

응급 원격 진료 시스템을 위한 모바일 장치에서의 실시간 비디오 모니터링 시스템 구현

김상용¹, 김정재¹, 유선국^{2,3}

연세대학교 생체공학협동과정¹, 연세대학교 이동형 응급 의료정보 센터², 연세대학교 의과대학 의학공학교실³

Realtime Video Monitoring System for Emergency Telemedicine System In Mobile Device

Sang-Yong Kim, Jung-Chae Kim, Sun K. Yoo

Graduate Program in Biomedical Engineering Yonsei University¹, Center for Emergency Medical Informatics²,
Dep. of Medical Engineering, Yonsei University College of Medicine³

Abstract - 무선통신 기술과 모바일 장치의 발전에 따라 의사는 언제, 어디서나 환자의 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있게 되었다. 이 연구에서는 원격지 PC에서 인코딩한 환자의 비디오 영상을 무선통신으로 전송한다. [1] 이때, 모바일 장비(PDA)는 PC에서 보낸 비디오 영상을 전송 받고, 디코딩하여 화면에 출력한다. 이번 논문에서 개발한 시스템은 후자에 기술된 모바일 실시간 비디오 모니터링 시스템이다. 개발에 사용된 비디오 코덱은 MPEG-4 계열의 오픈소스 코덱인 Xvid이다. 데스크탑 PC용 Xvid 오픈소스를 모바일 디바이스에서 사용할 수 있도록 컨버전하여 사용하였다. 무선 통신망은 WiBro를 사용하여 고품질 비디오를 전송받을 수 있는 대역폭을 확보하였다. 이 논문의 목적은 의사가 PC앞에 앉아 있지 않아도 이동간에 환자의 현재 상태를 실시간으로 확인할 수 있음으로서 의사의 작업 효율을 증진시키는 데 있다.

Key Words : 모바일 PDA 실시간 비디오 Mpeg-4 코덱 WiBro

1. 서 론

최근 몇 년 간의 기술 발전으로 인해 모바일 장치에서 원격 고품질 비디오 서비스를 이용하는 것이 가능해졌다.[2] 첫째는, 모바일 장치의 연산처리 속도가 발전함에 따라 모바일 장치에서 비디오 영상을 처리할 수 있게 된 것이고, 둘째는 무선 통신망의 대역폭이 확장됨에 따라 고용량의 비디오 데이터를 전송할 수 있게 된 것이다.

기존의 연구들은 최대 전송 속도가 9.6kb/s로 낮은 GSM망에서 연구[2-6]가 진행되었기 때문에 7.5초당 한 장의 영상을 전송하거나[3, 4], 3-5초당 한 장의 영상을 전송했고[4, 5], 최대 전송 속도가 384kb/s인 UMTS[5]나 1.53kb/s인 Verizon's CDMA[6]같이 전송 속도가 향상된 3G 네트워크의 무선망에서 H.263, M-JPEG같은 영상 압축 방식을 사용하였다. 그러나 이런 방식은 무선망의 제한된 대역폭과 핸드오프에 의한 높은 에러율로 인해 영상 전송에 장애가 있다.

본 연구는 최대 전송 속도가 3Mbps/s인 Wibro망[7]을 사용하였기에 320x240의 해상도를 갖는 MPEG-4영상을 1초당 1-15장까지 전송할 수 있었다. 실험을 통해 개발한 시스템이 실제 원격진료에서도 적용할 수 있는지 영상 상태와 네트워크 성능 평가를 하였다.

2. 본 론

2.1 실험 환경 및 방법

프로그램 개발 툴은 Visual Studio 2005에 Windows Mobile 5.0 SDK를 사용하였다. 모바일 디바이스는 삼성 SCH-M8200으로 Widows Mobile 5.0을 운영체제 하에 Intel PXA270 520MHz(Arm4계열 CPU)를 사용하며 WiBro를 지원한다.

PC의 원격 응급 진료 시스템은 PDA의 원격 응급 진료 시스템과 소켓 연결을 맺는다. PC는 화상카메라를 이용하여 얻은 환자의 영상을 인코딩 한 뒤 UDP프로토콜을 이용하여 PDA로 전송한다. PDA는 소켓을 통해 받은 영상 데이터를 DirectShow를 이용하여 디코딩하고 화면에 출력한다.

비디오 영상의 해상도는 PDA가 최대로 지원하는 320 X 240으로 고정하고, Frame rate(초당 출력하는 화면의 횟수)는 1부터 15까지 조절하여 PDA의 CPU가 처리할 수 있는 최적의 비율을 찾아보았다.

2.1.1 WiBro망과 UDP 프로토콜

WiBro는 Wireless Broadband Internet의 줄임말로써 삼성전자와 한국전자통신연구원 이 개발한 무선 광대역 인터넷 기술이다. 2006년 6월 30일부터 서울과 경기도의 일부지역에서 상용화 되었다. 현재는 서울 전역, 분당, 수도권 24개 대학교, 김포공항, 인천 공항 등에서 이용이 가능하며, 계속 확대 중이다.

동시 송수신을 위해 TDD를, 다중 접속을 위해 OFDMA를 채택했으며, 한 채널에 8.75Mhz의 대역너비를 가진다.[7] CDMA 1x와 같은 휴대 전화가 데이터 속도에 제한을 받는 것을 극복하기 위해 고안되었으며 ADSL이나 무선 랜과 같은 광대역 인터넷 접속에 휴대성을 더한 것이다.

WiBro의 가장 큰 기술적 특징은 무선 인터넷 접속에 이동성을 더하였다는 것이다. KT의 네스팜과 같은 기존의 WIFI 기반의 무선 랜 인터넷 접속

은 AP(액세스 포인트:Access Point) 장치를 중심으로 일정한 반경에 인터넷을 접속할 수 있게 하였으나 AP 장치가 고정적이기 때문에 일정 범위를 벗어날 수 없었다. 와이브로는 이동통신의 다중접속(CDMA) 기술을 응용하여 서비스 셀을 구성하고 이동하면서 인터넷에 접속할 수 있게 하였다. 최대 3Mbps, 평균 1Mbps의 전송속도를 지원하며, 통신 가능 이동 속도는 60Km/h이다.[8]

UDP(User Datagram Protocol)는 TCP(Transport Control Protocol)와 함께 IP 네트워크에서 데이터를 전송하기 위해 사용하는 대표적인 전송 계층 프로토콜이다. 에러가 많은 무선 환경에서 연결 지향적인 TCP는 불필요한 혼잡 제어로 큰 전송 지연이 발생하기 때문에 실시간 영상 전송에는 UDP를 사용해야 한다.[9]

2.1.2 Windows Mobile 5.0 SDK와 DirectShow SDK

마이크로소프트에서 출시된 운영체제들은 다양한 하드웨어를 지원하기 위해서 Platform SDK라는 것을 개발자들에게 제공한다. Windows Mobile Platform 환경에서 사용하는 API와 라이브러리를 사용하려면 Windows Mobile SDK를 설치해야 한다.

Windows Mobile Platform에서 DirectShow 애플리케이션을 개발하려고 할 때 헤더파일과 라이브러리파일이 지원되는지 먼저 확인한다. Windows 환경에서 DirectShow 애플리케이션을 개발하기 위해서는 DirectX SDK를 설치해야 한다. 그러나 Windows Mobile Platform에는 Windows 환경과 같은 DirectX SDK라는 것을 별도로 제공하지 않는다. Windows Mobile 5.0 SDK를 설치하면 SDK 안에 이미 DirectShow에 필요한 헤더파일과 라이브러리파일이 설치된다.[10]

구분	구성요소	설명
헤더파일	dshow.h	DirectShow를 사용하기 위한 헤더
라이브러리파일	strmiids.lib	DirectShow 인터페이스를 사용
	strmbase.lib	filter를 제작하는 경우에 사용

<표 1> DirectShow 애플리케이션 개발에 필요한 구성요소 파일들

2.2 소프트웨어 구현

소프트웨어 구현 과정을 크게 나누면 3가지로 구분할 수 있다. 첫째는 소켓을 생성하여 PC와 PDA간에 데이터를 주고받는 부분, 둘째는 영상을 디코딩하는 DLL파일 생성부분, 마지막은 받은 데이터를 디코딩하여 화면에 출력할 수 있는 DirectShow filter를 제작하는 부분이다.

2.2.1 소켓 통신

소켓이 생성되어 PDA와 PC간에 데이터를 송신/수신하는 과정은 다음과 같다. PDA는 소켓을 생성하고 Listen상태가 되어 PC의 접속을 기다린다. 그 다음에 PC는 소켓을 생성하고 PDA에 접속을 요청한다. PDA가 접속을 받아들이면 PDA와 PC는 비디오 데이터를 주고 받을 수 있는 소켓을 각각 생성한다.[11] 이후, PC에서 화상카메라를 이용한 비디오 데이터를 보내면 PDA는 데이터를 받아 DirectShow의 Source Filter에 입력한다.

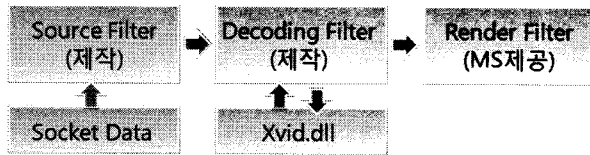
2.2.2 XVID Decoder와 Directshow Filter

데스크탑 PC에서는 공통적으로 호환이 되는 코덱이 프리웨어로 제작되어 있기 때문에 별도로 만들 필요가 없지만 모바일 디바이스의 경우에는 다르다. 모바일 디바이스는 기기마다 다양한 CPU를 사용하고, 코덱을 사용하려면 각각의 CPU에 맞는 환경에서 코덱을 컴파일 해야 한다. 그리고, 기업에서 제작한 솔루션을 구입할 경우에는 최소 1000만원 이상의 비용을 지불하여야 하기 때문에 본 시스템을 구현하기 위해선 비디오 Decoder를 직접 제작하여야 했다.

Xvid는 MPEG-4 표준을 따르는 영상 코덱 라이브러리이다. Xvid는 b-프레임, 전체와 1/4 화소 움직임 보상, 무미 마스크, 격자 양자화와 같은 MPEG-4 진보된 단순 프로필 기능을 지원한다. H.263, MPEG과 커스텀 양자화 매트릭스 등도 지원한다. Xvid는 자유/오픈 소스 소프트웨어이고, 다양한 운영 체제에서 사용할 수 있다.

본 시스템 구현을 위해 <http://www.xvid.org>에서 Windows XP용 Xvid Decoder 소스를 받은 뒤, Windows Mobile 5.0 환경에 맞게 수정하였다. 출력파일을 DLL형태로 제작하여 DirectShow Filter에서 사용할 수 있도록

하였다. 다음은 DirectShow Filter를 통해 비디오 데이터를 수신, 출력하는 과정을 나타낸 블록 다이어그램이다.

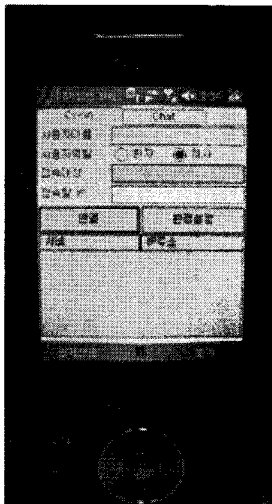


<그림 1> DirectShow Filter Graph 구성도

DirectShow Filter는 3가지로 나눌 수 있다. 데이터를 받는 Source Filter, 데이터를 변환하는 Decoding Filter(Transform Filter), 그리고 변환된 데이터를 화면에 출력해 주는 Render Filter이다. 이중 마지막 Render Filter는 Windows Mobile 5.0에서 기본적으로 제공해 주지만 다른 두 가지 Filter는 직접 제작해야 했다.

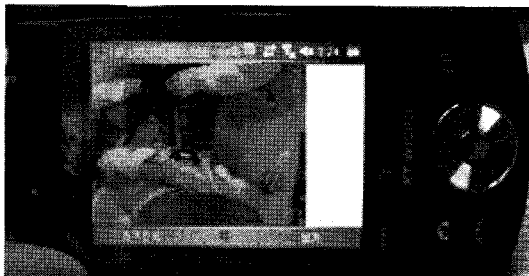
2.3 실험

사진1은 데스크탑 PC와 소켓연결을 맺기 위한 PDA의 화면이다. 라디오 버튼의 의사를 클릭하고 연결버튼을 누른다. Listen상태가 되면 창 이름에 현재 PDA의 IP주소.(WiBro Connect Manager를 통해 할당받은 IP)가 표시된다. 이후에 데스크탑 PC는 라디오버튼의 환자를 클릭하고 PDA의 IP주소를 입력한 후 연결버튼을 누르면 소켓연결이 성립된다.



<사진 1> PDA 소켓통신 UI

사진 2는 데스크탑 PC로부터 받은 비디오 데이터를 DirectShow로 화면에 출력하는 장면이다.



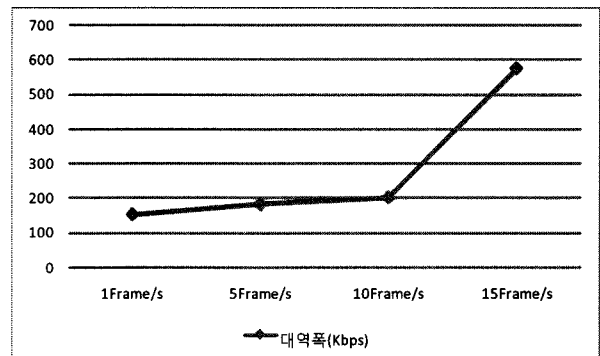
<사진 2> PDA에서의 비디오 데이터 출력

데스크탑 PC에서 비디오 데이터를 PDA로 전송할 때에 Frame rate를 1, 5, 10, 15로 설정하여 각각의 전송되는 데이터량을 측정하고 PDA에서 지연 현상이 일어나지 않는지 눈으로 확인하였다. 이때, 대역폭은 Analyzer 2.2를 사용하여 1분간 측정하고 평균값으로 정리하였다.

3. 결 론

그래프 1은 Frame rate의 변화에 따른 비디오 데이터의 대역폭 증가량을 나타낸 것이다. 1, 5, 10 Frame/s까지는 대역폭이 일정하게 증가하였으나 10 Frame/s이상부터는 대역폭이 보다 크게 증가하는 결과가 측정되었다. Xvid로 인코딩된 320x240의 비디오 데이터를 15Frame/s로 보낼 때의 대역폭은 700Kbps미만으로서 WiBro망이 갖는 평균 대역폭인 1Mbps에도 미치지 못함을 확인 할 수 있었다. 실제 눈으로 볼 때에도 PC의 비디오 영상과 PDA

의 비디오 영상에는 지연현상이 발생하지 않았다. 하지만 WiBro 통신망은 지역과 건물 내부의 위치마다 대역폭의 차이가 나타나기 때문에 통신망이 불안정할 때에는 전송 지연, 블록 현상이 나타나기도 하였다.(실험결과는 안정적인 상태에서 측정) 하지만 이런 문제는 WiBro 통신망의 품질 개선에 따라 해결될 것으로 예상된다.[12]



<그래프 1> 비디오 데이터의 Frame rate 변화에 따른 대역폭의 증가량

응급 원격 진료 시스템은 사고지에서 병원으로 이동 중인 환자에게 원격 진료를 시행하여 이동 중 독숨을 잃는 많은 환자의 생명을 구하기 위해 구현된 시스템이다.[2] 병원의 의사가 언제 발생할지 모르는 응급환자를 위해 항상 PC앞에 대기한다는 것은 비효율적인 일일 것이다. 모바일 환경에서의 실시간 비디오 모니터링 시스템은 의사에게 보다 효율적인 작업 환경을 제공할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부지정 특정센터연구지원
연구개발 사업 연구비에 의하여 이루어진 연구로서,
(과제번호 : A020608) 관계부처에 감사 드립니다.)

[참 고 문 헌]

[1] Jung Hoon Park, Jin Bae Park, Sun kuk Yoo, Tae Sung Yoon, "An Wireless Mobile-Fixed System for Remote High Quality Multimedia Emergency System", 대한전기학회, 52D권, 444-451, 2003
 [2] Kenton O'Hara, April Slayden Mitchell, Alex Vorbau, "Consuming Video on Mobile Device", CHI 2007, 857-866, 2007
 [3] 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.
 [4] 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.
 [5] 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.
 [6] 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.
 [7] Taesoo Kwon, Howon Lee, Sik Choi, Juyeop Kim, Dong-Ho Cho, Su nghyun Cho, Sangboh Yun, Won-Hyoung Park, Kiho Kim, "Design and implementation of a simulator based on a cross-layer protocol between MAC and PHY layers in a WiBro Compatible.IEEE 802.16e OFDMA system", Communications Magazine, IEEE, 43 Issue:12, 136-146, 2005
 [8] Shin, S, Chan-koo Kang, Joung-Cheol Kim, Se-Hyun Oh, "The Performance Comparison between WiBro and HSDPA", IEEE, Wireless Communication Systems, 2005. 2nd International Symposium, 346-350, 2005
 [9] George Xylomenos and George C. Polyzos, Petri Mähönen and Mika Saaränen. "TCP Performance Issues over Wireless Links", IEEE Communications Magazine, April 2001
 [10] 김영찬, "Windows CE 모바일 프로그래밍", 403, 2007
 [11] 김용성, "Wiscal C++6 완벽가이드 2nd Edition", 1358, 2004
 [12] 안재민, "와이브로 향후 전망", ktoa2007, 42호, 8-18, 2007