

CDMA2000 1X-EVDO망을 이용한 이동형 응급 의료영상 전송시스템의 설계

*연세대학교 대학원 의과학과, †연세대학교 의과대학 방사선학과연구소,
‡이동형 응급의료정보시스템 개발센터, §연세대학교 의과대학 의학공학교실,
||연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

강원석*†‡, 양건호*, 장봉문*‡, 남궁욱*†‡, 정해조*†§, 유선국†§, 김희중*†||

본 연구에서는 병원에서 멀리 떨어진 교통사고, 낙상에 의한 두개골이나 경추, 척추등의 골절을 동반한 심각한 외상이 있거나 기흉등의 육안으로 진단하기 힘든 응급환자에 있어서는, 구급차를 이용하여 후송중이라 하더라도 방사선 검사를 하여 전문의로부터 적절한 진단을 받고 응급조치를 할 필요가 있다. 본 연구의 목적은 응급상황에 사용할 수 있도록 CDMA 1X EVDO 방식의 통신망을 기반으로 하는 이동형 의료영상 전송장치의 프로토타입을 구현하고 성능을 평가하는 것이다. 설계된 시스템은 영상을 전송하기 위한 DICOM 영상전송 클라이언트로 노트북 컴퓨터에 CDMA 1X EVDO 방식을 지원하는 셀룰러폰을 연결하였으며, 병원에는 영상을 받기 위한 DICOM 영상수신 서버를 설치하였다. DR영상을 영상전송 클라이언트의 저장소에 저장한 후, JPEG2000 형식으로 압축하여 수신서버로 전송하였다, 모든 영상은 progressive하게 전송되어지고 디스플레이에 표시되었다. 영상의 질을 평가하기 위하여 PSNR을 계산하였으며, 전송품질을 측정하기 위하여 차량의 속도에 따른 CDMA2000 1X-EVDO의 전송률 및 영상의 전송속도를 측정하였다.

중심단어: CDMA 1X-EVDO, 응급의료영상전송, JPEG2000

서 론

응급환자가 발생하게 되면 신속한 응급처치 및 병원진료를 필요로 하게 된다. 특히, 육안으로 진단하기 힘든 두개골 골절, 경추 혹은 척추 골절 등의 외상이나 기흉등의 심각한 증세가 있는 경우, 구급차내에서 바로 방사선학적 검사를 시행하여 전문의의 진단을 받고 받고 응급처치를 할 필요가 있지만, 현재로서는 병원에 환자가 도착한 후 제반 검사들을 수행하고 치료를 진행하게 되므로 환자를 소생시킬 수 있는 중요한 시간을 놓쳐버릴 가능성이 높아지게 된다. 따라서, 주행중인 차량 내에서도 필요한 경우 방사선 영상을 획득한 후 전문의가 있는 병원으로 전송하여 자문을 받을 수 있다면 응급환자의 소생에 상당한 기여를 할 수 있을 것이다.

이동중에 영상을 전송할 수 있는 방법으로는 위성통신, 셀룰러 이동통신 등의 방법이 있다. 그 중 CDMA2000 1x-EVDO 방식은 전송속도나 비용면에서 비교적 현실적인 방법중에 하나로 들 수 있다. 한국에서는 2002년부터 이미 CDMA2000 1x-EVDO가 상용화되어 왔으며, 기지국이 설치되어 있는 국내 대부분의 지역뿐만 아니라 최근에는 해상에서도 서비스의 사용이 가능하다. 본 연구에서는 병원에서 멀리 떨어진 곳이나 재해현장, 혹은 교통체증이 심한 시내를 통과하여 병원으로의 이송시간이 길어질 경우에 사용하기 위한 목적으로 CDMA2000 1x-EVDO 무선망을 이용하여 의료영상을 압축하여 전송하는 프로토타입 시스템을 구현하고, 실제 응급상황에서 차량에 탑재하여 사용하는데 있어서 그 성능을 최적화하기 위해, 영상압축률에 따른 영상의 질과, 차량의 속도 및 시간대에 따른 데이터전송률, 데이터 오류발생 확률, 그리고 그에 따른 각 영상별 전송 시간등을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시스템의 구성

구급차에 탑재될 DICOM 영상전송 클라이언트 시스템으로써 노트북 컴퓨터에 CDMA 1x EVDO 무선망을 연결하였으며, 병원에 설치될 영상수신 DICOM 서버는 LAN으로 연결하였다. EVDO 무선망은 순방향 링크(forward link)인 경우 최대 2.4Mbps, 역방향 링크(reverse link)에서는 최대 153.6kbps의 전송 속도를 가진다. 구급차 및 병원에 설치된 각 영상 송수

신 시스템에는 Microsoft Visual C++ 6.0을 이용하여 자체 구현된 영상전송 서버/클라이언트 프로그램을 설치하였다. 송신부 프로그램에는 전송하고자 하는 영상을 JPEG2000 형식으로 변환하여 점진적으로 전송하는 기능을 가지고 있으며, 수신부 프로그램에는 전송받은 JPEG2000 영상을 점진적으로 디스플레이 할 수 있도록 되어 있다. 대역폭이 한정되어 있는 CDMA와 같은 무선망을 이용하여 의료영상과 같이 큰 용량을 가진 데이터를 전송하기 위해서는 데이터의 크기를 최소화 시킬 필요가 있으며, 영상의 질 또한 판독에 영향을 미치지 않도록 해야 하므로, 본 연구에서는 현재 의료영상의 표준인 DICOM에서 의료영상 압축 표준으로 명시하고 있는 표준들 중 높은 압축률에서도 뛰어난 영상의 질을 보여주는 JPEG2000을 사용하였다.

2. 시스템의 평가

신촌 세브란스 병원에서 촬영하여 저장 보관하고 있는 영상들 중 6개의 DR chest DICOM 영상을 사용하였다. 영상들은 차량에 탑재된 영상전송 클라이언트 시스템에 저장되었고, 클라이언트 어플리케이션에 의해 JPEG2000으로 압축한 후, 무선통신망을 이용하여 전송하였다. 전송할 때, 영상들은 각각 5:1, 10:1, 20:1, 30:1, 40:1, 50:1, 100:1로 압축하였으며, 그 영상들에 대해 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)를 구하였다.

영상을 전송하기 위해서는 손실되는 데이터가 없어야 하므로 연결지향형 프로토콜인 TCP/IP 프로토콜을 이용하였다. 실제 구급차에서의 영상전송 시간을 측정하기 위한 방법으로, 우선 차량을 타고 서울시내를 주행하면서 속도에 따른 데이터 전송률을 측정하였다. 또한, 시간대에 따라 전송률의 차이가 있을 수 있으므로, 오전, 오후, 저녁 시간대별로 측정하였으며, 패킷손실에 따른 오류 발생 확률에 대해서도 확인하였다. 최종적으로 압축된 영상들을 압축률별로 전송하면서 완전히 전송되기까지의 시간을 각 10회에 걸쳐 반복하였다.

결 과

영상 압축비에 따른 PSNR은 10:1, 20:1, 30:1, 40:1, 50:1 일 때, 각각 47.1dB, 45.2dB, 44.1dB, 43.4dB, 그리고 42.9dB 정도의 값을 나타냈으며, 100:1인 경우에도 40dB이하로 떨어지지 않는 특성을 보였다. 차량 이동속도에 따른 데이터 전송률은, 2560*3072*12의 크기를 가지는 DR Chest 영상을 기준으로 볼 때 정지상태와 시속 60km 이하의 속도에서 압축을 하지 않은 원영상의 경우는 평균적으로 약 110초 정도 걸렸으나, 20:1로 압축을 한 영상의 경우에는, 6초 정도 후에 디스플레이가 가능하였다. 그러나, 시속 80km 이상에서는 각 측정시 마다 전송시간의 차이를 보임을 알 수 있었다.

결 론

본 연구에서는 응급환자가 발생하여 구급차로 이송할 때, 차량 내에서 modality를 이용하여 영상을 획득한 후, 현재 국내에서 상용화 되어있는 CDMA2000 1X-EVDO 무선망을 이용하여 병원으로 영상을 압축, 전송하는 시스템을 설계하고 평가하였다. 본 시스템은 현재 활발하게 연구중인 이동형 응급진료 시스템에 있어서, 환자의 DR 혹은 초음파 등의 영상을 전송해야 할 필요가 있을 경우 유용하게 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 정석명, 유선국, 김병수, 윤하영, 김성림, CDMA2000 1X-EVDO망에서의 이동형 응급진료 시스템 설계, 대한의료정보학회지 2003; 9(4), 401-406
- [2] Min-Mo Sung, Hee-Joung Kim, Sun Kook Yoo, Byoung-Wook Choi, Ji-Eun Nam, Hye-Sung Kim, Jae-Hoon Lee, and Hyung-Sik Yoo, Clinical Evaluation of Compression Ratio using JPEG2000 on Computed Radiography Chest Images, Journal of Digital Imaging, 2002; 15(2): 78-83

Acknowledgment

본 논문은 "보건복지부 보건 의료기술진흥사업의 지원"에 의하여 연구되었음. (과제고유번호:02-PJ3-PG6-EV08-0001).

The Design of Mobile Medical Image Communication System based on CDMA 1X-EVDO for Emergency Care

Won-Suk Kang*^{†‡}, Kun Ho Yong*, Bong Mun Jang*[†], Wook Namkoong*^{†‡}, Hajjo Jung*^{†‡||},
Sun-Kook Yoo^{†§}, Hee-Joung Kim*^{†‡||}

**Department of Medical Science, Yonsei University College of Medicine,*

†Research Institute of Radiological Science,

Yonsei University College of Medicine, ‡Development Center of Emergency Medical Informatics,

§Department of Biomedical Engineering, Yonsei University College of Medicine

||Department of Radiology, Yonsei University College of Medicine

In emergency cases, such as the severe trauma involving the fracture of skull, spine, or cervical bone, from auto accident or a fall, and/or pneumothorax which can not be diagnosed exactly by the eye examination, it is necessary the radiological examination during transferring to the hospital for emergency care. The aim of this study was to design and evaluate the prototype of mobile medical image communication system based on CDMA 1X EVDO. The system consists of a laptop computer used as a transmit DICOM client, linked with cellular phone which support to the CDMA 1x EVDO communication service, and a receiving DICOM server installed in the hospital. The DR images were stored with DICOM format in the storage of transmit client. Those images were compressed into JPEG2000 format and transmitted from transmit client to the receiving server. All of those images were progressively transmitted to the receiving server and displayed on the server monitor. To evaluate the image quality, PSNR of compressed image was measured. Also, several field tests had been performed using commercial CDMA2000 1X-EVDO reverse link with the TCP/IP data segments. The test had been taken under several velocity of vehicle in seoul areas.

Key Words: CDMA 1X EVDO, emergency medical image transmission, JPEG2000