

원격 병리 진단 시스템의 개발과 활용방안에 대한 연구

엄준희, 변호영, 박 범
아주대학교 산업공학과
e-mail:eomjh@madang.ajou.ac.kr

A Study on Development and Application of the Telepathology System

Joon-Hoe Eom, Ho-Young Byun, Peom Park
Dept of Industrial Engineering, Ajou University

원격 병리 진단 시스템은 웹을 기반으로 하여 중소병원과 종합병원을 연결하고, 이들 사이에서 발생하는 병리 검사의 효율성을 향상시킬 목적으로 개발되었다. 원격병리진단 시스템은 크게 검체영상 처리 모듈, 현미경 원격 제어 모듈, 병리정보 처리 모듈로 구성되며, 각각을 컴포넌트화 하여 재사용성 및 확장성을 극대화하였다. 현재 미국 등과 같은 서구에서 이와 유사한 시스템이 이미 개발되어 상용화되고 있지만, 국내에서는 아직까지 막대한 초기비용의 부담으로 인하여 도입이 늦어지고 있는 실정으로, 이에 원격 병리 진단 시스템은 보다 낮은 비용으로 본 시스템에 있어서 적용 가능한 모든 분야에 활용하고자 한다. 이를 통하여 외국으로부터의 시스템 수입대체 효과를 볼 수 있을 뿐만 아니라, 세계 각국으로의 수출에 따른 외화획득에도 크게 기여할 것이다.

1. 서 론

1.1 원격 병리 진단 시스템의 개발 배경 및 필요성

병원에서 이루어지는 최종 진단과 수술여부는 병리 전문의에 의하여 이루어진다. 그런데, 병원에서 병리과를 운영하기 위해 소요되는 막대한 비용으로 인해 종합병원 규모의 병원에서는 가능하고 중소병원들에서는 사실상 병리과의 운영이 불가능한 상태이다. 이렇듯 중소 병원들에서는 병리과의 운영이 불가능하므로 병리 진단이 꼭 필요한 경우에는 지방 중소 병원에서 대도시로 검체를 들고 나와서 진단을 받아야 하는 번거로움이 있고, 그에 따르는 비용이나 시간 또한 많이 소요된다. 또한 “수술중 응급진단”을 위해서는 반드시 병리 전문의의 진단이 필요하게 되는데, 이러한 문제들을 해결하기 위해서 구현 한 것이 바로 “초고속 정보 통신망을 사용한 원격 병리 진단 시스템”이다. 이 시스템은 기존의 병리과에서 행해지는 병리 진단 시스템을 인터넷이라는 통신망 위에 그대로 올려놓은 것이다. 종합병원의 병리진단 시스템의 경우에 주치의의 진단을 통해 병리 진단이 필요하다고 판단되면 주치의는 병리과에 조직검사를 의뢰하게 되고, 이때 의뢰서와 함께 그 환자의 조직도 함께 전달된다. 환자에 대한 정보와 검사에 필요한 조직이 병리과에 접수되면 병리 전문의에 의해서 진단이 실시되고, 그리고 나서 검진 결과가 조직 검사 보고서라는 양식으로 해당 환자에게 통보된다. 이 시스템에서는 병리과에서 진행되는 병리진단과 동일한 진단이 이루어지고, 이때 함께 전송되는 정보들도 병리과에서 필요로 하는 정보들을 기반으로 정보들의 교환이 이루어진다.

1.2 원격 병리 진단 시스템의 연구 범위

본 시스템은 웹을 기반으로 개발되었으며, 시스템의 구현을 위해 필요한 주요기술의 내용은 아래와 같다.

- 분산객체 모델을 사용한 시스템 설계
- JPEG알고리즘을 이용한 현미경 영상 압축기술
- 압축된 현미경 영상의 인터넷을 통한 전송 기술
- 웹을 통한 현미경 원격제어 기술
- 웹과 데이터베이스간의 연동 기술

2. 원격 병리 진단 시스템의 주요 내용

2.1 분산객체모델을 이용한 시스템의 설계

시스템의 설계 및 개발 방법론은 구조적 방법론과 객체지향적 방법론이 있다. 두 가지 방법론 모두 장단점이 있지만, 특히 전자적 경우, 인터넷 기반의 네트워킹, 멀티미디어화, 분산화와 소프트웨어 개발의 규모가 대형화되고 복잡 다양한 시스템의 개발에 기존의 구조적인 개발 방법론이 효율적으로 대처할 수 없다는 단점을 지니고 있다. 특히 소프트웨어의 규격 및 시장의 국제화로 인해 ISO 9000-3 등의 국제 품질 기준을 수용해야만 하고, 선진국의 객체지향 개발 기술의 급속한 보급과 표준화로 인하여 객체지향 기술을 적용한 UML을 이용한 개발 방법의 적용이 필수적이다. 따라서 본 원격 병리 진단 시스템은 병리 업무의 프로세스를 분석한 후, 시스템의 설계 방법론으로 객체지향 모델링 방법 중에서 OMT(Object Modeling Technique), OOAD, OOSE의 3가지 방법론들을 통합하여 확장한 UML을 이용하였다.

2.2 영상의 획득 및 전송

2.2.1 영상처리모듈의 개요

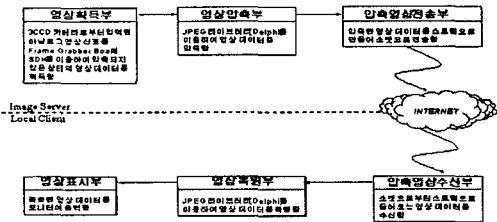
현미경 영상 모듈에서는 세포와 같은 검체 슬라이드를 확대하여 봄으로써 환자의 질병을 정확하게 진단해야하므로, 프레임간의 연속성보다는, 획득된 이미지를 가능하면 원본과 같은 고화질의 품질을 유지하며 전송하는 것이 중요한 관건이다. 현미경을 통해 3CCD카메라로 들어온 영상은, 본 시스템 개발에 사용한 FlashPoint128 그래픽보드에 의해 이미지서버의 모니터에 표현되며, 또한 획득된 영상은 JPEG알고리즘을 통해 압축하여 클라이언트 측으로 전송된다.

2.2.2 영상압축기술과 JPEG 알고리즘

영상압축기술에는 정지영상용으로 GIF, JPEG, Wavelet 등이 있고 동영상용으로는 M-JPEG, MPEG, H.263, H.261 등이 있다. 본 시스템의 고화질 정지영상 이미지 압축/복원을 위한 기술로 JPEG, Wavelet이 검토되었으나 Wavelet의 경우 최신기술인 관계로 Freeware Library를 구할 수 없어서 IJG(Independent JPEG Group)의 JPEG 라이브러리를 이용하여 개발을 진행하였다. 이 라이브러리는 Jacques H. C.라는 카메라 출신의 독일 물리학자가 파스칼 버전으로 변환하여 발표한 것으로, 본 시스템 개발에서는 델파이를 사용하기 때문에 이 파스칼 라이브러리를 이용하였다.

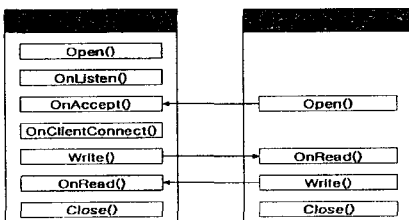
2.2.3 압축영상의 전송

본 시스템에서의 영상의 압축 및 전송은 [그림 1]과 같은 흐름에 의한다.



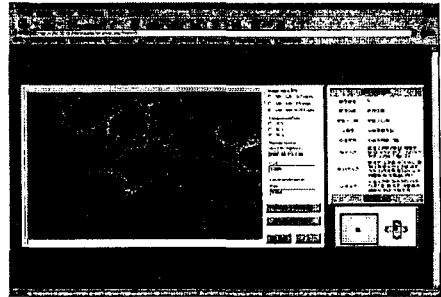
[그림 1] 영상압축 및 전송의 흐름도

압축된 영상은 [그림 2]처럼 소켓을 이용하여 클라이언트 측으로 전송된다. 이 때 전송하는 압축영상의 품질은 최대 640 x 480의 해상도와 1600만 색상의 영상이며, 클라이언트 측은 웹서버에 접속하여 현미경 영상을 볼 수 있도록 제작한 Active-X Control을 다운로드 받아 영상을 보게 된다.



[그림 2] 클라이언트/서버 소켓 통신도

다음 [그림 3]은 Active-X Control을 다운로드 받아 현미경 영상을 표시한 화면이다.

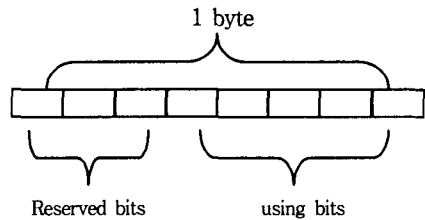


[그림 3] 클라이언트 측에서의 영상 뷰어

2.3 현미경의 원격 제어

2.3.1 Serial 통신을 이용한 원격제어

원격지의 현미경 테이블을 serial통신으로 제어하기 위해서는 전송할 데이터를 정의해야 한다. 로컬에서 사용되는 직렬통신용 Data Frame의 구조는 [그림 4]와 같다.

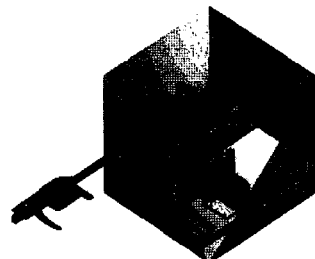


[그림 4] 데이터 구조

총 8비트로 구성되어 있는 Data Frame은 PLC에서 많이 쓰이는 패킷구조와 유사한 구조를 사용하였다. 처음 3비트는 reserved된 비트로 차후에 사용되어질 데이터 정의를 위하여 남겨둔 비트로 이번 연구에서 사용된 데이터는 5비트이다. 입력장치의 속도(2비트)와 X/Y축의 설정, X/Y축의 움직임(+/-), 그리고 입력장치의 움직임(go/stop)을 나타내기 위한 데이터로 각각 1비트씩 정의를 내렸다.

2.3.2 컨트롤 박스(XY-Table)

Control Box는 아래의 4가지 모듈로 구성된다.



[그림 5] 컨트롤 박스의 내부 구조

■ Arm

검체 슬라이드를 올려놓을 수 있는 지지대로써 재질은 힘에 강한 강성 재료인 두랄루민이다. 포커싱을 위해서는 여러 기계적인 방법이 있으나, 여기서는 Gripper Base에 연결된 나사를 수동 조작하여 초점을 맞춘다.

■ XY-table

검체 슬라이드를 2축(X,Y축)으로 직선 왕복운동 시키는 구동부이며 재질은 비중이 낮고 가공이 용이한 알루미늄이다. 유효 이동거리는 (X축: 60mm Y축: 60mm)이며, 유효이동거리 이상으로 테이블이 움직이는 것을 방지하기 위해 포토커플러를 사용하였다.

■ Control Board

80C196을 이용한 XY-Table 제어용 마이컴 보드, LCD를 이용하여 Control Box의 현 상태를 간단히 나타낼 수 있고, 정격 전압으로는 5V와 12V를 같이 사용하고 있다.

■ Manual Control panel

슬라이드의 위치를 PC를 통한 조정 이외에 수동으로 조절할 수 있는 버튼이 있으며, 조작자의 컨트롤 상황을 쉽게 알 수 있도록 램프 버튼을 사용하였다.

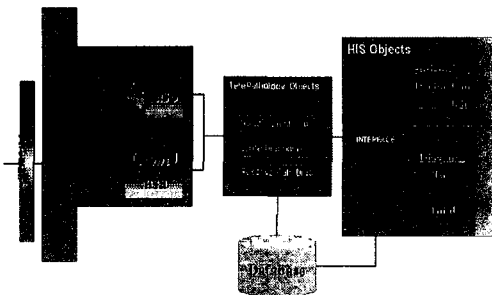
2.3.3 현미경 원격 제어를 위한 Active-X

영상압축 및 전송 모듈과 마찬가지로, 원격지에 위치한 현미경을 제어하기 위하여 웹을 이용하고, 구체적으로는 MS사의 Active-X 기술을 사용한다. 본 연구에서는 원격제어기술의 표준화된 Execution 및 Equipment Controller를 구현하였다.

2.4 병리 정보의 처리

2.4.1 병리 정보 전달 모듈의 구조

웹서버는 방화벽을 통하여 외부의 침입이나 공격을 보호받도록 되어 있고, IIS를 통하여 Active Server Page가 Service를 실시하도록 설계되어 있다. ASP는 병리 진단을 위한 환자정보를 병원정보시스템(HIS)로부터 전달받아 이를 ASP로 작성되어진 웹 페이지에 표시하여주고, 병리 전문의는 이를 보고 병리검사를 실시할 때 참조한다.

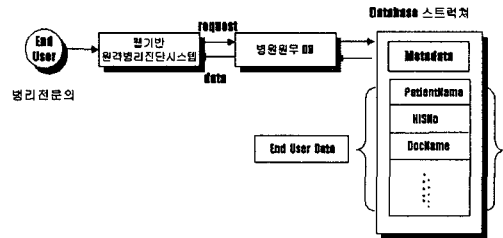


[그림 6] 병리정보전달모듈의 구조

2.4.2 병리 정보 전달을 위한 DB의 구성

본 시스템의 환자정보전달 모듈에서 가장 핵심적인 기술은 웹

과 데이터베이스를 통합하는 기술이다. 이미 기존의 많은 병원시스템에서 수많은 정보를 이미 데이터베이스화했고 지금도 계속 추진중이다. 하지만 인터넷과 같이 웹을 기반으로 하여 데이터베이스에 접근하여 업무를 추진할 수 있는 시스템은 아직 상용화되지 않았다. 본 원격 병리 진단 시스템은 영상을 웹을 기반으로 전송하여 병리 전문의가 진단을 실시하는 시스템이므로 영상과 함께 병리 전문의에게 제공되는 환자정보 역시 인터넷처럼 웹을 통하여 제공이 되어야 한다. 이러한 웹을 기반으로 하는 원격병리진단 시스템과 데이터베이스와의 연결도는 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 원격병리진단 시스템과 DB와의 연결도

3. 원격 진단 시스템의 국내외 동향

3.1 국내 동향

정보 기술과 통신 기술의 발달로 의료 정보 시스템이 빠르게 발전하여 환자들의 진료에 실질적인 도움을 주기 위하여, 의학 영상과 관련하여 종합병원급 병원에서 PACS와 같은 시스템을 도입하여 운용하고 있지만, 아직까지 본 시스템에서 수행하는 TCP/IP를 이용한 영상 전송과 현미경의 원격 제어, 그리고 환자 및 영상 관련 정보 서비스의 통합을 통하여 의료 진단을 실시 할 수 있는 시스템의 도입은 전무한 상태이다. 최근에 의료분야의 혁명을 위하여 능력 있는 많은 개발팀이 구성되어 활발한 연구가 진행 중에 있다.

3.2 해외 동향

국내에서 원격 진단 시스템에 대한 연구는 아직까지는 부족한 실정이다. 반면 해외에서는 원격병리진단 시스템에 관한 연구가 활발히 진행 중에 있고, Illumea, Apolo 등의 업체에서 개발한 시스템이 이미 상용화되어 의료업무에 효율성을 증대시키고 있다. 이 시스템들은 본 연구에서의 원격 병리 진단 시스템과 매우 흡사하다.

4. 원격 병리 진단 시스템의 활용

4.1 원격 병리 진단 시스템

본 시스템의 개발의 초기 의도대로 병리전문의를 둘 수 없는 공간에서 지역의 병원이나 영세한 중소병원을 병리전문의가 있는 종합병원과 연결하여, 중소병원에서 급하게 병리검사가 필요한 경우에 원격병리진단 시스템을 이용하여 병리검사를 수행할 수 있다.

4.2 수술 상황 중계 시스템

수술 중 급한 자문이 요구되어, 전문가를 호출하여, 환자의 수술 진행 상황을 보여주는 경우, 시간의 경과로 인하여 환자의 생명이

위험받을 수도 있다. 이러한 경우에 본 시스템이 적용되면 전문가를 호출하여 상황을 전달하는데 걸리는 시간의 경과 없이, 전문가가 수술 진행 상황을 모니터링하고 있다가 방송시스템을 통하여 구두로 조언을 할 수 있다. 또한, 여러 전문가의 모니터링이 가능하여 보다 정확한 판단을 유도해 낼 수 있기 때문에, 환자들에게는 신뢰를, 의사들에게는 적절하고 정확한 기술을 할 수 있는 계기를 마련할 것이다.

4.3 교육용 시스템으로써의 활용

본 시스템은 현미경으로부터의 영상을 모니터에 디스플레이하기 때문에 여러 학생이 동시에 집체영상을 보고 관독할 수 있게되어 시간의 절약 및 교육의 효율성을 극대화시킬 수 있다. 또한, 웹을 기반으로 개발된 시스템이기 때문에, 인터넷 사용이 가능한 웹브라우저만 있으면 장소적 제약을 받지 않고 어디에서나 교육이 가능하다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

5.1 결론

현대 의학의 발전이 눈부신 반면에 여러 가지 문제점들이 노출되고 있는데, 대표적으로 의료비의 급속한 증가를 들 수 있고, 이것은 국가 경쟁력의 약화를 초래하고 있다. 또 한가지 중대한 문제는 이러한 현대 의학의 양적, 질적 증가에도 불구하고 지방, 특히 산간벽지의 주민들이 상대적으로 의료서비스에 소외되고 있다는 점이다. 현대인들은 누구나 양질의 의료 서비스를 원하고 있으며, 건강에 관한 권리가 국민의 기본권으로 인식되고 있다. 그러나 건설과 운영에 엄청난 비용이 들어가는 3차 병원을 소도시에 지을 수는 없다는 문제를 생각할 때, 지방 및 산간 벽지의 중소병원에서도 대도시의 3차 병원에서와 같은 정도의 질을 갖는 의료 서비스를 제공하여야 한다. 이러한 문제를 일찌기 경험하고 있는 미국 등 서구에서는 최근 몇몇 연구기관에서 원격 병리 진단 시스템을 개발하여 시험적으로 사용하고 있으나, 아직 그 기술의 정도가 병리사가 만족할 만한 수준에는 미치지 못하고 있으며, 적절한 표준이 없어 실제 임상에서 오진 없이 진단할 수 있는 시스템은 아직 상용화되지 못하고 있다. 그러나, 수년 내로 서구에서 이런 시스템이 더욱 발전할 것으로 예상되고 있으며, 서구에서 먼저 개발이 될 경우 국내에도 이런 서구 장비의 도입이 불가피할 것으로 예상된다. 따라서, 국내에서 개발된 본 시스템을 앞에서 제시한 활용 분야에 적용한다면, 수입대체 효과뿐만 아니라 세계 각국으로의 수출에 따른 외화 획득에 크게 기여할 것으로 예상된다.

5.2 향후 연구 과제

원격 병리 진단 시스템은 병리 검사의 효율을 향상시키기 위한 의료영상 및 환자정보, 진단정보 등 다양한 정보를 포함하는 종합적인 시스템(Hospital integrated system)으로서의 역할을 수행한다. 이러한 다양한 종류의 정보를 통합하기 위해서는 하드웨어 기술, 정보 시스템 및 데이터베이스 기술, 네트워크 기술, 압축 및 영상 디스플레이 기술 등을 필요로 한다. 이러한 기술들과 더불어 원격 병리 진단 시스템의 발전 방향과 연구 분야는 다음과 같다.

■ 통합시스템 지향

현재 병원 내에는 많은 조직이 있고 업무가 다양해지고 있는 실정으로 병원 관리 시스템들이 통합되지 못한다면, 작업의 복잡성, 데이터의 이중입력, 속도와 성능저하 등의 여러 가지 문제점이 발생할 수 있다. 이에 원격병리진단 시스템은 병원으로의 부분적인 적용에서 벗어나 전 병원적인 규모로 확장되어지고, HIS, Web, Telemedicine 혹은 다른 시스템과의 연결이나 통합을 통하여 보다 좋은 이익을 위한 방향을 설정해야 할 것이다.

■ 원격 병리 진단 시스템의 경제성 분석에 관한 연구

고가의 원격병리진단 시스템 도입 시에 의사결정을 도와줄 수 있는 경제성 분석에 관한 연구는 원격 병리 진단 시스템의 도입을 망설이는 많은 병원의 관계자들의 의사결정에 많은 영향을 끼칠 수 있다. 이 분야에 관한 연구는 실제 원격 병리 진단 시스템을 도입했을 경우 얻을 수 있는 직접적인 효과와 간접적인 효과를 분리하여 제시함으로써 원격병리진단시스템의 투자비용과 관련하여 그 경제성을 강조할 수 있다.

참고문헌

- [1] 하태용, "의료장비 프로토콜 분석 및 의료정보 시스템과 연동을 위한 프로세스 구현", 대한설비관리학회지, Vol3, No1, p147~157, 1998
- [2] 김지관, "그림으로 보는 표준 ATM", p20~25, 1996
- [3] 김대영, 박영기, 박병, "TCP/IP를 적용한 향상된 SECS 프로토콜 개발에 관한 연구", 대한 설비관리학회지, Vol3, No1, p285~291, 1998
- [4] Ralph Davis 저, 김승태 역, "Win 32 네트워크 프로그래밍", 대림사, 1997
- [5] 정보통신부, "초고속 정보통신 응용기술 개발 사업 결과 발표 및 활성화를 위한 포럼", p655 ~658, 1998
- [6] NEMA, "The Draft of Digital Imaging and Communication in Medicine", National Electrical Manufacturers Association, Part1, 1998
- [7] NEMA, "The Draft of Digital Imaging and Communication, Part2, 1998
- [8] James, "TCP/IP NETWORKING", PTR PR- ENTICE HALL, 1994
- [9] William Stallings, "Data and Computer Communications", SAMS, 1993
- [10] Pimentel, "Communication Networks for Manufacturing", PRENTICE-HALL, 1996
- [11] Dimitris N.Chorafas, "Designing and Implementing Local Area Network", Mcgraw Hill, 1985
- [12] Joe Campbell, C Pogramms Guide to Serial Communications, SAMS, 1993
- [13] "Medical Infomation Ceminar", medinfo '98, compaq, 1998