradiology: part of a comprehensive telehealth system. *Radio Clinic North America* 23:357-362, 1985
7. DeSimone DN, Kundel HL, Arenson RL : Effect of a digital imaging network on physician behavior in an intensive care unit. *Radiology* 169:41-44, 1988
8. Dwyer SJ, Batnitsky S, Templeton AW : Teleradiology: costs of hardware and communications. *American J Roentgenology* 156:1279-1282, 1991
9. Gitlin JN : Teleradiology. *Radio Clinic North America* 24:55-68, 1986
10. Goldberg MA, Rosenthal DI, Chew FS : New high-resolution teleradiology system: prospective study of diagnostic accuracy in 685 transmitted clinical cases. *Radiology* 186:429-434, 1993
11. Goldberg MA, Pivovarov M, Mayo-Smith WW, Bhalla MP : Application of wavelet compression to digitized radiographs. *AJR* 163:463-468, 1994
12. Horii SC, Garra BS, Mun SK : PACS and teleradiology of on-call support of abdominal imaging. *Proceedings of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*. 1446:10-15, 1991
13. Kay DC, Levine JR : Graphics file formats. 2nd Ed. 60-99, 211-219, Windcrest/McGraw-Hill, 1995
14. Scott WW, Jr, Rosenbaum JE, Ackerman SJ : Subtle orthopedic fractures : Teleradiology workstation versus film interpretation. *radiology* 187:811-815, 1993
15. Shih-Chung, Huang HK : Compression of radiological images with 512, 1024 and 2048 matrices. *Radiology*.161:519-525, 1986.
16. Stark DD, Cruess JV: Remote diagnosis raises efficiency of radiology. *Diagnostic Imaging*. 15:91-104, 1993.
17. Stewart BK, Dwyer SJ, Kangaroo H : Design of a high-speed high-resolution teleradiology system. *J Digital Imaging*.5:144-155, 1992.
18. Templeton AW, Dwyer SJ, Rosenthal SJ : Dial-up digital teleradiology system. *American J Roentgenology*. 157:1331-1336, 1991.
19. Wenzel A: Effect of varying gray-scale resolution for detectability of bone lesions in intraoral radiographs digitized for teletransmission. *Scand J Dent Res.*, 95: 483-492, 1987.
20. White SC : Computer-aided differential diagnosis of oral radiographic lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 18 : 53-59, 1989

- ABSTRACT -

Determination of the adequate resolution and compression method in teleradiology

Eun-Kyung Kim, Byeong-Hee Hong

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, DanKook University

This study was performed to determine the adequate resolution and compression method in teleradiology. A digital imaging system using Machintosh II ci computer, 15" Sony high resolution RGB monitor, UmaxPowerlook flatbed scanner with transparency unit and 12 panoramic radiographs were used.

The results were as follows :

1. Relative detectability at the group scanned by 300dpi, 600dpi and 1200dpi was same as those at the real panoramic radiographs.
2. Perceivable image quality degradation was found at the 25% of middle quality of JPEG compression. But those were not diagnostically significant.
3. Perceivable image quality degradation was found at the 100% of low quality of JPEG compression. And 8cases among them were diagnostically significant.

On the basis of the above results, it is considered that the adequate resolution in scanning radiographs for teleradiology is 300dpi and compression method is the middle quality of JPEG compression.