

# XML Web Service를 이용한 고장 데이터의 웹 전송과 웹으로 수신된 고장 데이터의 고장 유형 판별에 관한 연구

論 文
55A-1-4

## A Study on the Fault Data Transmission through the Web using the XML Web Service and the Fault Type Determination of the Fault Data Received from the Web

金 仁 秀<sup>†</sup> · 洪 定 基<sup>\*</sup> · 李 學 成<sup>\*\*</sup>  
(In-Su Kim · Jung-Gi Hong · Hahk-Sung Lee)

**Abstract** - Recently as the power system has been becoming massive and complicated, most of the faults bring on severe proliferation effects. Because of the complexity of the power system it is not easy to analyze faults-the calculation of current flows under fault conditions. Therefore many researches have been performed in this area. As a result of those efforts, the protective equipments for a power system have been designed to operate properly and without damage when the highest possible fault current is flowing in the power system. Most of the fault data can be also acquired from intelligent protection equipments. The fault data saved in them don't always include the fault type information. If you don't have knowledge about the fault analysis, it becomes useless. So this paper presents 3 topics to increase a reusability of them as followings. First, describes a fault data using the XML(eXtensible Markup Language). It would be a well-formed and valid document complied with suggested XML DTD(Document Type Definition). In this paper I suggest a standard DTD to describe the power system fault. If the XML document describes any power system faults is validated against suggested DTD, it is possible to be used in any applications. Second, sends them through the web using the XML web service. Last, presents the rapid and accurate algorithm for a fault type determination of the fault data received from the web. In the ultimate the client to request the server to analyze a fault data is provided the correct information what kind of fault is occurred.

**Key Words** : XML Web Service, Well-formed Document, Document Type Definition, Fault, Fault Type Determination

### 1. 서 론

최근의 전력계통은 양적으로 복잡하고 거대화되고 있으며, 질적으로 정전이 없으며 품질이 좋은 전력을 공급받으려는 수용가의 요구에 직면해있다[1]. 신뢰성 있는 전력 공급은 전력 계통의 효율적이고 안정적인 운용을 의미하며, 그 핵심은 고장이 발생하지 않도록 계통 안정도를 유지하거나 고장에 대한 신속하고 적절한 대처라 할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 후자의 경우 고장 발생의 빠른 검출과 고장 유형의 정확한 판별 및 그에 대응되는 적합한 대처가 필요하다.

현재 대부분의 전력 계통 보호를 위해 사용되는 보호 장비는 고장 발생을 빠르게 검출하여 고장을 신속하게 제거하고, 고장 데이터를 별도의 메모리에 저장하는 것이 가능하다. 또한 이러한 고장 데이터는 PC나 다른 보호 장비 등으로 다운로드하여 계통에서 발생된 고장을 사후 분석하는 것

이 가능해졌다. 하지만 이러한 보호 장비들은 대부분 고장 데이터를 장비 제조회사 전용의 형식으로 저장하므로 제조회사 전용의 소프트웨어를 설치해야 되는 번거로움이 존재하는 것이 사실이다[2]. 또한, 대부분의 전력계통 해석 프로그램은 성능 및 기능에 초점을 두고 독자적으로 개발되어왔기 때문에 개발 환경 및 언어의 차이에 기인하여 각 연구 결과의 통합은 쉬운 일이 아니었다[3]. 과거 및 현재의 전력계통 해석 프로그램 개발의 주요 관심사는 성능과 기능에 있었지만 무어의 법칙이 말해주듯이 최근의 마이크로프로세서를 비롯한 하드웨어와 소프트웨어 및 고속 통신 기술의 발전은 과거의 성능과 기능을 포함하여 각각의 연구 그룹에 의해서 개발된 연구 결과들을 통합할 수 있는 토대를 제공해주고 있다.

IEC 내의 Technical Committee 57의 Working Group 10은 변전소 자동화 시스템에 관해 IEC 61850을 표준으로 제정하였다[4]. IEC 61850 표준은 변전소 장비들 사이의 통신 규격뿐만 아니라 변전소 자동화 시스템의 요구 사항들을 정의하고 있다. 즉, IEC 61850 표준은 서로 다른 제조사의 장비의 상호 운용성을 극대화하는 방향을 포함하고 있는 것이다. 이처럼 전력 계통에 적용되는 보호 장비와 각각의 연구 그룹에 의해 개발된 연구 결과를 통합하기 위한 필요 충분 조건은 만족되어가고 있다.

1994년에 설립된 World Wide Web Consortium(W3C)은

† 교신저자, 正 會 員 : (株)曉星 重工業研究所 先任研究員

E-mail : soviet@pop3.hyosung.co.kr

\* 正 會 員 : (株)曉星 重工業研究所 首席研究員

\*\* 正 會 員 : (株)曉星 重工業研究所 所長

接受日字 : 2005年 9月 13日

最終完了 : 2005年 11月 15日

XML(eXtensible Markup Language)을 기반으로 PC들 사이의 정보를 교환하기 위한 SOAP(Simple Object Access Protocol)를 국제 표준으로 인준하였다[5]. XML Web Service는 이러한 SOAP를 기반으로 표준화된 데이터 메시지 포매팅 기술을 사용하기 때문에 앞서 제시한 연구 결과들의 통합에 적합한 데이터 교환 방법이 될 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 전력 계통 해석 프로그램에서 필요한 데이터의 공유 방법에 XML Web Service를 제안하는 바이며, 보호 장비에서의 고장 데이터를 XML 형태로 표현하고 XML Web Service를 통해서 전송하는 방식으로 그 성능을 검증해 보았다.

컴파일 언어로 개발된 바이너리 형태의 계통 해석 프로그램은 처리 속도에 있어서는 빠른 장점을 가지고 있으나 환경에 종속적인 단점을 가지고 있다. 이를 해결하고자 각 컴포넌트의 실행 모듈을 분리하여 각 컴포넌트가 서로 독립적인 구조를 띠는 분산 처리 구조가 사용되고 있으며, Microsoft사의 Distributed COM(Component Object Model), OMG(Object Management Group)의 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)를 통한 IIOP(Internet Inter-ORB Protocol) 및 Java의 RMI(Remote Method Invocation)등이 이러한 분산 구조를 기반으로 하고 있다[6].

본 연구에서는 분산 처리 구조 중 담당해야 할 태스크를 서버와 클라이언트로 분리하는 서버-클라이언트 모델을 전력 계통 해석 프로그램에 적용할 것을 제안하는 바이며, 고장 데이터를 XML 형태로 웹으로 전송하는 클라이언트와 웹 서비스를 수행하고 고장 유형을 판별하는 알고리즘 서버를 구축한 뒤, 고장 유형을 정확하게 판별하는지 그 성능을 검증하여 보았다.

## 2. 본 론

### 2.1 고장 데이터의 XML 표현

표 1 고장 데이터를 묘사하기 위한 XML 구조 선언  
Table 1 The XML document type declaration to describe fault data

```

<!ELEMENT fault_data (phasors?)*>
<!ELEMENT phasors (a_phase?, b_phase?, c_phase?, n_phase?)*>
<!ATTLIST phasors site CDATA #REQUIRED
              type (voltage | current) #REQUIRED
              frequency CDATA #REQUIRED
              sampling_frequency CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT a_phase (v*)>
<!ATTLIST a_phase unit CDATA #REQUIRED
              a CDATA #REQUIRED
              b CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT v (#PCDATA)>
<!ATTLIST v t CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT b_phase (v*)>
<!ATTLIST b_phase unit CDATA #REQUIRED
              a CDATA #REQUIRED
              b CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT c_phase (v*)>
<!ATTLIST c_phase unit CDATA #REQUIRED
              a CDATA #REQUIRED
              b CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT n_phase (v*)>
<!ATTLIST n_phase unit CDATA #REQUIRED
              a CDATA #REQUIRED
              b CDATA #REQUIRED>
    
```

XML은 W3C에서 웹상에서 데이터 교환의 표준으로 채택된 웹기반 Markup 언어로서 새로운 태그를 필요에 따라 생성할 수 있는 자기 묘사(Self-description) 기능을 가지고 있으므로 B2B, 건강관리, 인사관리, 출판 등의 다양한 분야에 적용되고 있다[7].

XML로 표현된 데이터는 바이너리 파일 형태가 아닌 텍스트 파일 형태이기 때문에 특정 프로그램이나 특정 플랫폼에 종속되지 않을 뿐만 아니라 XML 데이터에 대한 구조를 정의하는 XML 스키마나 XML Document Type Definition(DTD)에 Well-formed하고 Valid하다면 어떤 프로그램에서도 이용 가능하기 때문에, 본 연구에서는 각기 다른 장비의 고장 데이터를 표현하기 위하여 XML을 적용하였으며 표1의 XML 구조를 명세하는 DTD를 제안하는 바이다.

### 2.2 XML Web Service를 통한 고장 데이터의 웹 전송

현대의 보호 장비들의 대부분은 전력 계통에서 발생하는 고장에 신속하고 정확하게 대응하도록 정정되어 있을 뿐만 아니라 고장 발생 시점에서의 수에서 수십 주기의 고장 데이터를 별도의 메모리에 저장하게 된다. 이러한 데이터는 제조사 별로 다른 형식을 띠고 있으므로 이 데이터를 재활용하기에는 많은 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 실계통에서 발생한 1선지락 고장 데이터와 송/배전 계통에서 고장을 시뮬레이션 하여 고장 데이터를 취득한 후 2.1에서 제안한 구조에 맞게 XML 형태로 변형하여 XML Web Service를 이용하여 인터넷으로 전송하였다. Web Service 서버와 클라이언트 간의 통신에 W3C에서 국제 표준으로 인준된 SOAP를 기반으로 한 XML 기술을 이용하게 되면 서버나 클라이언트의 개발 언어에 서로 독립적이므로 확장성이나 유지보수에 있어서 장점을 가진다[8].

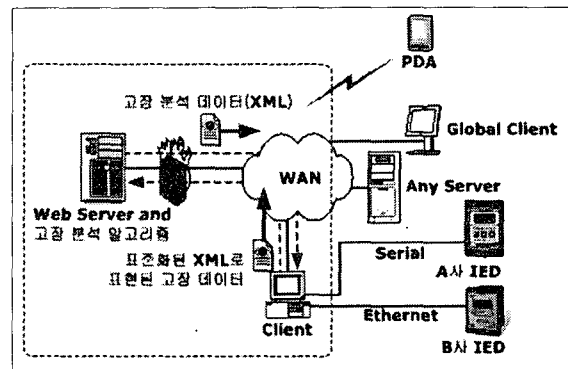


그림 1 전체 시스템 구성도  
Fig. 1 The diagram of full system

본 연구에서는 고장 유형을 판별하는 알고리즘은 그 기본 구조가 쉽게 변하지 않고 재사용 가능하기 때문에 서버에서 담당하고, 제조사가 다른 보호장비에 따라 다양하게 변하는 고장 데이터는 클라이언트 측에 유지하도록 하였다. 이러한 고장 데이터는 보호 장비 제조사 마다 전용의 형식을 따르고 있으므로 보호장비 제조사에서 제공하는 하드웨어나 소프트웨어가 없을 경우에는 재사용되기 불가능하지만, 고장 데이터를 표준화된 XML로 표현하면 보호장비에 구애받지

않고 어디서든지 재사용할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 하드웨어와 소프트웨어의 독립성을 확보할 수 있다. 그림 1은 이러한 서로 다른 보호장비의 고장 데이터를 표준화된 XML로 표현하고 이 XML 데이터를 웹을 통해 전송하는 클라이언트와 이를 수신하여 분석한 뒤 그 결과를 다시 클라이언트에게 전송하는 서버를 나타내고 있다.

2.3 고장 전류의 실효치 및 미분치

고장이 발생하면 고장상의 전류가 급격하게 증가하게 된다. 이 점은 전류의 실효치를 계산하여 도시하여 보면 더욱 더 뚜렷하게 알 수 있다. 1선지락의 경우 고장이 발생한 시점에서 전류의 실효치가 급격하게 증가하는 것을 알 수 있고, 증가율에 있어서는 차이가 있지만 2선지락, 선간단락 및 3상고장에서도 마찬가지로 고장상의 전류는 급격하게 증가한다. 또한 이 실효치의 미분치를 이용하면 고장상의 전류는 더욱 더 급격하게 증가하여 좀더 빠르게 고장 유형을 판별할 수 있다[9]. 실효치의 미분치를 연산하기 위하여 STL(Standard Template Library)의 Numeric Algorithms의 adjacent\_difference 함수를 사용하였다. 또한 성능 검증을 위해 실효치와 실효치의 미분치를 동시에 계산하였다.

2.4 고장 유형 판별 알고리즘

3상 회로의 불평형 문제를 푸는데 사용되는 대칭좌표법을 이용하여 2선단락 고장과 2선지락 고장시의 영상분 전류는 식 (1)과 (2)처럼 표현된다[10].

$$I_{LF0} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$I_{GFO} = \frac{-Z_2 E_a}{Z_0(Z_1 + Z_2) + Z_1 Z_2} \dots\dots\dots(2)$$

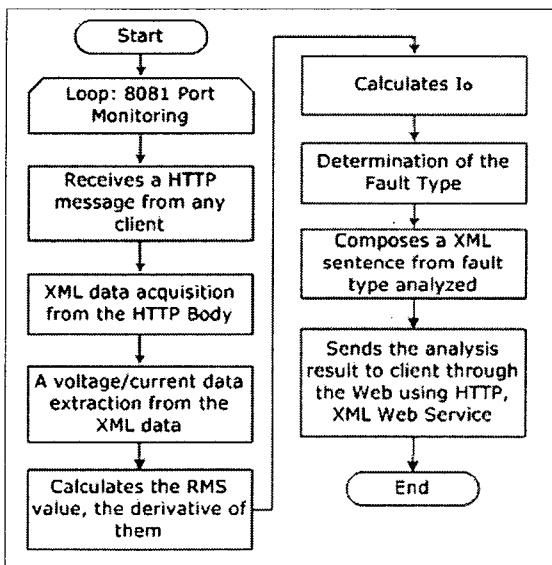


그림 2 알고리즘의 흐름도  
Fig. 2 The flow chart of suggested algorithm

본 연구에서는 실효치의 미분치를 계산하여 고장 상을 판별하였고, 단락고장과 지락고장은 식 (1), (2)를 통해 구분하였다. 그림 2는 이러한 일련의 알고리즘의 흐름도를 나타낸다.

3. 시뮬레이션

3.1 송전 계통

1선지락 고장의 경우는 그림 3의 실제 계통의 154[kV] T/L T상에서 발생한 고장 데이터를 적용하였고 1선지락 이외의 고장, 즉 2선지락, 2선단락, 3상고장의 경우는 발생 빈도가 적기 때문에 그림 4와 같은 154[kV] 100[km] 2회선 송전 라인을 EMTP로 모의하였다. 본 논문에서 사용된 샘플링수는 36 샘플링으로, 샘플링 주파수는 2160[Hz]이다. 모의된 모델의 선로 정수는 표 2와 같다.

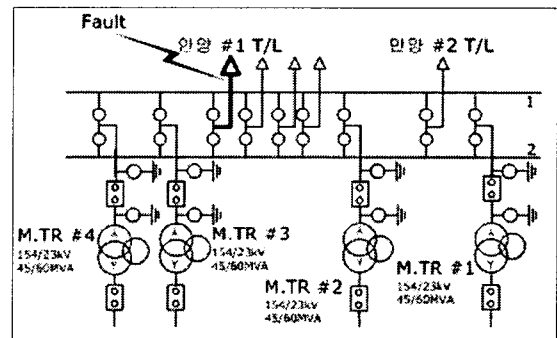


그림 3 1선지락 사고가 발생한 실제 계통 단선도  
Fig. 3 The power system diagram of the single line-to-ground fault occurred in real power system

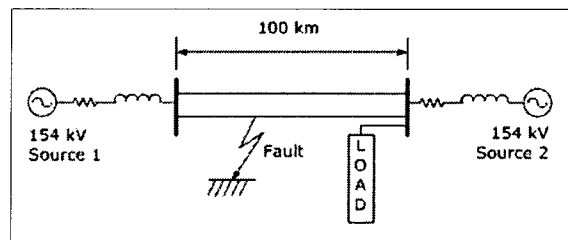


그림 4 시뮬레이션 송전 계통  
Fig. 4 The simulation model of the transmission power system

표 2 모델 계통 데이터

Table 2 The line and source parameters

구분	임피던스
Source 1 전원 임피던스	영상분: 10.261∠79.5 ohm = 1.8699 + j10.08917 정상분: 4.145∠82.61 ohm = 0.5331 + j4.1105
Source 2 전원 임피던스	영상분: 11.848∠78.52 ohm = 2.358 + j11.6109 정상분: 5.0125∠83.21 ohm = 0.5926 + j4.977
선로 임피던스	영상분: 0.2380 + j1.0443 (ohm/km) 정상분: 0.2380 + j0.3445 (ohm/km)
선로 상호 임피던스	0.1948 + j0.563

고장이 발생하였을 경우, 고장상의 전류는 고장 위치에서의 임피던스가 매우 작아 정상상태에서의 전류에 비해 매우 큰 값으로 증가하게 되며[11], 다음 그림 5처럼 실효치를 도시하여 보면 T상 Fault시 T상 전류가 급격하게 증가함을 알 수 있다.

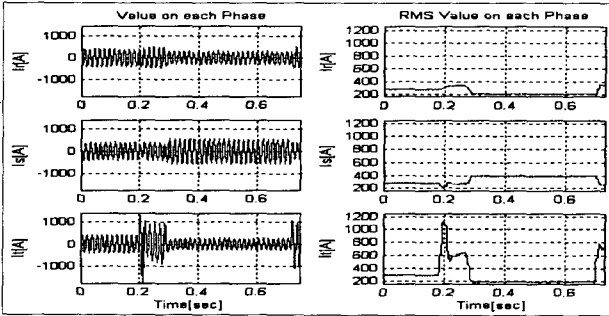


그림 5 1선지락 고장시의 실효치 도시  
Fig. 5 The RMS Value of the single line-to-ground fault

### 3.2 배전 계통

다음 그림 6은 본 연구에서 모의한 배전 모델 전력계통도이다. STEP 1 변압기를 기준으로 크게 송전계통과 배전계통으로 구분되고, 230[kV]의 전원을 가지고 5개의 강압용 변압기, 6개의 역률 개선용 커패시터뱅크, 7개의 선형 부하 및 대용량 유도전동기 부하 등으로 구성되어 있다.

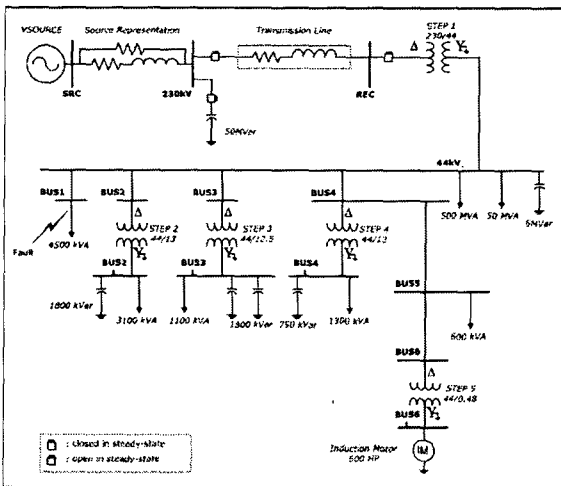


그림 6 시뮬레이션 배전 계통  
Fig. 6 The simulation model of the distribution power system

본 연구에서는 EMTP를 이용하여 배전계통 중 BUS1에서의 사고를 모의하였으며, 한 주기당 64 샘플, 3840[Hz] 샘플링 주파수를 가진다. 특히 송전계통은 전원과 230[kV] 모선사이에서는 각각 400[Ω]을 갖는 서지 임피던스를 고려한 전원등가선로로 표현하였으며, 230[kV]와 REC 모선 사이의 송전선로는 PI 등가 모델로 나타내었다. 배전계통의 모델링에 있어서는 Δ-Y 결선으로 구성된 여러 가지 용량의 변압

기를 통하여 연결되는 여러 가지 모선에서 다양한 형태의 부하와 역률개선용 커패시터를 표현하였다[12].

## 4. 구현 결과

### 4.1 클라이언트

고장 데이터를 2.1절에서 제시한 XML DTD에 Valid하게 표현했을 때는 어떤 응용 프로그램도 사용이 가능한 장점을 가지고 있다. 다음 그림 7은 이렇게 표현된 1선지락 고장의 XML 형태를 나타내고 있다.

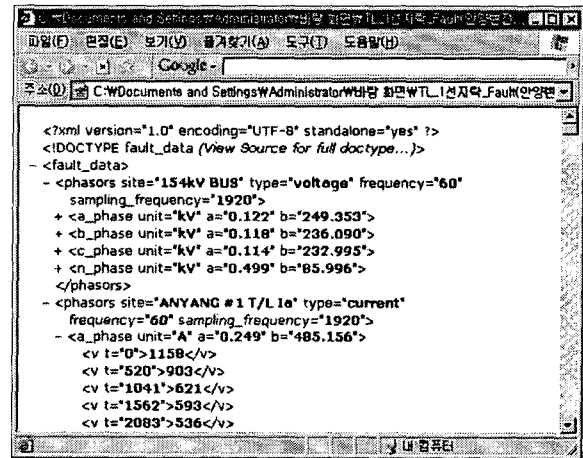


그림 7 XML 형태로 표현된 고장 데이터  
Fig. 7 The fault data description using the XML

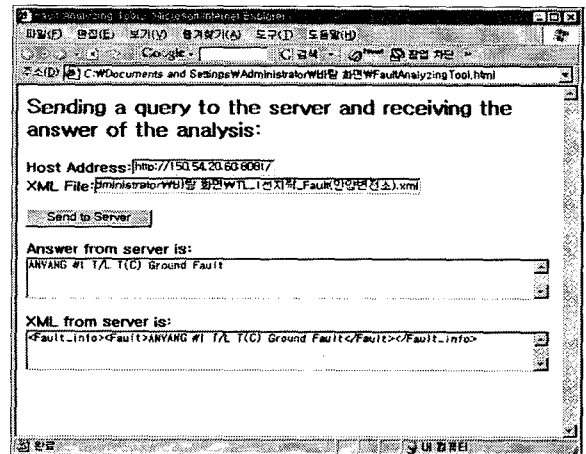


그림 8 고장 데이터를 전송하는 클라이언트  
Fig. 8 The client to send fault data to server using the XML web service

서버-클라이언트 기반의 프로그램에서 클라이언트는 사용자의 요구에 의해서 빠르게 변화할 가능성이 많기 때문에 웹 브라우저에서 고장 데이터를 서버쪽으로 업로드하는 형태의 프로그램을 개발하였다. 그림 8처럼 클라이언트는 업로드시 HTTP 프로토콜을 사용하여 XML 형태로 고장데이터를 알고리즘 서버로 전송하게 되고, 서버로부터 XML 형

대로 수신된 결과를 별도의 결과 표시 영역에 표시하는 형태를 띠고 있다.

4.2 서버

다음 그림 9는 개발 완료된 고장 판별 알고리즘을 탑재한 웹서버를 나타내고 있다. 웹서버를 구현하기 위하여 소켓과 쓰레드를 이용하여 포트를 감시하는 기능을 삽입하였다. 다음 그림 9와 표 4에서 알 수 있듯이, 송전선과 배전선에서의 1선지락, 2선단락, 2선지락 및 3상고장을 정확하게 검출하였다. 또한 단순히 실패치를 이용했을 때보다 실패치의 미분치를 이용하여 좀 더 정확하고 빠르게 고장을 검출 할 수 있었다.

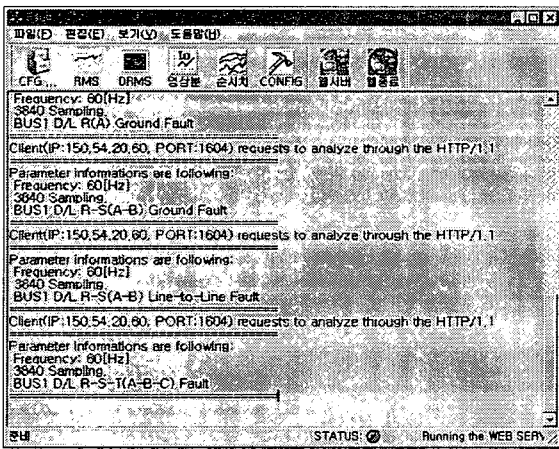


그림 9 고장데이터를 수신하고 분석하는 서버  
Fig. 9 The server to receive and analyze fault data

4.3 RTT(Round-Trip Time) 측정

본 연구에서 제시하는 클라이언트-서버 기반의 고장 분석 알고리즘의 활용성을 검증하기 위해서 표 3에서와 같은 사양을 가지는 서버와 클라이언트를 동일한 서버넷에 설치하고 클라이언트가 고장데이터를 전송하고 그 결과를 얻는데 걸리는 시간을 측정하였다. 알고리즘을 실제로 적용하기 위해서는 적어도 3초 이내에 클라이언트가 정확한 고장 판별 결과를 수신할 수 있어야 할 것이다.

표 3 서버와 클라이언트의 테스트 사양  
Table 3 The test specification of the client and server

구분	사양
서버	OS: Microsoft Windows XP CPU: Pentium 4 CPU 1.70 GHz RAM: 512 MB NIC: 10 Mbps
클라이언트	OS: Microsoft Windows XP(SP2) CPU: Pentium(Mobile) 1.80 GHz RAM: DDR 1GB NIC: 100 Mbps

표 4에서처럼 모든 고장의 유형을 정확하게 판별하였고, 송전선로 고장의 경우, 1선지락의 고장의 경우는 샘플링 주파수가 1920[Hz]로 2선지락, 2선단락, 3상사고에 비하여 그 크기가 작기 때문에 좀더 빠른 응답시간을 가진다. 배전선로 고장의 경우는 3840[Hz]의 샘플링 주파수를 가지고 있어서 용량이 좀더 크기 때문에 송전선로 고장의 경우 보다 좀더 시간이 지연됨을 알 수 있다. 또한 본 연구에서 제시한 RTT의 허용 가능한 시간인 3초 이내로 모든 결과가 수렴하였다.

표 4 RTT 측정 결과(10회)  
Table 4 The round-trip times(10 times)

구분	고장유형	고장 유형판별	평균 RTT[msec]	3초 이내로의 RTT 수렴 여부
송전	1선지락	성공	1716.4	수렴
	2선지락	성공	2101.3	수렴
	2선단락	성공	2011.6	수렴
배전	3상고장	성공	1923.7	수렴
	1선지락	성공	2516.3	수렴
	2선지락	성공	2617.4	수렴
	2선단락	성공	2711.3	수렴
	3상고장	성공	2499.3	수렴

5. 결 론

현대의 보호장비는 대부분 전력 계통에서 발생하는 고장에 신속하게 대응하도록 정정되어있을 뿐만 아니라 고장 발생 시점에서의 수에서 수십 주기의 고장데이터를 별도의 메모리에 저장하게 된다. 이러한 데이터는 제조사 별로 다른 형식을 띠고 있으므로 이 데이터를 재활용하기에는 많은 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 고장 데이터를 XML로 표현하는 방법을 제시하였다. XML 데이터의 구조를 명세한 Document Type Definition에 Well-formed하고 Valid 한 고장 데이터는 어떤 응용 프로그램에서도 사용될 수 있기 때문에 전력계통 해석 프로그램에서 그 데이터를 공유하거나 연구 그룹에 의한 결과물 들을 통합하는데 사용될 수 있을 것이다.

1994년에 설립된 W3C는 XML(eXtensible Markup Language)을 기반으로 PC들 사이의 정보를 교환하기 위한 SOAP(Simple Object Access Protocol)를 국제 표준으로 인준하였다. XML Web Service는 이러한 SOAP를 기반으로 표준화된 데이터 메시지 포매팅 기술을 사용하기 때문에 특정 환경에 독립적으로 사용될 수 있는 장점이 있다. 또한 사용자의 요구에 따라 빠르게 변화하는 모듈과 한 번 개발되고 변화가 거의 없는 모듈을 분리하여 확장성과 유지보수가 쉬운 클라이언트-서버 기반의 알고리즘 서버를 개발하였다.

향후 XM로 표현된 고장데이터의 고장 유형을 판별하는 기본적인 기능과 더불어 고조파 분석, Voltage Sag와 Swell 등의 Power Quality에 관련된 해석 기능을 추가하여 좀더 강화된 해석 정보를 제공하는 알고리즘 서버를 구축해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Stephen J. Chapman, "Electric Machinery and Power System Fundamentals", McGraw-Hill, 2002.
- [2] I.S. Kim, S.S. Kim, H.S. Kim, K.G. Kim, Y.J. Choi, J.K. Hong, "Comtrade 파일 형태로 저장된 고장데이터에서의 고장 판별에 관한 연구", 대한전기학회 춘계 학술대회 논문집, pp. 59-61, May 2003.
- [3] J.H. Choi, K.J. Kim, "XML Web Service를 이용한 조류 계산 프로그램의 분산처리", 대한전기학회 논문지, 제 52권, 제 4호, pp. 207-212, April 2003.
- [4] IEEE SCC36-UCA, IEC TC57-WG10,11,12, "IEC 61850-5 Comm.-Part 5:Communication Requirements for Functions and Device Models".
- [5] David Hunter, Andrew Watt, Jeff Rafter, Jon Duckett, Danny Ayers, Nicholas Chase, Joe Fawcett, Tom Gaven, Bill Paterson, "Beginning XML 3rd Edition", Wiley Publishing, pp. 18-19, 2004.
- [6] Fintan Bolton, "PURE CORBA", Sams Publishing, pp.619-620, 2002.
- [7] Sun Microsystems, "Introduction to XML DTX-110", Sun Microsystems, Module 1, pp. 19-21, 2002.
- [8] J.H. Choi, K.J. Kim, "XML DataSet DB를 연동한 조류계산용 XML Web Service의 개발", 대한전기학회 논문지, 제 52권, 제 10호, pp. 571-576, October, 2003.
- [9] I.S. Kim, Y.J. Choi, J.K. Hong, "실효치의 미분치를 이용한 COMTRADE 파일로 저장된 고장데이터에서의 고장 판별에 관한 연구", 대한전기학회 송배전설비연구회 춘계학술대회, pp.29-31, April. 2004.
- [10] John J. Grainger, William D. Stevenson, Jr, "Power System Analysis", McGraw-Hill, pp. 470-499, 1994.
- [11] S.M. Ahn, S.M. Y, S.P. Ahn, C.H. Kim, "고장전류 실효값의 미분치를 이용한 송전선로의 고장검출 알고리즘에 관한 연구", 전력계통 보호제어연구회, Vol. 4, No.1, pp. 119-126, November, 2000.
- [12] J.P. Lee, "Voltage Sag 검출 기법에 관한 연구", 성균관대학교 석사학위논문, pp. 32-34, December, 2002.

저 자 소 개



**김인수 (金仁秀)**

1978년 1월 17일생. 2000년 성균관대 전기전자 및 컴퓨터 공학부 졸업. 2002년 동대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과 졸업(공석). 현재 (주)효성 중공업연구소 전력자동화팀 선임연구원.

Tel : 02-707-4328, Fax : 02-707-4399  
E-mail : soviet@pop3.hyosung.co.kr



**홍정기 (洪定基)**

1963년 8월 15일생. 1986년 서울대학교 전기공학과 졸업. 2002년 명지대학교 전기공학과 졸업(공석). 1986년~현재 (주)효성 중공업연구소 전력자동화팀 수석연구원.

Tel : 02-707-4330, Fax : 02-707-4399  
E-mail : jkhong@hyosung.com



**이학성 (李學成)**

1957년 9월 27일생. 1981년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1983년 동대학원 전기공학과 졸업(공석). 1991년 Univ. of Southern California 졸업(공박). 1983년~현재 (주)효성 중공업연구소 소장.

Tel : 02-707-4320, Fax : 02-707-4399  
E-mail : hslee@hyosung.com