

전력시스템 보호를 위한 웹기반 계전기 정정 프로그램 개발

복정송*, 정호성*, 신명철*, 조인숙*, 서희석**
* 성원대학교, ** 두원공과대학

Development of Web-based Protection Relay Setting Program in Power System

Jeong-Song Bok*, Ho-Sung Jeong*, Myong-Chul Shin*, In-Suk Cho*, Hee-Seok Seo**
* Sung Kyun Kwan Univ., ** DooWon Technical College

Abstract - For protection of power system, it is a prerequisite to action characteristics of protective relay about a changing environment in power system and correcting the setting value. A substation operator always reside to correct of a relay, however there are problem of efficiency. Recently, power system operation become manless and supervision and control of incident is required anywhere, introduction of new concept as a intellectual manless protective relay is a recent trend. This paper is the web-based protective relay setting program that a manager make an analysis of operation and incident of power system through the web at a remote place corresponding recent manless of system and approach the protection relay and then can correct the error.

및과 같은 클라이언트측의 단점을 해결하고자 개발된 웹 페이지이다. 이를 이용하여 계전 알고리즘을 자체적으로 서버 로직에 자바 프로그램화하여 내장시키면 클라이언트 요청에 따른 JSP의 동적인 페이지 특징으로 인해 계전기 트립조건 변경명령을 수행할 수 있다. 또한 JSP 자체는 서버 측에 저장된 전압, 전류데이터를 데이터베이스에서 로딩할 수 있는 이점이 있으므로 구축된 전력계통 데이터베이스 내용을 웹 상에서 확인할 수 있어 항상 변화하고 있는 전력계통의 변화분에 대해 능동적으로 대응할 수 있다. [2][3]

1. 서 론

전력계통 최적 보호를 위해서는 계통변화에 대해 보호 시스템인 보호계전기 동작 특성의 분석과 설정값의 정정이 필수적이다. 하지만 기존의 전력계통 보호방식은 발전소와 변전소 사이에 보호계전기를 설치하여 관리자가 변전소나 발전소의 항시 상주를 통하여 관리하는 방식을 택하고 있어 사고시의 급변하는 전력계통의 흐름에 대비하는데 필요한 보호계전기 설정값 정정이 지역적으로 국한된 변전소 내에서 이루어지고 있는 문제점을 안고 있다. 하지만 최근의 추세가 전력계통의 운용이 점차 무인화 되고 어느 지역에서나 사고의 감시와 제어가 요구되고 있으므로 이는 관리의 비효율적인 면을 지니게 된다. [1]

따라서 본 논문에서는 최근 계통 무인화의 한 방안으로 원격지에서 웹을 통해 관리자가 전력계통 운전 상황이나 사고 상황에 대한 분석을 하고 보호계전기에 접근하여 설정값을 변경할 수 있는 웹기반 계전기 정정 프로그램을 제안하였다. 전력시스템 최적 보호를 위해서 계통 운전변화나 사고시의 전압과 전류를 데이터베이스화하여 저장하고 웹을 통해 데이터베이스의 직접적인 호출이 가능하도록 서버사이드 스크립트인 JSP(Java Server Page)를 이용하여 상호 작용적 웹 애플리케이션을 개발하였으며 사용자가 웹 화면상에서 데이터베이스화 되어 있는 전압, 전류데이터를 받아들이 뒤 웹 페이지 상에서 계전기 정정을 쉽게 하도록 하여 최적보호가 가능하도록 하였다.

2. 본 론

2.1 웹 응용 프로그램

웹 애플리케이션을 위한 JSP는 동적으로 웹 페이지를 생성하기 위한 자바 기반의 서버측 기술로 기존의 애플

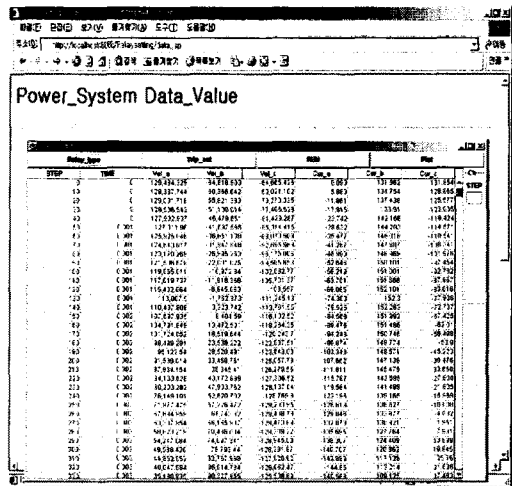


그림 1 데이터베이스에 저장된 전압·전류데이터

그림 1은 서버로직의 데이터베이스 관리시스템에 저장되어 있는 데이터를 웹 페이지에 불러들인 화면이다. 데이터 내용은 3상 전압·전류데이터와 시간에 대한 내용들이다. 관리자는 데이터를 통해 현재 계통상황을 볼 수 있게 되어 계통관리가 용이해진다.

2.2 시스템의 개요

웹 응용 프로그램의 시스템 계층은 클라이언트와 서버로직에 기초를 둔 GUI(Graphic User Interface)와 정보저장 계층, 정보처리 계층으로 나눌 수 있다. 즉 GUI 부분은 JSP로 표현된 웹 페이지부분이며, 정보를 처리하는 계층은 자바코드로 이루어진 계전기 정정 알고리즘 부분이며, 정보의 저장계층은 전력계통의 전압·전류데이터를 저장하고 GUI의 JSP에 보내주는 데이터베이스 관리시스템(Database Management System)부분이다. 서버 로직은 자바언어로 이루어진 계전기법률

내장한 알고리즘으로 변전소의 데이터베이스 내에 저장되어 있는 전압, 전류데이터를 클라이언트 요청시 불러들인다. 요청된 데이터는 클라이언트 로직의 GUI로 이루어진 JSP에 의해 웹 환경에서 관리자에게 보여지며 관리자는 이 출력데이터를 원거리에서 받아들여 서버 로직의 알고리즘에 의해 계통이상을 감지한 후 설정값 조정작업을 통해 원활한 계통운전을 이루게 된다. 서버로직과 클라이언트 로직의 통신방식은 두 로직이 자바언어로 되어 있어 자바환경에서 뛰어난 통신 수행 능력을 지니고 있는 RMI(Remote Method Invocation)을 이용했다. 또한 설정된 설정 데이터는 다시 데이터베이스에 저장되어 관리자가 필요할 시 언제나 호출이 가능하도록 두 계층 사이는 자바프로그램에서 데이터 연결이 뛰어난 JDBC(Java Database Connectivity)를 통해 연결했으며 JDBC를 통한 전압, 전류의 데이터는 자바언어가 수행하기 쉬운 형태로 변화되어 자바로 이루어진 시스템에서 탁월한 성능을 나타낸다. 이들 간의 작동방식은 클라이언트에서 사용자 요구사항을 서버로 전달하면 서버에서 처리하여 처리된 결과를 클라이언트에게 넘기는 방식으로 작업이 이루어진다. 이들간의 연관성에 의하여 분산시스템을 이용하면 시스템 설계에 따른 시스템자원의 최적 사용 및 여러 전력계통 보호설비 추가에 따른 확장성이 용이하다. [4][6][7]

환경에서 제공되는 기본 Naming Service 프로그램이다. 서버 프로그램은 RMI 레지스트리에 자신을 등록해야만 서비스가 가능해지며 클라이언트 프로그램은 RMI 레지스트리에서 서버 프로그램을 찾는다. [4][6]

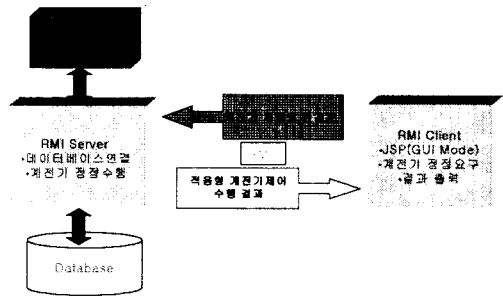


그림 3 RMI 동작 흐름도

그림 3은 서버와 클라이언트를 연결해주는 통신 방법인 RMI의 작동방식으로 서로 전력계통의 입력 데이터값과, 출력된 데이터값을 전달한다.

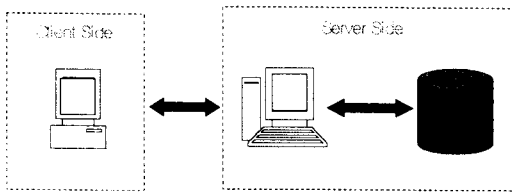


그림 2 시스템 계층 구조

그림 2는 시스템 계층 구현 내용을 개략적으로 표현한 것으로 서버 측과 클라이언트 측으로 나누어 본 계층 구조이다. 둘 사이의 연결을 RMI와 JDBC를 통해 연결하였고 클라이언트 로직은 GUI로 구성하여 관리자의 접근을 용이하게 하였으며 서버 로직에는 계전 알고리즘을 내장하여 계전기 정정을 수행하게 하였다.

웹 응용 프로그램 시스템은 클라이언트와 서버 환경에서 개발하였으며 클라이언트의 사양은 일반적인 웹 브라우저(IE(Internet explore), Netscape)이며 서버측은 기존의 Windows NT를 운영체제로 구동하며 웹 서버와 JSP엔진으로는 아파치와 톰캣을 사용하였으며 데이터베이스관리시스템은 MS-Access를 연동시켜 구현하였다.

2.3 서버와 클라이언트의 통신

서버 로직과 클라이언트 로직은 자바언어로 구성되어 있으므로 자바 분산환경하에서 개발할 때는 객체 통신의 방법으로 RMI가 안정적이며 수행속도가 빠른 이점이 있다. 구현한 시스템이 클라이언트/서버 구조를 가지고 있어 3-Tier 또는 Multi-Tier 시스템을 구축하는데 적합한 통신방식이다.

기본적으로 클라이언트와 서버는 같은 인터페이스를 가지고 있으며 서버는 그 인터페이스를 이행하여 로직(logic)을 구성하는 클래스가 있다. 클라이언트는 RMI를 이용하여 서버에 있는 클래스를 요청하면 같은 인터페이스로 추출되어 사용하게 된다. 서버 프로그램은 원격 통신할 클래스들을 인스턴스화하여 객체로 만들고 이를 RMI 레지스트리에 등록하여 서비스를 가능하게 만든다. RMI 레지스트리는 RMI통신이 가능하도록 RMI

2.4 웹기반 정정 프로그램의 적용

2.4.1 거리계전기법 정정 기법

웹기반 정정 프로그램을 적용하기 위해서 송전선로 보호에 가장 널리 이용되는 거리계전기법을 선정하였다. 거리계전기법은 사고시 계전기에 계측되는 전압과 전류 신호로부터 계전기 설치점에서 고장점까지의 임피던스를 계산하고 동작영역으로의 수렴여부를 판단하여 고장을 검출하는 기법이다. 그림 4는 거리계전기법 원리를 나타낸 것이며 식 (1)은 계전기에서 계측된 전압과 전류로부터 연산된 임피던스로 설정된 값과 크기를 비교하여 내부고장인지 외부고장인지를 판단하게 된다. [8]

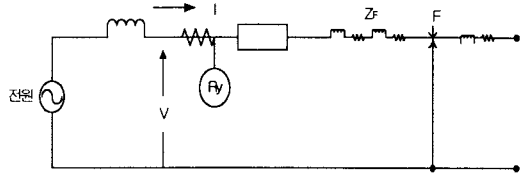


그림 4 거리 계전기의 원리

$$Z_{R_0} = \frac{V_2}{I_2} = \frac{V_1 \times 1/(PT \text{ ratio})}{I_1 \times 1/(CT \text{ ratio})} = Z_l \times \frac{CT \text{ ratio}}{PT \text{ ratio}} \quad (1)$$

V_1, I_1 : 1차측 전압, 전류

V_2, I_2 : 변성기 2차측에서 본 전압, 전류

Z_l : 선로임피던스

즉 식 (1)에서의 계산된 임피던스의 크기가 설정된 임피던스보다 큰 경우에는 외부고장이라고 판단하고 작은 경우에는 내부고장임을 판별함으로써 임피던스의 설정값을 선정하는 것이 매우 중요하다. 이러한 거리계전기법의 동작 신뢰성은 동작영역 설정에 의해 결정이 되는데 이는 선로의 운영상황, 부하전류, 원근단 전원임피던스의 변화 등의 정상상태 계통운전조건 변화나 고장 발생각, 고장저항, 고장거리에 따라서 오·부동작을 할 우려가 있다. 신뢰성 있는 보호를 위해서는 계통의 변화에 대해서 동작영역의 설정이 적응적으로 변경되어야 한

다. 이를 위해 계통 변화에 대한 전압과 전류를 데이터 베이스화하고 저장된 데이터와 현재 데이터를 비교하여 이전 고장 상황에 대한 분석을 통해 트립영역을 결정하여야 한다. 그림 5는 이를 위해 계전기 트립영역을 설정하기 위한 순서도이다.

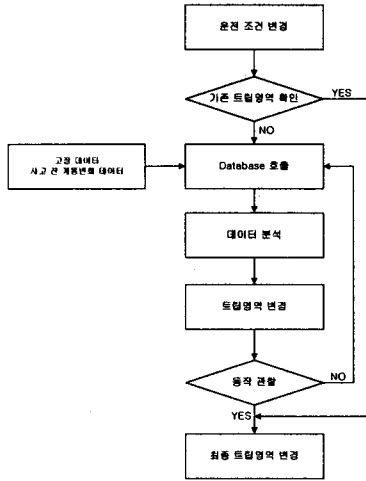


그림 5 트립영역 설정 순서도

그림 5는 운전 조건 변경을 확인하여 기존 트립영역에서 확인한 후 고장 데이터와 사고 전 계통 데이터를 불러들여 데이터 분석을 한다. 데이터 분석 후 트립영역을 동작시킨 후 적절한 보호를 이루면 세팅치의 변경을 통해 계전기를 트립시킨다.

2.4.2 웹을 통한 데이터 분석 결과

알고리즘은 EMTP 시뮬레이션 데이터를 이용하여 1상의 지락사고를 구현하여 나온 데이터를 DFT필터링을 가진 거리 계전에 적용시켰다. 그림 6은 클라이언트가 데이터베이스에 호출하여 나온 1상의 사고전압, 전류를 그래프로 나타낸 웹 페이지이다. 웹 페이지상에서 그래프 확대를 할 수 있어 관리자는 어느 시간에서 사고가 일어났는지 확인할 수 있다.

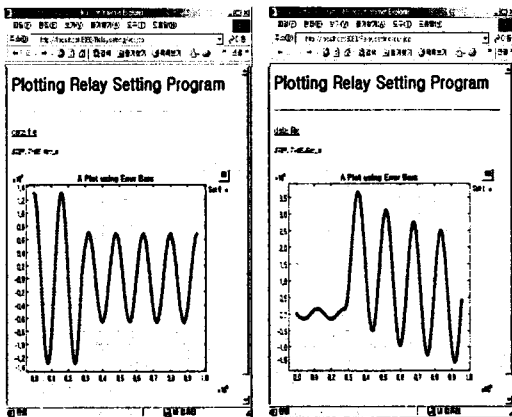


그림 6 데이터베이스에서 읽은 사고전압·전류 파형

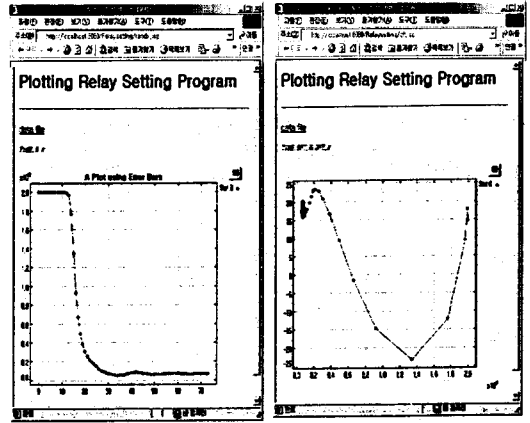


그림 7 알고리즘에 의한 결과 파형

그림 7의 왼쪽 그림은 1상 지락사고의 전압·전류를 알고리즘에 적용시켜 나온 임피던스 수렴값이며 오른쪽 그림은 DFT 필터링을 통한 수렴값이다. 이 그림을 통해 사고위치를 관리자가 계산한 뒤 원활한 정정작업을 할 수 있게 된다.

3. 결 론

본 논문에서 웹 기반 계전기 정정프로그램을 서버로직과 클라이언트 로직으로 설계된 웹 애플리케이션으로 제안하였다. 제안된 방안은 원거리에서 관리자가 변전소 계전기를 정정할 수 있게 하여 계통상황을 감시 및 관리가 가능하게 하는 것이다. 자바를 이용한 JSP의 사용으로 동적 웹페이지를 구성할 수 있어 추후 계통 변화나 확장을 할 수 있다.

하지만 알고리즘은 정확하나 네트워크 상에서 서버의 코드나 최적화가 이루어지지 않아 다소 부정확한 수행이 되었다. 이에 추후의 과제로 네트워크 상황에 맞는 알고리즘 구현 및 다른 보호 계전기의 확장·응용을 수행할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 전력계통 보호계전 시스템 기술 조사전문위원회, "기술조사보고 전력계통 보호계전 시스템 기술의 현황과 전망", 대한전기학회, 1999.11
- [2] 공성현 외 6명, "JSP Reference Bible", 베스트북, 2001
- [3] Akihiro Saimi, Tsutomu Syomura, "Presentation layer framework of web application systems with server-side Java technology", IEEE Computer and Information Sciences, 2000, pp.473-478
- [4] 김형진, "자바를 이용한 웹 기반 전력조류 해석 프로그램 개발", 성균관대학교 석사학위 논문, 2001. 2
- [5] 대한전기학회, "송전계통 보호설비 DB 구축", 전기학회지, 2000. 3
- [6] Sanjay P.Ahuja, Renato Quintao, "Performance Evaluation of JAVA RMI: A Distributed Object Architecture for Internet Based Applications", IEEE Department of Computer and Information Sciences, 2000, pp.565-569
- [7] Horstmann Cornell, "Core JAVA 2", Sun Microsystems Press, 2000
- [8] 전력계통 보호계전 시스템 기술 조사전문위원회, "기술조사보고 전력계통 보호계전 시스템 기술의 현황과 전망", 대한전기학회, 1999.11