

## 인터넷 기반 원격 의료 진단 시스템 개발

이경태\* · 임형주\* · 김상욱\* · 안운호\*\* · 윤여동\*\*

\*강원대학교 컴퓨터정보통신공학부 · \*\*(주)엑스레이21

### 요 약

현대 의학에서 방사선 이미지는 환자의 진단 및 치료를 위해 널리 사용된다. 방사선 전문의는 이미지를 정확하게 판독하고, 이를 토대로 환자를 올바르게 진단하는 역할을 한다. 그러나 현재 대부분의 병원에는 방사선 전문의의 수가 매우 부족한 형편이다. 특히, 규모가 작거나 외진 곳에 위치한 병원에서는 방사선 전문의가 존재하지 않는 경우도 있다. 이러한 상황에서는 환자에 대한 올바른 진단이 거의 불가능해진다. 또한, 방사선 전문의가 24시간 내내 상주하지 않으므로 야간의 응급환자의 경우 방사선 전문의의 부재로 인하여 매우 어려운 상황을 맞을 수도 있다. (주)엑스레이21과 강원대학교 데이터및지식공학 연구실에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 2000년부터 공동 연구를 추진하고 있다. 현재, 컴퓨터와 네트워크 기술의 급격한 발전으로 인하여 많은 방사선 전문의들과 많은 병원들을 인터넷을 통하여 하나로 연결하는 것이 가능해졌다. 이러한 인터넷 환경을 활용함으로써 본 공동 연구에서는 방사선 이미지의 원격 진단을 위한 인터넷 기반 원격 의료 진단 시스템을 개발하였다. 본 논문에서는 시스템 개발 과정에서 획득한 다양한 기술적 경험들에 관하여 논의한다.

## Development of an Internet-Based Medical Diagnosis System

Kyung-Tae Lee\* · Hyung-Joo Lim\* · Sang-Wook Kim\*  
Yun-Ho Ahn\*\* · Yeo-Dong Youn\*\*

### ABSTRACT

Radiologic images are widely used in hospitals for diagnosing and treating patients' diseases. The radiologist accurately reads radiologic images, and thus helps diagnose patients correctly. The number of radiologists is much smaller than is necessary, however. In some small or rural hospitals, there are no radiologists residing there. In these cases, correct diagnosis and treatment are infeasible. Also, radiologists are not resident at hospitals all day long. Thus, emergency patients would suffer from the absence of radiologists at night. XRay21 Inc. and Data & Knowledge Engineering Lab. at Kangwon National University have been working together since 2000 in order to alleviate the problems above. Currently, the advances of the computer and network technology make it possible to connect a lot of radiologists and hospitals together through the Internet. By fully utilizing the Internet environment, we have developed an Internet-based medical diagnosis system, thus permitting remote diagnosis of radiologic images. This paper presents the technical experiences obtained in developing the system.

## 1. 서론

현재 이미지는 의료 분야에 중요하게 사용되고 있다. 특히 방사선 이미지는 환자의 병을 진단하고 치료하기 위해서 유용하게 사용된다. 방사선 이미지가 병원 밖에서 필요한 경우가 발생한다. 이를 위해서 보통 하드 카피(hard copy) 이미지<sup>1)</sup>를 사람이 직접 운반하게 된다. 이는 간단한 방법이지만 여러 가지 문제점을 유발하게 된다. 하드 카피 이미지를 운반하게 되면, 다른 사람들은 그 이미지를 이용할 수 없다. 이동하는데도 시간이 많이 소비하게 된다. 또한 이런 식으로 운반되는 여러 이미지를 일관성 있게 관리하기 위해서는 많은 비용이 든다[1].

기존의 대형 병원 내에서는 PACS(picture archiving and communication system)을 이용해서 소프트 카피(soft copy) 이미지<sup>2)</sup>를 관리한다. 이 시스템을 이용하면 병원의 여러 부서에서 이미지를 공유해서 사용할 수도 있고 이미지를 검색해서 찾을 수도 있다. 또한 소프트 카피 이미지에 대한 이미지 처리도 가능하게 해 준다. 그러나, PACS은 대형 병원에서만 이용할 수 있을 정도로 고가의 장비이며, 이에 대한 전문적 관리 비용이 크므로 중소 규모의 병원에서는 이를 이용하기가 어렵다. 또한, PACS는 앞에서 언급한 병원 밖에서의 방사선 이미지의 사용을 가능하게 하는 것도 아니다[1][2].

방사선 이미지를 정확하게 판독하기 위해서는

방사선 전문의가 필요하다. 방사선 전문의는 상대적으로 그 수가 적다. 따라서 중소 규모의 병원이나 지방 병원의 경우에는 방사선 전문의가 없는 경우가 상대적으로 많다. 이런 경우 환자에 대한 정확한 진료가 이루어지지 않을 수도 있다. 또한, 방사선과가 있다고 하더라도 비번이나 다른 사유로 병원 내에 없는 경우도 있다[2]. 이러한 상황에서는 응급 환자의 진료에 어려움을 겪을 수 있다.

앞에서 방사선 하드 카피 이미지의 이용상 제약이나 이런 제약점을 해결하기 위해서 기존 PACS를 이용하기는 어렵다는 것을 보았다. 그리고 방사선 전문의에 의한 정확한 진단이 이루어지지 않을 수 있다는 것을 살펴보았다. 본 연구에서는 이러한 문제점의 대안이 될 수 있는 방법으로 인터넷을 이용해서 방사선 이미지의 원격 진단을 가능하게 하는 원격 의료 진단 시스템을 개발하였다.

현재 자바와 웹 환경 기반으로 개발된 원격 의료 진단 시스템은 원격에 위치한 송신자가 송신자의 로컬 저장 장치에 있는 방사선 이미지나 스캐너를 통해서 입력받은 이미지를 인터넷을 통해서 데이터베이스 서버로 전송할 수 있게 해준다. 또한 데이터베이스에 저장된 이미지를 판독자인 방사선 전문의의 판단을 위해서 화면에 보여주게 되고 진료에 필요한 다양한 이미지 처리를 할 수 있게 해준다. 또한, 송신자는 판독된 내용을 확인해 볼 수 있다. 본 논문에서는 개발 과정에서 얻은 다양한 이슈와 이에 대한 해결 방안에 관하여 논의한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 원격 의료 진단 시스템의 전체 구조에 대해 설명한 후 시스템을 이용하는 간단한 시나리오를 제시한다. 제 3장에서는 시스템의 설계 및 구현에 대해서 설명한다. 시스템을 여러 구성 단위로 나누어서 각 구성 단위는 어떻게 설계되었고 또 어떠한 기술로 구현되었는가에 대해서 설명한다. 제 4

\* 본 연구는 한국학술진흥재단 선도연구자 지원사업(과제번호: KRF-2000-041-E00258)의 지원을 받았습니다.

1) hard copy 이미지는 방사선 이미지 촬영 필름 자체를 의미한다.  
2) soft copy 이미지란 컴퓨터에 저장된 이미지 파일을 의미한다. 예를 들면, JPEG, GIF 포맷의 이미지 파일을 들 수 있다.

장에서는 사용자 인터페이스의 예를 통하여 개발된 시스템이 제공하는 기능에 대하여 설명한다. 끝으로, 제 5장에서는 본 논문을 요약하고, 결론을 내린다.

## II. 시스템 아키텍처

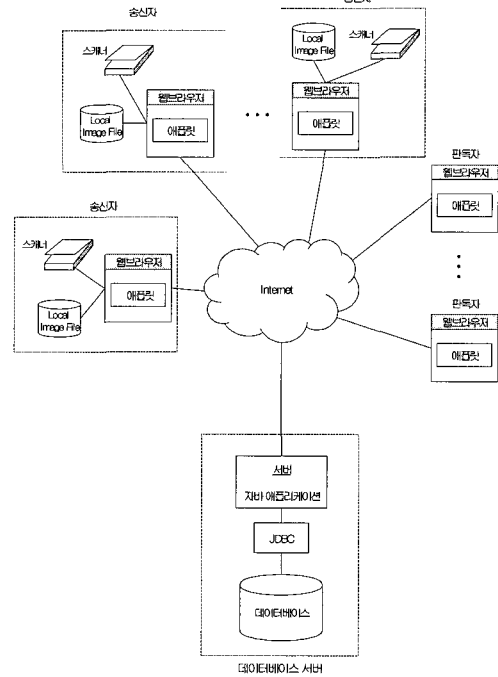
본 장에서는 원격 의료 진단 시스템의 전체 구성과 각 구성 부분에 대하여 개략적으로 설명한다. 먼저, 제 2.1절에서는 원격 의료 진단 시스템의 전체 구조에 대해서 설명하고, 제 2.2절에서는 시스템 동작에 대해서 간략히 언급한다.

### 2.1 시스템 구조

(그림 1)은 원격 의료 진단 시스템의 전체 구조를 나타낸다. 전체 시스템은 인터넷으로 연결된 송신측, 판독측, 데이터베이스 서버로 구성된다. 송신측은 의뢰 병원에 해당되며, 방사선 전문의의 판독이 필요한 영상 이미지를 환자의 정보와 함께 전송한다. 판독측은 방사선 전문의에 해당되며, 의뢰가 들어온 내용을 판독하게 된다. 데이터베이스 서버는 클라이언트로부터 요청되는 작업을 처리하는 자바 애플리케이션과 이를 저장하는 데이터베이스로 구성된다. 자바 애플리케이션은 클라이언트가 전송한 환자의 정보와 영상 이미지를 처리하거나 이들을 데이터베이스에 저장한다. 또한, 방사선 전문의의 판독 후에는 판독한 결과를 데이터베이스에 추가하여 저장한다.

### 2.2 시나리오

먼저 송신측은 인터넷으로 연결된 데이터베이스 서버에 접속해서 사용자 인증을 받는다. 환자의



(그림 1)

상태를 기록한 후, 영상 이미지를 파일 입력을 통해서 선택하거나 엑스레이 필름을 스캐너를 통해서 입력받은 후 전송하면 데이터베이스 서버의 자바 애플리케이션은 환자 정보와 이미지 정보를 처리하여 데이터베이스 각각의 테이블에 저장한다. 판독측도 먼저 데이터베이스 서버에 접속해서 사용자 인증을 받은는다. 판독 의뢰가 들어온 데이터를 선택하여 진단한 후, 진단 내용을 전송하면 데이터베이스 서버의 자바 애플리케이션은 이 내용을 테이블에 추가하여 저장한다. 이와 같이, 전송 후 방사선 전문의의 진단 내용이 데이터베이스에 저장된 후에는 송신측은 판독자 메뉴에서 진단 결과를 확인 할 수 있다.

### III. 시스템 설계 및 구현

본 장에서는 원격 의료 진단 시스템의 전체 구성과 각 구성 요소의 설계 및 구현 전략을 구체적으로 설명한다. 먼저, 제 3.1절에서는 프로세스 구조에 대해서 설명한다. 제 3.2절에서는 데이터베이스 설계에 대해서 설명한다. 제 3.3절에서는 송신측에서 이미지를 전송하는 방법과 처리 가능한 이미지의 종류에 대해서 설명한다. 마지막으로 제 3.4절에서는 이미지 처리를 위해 사용한 라이브러리와 추가적으로 구현한 이미지 처리에 대해서 논의한다.

#### 3.1 프로세스 구조

원격 의료 진단 시스템은 전체적으로 3티어(tier) 구조로 되어 있다. 먼저, 애플릿에 대해서 설명한 후 3티어 구조에 대해서 설명한다. 또한, 애플릿으로 구현된 클라이언트 애플리케이션, 자바 애플리케이션으로 구현된 서버 애플리케이션 그리고 두 애플리케이션에서 사용하는 데이터베이스에 대해서 차례로 설명한다.

자바 애플릿이란 HTML 페이지에 포함되어 자바 호환(java-compatible) 웹 브라우저에 의해 실행될 수 있는 자바 프로그램이다. 자바 호환 웹 브라우저가 자바 애플릿이 포함된 HTML 페이지를 보여줄 때, 웹 서버 쪽에 있는 자바 애플릿 코드를 다운로드 한 후 브라우저 내에서 실행하게 된다[1][3]. 애플릿은 자바 호환 웹 브라우저만 있다면 인터넷이 연결된 곳에서 별도의 절차 없이 프로그램을 이용할 수 있게 해 준다. 예를 들면, 본 원격 의료 진단 시스템을 사용하는 클라이언트는 별도의 프로그램 설치 없이 웹 브라우저를 통해서 원격 진료 서비스를 이용할 수 있다. 애플릿

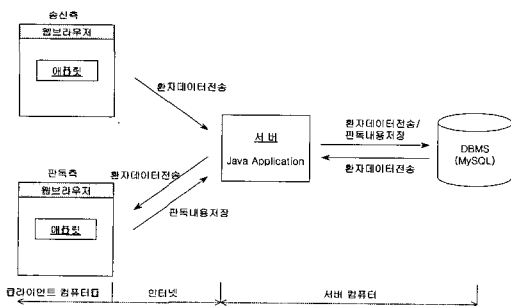
은 설치되는 것이 아니라 인터넷을 통해서 다운로드 되어서 실행되기 때문이다.

3티어 구조는 2티어 구조에 대해서 이해하면 더욱 쉽게 이해할 수 있다. 2티어 구조는 클라이언트 애플리케이션과 데이터베이스 관리 시스템 두 가지로 구성된다. 클라이언트 애플리케이션은 데이터베이스 관리 시스템과 직접적으로 통신함으로써 동작한다. 반면, 3티어 구조는 2티어 구조에 서버 애플리케이션이라는 구성 요소가 추가 되게 된다. 서버 애플리케이션은 클라이언트 애플리케이션과 데이터베이스 관리 시스템 중간에 위치하게 되고 클라이언트 애플리케이션과 데이터베이스 관리 시스템간의 통신을 중계하게 된다.

앞서 살펴본 2티어 구조는 간단하지만 여러 가지 단점이 존재한다. 2티어 구조의 클라이언트 애플리케이션에는 데이터베이스 관리 시스템과 직접 통신을 위해서 클라이언트 애플리케이션 내에 데이터베이스를 조작하기 위한 코드가 들어가게 된다. 이렇게 함으로써 발생하는 가장 심각한 문제는 보안상의 문제이다. 클라이언트 애플리케이션이 특정 데이터베이스와 연결을 설정하기 위해서는 해당 데이터베이스에 대한 접근 권한이 있는 아이디(id)와 암호(password)가 필요하게 된다. 2티어 구조에서는 이 아이디와 암호가 클라이언트 애플리케이션에 위치하게 된다. 본 시스템에서 클라이언트 애플리케이션은 애플릿으로 구현했는데 애플릿은 그 고유한 특성상 원격 호스트에서 로컬 호스트로 다운로드 되어서 사용되므로 다운로드된 클래스 파일을 디컴파일 하게 되면 데이터베이스에 관한 정보가 그대로 노출된다[4]. 또한, 애플릿의 크기를 증가시키는 원인이 되므로 애플릿의 다운로드 속도를 저하시키게 되고 웹 브라우저 내에서 실행 될 때에 메모리 사용량을 가중시킨다. 따라서 이는 성능 저하의 직접적인 원인이 된다.

반면, 3티어 구조는 데이터베이스에 접근하는 코드를 서버 애플리케이션에 위치하게 함으로써 여러 가지 장점을 얻을 수 있게 된다. 첫째로 데이터베이스를 클라이언트로부터 숨길 수 있게 때문에 보안상 안전하다. 애플릿은 실행을 위해서 데이터베이스의 위치나 연결 설정에 대해서 신경을 쓸 필요가 전혀 없고 단지 서버 애플리케이션에 접속해서 원하는 작업을 수행하면 된다. 또한, 데이터베이스에 관련된 SQL 문을 클라이언트 애플릿에 쓰지 않아도 되므로 클라이언트 애플릿의 크기가 작아지게 된다. 따라서, 인터넷을 통한 클라이언트 애플릿의 다운로드 속도를 높일 수 있고 웹 브라우저 내에서의 수행 성능도 높을 수 있다 [4].

(그림 2)는 3티어 애플릿 구조로 구성되어 있는 원격 의료 진단 시스템의 전체 프로세스 구조이다. 웹 브라우저 내에서 송신측 애플릿과 판독측 애플릿이 수행된다. 이 애플릿이 수행되는 각 클라이언트 컴퓨터는 인터넷을 통해서 서버 컴퓨터와 접속해 있다. 서버 애플리케이션은 클라이언트 애플릿과 통신하고 데이터베이스와 연동하게 되는데 서버 애플리케이션과 데이터베이스는 같은 호스트 내에 위치하게 된다.



(그림 2)

먼저 프로세스 구조 중 클라이언트 애플릿에 대

해 살펴본다. 클라이언트 애플릿에는 두 가지가 있다. 하나는 송신측 애플릿으로 주로 진료에 필요한 환자의 정보를 전송하는 목적으로 사용하게 되고 다른 하나는 판독측 애플릿으로 진료에 필요한 환자의 정보를 전달받아서 판독한 후 판독 내용을 저장하게 된다.

송신측 애플릿에서는 문자나 숫자 같은 정보 외에 이미지 정보를 전송해야 한다. 이미지 정보를 전송하는 방법은 애플릿에서 기존에 있던 로컬 이미지 파일이나 스캐너를 직접 제어해서 필름을 스캔한 후 만든 이미지 파일을 인터넷을 통해서 업로드하는 두 가지 방법을 제공한다. 그러나 일반 애플릿은 이미지 파일을 업로드 할 수도 스캐너를 제어 할 수도 없다. 만일, 웹 브라우저를 통해서 다운로드된 애플릿이 로컬 시스템에 아무런 제약 없이 접근 할 수 있다면 시스템 파괴나 정보의 유출 등 여러 가지 유해한 작업을 하게 될 수도 있다. 이를 예방하기 위해서 애플릿은 로컬 시스템에 접근할 수 없고, 로컬 시스템에 연결된 디바이스에도 접근할 수 없고, 애플릿이 위치해 있던 원래의 호스트와 다운로드된 로컬 호스트 외에는 다른 호스트로 연결 할 수 없는 제약을 가진다[5]. 원격 의료 진단 시스템은 애플릿을 통해서 로컬 호스트에 있는 이미지 파일이나 스캐너를 통한 이미지 스캔을 해야하기 때문에 애플릿이면서 이러한 제약을 가져서는 안 된다.

애플릿이면서 이러한 제약조건을 벗어날 수 있는 방법이 두 가지가 있다. 하나는 서명된 애플릿 (signed applet)[6]이고 다른 하나는 웹 브라우저에서 특정 사이트로부터 다운로드되는 애플릿에 대해서 보안 설정을 변경하는 것이다. 서명된 애플릿은 믿을 수 있는 업체가 애플릿에 대해서 이 애플릿은 다운로드해서 사용해도 로컬시스템에 유해하지 않은 애플릿이라고 보증하는 방식이다. 사용

자가 애플릿의 사용에 동의하면 애플릿은 제약조건을 벗어나서 동작하게 된다. 두 번째 방법은 사용자가 웹 브라우저의 옵션 변경을 통해서 특정 호스트로부터 다운로드되는 애플릿에 대해서 권한을 변경해주는 것이다[7]. 옵션에 신뢰할 수 있는 애플릿이 다운로드 될 특정 호스트의 인터넷 주소(IP address)나 도메인 네임(domain name)을 설정하고, 다음으로 다운로드된 애플릿이 로컬 시스템에 접근할 수 있는 레벨을 조정하게 된다. 웹 브라우저의 애플릿에 대한 옵션 조정으로 클라이언트 애플릿은 로컬 시스템에 있는 이미지 파일이파스캐너를 제어할 수 있게 된다. 원격 의료 진단 시스템에서는 후자를 사용하고 있다.

판독측 애플릿은 방사선 전문가가 송신된 환자의 정보를 보고 판독하는 용도로 쓰인다. 사용자가 웹화면에서 보고 싶은 환자를 클릭하면 그 환자를 유일하게 구분할 수 있는 인자가 판독측 애플릿으로 전달되게 된다. 판독측 애플릿은 시작되면서 이 인자를 통해서 서버에 연결하여서 환자의 텍스트 정보를 얻어서 화면에 보여주게 된다. 이때 이미지 데이터는 가져오지 않고 관련이 있는 이미지 데이터를 가져오기 위해 필요한 정보만을 표시하게 된다. 관련 이미지 데이터를 요구하는 버튼을 클릭하면 애플릿은 해당 이미지 정보를 데이터베이스로부터 가져와 새로운 윈도우에 보여준다. 이 윈도우를 필름 인터프리터라고 부른다. 필름 인터프리터를 통해서 이미지를 보고 이미지에 대한 여러 조작을 한 후 판독 내용을 적어서 다시 데이터베이스에 저장하게 된다.

서버 애플리케이션은 자바 애플리케이션으로 구현되어 있고 일반적인 서버들과 같은 기능을 하게 된다. 즉, 클라이언트의 요청을 대기하고 있다가 요청이 들어오면 해당 요청에 대한 작업을 수행한다. 서버는 송신측에서 보낸 환자의 정보를 데이

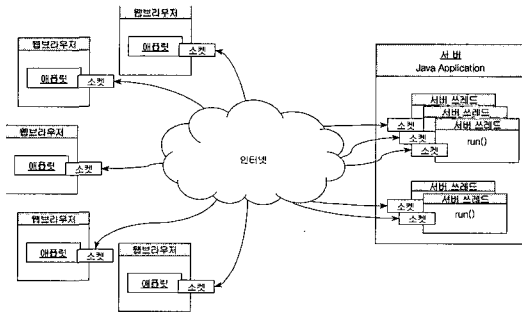
터베이스에 저장하는 것과 판독측에서 특정 환자의 정보를 요청 할 때 환자의 정보를 전송해주거나 판독측 애플릿에서 전송된 환자의 변경된 내용을 저장하는 역할을 하게 된다.

서버는 자바의 스레드(thread) 프로그래밍 기술을 이용해서 개발되었다[8]. 스레드란 한 프로세스 안에서 수행되는 경량 프로세스를 의미한다. 클라이언트 애플리케이션의 요구에 따라 개별 프로세스가 생성되는 것이 아니라 프로세스 내에서 스레드를 생성해서 클라이언트 애플리케이션의 요구를 처리한다. 스레드를 이용하면 프로세스보다 더 효율적으로 메모리 자원을 이용하게 된다. 또한, 스레드는 스레드간에 자원을 공유할 수 있다. 반면에 스레드들이 동시에 접근하는 데이터나 디바이스 등의 자원에 대해 동기화가 제대로 이루어지지 않는다면, 원하지 않는 결과를 도출 할 수 있으므로 프로세스를 이용한 서버 프로그래밍보다 더 주의 깊은 코딩이 요구된다.

(그림 3)은 서버 애플리케이션이 클라이언트의 요청을 스레드를 이용해서 처리하는 모습을 나타낸 것이다. 서버 애플리케이션에서는 두 종류의 스레드가 동작하게 된다. 송신측 애플릿과 통신하는 스레드와 판독측 애플릿과 통신하는 스레드이다. 서버 애플리케이션은 클라이언트의 요청을 구분해서 각각을 처리하는 대응 스레드를 생성하게 된다. 두 개의 스레드가 아닌 하나의 스레드로도 프로그래밍이 가능하다. 그러나 두 개의 스레드가 다루는 정보의 형태가 다르므로 이와 같이 독립된 스레드로 나눔으로써 복잡한 구조를 피하고 각 스레드가 하는 작업을 명확하게 표현할 수 있다. 이 두 개의 스레드는 클라이언트의 요청에 따라 데이터베이스에 정보를 저장하거나 가져오는 작업을 수행하게 된다.

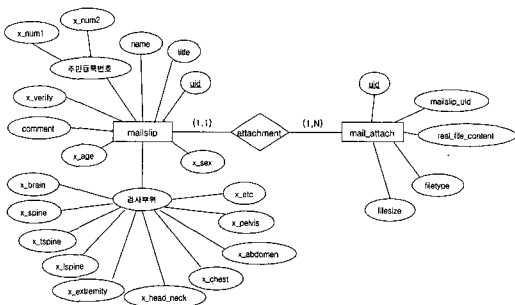
### 3.2 데이터베이스 설계

본 절에서는 데이터베이스의 전체 구조에 대해서 설명하고, 각 릴레이션에 대해서 그리고 릴레이션들간의 관계에 대해서 설명한다.



(그림 3)

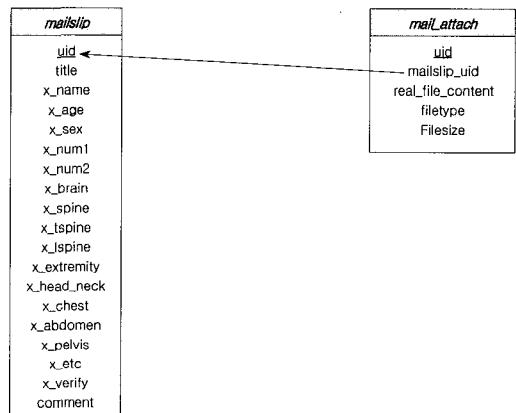
(그림 4)에서는 원격 방사선 영상전송 시스템에서 사용하는 데이터베이스의 ER(entity- relationship) 다이어그램[9]을 보여주고 있다. 실제로는 (그림 4)보다 상세한 구조로 되어 있지만, 본 시스템에서 실제적으로 사용되는 엔티티들과 그 관계에 대해서만 표기한다. (그림 5)는 릴레이션 표현이다.



(그림 4)

원격 의료 진단 시스템의 데이터베이스는 mailslip 이라는 개체(entity)와 mail\_attach 라는 개체로 구성되어 있으며 두 개체는 첨부(attachment)라는

관계를 가진다. 진료를 의뢰하게 되는 환자는 크게 두 가지 타입의 정보를 가진다. 그 첫 번째는 일반적인 문자와 숫자 정보이다. 예를 들어, 환자의 이름이나 나이, 주민등록번호, 현재 환자 상태에 대한 의사의 견해 등이 이에 해당된다.



(그림 5)

이를 환자의 텍스트 정보라고 칭한다. mailslip 개체는 이러한 정보를 저장하게 된다. 두 번째로는 환자에 대한 이미지 정보이다. 이미지 정보는 실제 이미지를 나타내는 데이터와 이미지의 부가적인 정보인 파일 크기, 파일의 종류 그리고 환자와의 관계를 이어주기 위한 부가적인 정보로 구성된다. mail\_attach 개체가 이러한 정보를 저장하게 된다. 하나의 mailslip 개체는 하나 이상의 mail\_attach 개체와 관계를 가질 수 있다.

먼저, mailslip 개체에서 애트리뷰트 uid는 개체 내의 개체 인스턴스(entity instance)들을 구분 짓는 일련번호로 기본키(primary key) 역할을 한다. 애트리뷰트 title은 진료를 의뢰한 내용을 대표하는 제목이다. 애트리뷰트 x\_name은 환자의 이름, 애트리뷰트 x\_num1과 애트리뷰트 x\_num2는 환자의 주민등록번호, 애트리뷰트 x\_sex는 환자의 성

별, 애트리뷰트 x\_age는 환자의 나이를 나타낸다. (그림 4)에서 애트리뷰트 x\_brain부터 애트리뷰트 x\_etc까지는 환자를 촬영한 검사부위를 나타내는데 좌측에서 우측으로 머리, 목뼈, 등뼈, 요추, 사지, 머리와 목, 흉부, 복부, 골반 그리고 기타 부위를 의미한다. 애트리뷰트 x\_verify는 환자가 촬영한 방사선 영상의 종류를 나타낸다. 방사선 영상의 종류로는 자기공명영상, 컴퓨터 단층촬영, 초음파검사, 핵의학 검사, 그리고 일반촬영과 기타 특수 X선 검사가 있다.

mail\_attach 개체에서 애트리뷰트 uid는 릴레이션내의 개체 인스턴스들을 구분 짓는 기본키 역할을 한다. mailslip\_uid는 mailslip 테이블의 uid를 참조하는 외래 키(foreign key)이다. mailslip\_uid를 통해서 특정 환자와의 관계를 가지는 이미지 정보를 파악할 수 있다. 예를 들어, 같은 mailslip\_uid 값을 가지는 mail\_attach 개체의 개체 인스턴스들은 동일한 환자의 이미지 정보임을 알 수 있다. 애트리뷰트 real\_file\_content는 실제 이미지 파일이 저장되는 BLOB(binary large object)타입의 애트리뷰트이다. 애트리뷰트 filesize는 파일의 크기, 애트리뷰트 filetype은 이미지 파일의 종류가 저장되는 애트리뷰트이다.

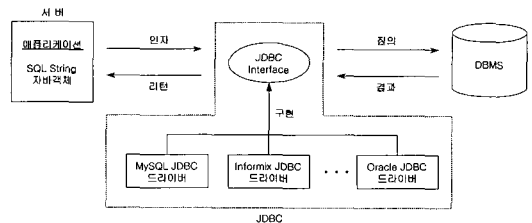
이와 같이 원격 의료 진단 시스템에서는 환자의 이미지 정보를 별도의 파일 서버 내에서 관리하는 것이 아니라 데이터베이스의 BLOB 타입으로 저장하게 된다. BLOB은 DBMS에서 대형 멀티미디어 데이터를 저장하게 하는 자료 구조이다. 대형 멀티미디어 데이터란 텍스트, 그래픽스, 이미지, 애니메이션, 오디오, 비디오 등의 기존의 수치나 문자 데이터와는 달리 크기가 커서 하나의 페이지(Page) 내에 저장할 수 없는 크기가 큰 객체(large object)를 의미한다[10]. DBMS를 통해서 환자의 이미지 정보를 직접 관리하게 되므로, 파

일 서버를 따로 사용하는 것보다 쉽고 효과적으로 이미지 데이터를 관리할 수 있다.

이제부터는 자바 서버 애플리케이션에서 데이터베이스에 접근하는 방법에 대하여 논의한다. 자바 애플리케이션에서 데이터베이스와 연동을 위해서는 JDBC(java database connectivity)를 사용한다 [4].

JDBC는 자바 패키지의 일부로서 자바 프로그램이 데이터베이스와 연결되어 데이터를 주고받을 수 있게 해주는 프로그래밍 인터페이스이다. 이것은 DBMS 언어인 SQL(standard query language)로 작성된 질의를 자바 프로그램과 DBMS가 주고받을 수 있다는 의미이다. JDBC를 사용함으로써 여러 종류의 데이터베이스를 공통된 인터페이스를 이용해서 동일한 방법으로 사용할 수 있게 된다.

(그림 6)은 애플리케이션이 JDBC를 사용해서 데이터베이스와 통신하는 것을 개념적으로 표현한 것이다. 응용프로그램은 SQL 스트링을 인자로 사용해서 적절한 JDBC 메소드를 호출하면, JDBC는 데이터베이스 시스템에 SQL 스트링을 질의로 보내게 된다. DBMS는 질의에 대한 결과를 반환하게 되고, 이 결과는 JDBC 메소드의 리턴 값으로 애플리케이션에 전달된다.

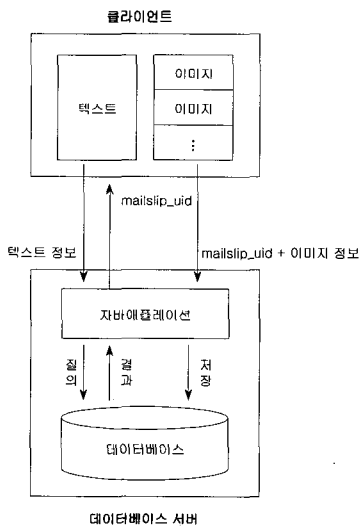


(그림 6)

여러 클라이언트들로부터 동시에 데이터가 전송되는 경우가 발생하므로, 서버 내에서의 동시성



제어가 필요하다. 이를 위하여 본 개발에서는 서버의 자바 애플리케이션이 시작되면 먼저 DBMS에 질의를 던져 mailslip과 mail\_attach 테이블의 삽입될 uid를 확인해서 시스템 메모리에 저장한다. 이 후에 송신측으로부터 텍스트로 구성되어 있는 환자 정보를 먼저 받아서 해당 mailslip의 uid를 송신측으로 전송해주면, 송신측은 받은 mailslip의 uid와 함께 이미지 정보를 전송하게 된다. 동시에 자바 애플리케이션은 클라이언트로 mailslip의 uid 보내면서 이를 하나 증가시켜 주고, 이후에 이미지 정보가 전송되면 클라이언트로 받은 mailslip uid에 메모리 상에 가지고 있는 mail\_attach uid를 이용해서 저장하고, 역시 이를 하나씩 증가시킨다.



(그림 7)

### 3.3 이미지 입력

TWAIN은 스캐너, 디지털 카메라 등의 화상 입력장치를 그래픽 처리 프로그램과 직접 연결시켜 이미지 데이터를 전달하는 소프트웨어 적인 표준 인터페이스이다[11]. TWAIN 1991년부터 Aldus,

Caere, Eastman Kodak, Hewlett-Packard, Logitech 의 주도와 Adobe, Howtek, Software Architect 의 후원 속에 표준화되었다. 따라서 이를 지원하는 스캐너를 장착하는 경우에는 추가적인 작업 없이 바로 이미지 처리를 할 수 있게 된다. 스캐너를 통해서 입력받은 이미지는 JPEG 형태로 사용자 디렉토리에 임시로 생성되며 전송이 끝난 후에는 삭제된다.

현재 전송 가능한 이미지 파일의 형태는 JPEG, GIF, DICOM 등이며, 파일 대화 상자에서 파일을 선택하면 이를 경로와 함께 입력 파일란에 표시해주고, 지원 가능하지 않는 형식일 경우 에러 메시지를 출력한다. 또한, DICOM 형식의 파일을 사용자가 전송 전에 수정(Bright/Contrast/Mark)하게 되면 TIFF 형식으로 변환해서 전송하게 된다.

### 3.4 이미지 처리

본 절에서는 이미지 처리를 위해 사용한 라이브러리에 대해서 설명한 후, 실제로 사용된 이미지 처리에는 어떠한 것이 있는지 살펴본다.

이미지 처리를 위해 사용된 라이브러리는 ImageJ 1.20s이다[12]. ImageJ는 NIH(National Institute of Health)에 의해 개발되었고 소스 코드가 공개된 자바 이미지 처리 애플리케이션이다. 자바 애플릿과 애플리케이션 두 가지 형태로 사용이 가능하고, 버전이 1.1 이후인 자바 가상 머신(Java Virtual Machine)에서 사용 가능하다. ImageJ는 TIFF, GIF, JPEG, DICOM, BMP 등의 이미지 포맷을 읽을 수 있고, 스택 이미지<sup>3)</sup>를 읽는 것도 지원한다. 사실 ImageJ는 정확한 의미에서 이미지 처리 라이브러리는 아니다. 이미지 처

3) 스택 이미지(stack image)란, 하나의 이미지 파일이 여러 장의 이미지로 구성되어 있는 것을 의미한다.

리 애플리케이션이지만 자바의 객체 지향적 특성 때문에 라이브러리처럼 사용이 가능하다. ImageJ는 라이브러리가 아니기 때문에 일반적인 상황에 동작하게 설계되어 있지 않다. 따라서 본 시스템에 특성에 맞게 이미지 처리를 사용하기 위해서 소스코드를 수정하거나 ImageJ의 이미지 처리 클래스를 확장해서 필요한 이미지 처리를 재정의 해서 사용하였다. 또한, ImageJ에서는 제공되지 않는 확대경이나 각도기를 직접 구현해서 사용하였다.

다음은, 본 시스템에서 제공하고 있는 이미지 처리 기능의 종류를 설명한다. 먼저, ROI(Region of Interest) 처리를 하는 기능이 있다. ROI의 일반적인 의미는 이미지에서 관심 있는 영역에 표시하는 것이다. 표시하는 방법에는 사각형, 원형 등의 도형을 관심 영역에 그리는 방법이나 텍스트를 입력해서 관심 영역에 대해 설명하는 방법 등이 주로 사용된다. 본 시스템에서는 도형을 이용해서는 사각형과 원형을 그릴 수 있고, 점을 표시할 수 있는 연필과 텍스트를 표시할 수 있도록 하였다. 또한, 이미지의 크기를 변경하기 위한 처리가 있다. 이미지를 200%, 150%로 확대 또는 50%로 축소하는 처리를 제공한다. 이 외에도 특정 영역만을 확대하기 위한 처리도 제공한다. 이미지의 위치를 변경하기 위해서 이미지를 좌우로 또는 위아래로 바꾸는 처리를 제공하며, 90°단위로 시계방향과 반시계 방향으로 이미지를 회전을 시키는 기능도 제공한다. 이미지의 밝기와 대조를 조정하기도 한다. 끝으로 이미지의 크기나 각도를 재기 위한 측정 도구로 자와 각도기가 존재한다.

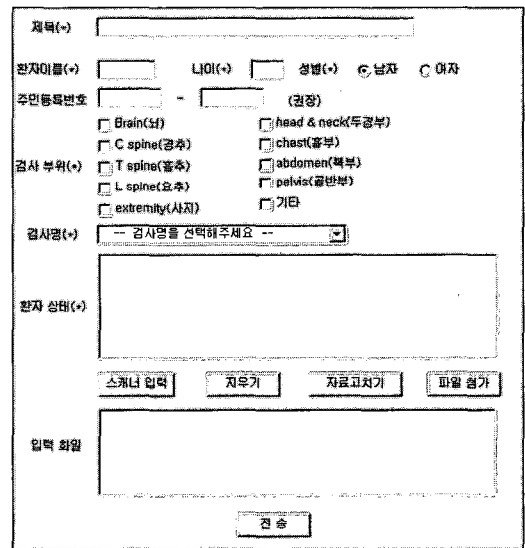
## V. 사용자 인터페이스

본 장에서는 실제로 구현되어진 사용자 인터페이스를 제시하고, 원격 의료 진단 시스템의 사용

법에 대해서 설명한다. 제 4.1절에서는 송신측 인터페이스를 살펴보고, 이에 대한 기능을 설명한다. 제 4.2절에서는 관독측 인터페이스를 살펴보고 이에 대한 기능을 설명한다.

### 4.1 송신측

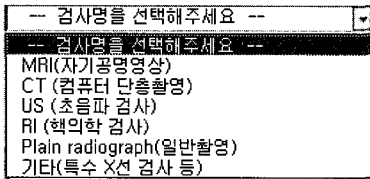
송신측 인터페이스는 (그림 8)과 같이 이루어져 있다. 레이블(label) 옆에 ‘(\*)’ 표시가 되어있는 것은 사용자가 반드시 입력해야 하는 부분으로 이 부분을 다 입력하지 않고 전송버튼을 누르면 입력하지 않은 부분에 대한 에러메시지를 받게 된다.



(그림 9)

검사명 부분에서 ‘검사명을 선택해주세요’ 부분을 누르면 (그림 9)와 같은 화면이 나오며 이중에 해당 부분을 선택할 수 있다. 스캐너 입력 버튼을 누르면 클라이언트 시스템의 시간을 이용한 유일한 파일명이 생성되며, 형식은 JPEG을 갖는 파일이 디스크에 저장된다. 이 파일명이 입력파일 부분에 표시된다. 파일 첨가 버튼은 기존의 파일을

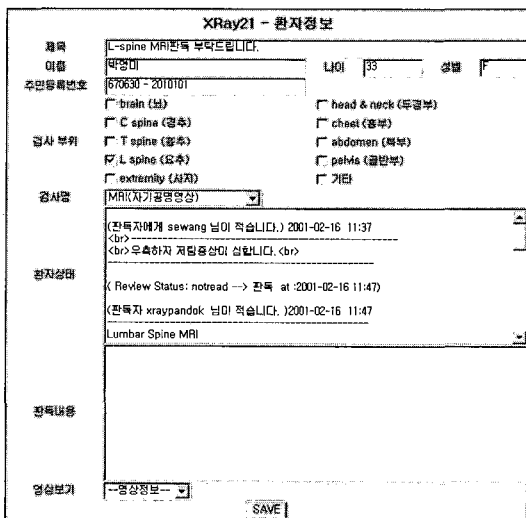
선택하기 위한 것이다. 파일 대화 상자 내에서 사용자가 전송하고자 하는 파일을 선택하면, 경로와 파일명을 입력파일 부분에 표시해 준다. 고치기 버튼은 전송 전에 이미지 파일을 수정(Bright/Contrast/Mark)하고자 할 때 사용하며, 입력 파일 표시 부분에서 원하는 이미지를 선택한 후 작업을 수행할 수 있다. 사용법은 판독측 필름 인터프리터와 유사하다.



(그림 9)

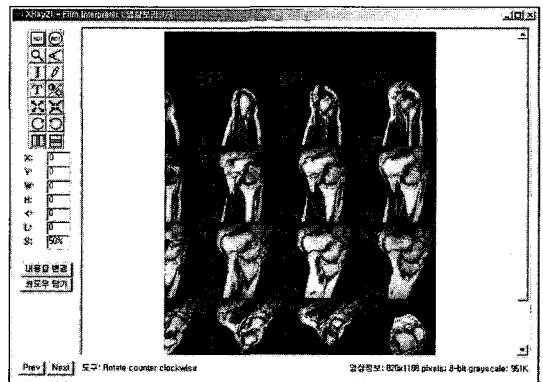
#### 4.2 판독측

(그림 10)은 판독측에서 송신된 환자의 텍스트 정보를 보는 판독측 애플릿이다.



(그림 11)

애플릿에 있는 제목 부분부터 환자 상태까지는 송신측에서 전송한 환자의 텍스트 정보를 그대로 보여준다. 판독자는 이 내용을 변경할 수 없다. 환자 상태 아래의 판독 내용이란 이름의 텍스트 상자는 방사선 전문의가 판독한 내용을 기입하는 부분이다. 판독 내용란이 변경되었을 경우에는 SAVE 버튼을 클릭 함으로써 데이터베이스내의 해당 내용을 변경시킬 수 있다. 영상 보기에서는 선택 리스트를 통해 관련된 이미지의 리스트를 표시해 주게 된다. 선택 리스트 중에서 특정 아이템을 선택하게 되면, 해당 아이템에 대응하는 이미지를 필름 인터프리터를 통해서 화면에 보여주게 된다. (그림 11)은 필름 인터프리터를 보여주고 있다. (그림 10)은 웹 브라우저에 포함된 형태이고 (그림 11)의 필름 인터프리터는 웹 브라우저와는 별도의 창으로 나타나게 된다.



(그림 12)

(그림 11)에서 좌측 상단에는 툴바(toolbar)가 있다. 툴바는 이미지를 조작하는 기능을 가진 버튼들로 구성된다. 좌에서 우로 위에서 아래로 내려오면서 사각형 ROI, 원형 ROI, 확대경, 각도기, 자, 연필, 텍스트 입력, 밝기와 대조 조정, 확대, 축소, 시계방향 회전, 반시계방향 회전, 좌우 바꾸

기 그리고 상하 바꾸기 기능을 나타낸다. 톨바 아래에서는 이미지에 대한 조작에 따라 변경되는 정보를 표시하게 된다. 위에서부터, 이미지 상에서 마우스의 X축과 Y축의 위치 값, ROI의 가로 세로 길이, 각도, 길이 그리고 현재 이미지의 비율을 나타낸다. 그 아래에 위치한 '내용을 변경' 버튼은 변경된 이미지를 데이터베이스 내에 반영할 때 사용한다. '윈도우 닫기' 버튼은 필름 인터프리터를 종료시킬 때 사용한다. 맨 아래의 Prev와 Next 버튼은 현재 이미지의 앞 또는 뒤에 이미지가 존재할 때 그 이미지를 현재의 필름 인터프리터에 보여주기 위하여 사용된다. (그림 10)에 있는 '영상 보기' 선택 리스트를 이용해서도 다른 이미지를 볼 수 있는데 이 때에는 현재의 필름 인터프리터 상에 보여주는 것이 아니라 새로운 필름 인터프리터를 생성하게 된다. Next 버튼 오른쪽에 있는 정보 창에서는 현재 선택된 도구에 대한 설명과 이미지의 크기와 종류 등에 대한 정보를 표시한다.

## V. 결 론

현재 많은 병원에 방사선과가 있음에도 불구하고 방사선 전문의가 없는 경우가 많다. 환자에 대한 정확한 진료를 위해서는 항상 방사선 전문의가 있어야 하겠지만, 현실적으로 모든 병원에 방사선 전문의가 24시간 내내 상주하며 진단하기에는 무리가 따른다. 먼 곳에 떨어져 있는 여러 병원에서 간단하게 진단이 필요한 영상 이미지를 전송하고 한곳에서 이를 전담해서 진단할 수 있다면 이러한 문제를 해결 할 수 있을 것이다. 이를 위해서, 본 연구에서는 원격 의료 진단 시스템을 개발하였다.

본 개발의 특징은 다음과 같다. 첫 번째는, 사용자가 간단하게 이미지를 전송하게 하기 위한 애

플릿의 사용이다. 이는 사용자가 별도의 프로그램을 설치할 필요가 없으며, 웹 브라우저를 통한 시스템의 이용은 사용자에게 PACS보다 훨씬 친숙한 환경을 제공할 수 있다. 최근에 초고속 인터넷 통신망의 보급은 인터넷 통한 정보의 전송을 빠르게 할 수 있도록 해 주고 있으므로, 방사선 전문의는 집에서 인터넷을 이용한 진료도 할 수 있다. 두 번째로는 보안을 위한 3티어 구조의 사용이다. 이는 데이터베이스를 클라이언트로부터 숨길 수 있어 보안상 안전하며, 클라이언트 구조를 간단하게 해준다. 세 번째는, TWAIN 인터페이스의 이용이다. 이는 스캐너의 종류에 관계없이 이를 지원하는 스캐너를 통해 쉽게 이미지를 전송 받을 수 있도록 해준다. 네 번째는 DBMS의 사용이다. DBMS를 사용함으로써 데이터를 쉽게 공유 할 수 있으며, 사용자는 편리하게 데이터를 조작할 수 있다. 마지막으로 영상 이미지 처리 기능이다. 이를 통해서 송신측은 진단을 원하는 부분을 정확히 표시할 수 있고, 판독측은 진단을 위한 이미지의 조작이 가능하게 되어 진단의 정확도를 높일 수 있다.

이러한 특징을 가지는 원격 의료 진단 시스템은 현재 (주)엑스레이21 에서 상용서비스 중에 있다. 하드 카피 영상과 소프트 카피 영상의 컴퓨터 단층촬영과 일반 엑스선 영상에 대한 진단 정확도에 있어서 거의 차이가 없으므로, 환자들은 어느 병원에 가더라도 영상의 종류에 따른 전문의의 정확하고 빠른 진단을 받을 수 있을 것이다. 앞으로 방사선 영상 촬영 장비로부터 생성된 이미지를 바로 DICOM 파일로 바꾸어서 환자 정보와 함께 전송할 수 있는 DICOM Gateway가 개발되면, 이미지 전송이 더욱 쉽게 될 것이다. 또한, 더욱 발전이 예상되는 인터넷을 통해 더욱 빠르게 영상 정보를 전송할 수 있게 될 것이다.

## 참고 문헌

- [1] Piotr J. Slomka, Edward Elliott and Albert A. Dredger, "Java-Based Remote Viewing and Processing of Nuclear Medicine Images: Toward the Imaging Department Without Walls," *The Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 41, No. 1, pp. 111-118, 2000.
- [2] San-Kan Lee, Chen-Hsing Peng, Chia-Hsien Wen, Shu-Kun Huang, Wen-Zhong Jiang, "Consulting with Radiologists outside the Hospital by Using Java," *infoRAD*, Vol. 19, No. 4, pp. 1069-1075, 1999.
- [3] Jerold W. Wallis, "Java and Teleradiology," *The Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 41, No. 1, pp. 119-122, 1999.
- [4] 손우상, About JDBC, 영진닷컴, 서울, 2001.
- [5] Sun Microsystems, What Applets Can and Can't Do, <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/applet/overview/security.html>
- [6] Sun Microsystems, How to Sign Applets Using RSA-Signed Certificates, [http://java.sun.com/j2se/1.4/docs/guide/plugin/developer\\_guide/rsa\\_signing.html](http://java.sun.com/j2se/1.4/docs/guide/plugin/developer_guide/rsa_signing.html)
- [7] NIH, Trusted sites zone, <http://rsb.info.nih.gov/ij/docs/problems.html>.
- [8] Merlin Hughes 외 3명, JAVA Network Programming, 고려대학교 컴퓨터학과 시스템연구회(Syres) 편저, 인포북, 서울, 2000.
- [9] Elmasri and Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, Benjamin/Cummings Publishing Co, California, 1997.
- [10] 김 상욱, 이 영구, 김 원영, 장 지웅, 황 규영, "멀티미디어 데이터베이스 시스템에서의 대형 멀티미디어 객체 관리 기법," *한국정보과학회지*, Vol. 14, No. 9, pp. 31-42, 1996.
- [11] TWAIN Working Group, About Twain, <http://www.twain.org/about.htm>.
- [12] NIH, Introduction, <http://rsb.info.nih.gov/ij/docs/intro.html>.



### 이 경 태

2002년 2월: 강원대학교 정보통신공학과 졸업(학사)

2002년 3월-현재: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사 1학기 재학 중

관심분야 : 데이터베이스 시스템, 데이터 마이닝, 실시간 주기억장치 데이터베이스

email: mlogue@dreamx.net



**임 형 주**

2001년 2월: 강원대학교 정보통신공학과 졸업(학사)  
2002년 3월-현재: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사 1학기 재학 중

관심분야: 데이터베이스 시스템, 데이터 마이닝, 바이오 인포메틱스

email: springbi@lycos.co.kr



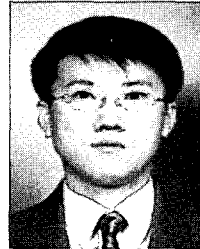
**김 상 옥**

1989년 2월: 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)  
1991년 2월: 한국과학기술원 전산학과 졸업(석사)  
1994년 2월: 한국과학기술원 전산학과 졸업(박사)

1991년 7월-8월: 미국 Stanford University, Computer Science Department 방문 연구원  
1994년 2월-1995년 2월: 정보전자연구소 Post-Doc.  
1999년 8월-2000년 8월: 미국 IBM T.J. Watson Research Center Post-Doc.  
1995년 3월-현재: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학부 교수

관심분야: 데이터베이스 시스템, 데이터 마이닝, 멀티미디어 정보 검색, 공간 데이터베이스/GIS, 실시간 주기억장치 데이터베이스, 트랜잭션 관리

email: wook@kangwon.ac.kr



**윤 어 동**

1989 가톨릭 대학교 의과대학 졸업 의사면허 취득  
1998 방사선과 전문의 취득, 대한 방사선의학회 정회원, 복부방사선 연구회원  
1998 가톨릭대학교 의과대학

방사선과 교실 임상강사

2000 (주)엑스레이21 대표이사

2002 의학박사학위 취득

2002 21세기 의원 원장

관심분야: 원격 진료



**안 윤 호**

1989 가톨릭 대학교 의과대학 졸업  
1993 서울대 의공학과 연구원 및 대학원  
1996 파워 컴퓨터 대표 역임  
1997 LEP 기술이사 역임

2000 KITF 기술이사 역임, HiQTech 기술이사

2000 (주)엑스레이21 기술이사

관심분야: Unix 커널, 가상메모리, 화일 통합 등