

웹 기반 전력계통 해석 소프트웨어 개발

김형진\*, 김종형\*, 신명철\*, 남시복\*\*  
\* 성균관대학교, \*\* 용인송담대학교

Development of Power System Analysis Software based Web

Hyeong-Jin Kim\*, Jong-Hyung Kim\*, Myong-Chul Shin\*, Si-Bok Nam\*\*  
\* Sung Kyun Kwan Univ., \*\* Yong-in Songdam College

**Abstract** - At present, there is only a few software for power system analysis. Most of programs are run in user computer, which may restrict of running program. In this paper, the software is developed using java and make server take full charge of running the program. So the client only play a role of input and output of the data, which can run the program if client has a web browser. As constructing of database, capability of processing the data and reliability are improved.

1. 서 론

현재 국내에는 신뢰성 있고, 관련 연구자가 각각의 분야에 적합하게 적용할 수 있는 전력 계통 해석 소프트웨어가 많지 않다. 뿐만 아니라 대부분의 전력계통 해석 소프트웨어는 클라이언트의 컴퓨터 내에서 수행되는 형태를 띠고 있어 클라이언트의 컴퓨터 성능에 따라 전력계통 해석 프로그램을 수행하는데 영향을 받게 된다. 이것은 클라이언트에게 부담을 주는 결과를 초래할 수 있다. 또한 파일 입출력방식을 사용하므로 데이터의 중복이나 논리적 오류가 발생할 여지가 있고, 입력한 데이터를 재 사용하는데 어려움이 있다[1].

따라서 본 연구에서는 전력 계통 해석 프로그램의 수행을 전적으로 서버 측에 맡겨 클라이언트 측에서는 단순히 데이터 입력과 출력만을 담당하게 한다. 즉, 다수의 클라이언트가 네트워크가 가능하고 웹 브라우저만 장착되어 있다면 클라이언트의 컴퓨터 사양에 상관없이 언제 어디서든지 전력계통 해석 프로그램 구동을 가능하도록 한다. 더불어 기존의 파일 입, 출력 형식에서 발생하는 문제점들을 해소하기 위해 데이터베이스를 구축함으로써, 데이터 처리 능력과 신뢰성을 향상시키게 한다.

서버 측과 클라이언트 측의 프로그램 구현에 있어서는 네트워크 애플리케이션에 적합하고, 강력한 기능들을 갖고 있는 Java를 개발 언어로 채택한다[2].

본 논문에서는 여러 가지 전력계통 해석기법 중 조류해석을 중점적으로 다루며, 고장전류계산이나 안정도 해석 등의 기법은 향후 추가시켜 나아갈 것이다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

본 연구의 시스템은 아래 그림 1에서 보여지는 것과 같이 사용자 인터페이스, 정보처리, 정보 저장 이렇게 3계층으로 구성되는 클라이언트/서버 환경의 분산 애플리케이션으로 개발한다.

분산 애플리케이션은 다수의 컴퓨터를 통해서 처리가 되는 방식으로 다수의 사용자에게 서비스를 할 수 있고, 설계에 따라 시스템 자원도 최적으로 사용할 수 있다.

따라서 인터넷상에서 웹 브라우저를 이용하여 프로그램을 수행하여 다수의 사용자가 리소스를 공유하여야 하는 전력계통 해석 소프트웨어 개발에 적합하다[2].

본 시스템에서 사용하는 사용자 인터페이스 계층으로는 조류해석 데이터를 입력하고 결과를 확인할 수 있는 스윙(Swing) 애플릿(Applet) 프로그램을 사용하며, 정보처리 계층으로는 조류계산을 수행하는 자바 애플리케이션을 사용한다. 그리고 조류해석에 필요한 설비 데이터를 저장하는 정보저장 계층으로는 마이크로소프트사의 DBMS인 액세스를 사용한다.

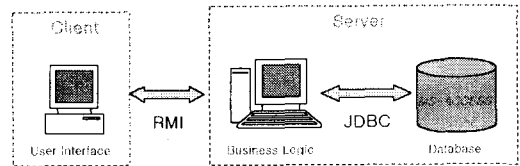


그림 1 시스템 구성도

시스템의 서버 측과 클라이언트 측 모두가 Java언어로 구현되기 때문에 서버와 클라이언트 사이의 통신은 동종의 Java 환경 하에서 뛰어난 분산 컴퓨팅 기능을 제공하는 RMI(Remote Method Invocation) 기술을 사용하며[3], 데이터베이스와의 연동은 다 중의 관계형 데이터베이스와의 연결을 위한 JDBC(Java Database Connectivity) 기술을 사용하여 Java분산 응용 프로그램을 구현한다.

2.1.1 클라이언트/서버

본 연구의 시스템에서 클라이언트 측은 뛰어난 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 제공하는 JFC(Java Foundation Classes)의 핵심 API인 스윙 컴포넌트를 이용한 애플릿 프로그램으로 구현되며 그래픽 사용자 인터페이스를 통해 입력된 전력계통의 설비 각각의 입력 데이터에 따라 각 설비의 입력 데이터 클래스의 객체를 생성한다.

그림 2는 데이터를 입력하는 화면으로, 발전기의 경우를 예로 보여주고 있다.

본 소프트웨어는 조류해석에 필요한 설비들을 데이터베이스로 구축하여 사용하므로 이를 적절히 활용하기 위해 데이터 입력 부분에 있어서 DB 입력창을 따로 두었다. 이에 따라 사용자는 각 설비의 불분 데이터를 중복 입력할 필요가 없이 알맞은 설비 DB데이터를 선택하여 사용할 수 있다.

이렇게 애플릿을 통해 입력된 각 설비의 데이터는 객체로 생성되어 서버로 전달되고 데이터베이스에 연결된다. 또한 사용자의 계통해석에 도움을 주기 위해 데이터 입력을 통해 전력계통 단선도가 그려지게 하였다. 아직은 데이터 입력을 통해서만 단선도 생성이 가능하나, 앞으

로 그리기 도구를 추가하여 단선도 구성을 손쉽게 할 수 있도록 할 것이다.

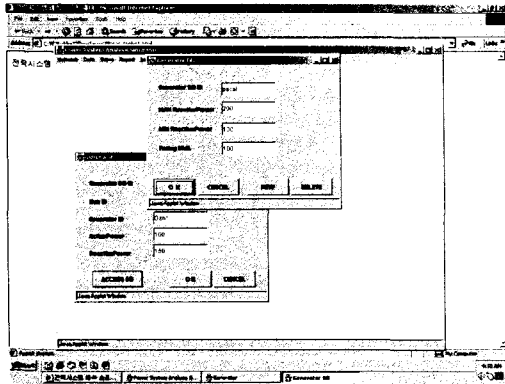


그림 2. 데이터 입력 화면

그림 3은 입력된 데이터에 의해 자동으로 생성된 단선도를 보여주고 있다. 그려진 단선도의 각 설비들을 선택하면 다시 입력화면으로 돌아가 사용자는 입력데이터를 확인할 수 있으며 수정이 가능하도록 하였다.

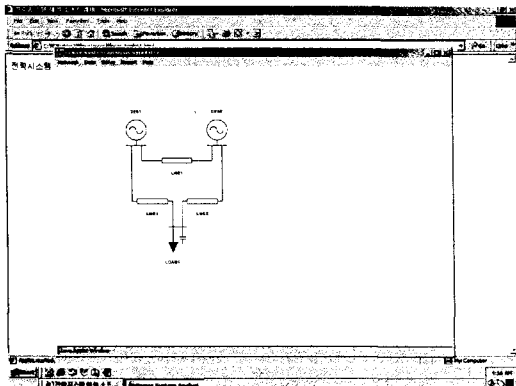


그림 3. 단선도 출력 화면

본 연구의 서버에는 조류계산을 하는 프로그램, 데이터베이스와 연동시키는 프로그램이 설치되며 클라이언트로부터 전달되는 값을 받아 데이터베이스와 연결하여 적당한 값을 추출하고 조류계산을 수행한 후 결과 값을 다시 클라이언트에게 반환한다.

사용하는 서버는 자신의 고유 IP 주소를 갖는 웹 서버로서의 기능을 가지고 있다. 현재로서는 개인의 PC가 웹 서버로서의 역할을 갖출다는 것이 곤란하기 때문에 개발의 편의상 원격지 PC가 웹 서버로서 역할을 수행하도록 하기 위해 Windows NT서버를 개발환경으로 채용하고 있다. 또한 본 서버는 Java언어의 멀티 스레딩(Multi-threading)기능을 이용하여 다중 접속자 처리가 가능하도록 동작한다.

### 2.1.2 RMI 작동방식

본 시스템의 클라이언트와 서버의 통신부분은 RMI 방식을 사용하여 구성하였다.

RMI(Remote Method Invocation) API는 Java에 알맞는 분산 시스템을 개발하기 위한 접근 방법으로서

매우 직관적이고 사용하기 쉬우며 다른 방식과 달리 원격 객체를 정의할 때도 Java언어를 이용함으로써 Java 분산 객체 모델에 완전히 부합한다는 장점을 가지고 있다[5].

이러한 통신은 Java언어의 java.rmi 패키지의 Remote Interface와 Naming Class, java.rmi.registry, java.rmi.server 패키지의 UnicastRemoteObject, 패키지의 Locate Registry클래스를 상속받아 구현하였다.

서버 RMI 프로그램의 동작을 살펴보면, 스윙 애플릿(Swing Applet)인 클라이언트부를 통해 생성된 입력 데이터 객체를 가지고 데이터베이스에 접속한 후 해당되는 값을 취해 Newton-Raphson방법으로 전력조류계산을 수행한 후 리모트 인터페이스를 통해 그 계산 출력 값을 클라이언트에게 반환하는 기능을 한다.

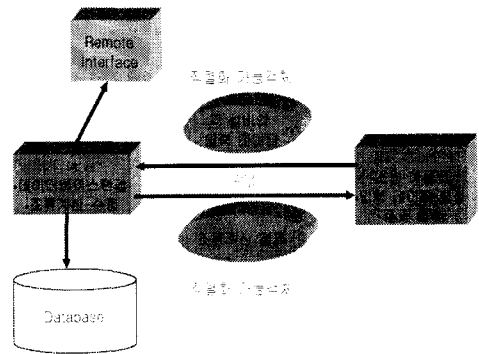


그림 4. RMI 작동방식

그림 4는 본 소프트웨어의 RMI 작동 방식을 보여준다. 클라이언트와 서버는 서로 전력계통 입력 데이터 클래스의 객체와, 출력 데이터 클래스의 객체를 전달한다. 이를 가능하게 하기 위해 입, 출력 데이터 클래스는 모두 직렬화(Serializable)가 가능해야 한다. 그리고 서버측의 원격 인터페이스(Remote Interface)만을 사용해서 구현 객체에 접근할 수 있다.

## 2.2 데이터베이스 구축

그 동안 전력계통의 문제해결에 많이 사용되어온 데이터의 저장도구는 파일 시스템이었다. 파일 시스템의 가장 큰 문제점으로 데이터의 중복성과 중복성을 들 수 있다[8]. 파일은 외부환경이 변함에 따라 파일의 논리적 구조나 물리적 구조가 바뀔 수 있는데, 이 중 어떤 경우라도 발생되면 그 파일을 접근하는 모든 응용 프로그램들을 수정해야 했다. 또 동일한 데이터가 여러 파일에 중복 저장되면 데이터의 저장 및 갱신비용은 물론 데이터의 불 일치성이 발생하게 된다. 그러나 데이터베이스를 사용하면 기존의 파일 형태가 갖는 데이터의 중복성을 줄이고 데이터에 일관성과 무결성을 줌으로써 데이터 사이에 논리적인 오류를 없애고 데이터의 저장공간을 줄일 수 있다[6]. 또한 DBMS(Database Management System)에서 제공하는 다양한 제약 조건과 관계, 연산 등을 사용해 입력되는 데이터 값들을 바람직한 범위로 제한할 수 있으며, 데이터의 검색과 정렬 및 수정, 삭제, 삽입과 같은 기능을 보다 쉽고 정확하게 구현할 수 있다. 최근 인터넷의 확대 등 정보통신분야의 비약적인 발전은 컴퓨터의 이팅기술에 큰 변화를 주고 있는데, 전력계통의 경우 여러 응용 시스템들이 공용으로 사용할

수 있는 적절한 데이터베이스의 개발이 크게 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 전력계통 해석 중 전력조류계산에 필요한 입력데이터 중심으로 데이터베이스를 설계하되 추후에 추가될 수 있는 고장전류계산이나 안정도 해석 같은 모듈에 적용이 가능하도록 한다.

### 2.2.1 조류해석을 위한 데이터베이스 설계

전력계통 데이터베이스를 구축하는데 있어서 고려해야 할 중요한 점은 전력계통 설비의 유동적인 변화를 수용할 수 있어야 한다는 것이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 파일 시스템에서의 조류해석 데이터 입력을 모션과 선로 중심으로 구성하지 않고 각 설비타입, 즉 발전기, 부하, 모선, 선로 등을 기준으로 테이블을 설계하여 차후의 설비 변경을 하거나 고장전류 계산이나 안정도 해석, 상태추정 등과 같은 모듈이 추가되었을 경우에도 충분히 대처하여 사용할 수 있도록 설계하였다.

본 연구의 데이터베이스 구축은 ODBC(Open Database Connection)를 지원하는 것 중 가장 널리 쓰이고 있는 마이크로소프트사의 MS-ACCESS를 사용하였다.

그림 5는 전력조류계산에 필요한 데이터를 분석하여 나온 E-R Diagram을 바탕으로, 각 개체간에 존재하는 관계를 한 개체의 속성으로 주거나 별도의 테이블로 만들어 나타낸 관계형 스키마이다. 맨 위쪽에 쓰여진 것은 테이블 명이며 각 목록들은 그 테이블의 필드를 나타낸다. 또한 기본 키로 설정된 필드는 진하게 표기된 것이며, 테이블의 연결선의 양쪽 끝의 1 또는 무한대표시는 조인이 설정 되어있음을 의미한다.

대표적으로 발전기의 경우를 살펴보면 Tbl\_Gen 테이블과 Tbl\_Gen\_DB 테이블로 나뉘어져 있음을 알 수 있다. 이는 발전기의 경우 무효전력의 한계 값과 정적용량은 각 발전기마다 고유한 값을 가지나 유효전력과 무효전력 값은 계통이 구성 될 때마다 변동되는 값이므로 테이블을 따로 떼어내 별도의 개체(entity) 타입으로 만들었다. 또 Tbl\_Gen\_DB 테이블의 기본 키(Primary Key)인 Gen\_DB\_ID를 Tbl\_Gen 테이블의 외래 키(Foreign Key)로 두는 일대다 관계로 조인 시켜 관계를 설정하였다.

대부분의 설비들이 발전기와 같이 두 테이블의 관계로 만들어져 있는 반면 모선과 부하는 하나의 테이블로 되어 있다. 이는 조류해석을 하는데 필요한 데이터 중 모선과 부하는 지속적으로 변하지 않는 값이 거의 없기 때문이다.

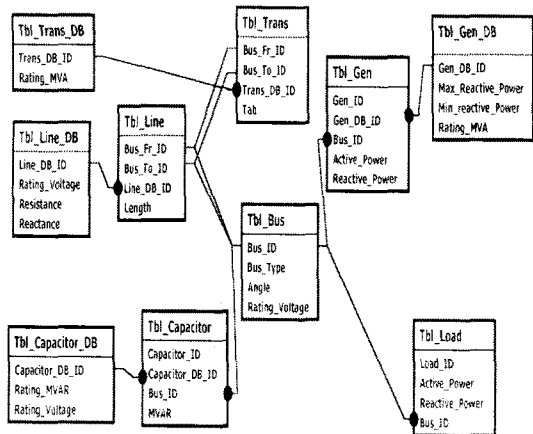


그림 5. 관계형 스키마

### 2.2.2 데이터베이스와 연결

본 논문의 전력계통 해석 소프트웨어의 클라이언트가 서버에게 요구 데이터를 전달했을 때 서버는 데이터베이스에 연결하여 검색하고 결과 데이터를 추출한다. 이 단계에서 Java 애플리케이션 프로그램인 서버와 이 소프트웨어에서 데이터베이스를 구축하는데 사용하는 마이크로소프트사의 MS-ACCESS 같은 ODBC(Open Database Connection)를 지원하는 DBMS와 연결하기 위하여 JDBC(Java Database Connectivity)를 사용하여 구현하였다.

## 3. 결 론

본 연구에서 개발하는 웹 기반 전력계통 해석 소프트웨어는 다수의 컴퓨터를 통해서 처리되는 분산 애플리케이션으로 구성하였다. 따라서 클라이언트 측의 부담이 적어져 다수의 클라이언트가 인터넷상에서 실시간으로 전력계통을 시뮬레이션 할 수 있게 한다.

또한 전력계통 데이터베이스를 구축하고 프로그램과 연동시켜 기존의 파일 입, 출력 방식의 여러 문제점들이 해결되어 데이터 처리능력과 신뢰성이 향상된다.

Java언어 자체가 객체지향으로 설계해나가지 않으면 구현이 불가능한 언어이므로, 본 연구에서 개발하는 소프트웨어는 객체 지향적 접근방법을 채택해 개발되어 변화나 확장이 용이하다. 이에 따라 차후에 안정도 해석이나 고장전류 계산, 상태 추정 등의 기능을 추가시켜 나갈 수 있다.

특히 개발한 교육용 소프트웨어는 웹을 기반으로 하고 있기 때문에 원격 강의 시스템 구축 시 포함시킬 수 있어 전력 계통 원격 강의 수단으로써도 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 대한전기학회, "전력계통 해석과 DB 구축", 전기학회지, 2000.3
- [2] Peter Coad, "Java Design: Building Better Apps And Applets", Prentice-Hall, 1999
- [3] JavaSoft, Getting Started Using RMI: <http://chatsubo.javasoft.com/current/doc/tutorial/gets tart.doc.html>
- [4] <http://java.sun.com/products/plugin/index.html>
- [5] JavaSoft, Java Remote Method Invocation API
- [6] David M. Kroenke, "데이터 베이스 처리론", 교보문고, 1998
- [7] 김종형, "객체지향 조류계산 프로그램을 위한 분석 및 설계 기법", 성균관대학교 석사학위 논문, 1998. 2
- [8] Glover Sarma, "Power system Analysis & Design 2nd", PWS Publishing Company.
- [9] Deitel & Deitel, "JAVA 2 Programming bible", 1999