

# CDMA 1xEVDO 망에서 무선 에러에 강인한 JPEG2000과 MPEG4의 환자 영상 전송에 관한 비교연구

論 文
55D-6-7

## Comparative Transmission of JPEG2000 and MPEG-4 Patient Images using the Error Resilient Tools over CDMA 1xEVDO Network

趙進鎬\*·俞善國†·李東憲\*\*  
(Jin-Ho Cho · Sun-Kook Yoo · Tong-Heon Lee)

**Abstract** - Even though the emergency telecommunication make possible that specialist offers medical care over emergency cases in moving vehicle, we still have many problems in transmitting the image or video of patient over several wireless networks. To alleviate the effect of channel errors on compressed video bit-stream, this paper analyzed the error resilient features of JPEG2000 standard and measured the quality of transmission over noisy wireless channel, CDMA2000 1xEV-DO networks, compared to the features of error resilient tool of MPEG-4. We also proposed the optimum solution of transmitting images over real 3G network using JPEG2000 error resilient tool.

**Key Words** : CDMA 1xEVDO Network, MPEG-4, JPEG2000, Error-Resilient, Emergency Telemedicine

### 1. 서 론

최근 셀룰러 망을 비롯한 무선 네트워크 기술의 발전으로, 병원으로 이송 중인 응급 환자에 대한 정보를 병원에 위치한 전문의에게 보다 손쉽게 전송이 가능하게 되었다. 일반적으로 무선 환경에서 효과적인 영상의 전송을 위해 MPEG-4로 영상을 압축하여 전송하는 방식을 채택한다.[1] 또한 기존의 연구를 살펴보면, 최대 전송 속도가 9.6Kbps인 GSM망이나, 최대 전송 속도가 384Kbps인 UMTS망, 153Kbps인 Verizon's CDMA망 등에서 H. 263 이나 M-JPEG의 방법을 이용한 영상의 전송방법 연구가 선행되었다.[2][3][4]

하지만 무선 환경의 제한된 대역폭이나 다중 경로 페이딩, 핸드오프에 의한 높은 에러율로 인한 영상의 전송 장애는 아직 문제점으로 남아있다.[5]

따라서 본 연구에는 의료영상 영역에서 가장 최적이라고 판단되는 JPEG2000 영상압축 방식을 사용하여 무선망에서 적합한 영상의 전송 방식을 제시하고자 한다. 국제표준화기구인 ISO와 IEC는 공동으로 기존의 JPEG 방식보다 고품질 압축 및 다양한 기능을 요구하는 사용자들의 요구를 해결할 수

있는 새로운 정지영상압축 방식의 국제표준을 개발하였는데 이것이 JPEG2000 압축방식이다.[6] JPEG2000은 웨이블릿(Wavelet) 기반의 정지영상압축방식으로 기존의 JPEG 표준안보다 왜곡율과 특정부분의 영상품질을 한 차원 높일 뿐만 아니라 효율적인 면에서도 훨씬 더 우수하다.[7] 특히 JPEG2000이 갖는 에러에 강인한 틀, 화소의 정밀도와 해상도의 차이에 의한 점진적 전송, 관심영역 지정 및 처리(ROI) 특징은 역방향 링크의 대역폭이 낮고 무선 에러가 많은 네트워크 환경에서 영상 전송에 효과적으로 이용된다.[7][8] 따라서 본 논문은 현재 서비스되고 있는 3G 네트워크인 CDMA 1xEVDO망에서 실제 환경 실험을 통해 JPEG2000의 에러 강인성 도구를 MPEG-4 에러 강인성 도구와 비교 분석하여 응급 원격 진료에 효과적인 영상 전송에 관한 연구를 하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 JPEG2000의 특성

##### 2.1.1 에러에 강인한 도구(Error Resilient Tool)

JPEG2000의 오류 복구는 주로 패킷화된 코드얼(code stream)을 통하여 복구된다. 오류 복구에 관련된 정보를 갖는 데이터 패킷은 코드얼 내에서 세그먼트화될 수 있으며, 오류 복구를 향상시키기 위하여 동기화 표시(Resynchronization marker)가 패킷 사이에 삽입될 수 있다. 오류를 복구하는 두 가지 방법 모두영상의 한 영역에서 발생할 수 있는 오류가 복호 과정 동안에 영상의 다른 부분으로 전파되지 않도록 막아

† 교신저자, 正會員 : 延世大學 醫學工學敎室 副敎授 · 工博 移動形 應急醫療情報 시스템 開發 센터

E-mail : sunkyoo@yumc.yonsei.ac.kr

\* 正會員 : 延世大學 醫學工學敎室 碩士課程 信號觀理研究 센터

\*\* 正會員 : 延世大學 醫學工學敎室 碩士課程 個人識別研究所  
接受日字 : 2005年 11月 24日  
最終完了 : 2006年 4月 13日

중으로써 영상의 질을 높여준다. 코드열은 채널-부호화(Channel-Coding) 과정에서 헤더와 같이 중요한 정보가 전송 과정 중에 에러로부터 보호될 수 있도록, 코드열의 특정 위치에 국한시켜 비트열을 재구성하는 방법을 쓰고 있다.[9] JPEG2000은 산술 연산자(arithmetic coder)인 VLC(Variable Length Coder)를 사용하여 양자화 된 웨이블릿 계수를 압축한다. 하지만 VLC은 무선 환경에서 채널 에러나 전송 에러에 약하다는 단점 때문에 엔트로피 복호기(entropy decoder)에서 비트 에러는 동기화의 손실을 초래하고, 결과 복원된 이미지는 심각하게 왜곡된다. 따라서 채널이 불안정한 환경에서 압축된 이미지의 전송효율을 높이기 위해 에러에 강인한 비트열(bit stream) 구성과 도구가 JPEG2000 표준에 포함되어 있다.

에러에 강인한 도구는 다음과 같은 기법을 이용하여 채널 에러를 효율적으로 다룬다. 데이터 파티셔닝(data partitioning), 재동기화(resynchronization), 에러 검출(error detection)과 은닉, 그리고 우선순위에 따른 Qos(Quality of Service) 전송 방법이다.[8] 에러에 강인한 도구는 엔트로피 코딩 단계와 패킷 단계로 나누어 제공된다.[8]

표 1 JPEG2000 에러에 강인한 도구[7]

Table 1 The features of the JPEG2000 error resilient tool

Type of Tool	Name
Entropy coding Level	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Coding blocks</li> <li>● Terminate of the arithmetic coder for each pass</li> <li>● Reset of contexts after each coding pass</li> <li>● Selective arithmetic coding bypass</li> <li>● Segmentation symbols</li> </ul>
Packet Level	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Short packet format</li> <li>● Packet with resynchronization marker</li> </ul>

양자화 계수의 엔트로피 코딩은 코드 블록 단위로 수행된다. 코드 블록의 암호화와 복호화가 독립적인 과정이기 때문에, 코드 블록의 비트 열에서 비트 에러는 코드 블록 내로 제한된다. 에러의 강인성을 증가시키기 위해, 매 코딩 과정(coding pass)마다 산술 부호화를 종료시키고 각 코딩 패스 후에 문맥을 재설정한다. 이것은 에러가 발생하더라도 산술 복호화가 복호화 과정을 마칠 수 있도록 도와준다.[10]

## 2.2 실험 환경 및 방법

### 2.2.1 CDMA 1xEVDO 망과 UDP 프로토콜

실험은 SK Telecom Co.(Korea)의 CDMA 1xEVDO

(Evolution Data Only) 망에서 실험되었다. CDMA 1xEVDO 망은 ITU(International Telecommunication Union)의 3G네트워크 표준인 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000) 기술로 승인된 패킷 데이터 전송 전용 프로토콜로서 최대 전송 속도가 전 방향 링크의 경우 2.4576Mbps 역방향 링크의 경우 153.6Kbps까지 가능하다.[12]

IP 패킷 전송 방식은 UDP(User Datagram Protocol)를 사용하였는데, 이는 에러가 많은 무선 환경에서 실시간 영상 전송에 TCP(Transport Control Protocol)는 불필요한 혼잡제어로 큰 전송 지연이 발생하기 때문이다. UDP를 사용한 IP 패킷은 IP 헤더가 20bytes, UDP 헤더가 8bytes로 총 28bytes의 헤더 오버헤드(overhead)가 생기게 된다. UDP 프로토콜은 패킷 전송 중 손실이 발생하면 UDP 헤더 안의 UDP Length 필드와 UDP Checksum 필드를 통해 이를 감지하여 전체 패킷을 버리게 되고, 무선망으로 영상 전송시 패킷의 손실이 IP 패킷 단위로 발생하게 된다.[13]

### 2.2.2 실험 시스템 설계

실험은 구급차를 통해 응급 환자가 병원으로 이송중인 응급 의료 상황을 가정하였다. CDMA 1xEVDO 역방향 링크를 통해 환자의 영상이 JPEG2000과 MPEG-4로 각각 압축되고, 압축된 영상은 패킷 데이터망(PDSN)과 IP 네트워크를 통해 병원의 전문의에게 전송된다. CDMA 1xEVDO의 역방향 링크는 1xEVDO 모뎀을 노트북에 연결하여 HDR(High Data Rate) 서비스를 요청함으로써 사용할 수 있고, IP 네트워크로 압축된 영상을 전송하기 위해 UDP/IP 프로토콜을 사용하였다.

### 2.2.3 실험 방법

실험은 구급차를 가정한 이동 차량의 송신단으로 노트북에 1xEVDO 모뎀(SK Telecom Co.)을 연결하고 응급실을 가정한 수신단은 ADSL을 연결하였다. 측정 방법은 서울 도심 지역반경 10Km 내외에서 16시부터 20시까지 차량을 평균 속도 40Km/h로 주행하면서 측정하였다. 여러 날에 걸쳐 각각의 실험마다 25회씩 전송하여 평균을 냈다. 무선 환경에서 IP 패킷의 크기가 800bytes일 때 동일한 환자 영상에 대한 PSNR 값이 가장 우수하고, 에러에 강한 전송이 이뤄지므로, MPEG4과 JPEG2000으로 압축된 환자의 영상은 패킷 사이즈를 800bytes로 설정하였다.[1]

응급 의료 상황을 가정한 실험이므로 녹화한 환자의 영상을 사용하였다. 영상의 해상도는 320\*240이고 Frame rate는 4fps로 총 120 frames로 이루어진 환자의 영상이 30초간 전송되었다. 모든 실험의 영상 압축과 복호에는 MPEG-4와

JPEG2000의 압축 표준을 따르고, MPEG-4의 에러 강인성 도구에는 DICAS의 MPEGALBE VIDEO SDK가 사용되었고, JPEG2000의 에러 강인성 도구에는 AWARE 사의 JPEG2000 SDK가 사용되었다. 실험 영상은 UDP 송신단의 버퍼 오버플로(sender buffer overflow)에 의한 패킷 손실을 줄일 수 있도록 80Kbps로 전송하였고 키프레임은 (intra-frame)의 주기는 4frames/sec로 설정하였다. [1]

### 3. 결 론

#### 3.1 결 과

JPEG2000의 에러 강인성 도구를 MPEG-4 에러 강인성 도구의 성능과 비교 평가 되도록 시스템을 설계하였다. 120 프레임의 YUV 형태의 환자 영상을 우선 RAW 형식의 정지 영상으로 추출한 뒤에, JPEG2000의 에러에 강인한 도구를 이용하여 RAW 형식의 한 프레임당 300Kbyte의 환자의 정지 영상을 3 채널, 24-bpp, 1/122.5로 압축하여 장당 약 2.5Kbytes의 총 120장의 영상으로 압축, 전송하였다. JPEG2000의 에러에 강인한 도구는 AWARE사의 JPEG2000 SDK Library가 사용되었고, 사용된 도구의 성격은 다음과 같다.

1. RM marker(resynchronization marker): SOP (Start of Packet markers), EPH(End of Packet Header markers) 방법으로 타일의 각 패킷의 맨 앞에 0으로 시작되는 일련 숫자인 표시(marker)를 삽입하던가 패킷 헤더후미에 식별자를 삽입하여 복호 과정 중에 에러가 생긴 데이터 복구가 유용하게 해준다.
2. SEG (Segmentation Symbols): 각 비트 평면의 cleanup pass의 끝 부분에 에러에 강인한 분할 기호를 삽입한다. 분할 기호는 마커 단위에서 신호화가 가능한 '1010'같은 2진 코드로 되어있고 균일한 산술 부호화 문맥으로 암호화 된다. 만일 SEG가 잘못 복호화되면, 그 비트 평면 내의 데이터는 그리고 동일 코드 블록 내의 이어지는 비트 평면 또한 버려지게 된다. 이것은 한 비트 평면내의 오류가 동일 코드 블록내의 이어지는 비트 평면으로 오류가 전파되기 때문이다.

120장의 영상은 1) Error Resilient Tool을 사용하지 않은 경우, 2) RM 표시자를 이용한 경우 3) SEG를 이용한 경우 4) RM 표시자와 SEG를 동시에 이용한 경우로 나누어 실험하였다.

객관적인 화질 평가를 위해 전송된 영상의 품질 평가는 압축되지 않은 원본 영상 사이의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio) 값을 비교하였으며 주관적인 화질평가를 위해 각각이미지를 부호화한 후 다시 복호화하여 두 영상의 화질을 비교하였다. PSNR을 구하는 식은 다음과 같다.

$$PSNR = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} 255^2}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f(x, y) - A(x, y)]^2} \quad [8]$$

#### 2.4. 헤더 확장 코드(Header Extension Code: HEC)

헤더 확장 코드는 헤더 내의 1bit HEC가 1로 설정되면 중요 헤더 정보가 영상 패킷 내에 반복되어 헤더의 손실의 가능성을 줄였다. R, G, B 컬러를 Y, Cb, Cr로 변환한 후에 Y 성분의 PSNR 값을 비교하였다. 인간의 시각 체계가 색상보다 휘도에 훨씬 민감하기 때문에 영상 포맷인 YUV 성분 중에 Y의 PSNR을 사용하였다.[1]

표 2는 MPEG-4와 JPEG2000으로 각각 압축된 환자의 영상이 무선 에러의 BER(Bit Error Rate)이 10e-6, 10e-5, 10e-4인 경우 각각의 PSNR 값을 보여준다. 도구의 성능은 20회의 반복적인 필드 테스트를 걸쳐 PSNR의 평균값으로 나타내었고 MPEG-4의 에러 강인성 도구는 가장 성능평가가 우수한 Data Partitioning과Resynchronization marker의 조합을 사용하였다. 전반적으로 PSNR 값을 비교하였을 때 BER 다른 환경에서 JPEG2000의 에러 강인성 도구의 성능이 MPEG-4의 도구의 성능보다 우수하였다. 이는 Predictive Coding을 사용하는 MPEG-4의 압축방식이 한 프레임에서 발생한 에러가 다음 프레임으로 이어지는데 반해서, 정지영상 압축 방식인 JPEG2000은 한 프레임의 에러가 다음 프레임의 에러로 전달되지 않고, DCT 방식이 아닌 DWT 방식을 사용하므로 높은 압축률에도 블록화가 나타나지 않고 화질의 보존도도 우수하기 때문이다.[14][15]

표 2에서 볼 수 있듯이, BER이 10e-6으로 상대적으로 작은 무선 에러 환경일 경우 JPEG2000 에러 강인성 도구의 성능은 크게 효과적이지 못하였다. 하지만 그림 1에서 보이듯이 BER이 증가함에 따라 JPEG2000 에러 강인성 도구가 무선 에러에 효과적인 성능을 보여주었고, 특히 BER이 10e-4로 무선 에러가 상대적으로 많을 경우 그림 2에서 보이듯, 도구를 사용하지 않을 경우 코딩 복잡성(Coding Complexity)가 증가하여, 영상이 복호가 되지 않음에 반해 도구를 사용할 경우 평균 18dB정도로 육안으로 식별 가능한 정도의 화질을 보여주었다. JPEG2000의 에러 강인성 도구 사이의 성능을 평가하면, 그림4에서 볼 수 있듯이, 우선 Segment Symbol만을 사용할 경우 그림 3의 Resynchronization marker나 그림 5의 Resynchronization marker와 SegmentSymbol을

동시 사용한 경우보다 화질이 우수하였다. BER이 10e-4로 상대적으로 높은 경우 그림에서 보여지듯이 SEG만을 사용한 경우가 다른 도구의 조합을 사용한 경우에 비하여 월등한 주관적 화질을 보여주었다.

표 2 JPEG2000과 MPEG-4의 에러 강인성 도구를 사용한 전송 영상의 PSNR 값 비교 (n=20)

Table 2 The PSNR values of the transmitted JPEG2000 & MPEG-4 patient images using the error resilient tools (n=20)

BER	MPEG-4 Error Resilient Tool (DP+RM)	Corrupted Bit-streams no Error Resilient Tool PSNR (dB)	Corrupted Bit-Streams with Error Resilient Tool PSNR (dB)		
			RM	SEG	RM+SEG
10e-4	14.85		17.38	19.22	17.14
10e-5	27.22	27.81	27.91	28.39	27.85
10e-6	30.32	32.62	31.86	32.48	31.81

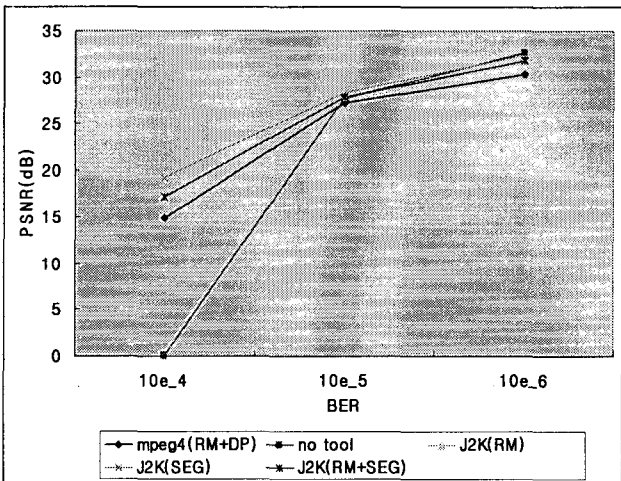


그림 1 크기가 다른 무선 에러(BER)에 환경에서 JPEG2000과 MPEG 에러 강인성 도구를 사용한 환자 영상의 SNR 비교 평가

Fig. 1 The PSNR values of the transmitted JPEG2000 & MPEG-4 patient images using the error resilient tools over CDMA 1xEVDO network

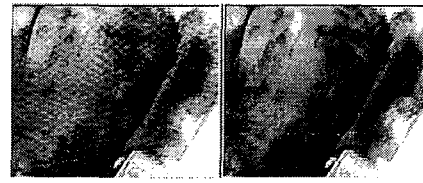


그림 2 JPEG2000의 에러 강인성 도구를 사용 안했을 경우 영상 화질 비교 (좌로부터 BER=10e-5, BER=10e-6)

Fig. 2 Transmitted JPEG2000 patient images (BER=10e-5, BER=10e-6)

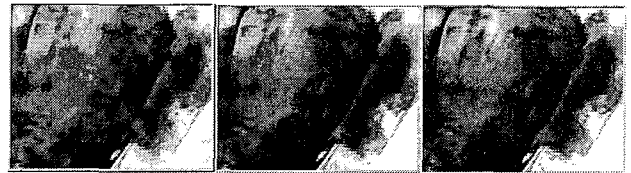


그림 3 JPEG2000의 에러 강인성 도구 Resynchronization marker를 사용했을 경우 영상 화질 비교 (좌로부터 BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)

Fig. 3 Transmitted JPEG2000 patient images using the resynchronization marker (BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)



그림 4 JPEG2000의 에러 강인성 도구 Segment Symbol을 사용했을 경우 영상 화질 비교 (좌로부터 BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)

Fig. 4 Transmitted JPEG2000 patient images using the segment symbol (BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)

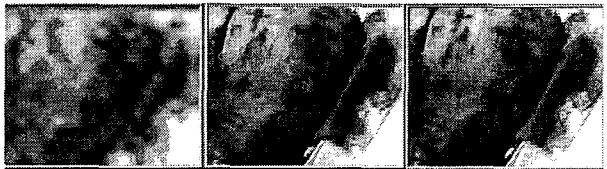


그림 5 JPEG2000의 에러 강인성 도구 Segment Symbol과 Resynchronization marker를 동시에 사용했을 경우 영상 화질 비교 (좌로부터 BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)

Fig. 5 Transmitted JPEG2000 patient images using the resynchronization marker & the segment symbol (BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)



그림 6 MPEG-4의 에러 강인성 도구 Data Partitioning과 Resynchronization marker를 동시에 사용했을 경우 영상 화질 비교 (좌로부터 BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)

Fig. 6 Transmitted JPEG2000 patient images using the data partitioning & the resynchronization marker (BER=10e-4, BER=10e-5, BER=10e-6)

### 3.2 토 의

본 논문에서는 CDMA 1xEVDO 무선 환경에서 JPEG2000 표준과 MPEG-4로 압축한 환자의 영상을 에러에 강인하게 전송하기 위해 실제 환경에서 비교 실험을 하였다. 영상에 JPEG2000의 에러에 강인한 도구 중에 매개변수를 줄 수 있는 RM 표시자와 SEG의 조합을 실험하여, 최적의 에러 강인성 도구의 조합을 찾아냈고, MPEG-4의 에러 강인성 도구의 성능과 비교 평가하여 무선 환경에 보다 적합한 환자 영상 전송기법에 대하여 연구하였다.

무선 에러가 적은 환경에서 MPEG-4와 JPEG2000의 에러 강인성 도구의 성능(PSNR)과 화질차이는 크지 않았지만 낮은 비트율(low bit rate)의 환경에서 BER이 높아짐에 따라 temporal redundancy를 사용하는 MPEG-4 방식보다 JPEG2000을 사용한 방법이 우수함을 알 수 있다. 또한, MPEG-4와 JPEG2000의 에러에 강인성 도구들을 비교한 결과 BER이 높아짐에 따라 JPEG2000의 에러 강인성 도구를 사용한 환자의 영상이 MPEG-4 에러 강인성 도구를 사용한 영상에 비해 우수한 성능을 보여주었다. 마지막으로, JPEG2000의 에러 강인성 도구의 조합을 평가한 결과 SEG만을 사용한 경우가 RM을 조합한 경우보다 우수한 성능을 보여주었다.

현재 응급 원격 진료시스템이 갖는 가장 큰 제한점은 무선 환경에서 에러에 의한 영상의 왜곡이며 본 실험은 무선 환경에서 효과적인 영상의 전송 방법을 보완하기 위하여 실행되었다.[16] 따라서 본 실험은 무선망이 갖는 데이터 손실에 대해 JPEG2000 표준안이 제안하는 에러에 강인한 전송 기법을 이용하여 약한 연결성을 보완하는데 의의가 있다. 본 논문이 제시하는 JPEG2000 표준안을 이용한 무선 환경에서 의료 영상의 전송 기법이 무선 환경에서 왜곡이 적은 응급 의료 영상전송에 도움이되리라 기대되며 향후 연구 방향으로 용량이 큰 의료 영상을 JPEG2000이 지원하는 멀티 해상도의 영상 전송기법과 ROI(region of interest) 기법을 이용하여,

무선 환경에서 보다 신속하고 효율적으로 전송, 가시화하는 방법에 대하여 연구하겠다.

### 감사의 글

본 연구는 2006년도 보건복지부지정 특정센터연구 지원 연구개발 사업 연구비에 의하여 이루어진 연구로서, (과제번호 : 02-PJ3-PG6-EV08-0001) 관계부처에 감사 드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] TH. Lee, Sun K. Yoo, "DMA2000 1xEV-DO망에서 UDP를 사용한 MPEG-4 환자 영상의 에러에 강인한 전송", 대한전기학회 54D권510-516,2005.8
- [2] J. Cullen, W. Gaasch, D. Gagliano, J. Goins, and R. Gunawardane, "Wireless mobile telemedicine: En-route transmission with dynamic quality-of-service management," TRW Inc., University of Maryland school of medicine, 2001.
- [3] D. M. Gagliano, "Final report: Mobile telemedicine testbed health applications for the national information infrastructure," National library of medicine, project N0-1-LM-6-3541, 1998.
- [4] Yuechun Chu and Aura Ganz, "A Mobile Teletrauma System Using 3G Networks", IEEE Trans. Inform. Tech. Biomed., vol. 8, no. 4, Dec. 2004.
- [5] B. Sklar, "Raleigh fading channels in mobile digital communication systems, Part I: Characterization", IEEE communications magazine, vol. 35, pp.90-100, Sept.1997.
- [6] T. Ebrahimi, D. Santa Cruz, J. Askelof, M. Larsson, C. Christopoulos, JPEG 2000 still image coding versus other standards, in Proceedings of SPIE, San Diego, CA, USA July/August 2000, vol. 4115, pp.446-454.
- [7] Majid Rabbani, Rajan Joshi, "An overview of the JPEG 2000 still image compression standard", Signal processing: Image communication 17 (2002) 3-48
- [8] Charilaos Christopous, Athanassios Skodras, Touradj Ebrahimi, "The JPEG2000 still image coding system: An overview", IEEE Transactions on consumer electronics, vol 46, No 4, Nov 2002
- [9] B.E. Usevitch, "A tutorial on modern lossy wavelet image compression: Foundations of JPEG2000", IEEE signal processing mag., vol 18 pp22-35, Sept.2001
- [10] M. Gormish, D. Lee, M.W. Marcellin, JPEG2000: overview, architecture, and applications, in Proceedings of the IEEE international conference on Image processing, Vancouver, CA, Sep. 2000
- [11] G.K. Wallace, "The JPEG still picture compression standard", IEEE Trans. Electronics, vol 38, No 1, Feb 1992
- [12] E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, A. Berler, M. Neophytou,

A. Bourka, A. Georgoulas, A. Anagnostaki, D. Karayiannis, C. Schizas, C. Pattichis, A. Andreou, and D. Koutsouris, "Multi-purpose healthCare telemedicine systems with mobile communication link support," Biomed. Eng. Online, vol. 2, no. 7, 2003.

- [13] José Ramón Gállego, Ángela Hernández-Solana, María Canales, Javier Lafuente, Antonio Valdovinos, and Julián Fernández-Navajas, "Performance Analysis of multiplexed medical data transmission for mobile emergency care over the UMTS channel", IEEE Trans. Inform. Tech. Biomed., vol. 9, no. 1, March 2005
- [14] Iole Moccagatta, Salma Soudagar, Jie Liang, Homer Chen, "Error-resilient coding in JPEG2000 and MPEG-4", IEEE journal of selected areas in communication, vol 18, No 6, June 2000
- [15] Liang, R. Talluri, "Tools for robust image and video coding in JPEG2000 and MPEG-4 Standard", in Proc. SPIE Visual communications and image processing Conf. (VCIP), San Jose, CA, Jan 1999
- [16] S. Pavlopoulos, E. Kyriacou, A. Berler, S. Dembeyiotis, and D. Koutsouris, "A novel emergency telemedicine system based on wireless communication technology ambulance," IEEE Trans. Inform. Tech. Biomed., vol. 2, pp. 261267, Dec. 1998

저 자 소 개

**조 진 호(趙進鎭)**



1980년 7월 20일생. 2004년 연세대 전기 전자 공학부 졸. 현재 연세대학교 의학공학교실 석사과정

Tel : 02-2228-1922

Fax : 02-363-9923

E-mail : mani0720@empal.com

**유 선 국(兪善國)**



1959년 1월 8일생. 1981년 연세대 전기공학과 졸. 1983년, 1989년 동대학원 전기공학과(석, 박사), 1990~1995 순천향대 전기 공학 전임강사, 조교수, 1998~2000 The University of Iowa Visiting Associate. 현재 연세대학교 의학공학교실 부교수 및 이동형 응급의료 정보 시스템 개발 센터

Tel : 02-2228-1922

Fax : 02-363-9923

E-mail : sunkyoo@yumc.yonsei.ac.kr

**이 동 헌(李東憲)**



1982년 7월 21일생. 2005년 연세대 전기 전자 공학부 졸. 현재 연세대학교 의학공학교실 석사과정

Tel : 02-2228-1922

Fax : 02-363-9923

E-mail : k2341001@hanmail.net