

CDMA2000 1xEV-DO망에서 UDP를 사용한 MPEG-4 환자 영상의 에러에 강인한 전송

論 文
54D-8-8

The Error-Resilient Transmission of MPEG-4 Patient Video using UDP Over CDMA2000 1xEV-DO Network

李東憲* · 俞善國†
(Tong-Heon Lee, Sun-Kook Yoo)

Abstract - Rapid advances in telecommunication make emergency telemedicine possible that specialist offers medical care to an emergency case in moving vehicle. Although there were many telemedicine projects delivering the image or video of patient over several wireless networks, none of them considered effective solutions for optimizing video transmission over error-prone environments, such like wireless links. To alleviate the effect of channel errors on compressed video bit-stream, this paper analyzed the error resilient features of MPEG-4 standard and measured the quality of transmitted MPEG-4 encoded video over commercially available CDMA2000 1xEV-DO networks, transmitting different IP packet sizes and RM positions. we propose an error resilient transmission methods for emergency telemedicine over real 3G network.

Key Words : CDMA2000 1xEV-DO Network, MPEG-4, Error-Resilient, Emergency Telemedicine

1. 서 론

오늘날 원거리 통신(telecommunication) 기술의 발전에 따라 병원으로 이송중인 응급 환자에 대한 전문의의 응급 원격 진료(Emergency Telemedicine)가 가능하게 되었다. 전문의가 효과적인 진단을 하기 위해서는 ECG, SpO2와 같은 생체 신호, 환자의 영상, 환자 정보등이 필요하다. 최근 셀룰러 망과 같은 무선망의 발달로 이동중인 차량에서 이러한 정보들을 전문의에게 보다 효과적으로 전달할 수 있게 되었다. 기존 연구들은 최대 전송 속도가 9.6kb/s로 낮은 GSM망에서 연구 [1-4]가 진행되었기 때문에 7.5초당 한 장의 영상을 전송하거나 [1, 2], 3-5초당 한 장의 영상을 전송했고 [3, 4], 최대 전송 속도가 384kb/s인 UMTS [5]나 153kb/s인 Verizon's CDMA [6] 같이 전송 속도가 향상된 3G 네트워크의 무선망에서 에러 강인성이 부족한 H.263, M-JPEG 같은 영상 압축 방식을 사용하였다. 그러나 무선망의 제한된 대역폭과 다중 경로 페이딩이나 핸드오프에 의한 높은 에러율로 인하여 환자 영상 전송에 장애가 있기 때문에 [7] 이러한 장애를 극복하기 위한 영상 압축 방식으로 MPEG-4 [8]가 효과적이다.

MPEG-4는 MPEG에 의해 개발된 ISO 표준으로서 멀티미디어 환경에서 영상의 효율적인 저장, 전송, 수정을 위한 도구와 알고리즘을 제공한다. 또한 MPEG-4는 에러에 강한 영

상 전송을 위해 에러 강인성 도구들을 지원하여 무선망에서의 에러를 효과적으로 보상한다 [9]. 그동안 MPEG-4를 이용한 환자 영상 전송이나 에러에 강인한 영상 전송에 관한 연구는 거의 없기 때문에 본 논문은 현재 서비스되고 있는 3G 네트워크인 CDMA2000 1xEV-DO망에서의 실제 환경 실험을 통해 MPEG-4의 에러 강인성 도구들의 성능을 분석하였고, 실시간 영상 전송을 위해 UDP/IP 프로토콜을 사용했을 때 IP 패킷 크기 설정에 따른 MPEG-4 영상 화질을 분석하여 응급 원격 진료에서 효과적인 영상 전송에 관한 연구를 하였다.

2. MPEG-4의 에러강인성 도구

영상을 압축하기 위해 영상 정보의 양을 줄이기 위해 사용하는 필수적인 접근은 불필요한 정보와 중복되는 정보를 줄이는 것이다. 대부분의 압축된 영상은 이러한 정보들을 줄이기 위한 predictive coding에 의해 시-공간적으로 강하게 관련되어 있게 된다. 따라서, 압축된 영상 비트스트림에 에러가 발생할 경우 그것의 영향은 이웃하는 프레임과 블록으로 전파되기 쉽다. MPEG-4는 에러 강인성 도구들을 제공하여 에러의 전파를 보다 작은 범위로 제한한다. 다음은 MPEG-4에서 제공하는 4가지 에러 강인성 도구들이다.

2.1. 재동기 마커(Resynchronization Marker: RM)

MPEG-4는 영상 비트스트림 내에 일정 주기로 재동기 마커를 삽입하여 영상 패킷(video packet)이라 불리는 단위로 영상 비트스트림을 분할한다. 각각의 영상 패킷은 서로 관련성이 전혀 없어 만약 영상 복호기가 영상 비트스트림의 에러

† 교신저자, 正會員 : 延世大學 醫學工學敎室 副敎授 · 交信著者 · 工博
移動形 應急醫療情報 시스템 開發 센터
個人識別 研究所

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

* 正會員 : 延世大學 醫學工學敎室 碩士課程
接受日字 : 2005年 6月 2日
最終完了 : 2005年 7月 19日

를 감지하면 복호를 중단하고 다음 재동기 마커를 찾아서 다시 복호를 수행하므로 에러의 전파를 막을 수 있다.

2.2. 데이터 분리(Data Partitioning : DP)

데이터 분리는 영상 데이터의 motion정보과 texture정보를 분리하여 texture정보에만 에러가 유입됐을 때 motion정보로 영상의 macroblock을 복호하는 기술이다. texture정보는 motion정보를 사용하여 암호화되므로 motion정보에 에러가 유입된다면 복호기는 그 영상 패킷 전부를 버리게 된다.

2.3. 가역 가변장 부호화(Reversible Variable-Length Coding : RVLC)

가역 가변장 부호(Reversible Variable-Length Code)는 순방향과 역방향에서 모두 복호할 수 있는 접두사(prefix)의 특성을 갖고 있는 특수한 가변장 부호이다. 따라서 가역 가변장 부호를 데이터 분리와 함께 사용하면 texture정보에만 에러가 유입됐을 때 더욱 많은 texture정보를 복구할 수 있다.

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.

3. 실험 환경 및 방법

3.1. CDMA2000 1xEV-DO망과 UDP프로토콜

CDMA2000 1xEV-DO(Evolution-Data Only)는 ITU(International Telecommunication Union)의 3G네트워크 표준인 IMT-2000(International Mobile Telecommunication - 2000)기술로 승인된 패킷 데이터 전송 전용 프로토콜로서[14, 15], 최대 전송 속도가 전방향 링크의 경우 2.4576Mbps 역방향 링크의 경우 153.6kbps까지 가능하다[16]. 본 논문의 모든 실험은 SK Telecom Co.(Korea)의 CDMA2000 1xEV-DO망을 이용하였다.

UDP(User Datagram Protocol)과 TCP(Transport Control Protocol)는 IP 네트워크에서 데이터를 전송하기 위해 사용하는 대표적인 전송 계층 프로토콜이다[17]. 에러가 많은 무선 환경에서 연결 지향적인 TCP는 불필요한 혼잡 제어로 큰 전송 지연이 발생하기 때문에 실시간 영상 전송에는 UDP를 사용해야 한다[18]. 그림 1은 IP 데이터그램(Datagram)으로 캡슐화된 IP 패킷을 나타낸 구조도이다. 그림 1에서와 같이 IP 헤더가 20bytes, UDP 헤더가 8bytes를 차지하기 때문에 패킷당 총 28bytes의 헤더 오버 헤드(overhead)가 생긴다. UDP 프로토콜은 패킷 전송 중 손실이 발생하면 UDP헤더안의 UDP Length 필드와 UDP Checksum 필드를 통해 이를 감지하여 전체 패킷을 버린다. 즉, 무선망으로 영상 전송시 패킷의 손실이 IP 패킷 크기 단위로 발생하게 된다.

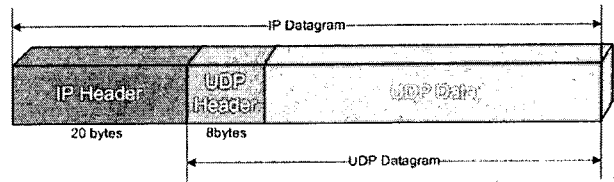


그림 1 UDP를 사용한 IP 패킷

Fig. 1 Encapsulation of a UDP datagram within an IP packet

3.2. 실험 시스템 설계

모든 실험은 구급차를 통해 응급 환자가 병원으로 이송중인 응급 의료 상황을 가정하였다. 그림 2는 전체 실험 환경을 나타낸 개념도이다. 그림 2에서와 같이 구급차에서 CDMA2000 1xEV-DO 역방향 링크를 통해 MPEG-4로 압축되어 전송된 환자의 영상은 기지국(BSC)에서 패킷 데이터망(PDSN)과 IP 네트워크를 통해 병원의 전문의에게 전송된다. CDMA2000 1xEV-DO의 역방향 링크는 1xEV-DO모뎀을 노트북에 연결하여 HDR(High Data Rate)서비스를 요청함으로써 사용할 수 있다. 또한, IP 네트워크로 압축된 영상을 전송하기 위해 UDP/IP 프로토콜을 사용하였다.

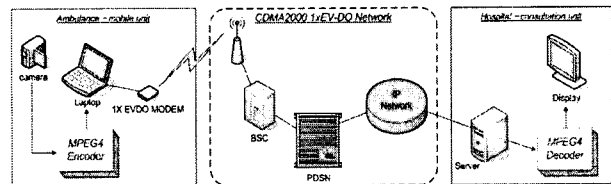


그림 2 CDMA2000 1xEV-DO망을 사용한 실험 시스템 구조도
Fig. 2 Testbed over CDMA2000 1xEV-DO network

3.3. 실제 필드 테스트 방법

실제 CDMA2000 1xEV-DO환경에 대한 실험은 구급차를 가정한 이동 차량에 송신단으로서의 노트북에 1xEV-DO 모뎀(SK Telecom Co.)을 연결하고 응급실을 가정한 수신단은 ADSL을 사용하여 연결하였다. 측정 방법은 서울 도심 지역 반경 10km 내의에서 16시부터 20시까지 차량을 평균 속도 40km/h로 주행하며 측정하였다. 여러 날에 걸쳐 각각의 실험마다 25회씩 전송하여 평균을 냈다.

다음 그림 3은 모든 실험에 사용된 영상의 스틱 사진이다. 응급 의료 상황을 가정한 실험이므로 녹화한 총 120frames으로 구성된 두부 외상 환자의 영상을 사용하였다. 영상의 해상도는 320x240이고 프레임율은 4 fps로 총 30초 분량이다. 모든 실험의 영상 압축과 복호에는 MPEG-4 표준을 따르고 MPEG-4의 simple profile, 에러 강인성 도구들을 지원하는 dicas의 mpegable Video SDK[19]가 사용되었다. 실험 영상은 80kbps로 전송하였는데, 이것은 이동 차량에서의 CDMA2000 1xEV-DO 역방향 링크의 평균 throughput이 100kbps로 측정되었기 때문에 UDP 송신단의 버퍼 오버플로우(sender buffer overflow)에 의한 패킷 손실을 피하고 망의 전송 속도를 충분히 사용할 수 있는 전송 속도이다. 또한 모

은 영상의 키프레임(intra-frame)의 주기는 8프레임(2초)으로 설정했다.



그림 3 실험에 사용된 외상 환자 영상
Fig. 3 The snapshot of patient video for test

4. 결 과

4.1. 성능 평가 기준

얼마나 효율적인 영상의 전송이 이루어졌는지를 판단하는 기준으로 전송된 영상의 품질을 비교하였다. 영상 품질 비교의 척도로 압축되지 않은 원본 영상과 전송된 영상사이의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)[20]이 사용되었다. 인간의 시각 체계가 색상보다 휘도에 훨씬 민감하기 때문에 영상 포맷인 YUV 중 휘도성분인 Y의 PSNR을 사용했다.

PSNR의 계산은 비교하는 두 영상사이의 프레임 동기가 맞다는 가정 하에 이루어지는데 무선망으로 전송된 영상은 패킷 손실이나 지연 때문에 하나 또는 그 이상의 프레임이 통째로 손실될 수 있다. 이 때, 아무런 처리없이 전송된 영상의 PSNR을 측정한다면 잘못된 PSNR을 얻게 된다. 한편 영상의 프레임이 손실될 때 일반적으로 실제 수신단의 화면에는 이전에 전송된 프레임이 계속 남아있다. 따라서 정확한 PSNR을 계산하기 위해 본 실험에서는 손실된 프레임 부분에 이전 프레임을 복사하여 전체 프레임의 동기를 맞췄다.

4.2. IP 패킷 크기에 따른 무선망의 에러 특성

IP 패킷 크기에 따른 CDMA2000 1xEV-DO망의 에러 특성 변화를 분석하기 위해 IP 패킷 크기를 200~5000bytes까지 다양하게 변화시키며 80kbps로 전송하였다. 그림 4는 측정된 IP 패킷 크기에 따른 패킷 손실률(Packet loss rate: PLR)을 나타낸다. IP 패킷 크기가 클수록 높은 패킷 손실률을 보였다. 이것은 UDP프로토콜에서 한 패킷 내에 에러를 감지하면 에러가 발생한 패킷 전체를 버리는 동작 방식에 따라 같은 양의 에러가 유입되더라도 IP 패킷 크기가 클수록 더 많은 데이터를 버리기 때문이다.

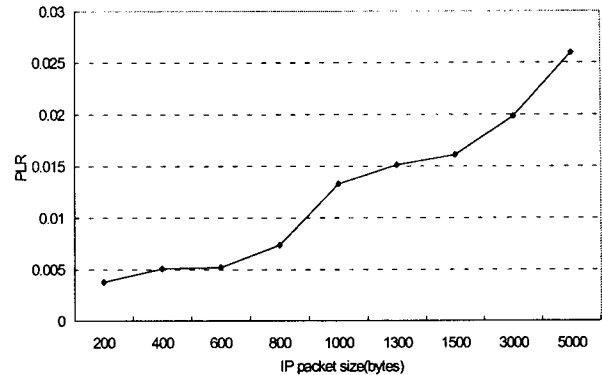


그림 4 IP 패킷 크기에 따른 패킷 손실률의 변화
Fig. 4 PLR vs. IP packet size

4.3. IP 패킷 크기에 따른 영상의 품질

앞서 설명한 것처럼 IP 패킷은 UDP/IP 헤더에 의한 총 28bytes의 헤더 오버헤드가 생기기 때문에 영상 비트스트림은 헤더를 제외한 부분에 할당된다. 한편 IP 패킷 크기가 작아지면 동일 시간당 송신하는 패킷수가 많아지므로 총 UDP/IP 헤더 오버헤드가 증가한다. 따라서 원하는 전송 속도로 전송하기 위해서 헤더 오버헤드 부분이 차지하는 전송 속도를 제외한 전송 속도로 영상을 압축해야 한다. 이 때 실제 영상의 코딩 효율(Coding Efficiency)은 식(1)과 같이 정의한다.

$$\text{Coding Efficiency} = \frac{\text{IP packet size} - 28}{\text{IP packet size}} \quad (1)$$

그림 5는 IP 패킷 크기에 따른 영상의 실제 전송 속도로 영상을 압축한 후 복호했을 때의 PSNR을 나타낸다. IP 패킷 크기에 따른 코딩 효율의 차이가 PSNR차이로 이어짐을 알 수 있다. 즉, IP 패킷 크기가 작아지면 코딩 효율이 떨어지고 그에 따라 영상의 품질도 낮아진다.

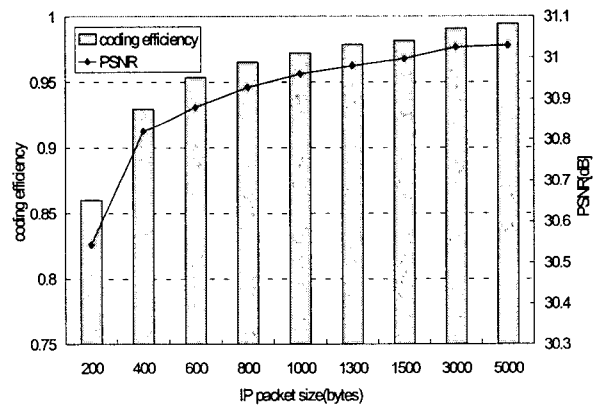


그림 5 IP 패킷 크기에 따른 코딩 효율과 PSNR의 변화
Fig. 5 coding efficiency and PSNR vs. IP packet size

4.4. 재동기 마커의 주기와 IP 패킷 크기의 관계

재동기 마커의 크기는 프레임의 종류나 특성에 따라 17~23bits이다[9]. 따라서, 재동기 마커를 일정한 주기로 삽입함에 따라 압축 영상 데이터의 오버헤드는 모든 영상 패킷의 크기가 재동기 마커의 크기만큼 증가되므로 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$RM\ overhead \approx \frac{20}{RM\ period} [\%] \quad (2)$$

여기서 'RM period'는 재동기 마커의 주기[bits]를 나타내고 '20'은 재동기 마커의 평균 크기를 나타낸다. 재동기 마커의 주기가 감소할수록 그에 따른 오버헤드는 늘어나는 것을 식(2)에서 알 수 있다.

그림 6은 IP 패킷 크기를 400, 800, 1500bytes로 변화시키면서 각각에 대해 재동기 마커를 1000 ~ 15000bits까지 1000bits단위로 변화시키면서 압축한 영상의 전송 전의 PSNR을 측정된 결과이다. 재동기 마커의 주기가 짧아지면 재동기 마커를 사용하지 않았을 때(그림 6의 RM not in use)보다 코딩 효율(coding efficiency)이 떨어져 화질 저하로 이어짐을 알 수 있다.

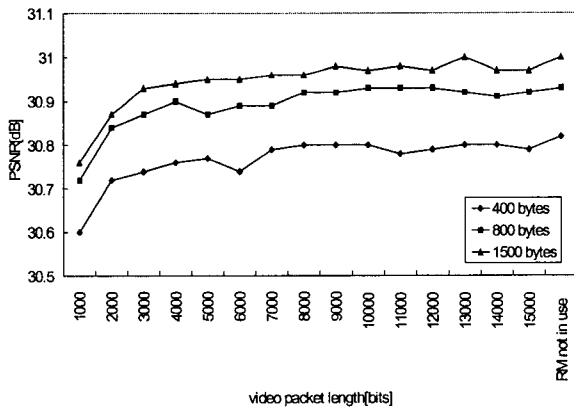


그림 6 IP 패킷 크기가 400, 800, 1500bytes일때 영상 패킷 크기에 따른 PSNR

Fig. 6 PSNR vs. video packet length(400, 800, 1500 bytes)

한편 앞서 설명한 UDP 프로토콜의 동작 방식 때문에 무선망 전송시 영상 비트스트림의 손실이 IP 패킷 크기 단위로 발생한다. 따라서 UDP/IP 프로토콜을 사용하여 전송되는 압축 영상 비트스트림에 MPEG-4 에러강인성 도구인 재동기 마커가 설정되어 있다면, 영상 비트스트림의 IP 패킷 단위의 손실과 재동기 마커로 결정되는 영상 패킷 크기의 관계가 전체 영상의 품질에 영향을 주게 된다. 예를 들어 만약 IP 패킷 크기보다 영상 패킷 크기가 작다면 복호기는 에러의 전파를 작은 범위로 제한 하지만 재동기 마커의 잦은 삽입에 따라 코딩 효율 저하된다. 반대의 경우, IP 패킷 크기보다 영상 패킷 크기가 크다면 에러의 전파를 무선망의 IP 패킷 손실보다 더 큰 범위로 제한하므로 결국 IP 패킷 손실보다 많은 데이터를 잃게 된다. 따라서 IP 패킷 손실에 의한 영상 품질 저하

를 최소화 하기 위해서 IP 패킷 단위로 영상 패킷을 전송하여 동기화하는 것이 합리적이다. 이것은 하나의 IP 패킷에 헤더를 제외한 UDP data부분에 하나의 영상 패킷을 전송하는 것으로 재동기 마커 주기를

$$(IP\ packet\ size - 28\ bytes) \times 8\ bits \quad (3)$$

로 설정함을 뜻한다. 그림 7은 IP 패킷 크기를 800bytes로 고정하고 영상 패킷 크기를 1000~15000bits까지 변화시키며 전송했을 때 영상의 PSNR을 나타낸다. IP 패킷 크기가 800bytes일 때 합리적인 재동기 마커의 주기는 식(3)에서 6176bytes로 계산된다. 그림 7의 그래프에서 영상 패킷 크기에 따라 불규칙한 PSNR을 보이지만 모든 경우의 PSNR이 영상 패킷 크기를 6176bytes로 설정했을 때보다 낮게 계산된다. 따라서, 재동기 마커 주기를 식(3)와 같이 설정하는 것이 최적의 영상 전송을 보장한다.

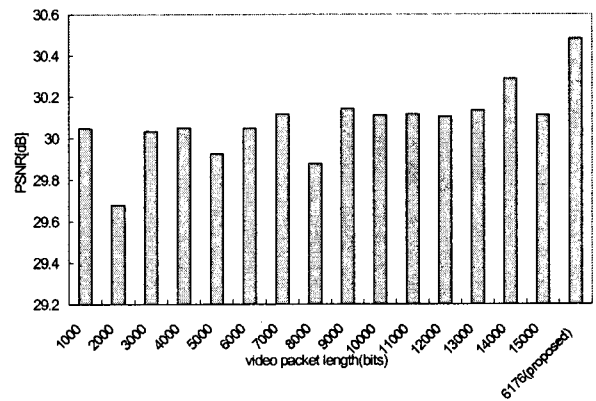


그림 7 영상 패킷 크기에 따른 PSNR (IP 패킷 크기 = 800 bytes)

Fig. 7 PSNR vs. video packet length(= 800bytes)

4.5. MPEG-4 에러 강인성 도구의 성능

무선망의 높은 에러율로 인한 비트 에러, 패킷 에러등의 영향을 최소화하기 위한 MPEG-4 에러 강인성 도구들의 성능을 분석하기 위해 IP 패킷 크기를 800 bytes, 재동기 마커를 최적의 주기로 식(3)에 따라 설정하고 에러 강인성 도구의 조합을

- NO tools(사용하지 않음)
- RM(재동기 마커)
- RM+DP(데이터 분리)
- RM+DP+RVLC(가역 가변장 부호화)

로 달리하며 PSNR을 측정했다. 먼저 그림 8(a)는 전송 전의 에러 강인성 도구들의 조합에 따른 PSNR을 나타낸다. 이것은 사용한 에러 강인성 도구의 수가 많아지면 코딩 효율이 떨어지므로 그에 따라 화질 저하가 발생함을 보인다. 특히 RVLC를 사용했을 때의 PSNR이 RM만을 사용하거나 DP를 함께 사용했을 때보다 약 0.2정도의 큰 폭으로 감소했다. 왜냐하면 앞서 설명한 것처럼 RVLC은 양방향으로 복호화를 가능하게 하는 접두사의 추가적인 코딩 효율 저하가 있기

때문이다. 그림 8(b)는 에러 강인성 도구들을 달리 선택하여 전송했을 때의 PSNR과 프레임 손실율(Frame drop rate)을 나타낸다. 프레임 손실율은 다음 식(4)과 같이 계산했다.

$$Frame\ drop\ rate = \frac{Number\ of\ dropped\ frames}{Number\ of\ transmitted\ frames} \quad (4)$$

그림 8(b)에서와 같이 무선망의 에러가 유입됨에 따라 전체적인 PSNR의 저하가 발생했다. 그림 8(a)의 전송 전과 달리 RM을 사용한 경우와 DP를 함께 사용한 경우 모두 PSNR이 아무 도구도 사용하지 않았을 때보다 높았다. 이것은 에러의 유입으로 발생한 PSNR 저하가 에러 강인성 도구의 효과로 보상되었기 때문이다. 하지만 RVLC를 같이 사용한 경우 전송 전과 마찬가지로 PSNR이 도구를 사용하지 않았을 때보다 낮았다. 그 이유는 코딩 효율 저하로 전송 전의 PSNR이 다른 도구에 비해 낮았기 때문이고, 뿐만 아니라 코딩 복잡도(coding complexity)증가로 인해 다른 도구들을 사용했을 때보다 많은 양의 프레임이 손실되어 RVLC까지 함께 사용함으로써 얻는 PSNR 이득을 상쇄시켰기 때문이다.

영상 압축시 선택된 에러 강인성 도구의 수가 많아질수록 코딩 복잡도가 증가하여 복호기가 에러가 유입된 프레임을 복호하지 못하는 비율이 높아졌다. 하지만 그 나머지 프레임에 대한 복호의 성능이 뛰어나 결과적으로 RM과 DP를 함께 사용할 경우 가장 높은 PSNR을 얻을 수 있기 때문에, 이 에러 강인성 도구의 조합이 CDMA2000 1xEV-DO망의 에러 특성에 가장 적합하다.

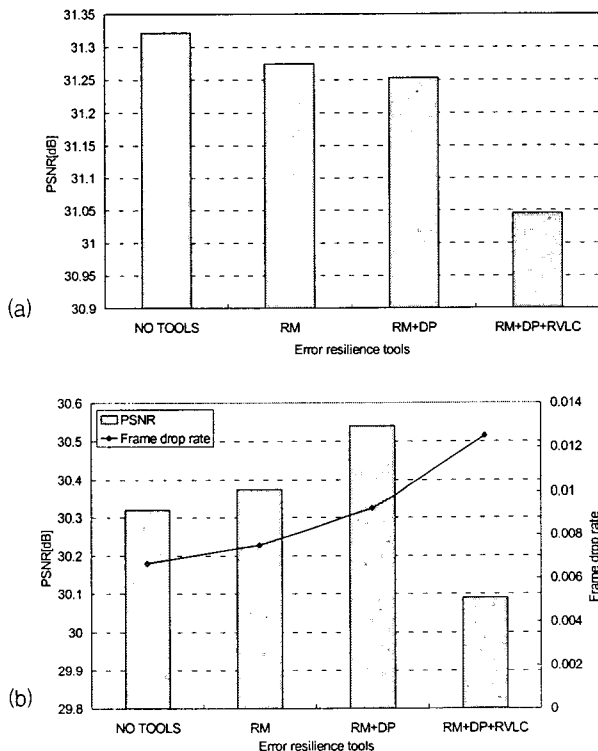


그림 8 에러 강인성 도구의 성능 비교 (a) 전송전, (b) 전송후
Fig. 8 The performance evaluation of MPEG-4 error-resilient tools (a) before transmission, (b) after transmission

그림 9는 선택된 에러 강인성 도구의 수가 많을수록 프레임의 화질이 좋아짐을 보여주는 스냅 사진이다. 특히, 그림 9(c)에서 RM과 DP를 함께 사용할 경우 움직임 보상(motion compensation)에 의해 이전 프레임이 복사되어 경계를 제외한 부분은 깨끗한 화질을 보였다. 하지만 그림 9(d)와 같이 RVLC까지 함께 사용할 경우 에러가 섞인 texture정보를 복원하여 현재 프레임의 상태를 최대한 반영했지만 에러의 영향으로 잡음이 섞여 있어 상대적으로 깨끗하지 않게 보였다.

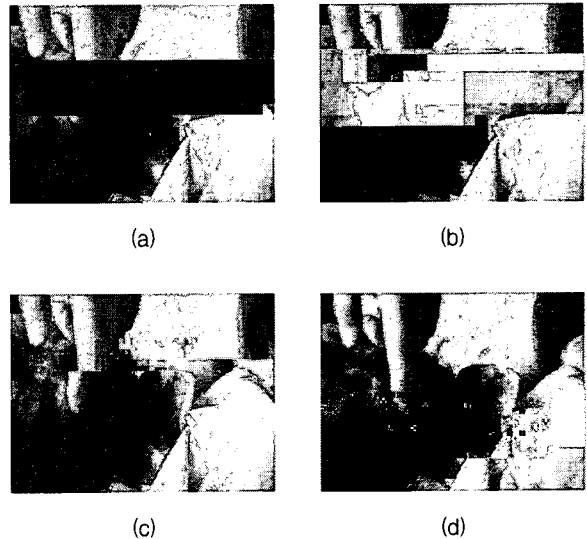


그림 9 MPEG-4 에러 강인성 도구의 조합에 따른 전송된 영상의 화질 비교 (a) No tools일 때, (b) RM, (c) RM + DP, (d) RM + DP + RVLC

Fig. 9 compared video quality in respect to various combinations of MPEG-4 error resilient tools (a) No tools, (b) RM, (c) RM + DP, (d) RM + DP + RVLC

4.6. 에러에 강인한 환자 영상 전송

앞서 실험한 결과를 토대로 CDMA2000 1xEV-DO망에서 MPEG-4 환자 영상을 전송할 때의 최선의 방법을 찾기 위해 고정된 전송 속도 80kbps로 IP 패킷 크기를 200, 400, 800, 1500, 3000bytes로 변화시키며 재동기 마커의 주기를 식(3)에 따라 최적으로 설정하고 에러 강인성 도구중 RM과 DP를 사용하여 각각의 경우 40회씩 전송하여 PSNR과 프레임 손실율을 측정하였다.

그림 10는 측정된 결과로서, IP 패킷 크기를 200, 400, 800, 1500, 3000bytes로 변화시킬 때 프레임 손실율과 PSNR을 나타낸다. 결과적으로 IP 패킷 크기가 800bytes일 때의 PSNR이 가장 우수했고 에러에 강인한 전송이 이루어졌다. IP 패킷 크기가 800bytes보다 크면 높은 PLR(그림 4 참조)에 의한 프레임 손실이 많아져서 전체 PSNR을 낮아졌고, 200, 400bytes와 같이 패킷 크기가 작다면 비록 PLR은 낮아 프레임 손실은 적지만 UDP/IP 헤더 오버헤드에 의한 코딩 효율 저하(그림 5 참조)로 전체 PSNR이 낮게 측정되었다.

참 고 문 헌

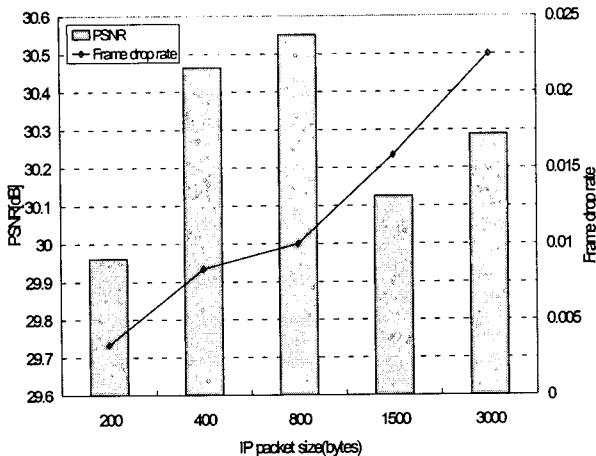


그림 10 패킷 크기를 달리하여 전송된 영상의 PSNR과 프레임 손실률

Fig. 10 PSNR and frame drop rate vs. IP packet size

5. 결론 및 토의

본 논문에서는 무선망 특히 CDMA2000 1xEV-DO 환경에서 MPEG-4 영상을 에러에 강인하게 전송하기 위해 실제 환경에서 실험하였다. 응급 의료 상황을 가정하여 IP 패킷 크기에 따른 CDMA2000 1xEV-DO망의 에러 특성과 영상의 품질에 주는 영향을 분석하였다. 또한 MPEG-4 에러 강인성 도구 중 유일하게 매개 변수를 줄 수 있는 재동기 마커의 최적 주기를 찾았고 이를 토대로 최적의 에러 강인성 도구의 조합을 실험하였다. 마지막으로 패킷 크기에 따라 다른 조건을 최적으로 설정하고 전송할 때 병원의 전문의에게 보이는 영상의 품질을 분석하였다.

IP 패킷 크기가 커질수록 무선망의 패킷 손실률은 높아졌지만 영상의 압축 효율은 좋아졌다. 재동기 마커의 최적 주기는 한 IP 패킷에 하나의 영상 패킷이 전송되도록 설정하는 것으로 나타났다. RVLC의 코딩 효율 저하와 복잡도 증가로 에러 강인성 도구를 RM과 DP만을 같이 사용하여 전송할 때 영상의 품질이 가장 우수했다. 병원의 전문의에게 전송된 영상은 다른 조건을 앞서 실험한 결과에 따라 최적으로 설정하고 IP 패킷 크기가 800bytes였을 때 가장 좋은 품질을 보였다. 향후 연구 방향은 CDMA2000 1xEV-DO 환경 하에서의 응급 원격 진료 시 환자 영상의 프레임과 해상도가 전문의의 진단에 끼치는 영향을 고려해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 보건복지부지정 특정센터연구지원 연구개발 사업 연구비에 의하여 이루어진 연구로서, (과제 번호 : 02-PJ3-PG6-EV08-0001) 관계부처에 감사드립니다.)

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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. 261 - 267, Dec. 1998.
- [4] 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.
- [5] 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
- [6] Yuechun Chu and Aura Ganz, "A Mobile Teletrauma System Using 3G Networks", IEEE Trans. Inform. Tech. Biomed., vol. 8, no. 4, Dec. 2004.
- [7] B. Sklar, "Raleigh Fading Channels in Mobile Digital Communication Systems, Part I: Characterization", IEEE Communications Magazine, vol. 35, pp.90-100, Sept. 1997.
- [8] Koenen, R. (2002). Overview of the MPEG-4 standard. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4668
- [9] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 (MPEG). (2001). Coding of audio-visual objects - part 2: visual. ISO/IEC 14496-2:2001.
- [10] R. Talluri. "Error-Resilient Video Coding in the ISO MPEG-4 Standard", IEEE Communications Magazine, pp.112-119, June 1998.
- [11] James Brailean. "Wireless Multimedia Utilizing MPEG-4 Error Resilient Tools", IEEE., 1999.
- [12] Yoon Choon CHANG, M. Salim BEG, Ting Fook TANG. "Performance Evaluation of MPEG-4 Visual Error Resilient Tools over a Mobile Channel", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 49, No. 1, February 2003.
- [13] Francisco Delicado, Pedro Cuenca, Luis Orozco-Barbosa, Antonio Garrido and Francisco Quiles.

"Performance Evaluation of Error-Resilient Mechanisms for MPEG-4 Video Communications over Wireless ATM Links", IEEE., 2001.

[14] <http://www.3gpp2.org>

[15] <http://www.cdg.org>

[16] 김현욱 외, "IMT-2000 이동통신 원리", 진한도서, pp.1-200, pp.507-620, 2001.5.

[17] Stevens, R. (1994). TCP/IP illustrated volume 1: the protocols. Addison Wesley, ISBN: 0201633469, Chapters 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22 and 23, pp. 143 - 168 and 223 - 337.

[18] George Xylomenos and George C. Polyzos, Petri Mähönen and Mika Saarinen. "TCP Performance Issues over Wireless Links", IEEE Communications Magazine, April 2001

[19] Dcas Digital Image Coding GmbH (2005). Mpegable MPEG-4 Video SDK version 1.20.0(18.3.2005), <http://www.mpegable.com>

[20] Netravali AN, Haskell BG. Digital Pictures Representation and Compression. New York: Plenum Press, 1988

저 자 소 개



이 동 헌 (李 東 憲)

1982년 7월 21일생. 2005년 연세대 전기전자공학부 졸. 현재 연세대학교 의학공학교실 석사과정

Tel : 02-2228-1922

Fax : 02-363-9923

E-mail : k2341001@hanmail.net



유 선 국 (兪 善 國)

1959년 1월 8일생. 1981년 연세대 전기공학과 졸. 1983년, 1989년 동대학원 전기공학과 (석, 박사), 1990~1995 순천향대 전기공학 전임강사, 조교수, 1998~2000 The University of Iowa Visiting Associate.

현재 연세대학교 의학공학교실 부교수 및 이동형 응급의료정보 시스템 개발 센터

Tel : 02-2228-1922, Fax : 02-363-9923

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