

응급 원격진료시스템을 위한 고품질 멀티미디어 데이터의 무선망에서의 효율적 전송

*박 정훈, *박 진배, **윤 태성, ***유 선국

*연세대학교 전기전자공학과, **창원대학교 전기공학과, ***연세대학교 의과대학 의공학교실

An effective transmission in high quality multimedia based emergency telemedicine

Jung Hoon Park, Jin Bae Park, Tae Sung Yoon, Sun Kuk Yoo

*Dept. of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei Univ. **Dept. of Electrical Engineering, Changwon Univ.***Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Yonsei Univ

Abstract - 근래에 여러 종류의 다양한 원격응급진료시스템이 개발되어 왔고, 그중 무선원격진료시스템에 있어서는 환자기록데이터나 생체신호, 정지영상과 같은 미미한 데이터만을 보내는 시스템이 주류였다. 이에 무선응급진료시스템에 많은 시도가 이루어지기 시작하였고, 다양한 형태의 시스템이 특정목적에 맞게 구현 되기 시작하였다. 본 논문에서는 고품질 멀티미디어 데이터를 원격응급진료시스템에 적용하여, 고품질 영상데이터와 ECG(Electro Cardiogram), SPO2, BP(Blood Pressure), Body Temperature 데이터를 CDMA 무선망을 이용하여 효과적으로 전송하는 방법을 제안한다. 또한 다양한 시험을 통하여 고품질 환자동영상과 환자 데이터를 효과적으로 전송할 수 있음을 확인하였다.

는 시스템을 구현하였다.[4] 이 시스템은 윈도95환경에서 작동하도록 구현되어있고, 데이터를 수신 받는 서버측에서도 정지영상과 생체 신호 중 하나를 선택하여 수신 받게끔 구현되어있으며, 실시간동영상이 아닌 s과거 어느 시점의 정지영상을 전송하고 있다. 본 연구에서는 범용성 높은 MS사의 윈도2000환경에서 개발한 640x480 MPEG4 고화질 동영상과 생체신호를 CDMA 무선망을 통하여 효율적으로 전송할 수 있는 시스템을 제안한다.

2. 본 론

2.1 이동 및 고정시스템의 데이터

원격지의 환자진료에 필요한 데이터 중에는 생체신호 데이터, 의무기록 데이터, 환자에 관련된 모습을 촬영한 고화질 비디오 데이터 등이 있다. 각 포맷에 맞는 적절한 송수신방법 및 압축방법을 사용하여 전송하기 위해 데이터 처리기술이 필요하게 된다.

2.1.1 생체신호 데이터

생체신호 데이터는 환자의 상태를 의사에게 알려 중요한 판단을 하게하는 중요한 데이터이다. 무선원격시스템에서 생체신호데이터는 이동통신망인 GSM이나 위성통신[5,6] 혹은 유선망을 통해 전송되는 장거리 방식이나, 근거리 망에서 환자의 몸속에 생체신호전송용 장치를 투입하여 정보를 전달받는 형태로 이루어져 왔다. 본 논문에 사용된 환자 감시 장치의 ECG데이터는 12bit, 300Hz, 호흡과 산소 포화도(파형데이터)는 75Hz의 샘플링 주기로 샘플링 되었고, 1초에 한번씩 체온, 혈압, 심박수, 산소 포화도 값을 획득하여 수신 측으로 전송한다.

2.1.2 고화질 의료 동영상

의사에게 친숙한 내시경 영상 및 수술 동영상등 전문가들이 수술을 진행하거나, 교육 시에 사용되는 동영상들은 주로 자료 녹화의 형태인 비디오 테입으로 저장되어 있었다. 본 시스템에서는 이를 개선하기위해 고화질 카메라를 DV converter를 거쳐 노트북에 연결하여 동영상을 디지털화 할 수 있도록 하였다. 의료 동영상이 필요한 또 하나의 이유는 환자의 상태에 대한 칼

1. 서 론

원격진료시스템은 사고지에서 병원으로 옮겨지는 동안 환자에게 원격진료를 시행하여 이동 중 사망하기 쉬운 환자의 생명을 구하기 위함을 목적으로 구현된 시스템이다. 이동중인 환자에게 원격진료를 시행하기 위해서는 무선으로 환자와 연결할 수 있는 장치가 필요하게 되는데, 이를 위해 해외에서는 인공위성, GSM망 등의 여러 무선망을 이용하여 진료 시스템을 개발해왔다. 이들 형태를 살펴보면 다음과 같다. GSM이나 위성망을 이용한 ambulance에 관한 연구, GSM이동통신망과 portable 12-lead ECG기기(Card-Guard 7100)을 이용한 ECG원격전송서비스, 이동용 CT van과 고속위성통신을 이용한 원격방사선 진단시스템(teleradiology system), 환자정보를 GSM 이동통신망을 이용하여 병원정보망에 접속하여 환자정보를 수신 받는 서비스연구, 재택환자 신체에 기기를 부착하여 원격으로 모니터링하는 서비스연구 등이 진행되고 있다.[1] 1996년에는 아테네에있는 국립기술대학의 연구원들이 ECG데이터를 GSM데이터링크를 이용하여 움직이는 앰블런스로서 실시간전송을 성공적으로 보여주었고, 1997년에는 메릴랜드 의대의 연구원들이 발작희생자를 위한 무선응급원격진료 시스템을 4개의 무선전화라인을 이용하여 이미지와 생체신호를 응급차 내에서 consultation센터로 전송하였고[2], 아테네 의과대학에서의 연구원들은 무선으로 응급차에서 12-lead ECG를 전송하였다.[3] 1998년에는 그리스의 한 대학에서 GSM망을 이용하여 이동중 3-lead생체신호와 320x240 JPEG영상을 보낼 수 있

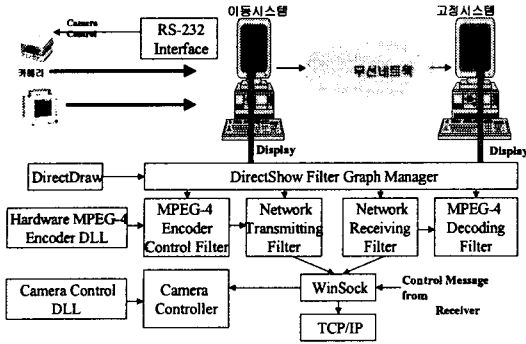


그림 1 이동 / 고정 시스템의 소프트웨어 구조
Figure.1 The architecture of mobile / fixed system

라 데이터를 보냄으로써, 그 어떤 데이터보다도 원격지에 있는 의사나 전문가로 하여금 보다 정확한 진단을 할 수 있게끔 해준다.

2.1.3 MPEG4

MPEG4의 정식적인 프로젝트 타이틀은 'Very-Low Bitrate Audio-visual Coding'이다. MPEG4는 처음에 모바일 통신을 주요 대상으로 상정하여 비트율(4~64kbps)의 부호화를 목적으로 시작하였으나 1.5Mbps로 상향조정되었고, 1996년에는 5Mbps로 재조정되게 되었다. MPEG4버전 1 표준은 MPEG1, MPEG2 및 ITU-T H.263에서 사용하고 있는 도구들이 기본이 되고 있다. 다른 표준과의 차이는 객체를 서로 겹쳐 한 개의 장면을 구성할 수 있다는 점, 즉 합성의 사양을 시스템 파트에 정해놓았다는 점 그리고 각 객체의 영상데이터가 형상 및 투명도 정보를 갖고 있다는 점이다.

2.2 시스템 설계

시스템 구성도는 그림1과 같다. 고화질 동영상이 데스크탑인 경우는 PCI포맷으로, 노트북인 경우는 DV포맷으로 각각 입력이 된다. 생체신호는 RS-232 포맷방식으로 데스크탑이나 노트북에 입력이 되고 입력되어진 데이터는 이동시스템 소프트웨어에 의해 변환되어 고정시스템으로 전송되게 된다.

2.2.1 이동 및 고정시스템 하드웨어 구성

이동시스템은 이동성을 위주로 구현하였고 환자의 생체신호와 고화질동영상을 고정시스템으로 전송한다. 이동시스템에서는 획득되어진 동영상데이터를 MPEG-4로 압축하여 전송하므로 고성능 PC일수록 유리하다. 이동시스템을 구성하는 요소는 고화질 카메라, 생체신호기, 그리고 무선전송을 담당하는 Cellular phone, Phone과 PC를 연결하는 USB 데이터통신 케이블과 이동시스템용 프로그램이 구성 요소이다. 고화질 카메라는 Canon사의 VC-C4, 생체신호기는 환자의 ECG NIBP, RESP, 2TEMP, SpO2등의 다양한 측정파라미터를 얻을 수 있는 생체신호 계측기를 사용하여 24시간 data를 획

표 1 동영상 및 생체신호 대역폭
Table.1 The bandwidth of MPEG4 & biomedical data

생체신호와 동영상프레임 수	대역폭(kbps)
1 Frame + 생체신호	6 ± 3
2 Frame + 생체신호	14 ± 3
3 Frame + 생체신호	20 ± 5
5 Frame + 생체신호	36 ± 5
6 Frame + 생체신호	40 ± 5
10 Frame + 생체신호	65 ± 10
15 Frame + 생체신호	110 ± 10
30 Frame + 생체신호	195 ± 15

득하는 것이 가능하도록 하였다. 고정시스템은 수신부이므로 PC외에 특별하게 추가적으로 설치되는 것은 없다.

2.2.2 이동 및 고정시스템 소프트웨어 구성

전체적인 소프트웨어 설계에 가장 영향을 끼치는 부분은 무엇보다도 무선망의 대역폭이다. 빈번하게 변하는 대역폭의 변화를 알기 위해서 자유공간에서 대역폭을 측정하여 설계에 도움이 되도록 하였다. 고화질카메라에서 들어오는 동영상데이터는 비디오 캡처 드라이버에 의해 획득하고, MPEG-4 엔코더 SDK는 가공되지 않은 데이터를 MPEG-4 포맷으로 가공하게 된다. 이 과정은 다이렉트쇼 필터 그래프 매니저에 의하여 화면에 표시되게 된다. MPEG-4동영상에는 프레임을 조절할 수 있는 기능을 구현하여 부드러운 화면이 구현될 수 있도록 하였고 고정 시스템 측에서 이동시스템에 부착되어 있는 카메라의 동작을 제어할 수 있도록 하였다. 네트워크 필터는 원속기반으로 설계되었으며 이동시스템에서 발생하는 모든 데이터들은 이 네트워크 필터들을 통해서 전송되고 고정시스템의 소스필터에 의해 수신되게 된다.

2.3 실험 및 결과

실험을 위하여 장소 두 곳에서 CDMA 무선 환경에 규칙적인 시간에 점검하여 무선 환경에 대한 데이터를 추출하였고, 이 데이터를 근거로 실험을 진행하였다. 테스트 시 대역폭을 측정하여 각 대역폭에 맞게 다양한 압축방법을 사용하여 데이터를 전송하고 그 결과를 기술하였다.

2.3.1 동영상 및 생체신호 대역폭

시스템의 대역폭은 표1과 같이 측정되었는데, 생체신호는 무 압축시를 기준으로 하였고, 동영상 및 생체신호 대역폭은 시스템을 직접 구동한 상태에서 측정하였다. 모든 데이터는 일정 시간동안 송신단에서 보낸 패킷 데이터량을 측정하여 그 평균값과 분산값을 구하여 기록하였다.

2.3.2 생체신호 버퍼 테스트

표 2 비 압축시 버퍼 개수별 시험결과

Table 2. The results of no compression buffer test

갯수	생체 신호수	파형 error 수	에러 율	비고
2	300	80	26.7%	6개(7), 4개(3), 3개(6), 1개(8)
3	300	96	32%	7개(1), 6개(6), 5개(1), 4개(3), 3개(4), 2개(6), 1개(12)
4	300	37	12.3%	6개(3), 2개(6), 1개(7)
5	300	31	10.3%	6개(1), 2개(12), 1개(2)

생체신호의 버퍼 테스트는 이동시스템에서 전송된 생체신호가 고정시스템에 수신되었을 때, 제대로 화면에 표시될 수 있도록 수신 측과 송신 측에 버퍼를 두어 버퍼링을 한 후 가지는 결과 테스트이다. 본 시스템은 RLP와 TCP가 동시에 공존하는 시스템으로 두 프로토콜이 최적으로 협상을 하지 않는 이상 여러 가지 예기치 않은 지연 요소가 발생할 수 있다. 지연 요소를 최대한 줄이기 위해 본 시스템에서는 이동 및 고정 시스템에 타이머를 사용 생체신호를 버퍼링하여 1초마다 전송하도록 하여 지연 양을 측정하였으며 이때 동영상은 일정 프레임으로 고정시킨 후 실험하도록 하였다. 전체적으로 대역폭은 동영상 3프레임과 생체 신호를 합한 대역폭이 20±5 kbps 내외였으며 송신대역폭이 아주 안 좋을 경우는 5kbps이하로 떨어지는 경우도 일정 초 동안 있었다. 이때 동영상의 경우에는 일정한 프레임이 drop되었으며 생체신호의 경우에는 burst error가 발생되었다가 복구되었다. 생체신호 압축방법에는 DPCM방법이 사용되었고, 비 압축시와 압축시를 비교했을때, 압축 전송했을 때가 성능이 더 좋은 것으로 나타났다. 비압축시와 DPCM 압축방법을 사용했을 때의 결과는 각각 표2와 표3과 같다.

3. 결 론

본 논문에서는 PC를 기반으로 하고 무선망을 이용한 애플리케이션에서의 이용 가능한 무선 이동/고정 응급원격진료 시스템을 설계하였다. MPEG-4 고화질 동영상, 및 생체신호 데이터를 무선망을 이용하여 원격지에 있는 고정시스템에 무선망을 이용하여 효율적으로 보내어 병원에 있는 의사나 전문가에게 실시간으로 전달이 되게 하여 빠른 원격 진료를 받을 수 있도록 하였다. 시스템을 설계하기 위해 시스템이 운영되는 실제 CDMA 무선망의 대역폭을 측정하여 데이터를 얻은 후 이를 토대로 이동 및 고정시스템 프로토콜을 설계하였다. 고화질 동영상과 생체신호를 신뢰성 있게 전송하기 위해 실제 무선망의 대역폭을 측정하여 그에 맞게 동영상과 생체신호를 보내

는 방법을 시도하여, 기존의 다른 무선 원격 진료 시스

표 3 생체신호 DPCM 압축 시 버퍼개수별 시험결과

Table 3. The results of DPCM compression test

갯수	생체 신호수	파형 error 수	에러 율	비고
2	300	58	19.3%	6개(4), 4개(1), 3개(4), 2개(2), 1개(14)
3	300	69	23%	8개(1), 7개(1), 6개(1), 4개(5), 3개(2), 2개(5), 1개(11)
4	300	22	7.3%	6개(3), 1개(4)
5	300	25	8.3%	6개(3), 4개(1), 2개(1), 1개(1)

템과는 달리 고화질 동영상과 생체신호를 실시간으로 보낼 수 있음을 확인하였고, 생체신호 계측기로부터 데이터를 받아서 PC의 화면에 표시하고 이를 고정시스템으로 전송하여 고정시스템의 화면에 표시할 수 있음을 확인하였다. 대부분의 구현된 무선 원격 응급 진료 시스템이 이동 및 고정시스템의 양쪽에 동시에 존재해야만 통신을 할 수 있는 부분을 송수신 측에 전용 소프트웨어를 설치하여 이동시스템에서 보내는 데이터를 고정시스템에서 특별한 하드웨어 추가 없이 수신 받을 수 있음을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] C.S. Pattichis, E.Kyriacou, S.Voskarides, M.S. Pattichis, R. Istepania, C.S.Schizas "wireless telemedicine Systems : an overview".
- [2] D.Gagliano, "wireless ambulance telemedicine may lessen stroke morbidity," telemed. today, vol.6, p.21, Feb. 1998.
- [3] P.Giovaset al., "transmission of electrocardiograms from a moving ambulance," J.telemed. telecare, vol. 4, sup. 1, pp. 5 7, 1998.
- [4] sotiris pavlopoulos, eftyhoulos kyriacou, alexis berler, spyros dembeyiotis koutsouris, and dimitris koutsouris, "a novel emergency telemedicine system based on wireless communication technology :ambulance ", IEEE transaction on information technology in biomedicine, Vol. 2, no. 4, December 1998.
- [5] Hajime Murakami, Koichi shimizu, Katsuyuki Yamamoto, Tomohisa Mikami, Nozomu Hoshimiya, and kimio Kondo "telemedicine using mobile satellite communication" IEEE transaction on biomedical engineering, Vol. 41, No. 5, May 1994.
- [6] Robert S, Habib Isterpanian "modelling of GSM based mobile telemedical system" proceeding of the 20th annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology society, vol. 20, no3, 1998.