

## Network을 이용한 원격 핵자기 공명 영상

\*박정일, 김치영, 박대준, 유완석, 안창범  
광운대학교 전기공학과

### Remotly controlled Interactive Magnetic Resonance Imaging in Network Environment

J. I. Park, C. Y. Kim, D. J. Park, W. S. Ryu, C. B. Ahn  
Dept. Electrical Eng., Kwangwoon University

#### ABSTRACT

A network based interactive magnetic resonance imaging (MRI) system has been developed using the World Wide Web. For this purpose, an HTTP server is developed on the host computer of the MRI system. Capabilities of video and audio conferencing are included for monitoring experiment. Using the developed system, MRI imaging has been successfully carried out at the Signal Processing Lab in the Kwangwoon University with the remote MRI system located at the Medical Image Research Center at the KAIST in Daejeon.

#### 요약

Network환경에서 World Wide Web을 이용하여, 원격 제어 핵자기 공명 영상 시스템을 구성하였다. 시스템 구성은 핵자기 공명 영상 시스템의 host computer에 HTTP server를 구축하였으며 원활한 원격 실험을 위하여 화상 및 음성통신 기능도 추가하였다.

개발된 시스템으로 광운대학교의 신호처리연구실에서 대전 KAIST의 의학 영상 공학 센터에 있는 원격 핵자기 공명 영상 시스템을 조정하여 실험을 수행할 수 있었다.

#### 1. 서론

원격 핵자기 공명 영상 시스템은 시스템의 운영, 유지, 보수 등에 있어 여러 가지 많은 장점을 가지고 있다. 예컨대 여러 그룹들이 시스템 및 operater를 공유할 수 있고, 제작사에서 원격제어를 통하여 시스템의 quality를 쉽게 유지, 보수할 수 있으며 또한, 다수를 대상으로한 실험교육으로도 활용할 수 있다[1]. 본 논문에서는 요사이 많은 관심을 끌고 있는 Internet을 이용하여 MRI시스템을 원격지에서 조정, 영상을 획득하고 재구성, 디스플레이까지 가능한 시스템을 구현하였다. 또한 audio 및 video conferencing 기

능을 추가하여 실험진행 및 모니터를 용이하게 하였다. 빠르고 안정된 초고속망이 실현될 경우 실제 MRI시스템과 버금가는 가상 multi-MRI시스템이 가능할 것으로 기대된다.

#### 2. Web server와 CGI

Internet의 web은 클라이언트/서버구조 아래서 동작하며 기본적인 하층 프로토콜은 TCP/IP를 사용한다. 이 두가지 특징은 FTP, Gopher, WAIS, Usenet 등의 시스템 프로토콜에서도 마찬가지이다. 사용자가 web server에 연결하여 데이터를 받아보는 Netscape같은 프로그램을 web browser라 하며, web client program의 구실을 한다.

Web server는 클라이언트로부터 요구를 받았을 때 HTML(HyperText Markup Language)규격의 문서파일을 보내주는 데, 클라이언트가 요구하고 서버에 응답하는 protocol을 HTTP(HyperText Transfer Protocol)라고 한다 [2].

CGI(Common Gateway Interface)는 그자신이 단지 하나의 게이트웨이 역할을 함으로써, web server가 하지 못하는 일을 다른 서버에게 넘길 수 있다. CGI는 web 서비스제공자가 특정 형식의 문서를 제공하는 경우, 사용자가 browser를 이용해 문서의 구성에 맞게 입력하면, 그 내용이 서버의 특정 프로그램에 전달될 수 있도록 구현한 것이다. 따라서 이를 이용하여 사용자가 실험에 필요한 정보를 입력 할 수 있도록 하였다 [3-4].

#### 3. 원격 핵자기 공명 시스템 구현

원격 핵자기 공명 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 먼저 MRI시스템 제어를 위한 local controller와 user interface, pulse sequence generation, 재구성 등을 담당하는 host computer (OS : NT server)가 Ethernet으로 Internet에 연결되어 있다. Local controller인 Power Mac과 NT server인 host computer간의 연결은 Appletalk를 사용하여, NT server의 HDD를 공유하고 있다. Network

capability는 DICOM을 통한 의료영상통신 (PACS)등을 위해서도 필수적으로 요구되는 조건이다.

Internet을 통해 원격실험을 가능케 하기위해서 HTTP server를 MRI시스템의 host computer에 구축하였고, 이를 이용하여 MRI homepage를 만들었다. Local controller는 host computer의 명령에 의해서 gradient, RF waveform을 만들어 gradient 및 RF amplifier를 구동하고 data acquisition을 수행하며, 실험이 완료된 file을 Ethernet을 통하여 host computer에 전송한다. Host computer는 데이터 file을 받아서 재구성 및 디스플레이 등을 수행하게 된다. 이에 덧붙여 CU-seeme와 QuickCam을 이용하여 화상통신기능까지 가능케 하였다 [5].

#### 4. Web Server의 구현과 Homepage

HTTP server는 EMAC HTTPS를 이용하여 구축하였는데, HTTPS를 NT server의 control panel에 등록시키면 NT server를 HTTP server로 사용할 수 있게 된다 [2]. 이 program은 "HTTP"라는 directory를 만들고 여기에 default.htm 파일을 작성해넣음으로써 homepage를 구축하였다. Internet을 통한 모든 접속은 이 default.htm 파일을 통해 할 수 있게 된다.

Host computer에 작성된 MRI homepage의 구성은 그림2와 같다. 그림2는 Internet browser인 Netscape를 이용하여 주소 <http://minerva.kwangwoon.ac.kr/>에 접속한 초기 화면이다. 여기서는 CGI를 이용하여 접속자가 구성된 내용대로 입력을 할 수 있게 하여, 자신의 정보를 보냄으로써 실험 파라미터를 조절할 수 있게 한다. 접속자는 Axial, Sagittal과 Coronal같은 scout view를 볼 수 있고, 이와 동시에 아래의 parameter들을 원격지에 있는 MRI시스템에 입력하여, MRI실험을 수행하게 해준다. 먼저 parameter에 이름을 입력하게 되면, 파일이름이 결정되고 확장자가 add인 파일을 생성한다. 둘째로 Axial, Sagittal, Coronal등 image형태를 결정하고, Number of slice, echo time, average횟수 등을 결정한다. MRI 영상 파라미터가 모두 결정된후, Go단추를 누르면 원격지의 MRI시스템에 NTtoMac.msg 파일이 전송되고, local controller는 이를 바탕으로 MRI시스템을 구동시킨다. 실험이 끝나게 되면, 이 homepage에는 생성된 파일명과 선택했던 parameter의 내용이 나타나게 되며 마지막으로 재구성된 MR image가 출력된다.

원격 자기 공명 영상실험을 돕기 위하여 video camera를 이용하여 원격지간의 화상 및 음성통신이 가능하게 하였다. Video camera로는 Connectix사의 QuickCam을 사용하였다. 그리고 Internet을 통해 화상통신을 가능케 하기 위해서 software로 코넬대학에서 개발한 CU-seeme(See you See me)를 사용하였다. Network으로 연결된 원격지간의 화상

전송은 초당 4~8 frame까지 가능하였다. 이 QuickCam과 CU-seeme를 이용하여 환자나 실험상태를 확인할 수 있도록 하였다.

#### 5. 결과 및 토의

본 논문에서는 Windows NT server를 기반으로 제작되어진 MRI시스템에 덧붙여 HTTP server를 구축함으로써 Internet을 통해 원격MRI시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 HTTP server와 MRI homepage를 가짐으로써 원격지에서 MR 실험을 할 수 있도록 하였으며 또한 실험결과 재구성된 영상 등을 볼 수 있도록 하였다. MRI homepage를 통해 parameter들을 보내면, 원격지의 MRI시스템은 NTtoMac.msg를 local processor에 보내어 실험을 시작하게 한다. 수집된 echo데이터는 host computer에 보내어져 이차원 FFT를 거쳐 영상이 재구성된다. 이것을 GIF format으로 변환하여 다시 MRI homepage를 통해 접속자에게 보내주게 된다. 그림3은 원격제어를 통하여 얻어진 MRI 영상들이다. 동시에 video camera인 QuickCam을 붙여 Internet을 통해 화상통신도 가능케 하였다. 이것은 원격지에 있는 MRI시스템과 Internet을 통한 접속자사이의 정보교환을 정확히하게 하는데 도움을 준다.

개발된 시스템으로 서울에 위치한 경운대학교 신호처리 연구실에서 대전 KAIST 의학영상 공학센터에 있는 MRI시스템을 제어하여 핵자기 공명 영상 실험을 할 수 있었다. 원격지 시스템에서 얻어진 영상은 바로 homepage에 나타나 결과를 관찰할 수 있으며 따라서 여러 실험 파라미터를 interactive하게 바꾸어 가며 실험을 진행할 수 있었다. 앞으로 빠르고 안정성이 높은 초고속망이 설치되면 거의 실제 MRI시스템과 비슷한 가상의 MRI시스템을 여러곳에 설치하는 것이 가능할 것으로 기대된다.

#### 6. 참고 문헌

- [1] P. C. Laterbur, "Dynamic and Efficient Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy.", 대한자기공명의학회 96' 춘계학술대회 초록집.
- [2] 웹 서버 세우기, EMAC HTTPS server, 마이크로 소프트웨어, pp294~306, 1995.9.
- [3] Net. Genesis and Devra Hall, Build a Web Site, Prima, Rocklin, 1995.
- [4] CGI, <http://www.ncsa.uiuc.edu>.
- [5] Enhanced CU-seeme (See you see me), <http://www.cu-seeme.com>.

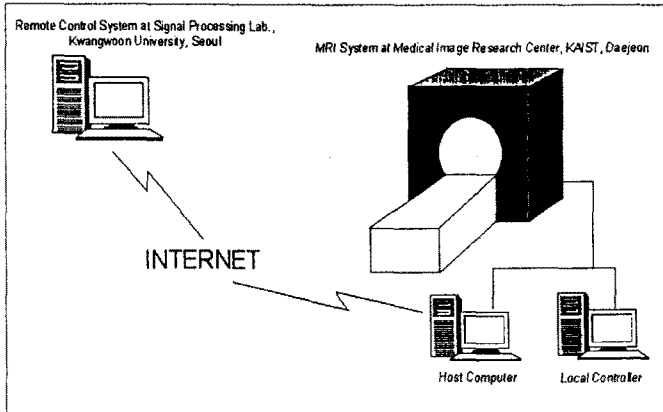


그림 1. 본논문에서 사용된 원격지 MRI시스템의 Network 구성도

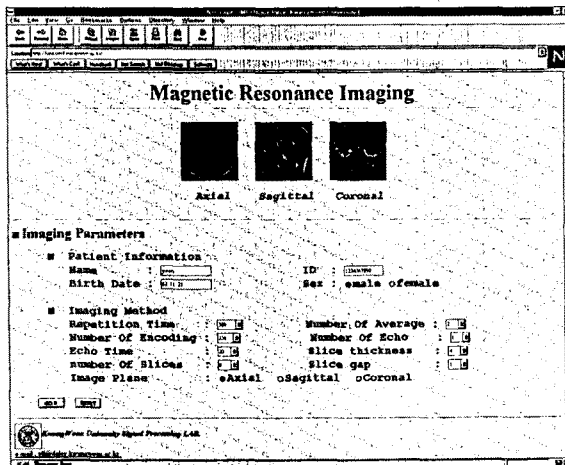


그림 2. MRI homepage 초기화면

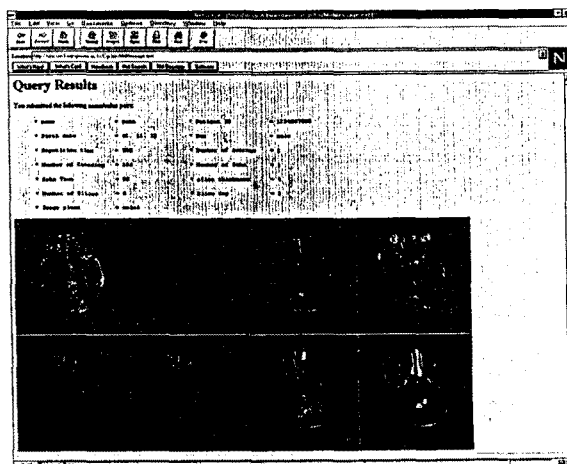


그림 3. MRI homepage에 접속하여 MR 영상을 출력함