

## Web Service based Information Integration Architecture in Power Systems

배 재 광\* · 김 영 국\*\* · 임 성 일†  
(Jae-Kwang Bae · Young-Kook Kim · Seong-II Lim)

**Abstract** - As growth of operational complexity in power systems, necessity of information integration between automation systems such as EMS, SAS, DAS and renewable energy sources has been increased. This paper proposes a new information integration architecture between power automation systems based on web service technique. Loosely coupled feature of web service system can provide more flexible and reliable way to exchange information. Communication testing on the demonstration system has been performed to establish the feasibility of the proposed architecture.

**Key Words** : Web Service, Architecture, Power Systems, Automation System, Information Integration

### 1. 서 론

현대 사회에서 전력계통은 가장 중요한 기반설비 중에 하나이다. 전력계통은 외란에 대한 안정도를 향상시키기 위하여 점점 더 광범위하게 연계하고 있으며, 각 자동화시스템간의 자율적인 정보교환과 협업을 통한 계통운영이 필요하게 되었다. 과거 전력계통은 중앙 집중적 운영방식을 적용하여 공통된 표준을 정의하고 모든 자동화시스템들이 이를 따르는 형태를 취함으로써 통합된 정보교환망 구축이 가능하였다. 그러나 최근 전력산업의 규제완화와 시장경제의 도입으로 인해 이질적인장치 및 자동화시스템들이 전력계통으로 병입됨이 불가피하게 되었다[1]. 정보교환과 관련된 문제를 해결하기 위해 국내외에서 전력과 IT를 융합한 전력IT 기술이 활발히 연구되고 있다. 그 예로써 IEC61850과 같은 국제 표준을 이용하여 자동화시스템 내에서 서로 다른 제작사가 개발한 장치들 간의 상호운용성을 확보하기 위한 연구노력이 활발히 이루어지고 있다[2][3]. 그러나 전력IT 기술의 근간이 되는 정보의 통합이 실질적인 효과를 발휘하기 위해서는 자동화시스템 내부에서 뿐만 아니라 다른 자동화시스템들 사이에서도 정보의 공유가 원활히 이루어져야 한다[4].

분산된 전력정보자원을 효과적으로 사용하기 위하여, 정보교환과 관련된 많은 연구노력이 진행되어 왔으며, IT기술을 응용한 것이 대부분을 차지한다[5]. 참고문헌 [6]에서는 SPID(Strategic Power Infrastructure Defense)시스템에 대해서 소개하고 있다. SPID시스템은 정보교환을 위해 XML

기반의 클라이언트/서버 구조를 제안하고 있다. 이 시스템의 문제점은 클라이언트/서버 구조에 XML을 사용함에 따라 정보교환의 유연성과 확장성에 있어 병목현상을 야기한다는 점이다. 참고문헌[7]에서는 자율 분산형 실시간시스템인 DART(Distributed Autonomous Real Time)가 제안되어 대규모 자동화시스템에서 가장 중요한 이슈인 정보보안 문제의 해결방안을 제시하고 있다. 이 연구에서는 통합된 메시지와 데이터 관련 IT기술에 대해 열거하고 있으나 웹 기반의 통합된 정보시스템을 어떻게 구성하는지에 대한 구체적인 방안은 제시하지 못하고 있다. 참고문헌 [8]에서는 정확한 광역 디펜스시스템 설계 및 시뮬레이션을 위하여 웹 서비스 기반의 디펜스시스템 설계방법에 대하여 제안하고 있다. 그러나 이 연구는 엔지니어와 자동화시스템 사이의 정보공유 문제에 대해서만 다루고 있어 전체 전력계통 정보통합문제는 고려하지 않고 있다. 이외에 이질적인 자동화시스템간의 정보교환문제를 해결하기 위한 대표적인 연구로 EPRI의 Intelligrid[9]와 Gridwise[10] 등이 진행 중이다. 전력시스템내의 정보통합 및 정보교환문제를 해결하기 위한 방법들이 소개되었지만 이들 각각은 기술적인 제약사항을 여전히 가지고 있다. 따라서 분산된 시스템들 사이의 상호운용성을 보장하면서 플랫폼 독립적으로 통합된 정보시스템을 개발하기 위해서는 좀 더 자율적이고 유연성 있는 접근법과 기술이 필요하다.

본 논문에서는 분산되어 있는 전력용 자동화시스템들이 정보자원을 원활히 공유하도록 하기 위하여, 최근 이슈 가되는 웹 서비스 기반의 자율적인 정보교환 방법론을 제시한다. 웹 서비스기술을 적용한 통합화시스템 내에서 각 자동화시스템들은 보유하고 있는 다양한 정보들을 서비스 단위로 구현한 후 레지스트리에 등록한다. 이후 특정 자동화시스템이 다른 시스템의 기능이나 정보를 필요로 하는 경우 레지스트리에서 서비스를 검색한 후 그 기능을 이용한다. 웹 서비스가 가지는 가장 큰 이점은 서비스를 이용함에 있

\* 준 회 원 : 경남대학 공대 전기공학과 석사과정  
 \*\* 정 회 원 : 경남대학 공대 전기공학과 교수 · 공박  
 † 교신저자, 정회원 : 경남대학 공대 전기공학과 교수 · 공박  
 E-mail : slim@kyungnam.ac.kr  
 접수일자 : 2009년 10월 12일  
 최종완료 : 2010년 1월 4일

어 사용되는 메시지가 XML을 기반으로 한다는 것이다. 따라서 웹 서비스 기반의 정보교환 구조는 XML을 해석가능한 시스템이라면 언제, 어디서라도 플랫폼 독립적으로 원하는 정보자원에 유연하게 접근할 수 있을 것이다.

본 논문의 본론은 3개의 단원으로 구성된다. 2.1장은 웹 서비스의 기본개념과 적용방안에 대하여 설명한다. 2.2장은 전력용 자동화시스템들 간의 정보교환을 위한 웹 서비스 기반의 정보교환 구조를 설명한다. 2.3장은 SCADA 시스템을 대상으로 구축한 데모시스템을 이용해 본 논문의 유용성을 검증한다.

## 2. 본 론

### 2.1 웹 서비스 구성 요소 및 적용구조

이 단원에서는 전력용 자동화시스템간의 정보교환을 위해 본 논문이 제시하는 웹 서비스기술에 대한 정의와 그 적용구조에 대해 기술한다. 먼저 웹 서비스 구성요간의 행위와 이를 위해 사용되는 표준들을 기술하고, 웹 서비스를 구성하는 요소들을 전력계통에 적용했을 때 그 구조를 설명한다.

#### 2.1.1 웹 서비스 정의

웹 서비스는 인터넷 상에서 XML 표준을 기반으로 개발된 메시지와 HTTP를 통해 운영체제나 구현기술에 구애 받지 않고 다양한 클라이언트에게 어떤 기능을 제공하는 것을 웹 서비스라 한다. 웹 서비스는 서비스 제공자, 중개자, 소비자등으로 구성되며 그림 1은 각 구성요소 사이에 이루어지는 행위를 도식화한 것이다.

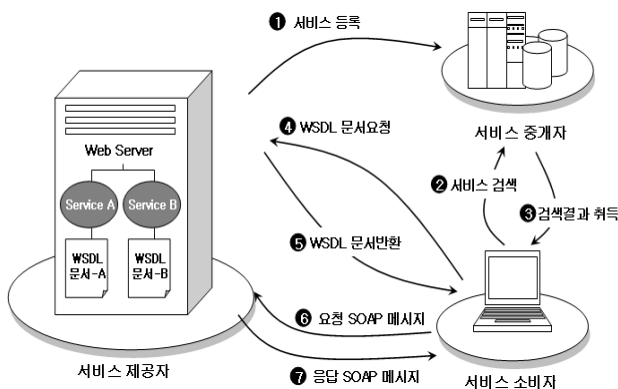


그림 1 웹 서비스 시스템의 구성  
Fig. 1 Configuration of web service system

웹 서비스 제공자는 서비스를 개발하는 회사 또는 개인을 말하며 개발된 서비스는 웹 서비스 중개자가 운영하는 저장소에 등록한다. 중개자는 개발된 웹 서비스를 광고하는 역할을 하며 소비자가 원하는 서비스를 쉽게 찾을 수 있도록 중개역할을 수행한다. 소비자는 서비스를 이용하는 개인 또는 회사를 말하며 서비스를 검색한 후 관련된 정보를 이용

하여 웹 서비스를 이용하게 된다. 또한, 제공되는 서비스의 종류는 너무도 다양할 뿐만 아니라 새로운 서비스가 등록되기도 할 것이므로 모든 서비스의 접근방법은 미리 정의될 수 없다. 따라서 제공자는 자신이 개발한 서비스의 인터페이스를 기술하는 문서를 작성하여 소비자에게 제공할 의무를 가진다. 이와 같은 웹 서비스 각 구성요소들 사이의 행위를 지원하고 상호 유기적으로 결합하기 위해, 서비스 인터페이스 기술, 등록, 검색 및 호출과 관련된 표준인 SOAP, WSDL, UDDI 등을 이용한다.

#### SOAP(Simple Object Access Protocol)

시스템 사이의 상호운용성 문제를 해결하기 위해 개발된 것으로, XML 문서를 보내거나 받을 때 HTTP를 사용하기 위한 메시지작성 표준이다. 즉, 전송되는 XML 문서의 구조를 일괄적으로 통일함으로써 표준화된 방식으로 데이터를 처리하는 것이 가능하도록 한다.

#### WSDL(Web Service Description Language)

개발된 서비스 사용에 필요한 인터페이스를 XML기반으로 기술하기위한 표준으로, 개인이나 회사들이 해당 웹 서비스에 원격으로 접근하기 위해 필요한 원격 메소드명 및 전달인자를 제공하기 위해 사용되는 언어이다.

#### UDDI(Universal Description, Discovery and Integration)

UDDI는 웹 서비스의 등록과 검색을 위한 XML레지스트리의 구현과 사용 방법을 표준화한 것이다. 이와 같이 UDDI 표준에 맞게 구현된 레지스트리를 UDDI 레지스트리라 한다.

분산된 자동화시스템들을 통합하기 위해 분산객체기술, EAI(Enterprise Application Integration) 등 많은 방법론들이 제시되어왔으며, 이들 각각을 이용한 전력정보통합 및 교환방법의 옳고 그름에 대해서는 여러 가지 이견이 있을 수 있다. 그러나 이질 시스템간의 상호운용성, 미래의 확장성, 플랫폼에 대한 종속성 등의 문제를 해결함에 있어 제한사항이 있다는 것은 분명하다. 따라서 본 논문에서는 전력자동화시스템 사이의 상호운용성을 보장하고 플랫폼 독립적인 정보교환시스템을 개발하기 위해서 개발된 표준 기반의 웹 서비스 기술을 이용한다.

#### 2.1.2 전력정보 통합 아키텍처

웹 서비스 기반의 전력정보 통합 아키텍처는 전력정보서비스 소비자, 전력정보서비스 제공자, 전력정보서비스 중개자 등으로 구성된다. 전력계통에 분산되어 있는 모든 자동화시스템이 대상이 되며, 자동화시스템을 구성하는 단위모듈들도 아키텍처 요소에 포함된다. 그림 2는 웹 서비스 기반 아키텍처를 도식화한 것이다. 그림 2에서 서비스 소비자 와 제공자를 특별히 명시하지 않고 있다. 전력계통의 특성상 분산된 모든 자동화시스템은 자신의 기능을 최적화하기 위하여 타 시스템의 정보를 취합하여 의사결정을 할 필요가 있기 때문이다. 따라서 모든 자동화시스템은 서비스 소비자 인 동시에 서비스 제공자의 역할을 수행한다.

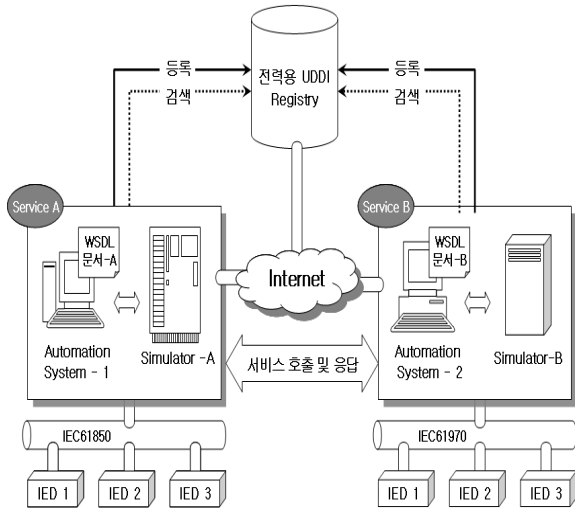


그림 2 웹서비스 기반 전력정보 통합시스템  
Fig. 2 Web based power system information integration

다음은 웹 서비스 기반의 전력계통 아키텍처의 각 구성요소들의 행위들을 정리한 것이다.

전력정보 서비스 소비자

소비자는 모든 전력 자동화시스템들을 의미하며 시스템 운영상 타 시스템의 정보를 필요로 하는 경우 전력용 UDDI 레지스트리를 통해 서비스를 검색한다. 또한, 소비자는 검색 결과로부터 정보서비스를 제공하는 시스템의 위치, 서비스의 특징, 서비스를 기술하는 WSDL 문서의 위치 등을 파악한다. 이 후 WSDL 문서에 정의된 방법에 따라 정보서비스를 호출하며, 타 시스템의 정보를 수집한다.

전력정보 서비스 제공자

각 자동화시스템은 자신이 보유한 정보들을 분류하고 이에 해당되는 정보서비스를 구현한다. 이와 동시에 서비스 호출에 필요한 사용자인터페이스를 WSDL문서로 정의한다. 구현된 서비스는 자체 서버내의 호스팅환경 내에서 관리되며 소비자에 의해 쉽게 발견될 수 있도록 제공하는 서비스의 특징과 위치, WSDL문서 URL 등을 전력용 UDDI레지스트리에 등록한다.

전력정보 서비스 중개자

정보서비스 중개자는 각 자동화시스템이 구현한 정보서비스를 소비자들이 손쉽게 검색하고 사용할 수 있도록 지원하며, 서비스 제공자는 개발한 서비스를 소비자에게 널리 배포하기 위한 용도로 사용한다.

이상의 세 가지 구성요소들 간의 행위는 그들의 구현환경에 무관하게 플랫폼 독립적으로 통신하는 것을 원칙으로 하기 때문에 웹 서비스 표준인 SOAP, WSDL, UDDI를 적용한다. 또한, 이 표준들은 전력계통데이터 특성을 반영한 형태로 적용되어지며 각 자동화시스템들을 표준기반으로 유기적으로 결합함으로써 웹 서비스 기반의 전력정보 통합 아키텍처를 구성한다. 각 전력자동화시스템 내부적으로는 이질적인 디바이스들을 통합하기 위하여 기존의 IEC61970,

IEC61850 등의 국제 표준을 사용한다. 즉, 본 논문에 제시하는 전력정보통합 아키텍처는 시스템과 시스템 간의 통합을 위하여 웹 서비스 기술을, 시스템 모듈단위는 특화된 국제표준을 적용함으로써 그 구성이 완성된다.

2.1.3 SOAP 기반 전력정보 메시지 구조

웹 서비스 기반의 전력계통 아키텍처에서는 자동화시스템 간의 정보를 자율적으로 교환하기 위하여 XML 기반의 SOAP 메시지를 이용한다. 이 의미는 제공하는 정보서비스의 특징에 따라 전달되는 전력정보 메시지 구조를 사용자가 직접 정의 할 수 있으며, 따라서 어떤 형태의 데이터라도 체계적으로 기술 할 수 있음을 의미한다. 그림 3은 웹 서비스 기반 전력정보 통합 아키텍처 내에서 전송되는 SOAP 메시지구조의 예를 나타내고 있다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SOAP:Envelope>
  <SOAP:Body xmlns:SubstationA="http://www.kyungnam.ac.kr/~slim">
    <SubstationA:GetlineImpedanceResponse>
      <SubstationA:positiveResistance>0.5862</SubstationA:positiveResistance>
      <SubstationA:positiveReactance>0.8657</SubstationA:positiveReactance>
    </SubstationA:GetlineImpedanceResponse>
  </SOAP:Body>
</SOAP:Envelope>
```

그림 3 SOAP 메시지 구조  
Fig. 3 Structure of SOAP message

전력계통 데이터를 SOAP 메시지로 표현하는 경우 최상위 요소에는 자동화시스템의 이름 또는 지역정보가 포함되며 하위 요소에는 이를 구성하는 설비들이 계측하는 전압, 전류, 유효전력, 무효전력, 또는 개폐기 상태 및 계전기 상태 등과 같은 전력계통정보가 포함된다. 이와 같은 SOAP 메시지는 사용자가 직접 작성할 수도 있으나 WSDL 문서를 이용해 자동적으로 생성하는 것이 일반적이다.

2.1.4 전력용 UDDI 레지스트리

전력정보 통합 아키텍처 내에서 자동화시스템이 타 시스템의 정보서비스를 이용하기 위해서는 전력정보 서비스가 호스팅 되어있는 엔드포인트 위치를 알아야 한다. 물론 시스템 운영자간에 사전협약을 통한 약속이 되어 있다면 번거롭게 검색하는 절차는 생략가능 하다. 하지만 하나의 자동화시스템만 하더라도 보유한 정보의 종류가 다양하기 때문에 파생되는 서비스의 종류 또한 많아진다. 전체 전력계통을 대상으로 하는 경우 수많은 서비스가 전력계통 내에 산재 하게 되어 관리가 어려워지며, 전력정보 소비자는 자신이 필요로 하는 서비스를 검색할 방법이 없게 된다. 이와 같은 상황을 방지하기 위해서는 전력정보 서비스를 관리 하기 위한 특화된 UDDI 레지스트리가 필요하다. 또한, 전력 자동화시스템의 특성상 신뢰성, 속도, 보안성이 요구되기 때문에 UDDI의 형태는 폐쇄적 UDDI 형태가 적합하다. 즉, 그림 4와 같이 인증 받은 운용자 이외의 사람들에게는 UDDI 레지스트리를 통한 전력정보 서비스에 검색권한을 차단하는 형태로 구성된다.

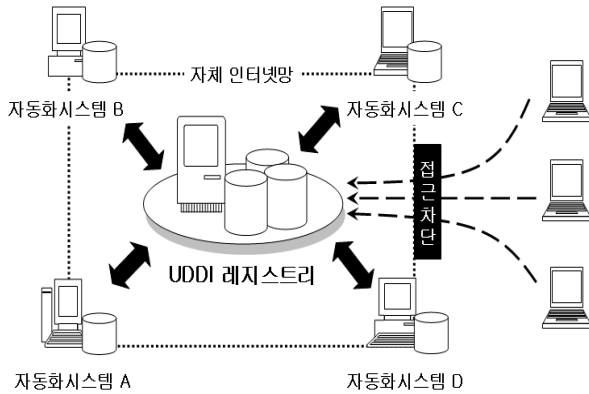


그림 4 폐쇄적 UDDI 레지스트리의 구조  
Fig. 4 Structure of private UDDI

범용 UDDI의 경우 누구나 사용할 수 있는 형태로 누구나든지 서비스를 등록하고 사용할 수 있다. 그러나 이 경우 서비스의 내용, 존재여부, 신뢰성 등을 검증하기 위한 절차가 방대하여 생략되기 때문에 서비스의 신뢰성을 보장하기 어렵다. 반면 폐쇄적 UDDI는 특정기업 내부에서만 운용되고 관리되기 때문에 서비스등록 시 정해진 절차에 따라 검증이 가능하여 서비스의 신뢰성 및 보안성을 보장 가능하다. 또한, UDDI 레지스트리는 XML을 기반으로 전력정보 서비스에 대한 정보를 체계적으로 분류하고 관리함으로써 검색에 소요되는 시간을 단축할 수 있으며, 자체 인터넷망을 통해 검색함으로써 통신 속도를 보장할 수 있다.

## 2.2 전력 자동화시스템 사이의 정보교환 방법

본 단원에서는 웹 서비스 기반의 전력정보 통합 아키텍처의 모든 요소들을 취합하여 구성되는 전력정보 통합시스템에 대해 설명하고, 통합 시스템에 적용되는 전력정보 메시지 교환 모델을 설명한다.

### 2.2.1 전력정보 통합시스템

웹 서비스를 기반으로 하는 전력자동화 통합시스템은 분산시스템간의 원활한 정보교환 메커니즘을 설명하는데 사용된다. 그림 5의 각 자동화시스템은 평상시 IED들로부터 계통데이터를 수집하여 시스템 설계 목적에 알맞은 연산 및 제어를 수행하게 된다. 수행결과 데이터는 자체 서버에 저장 관리되며, 필요에 따라 다른 자동화시스템들에 의해 사용되어진다. 자동화시스템들은 타 시스템이 요구하는 정보를 미리 정의하고 이에 알맞게 정보제공서비스를 구현하며, 서비스 관리시스템의 UDDI에 등록함으로써 서비스에 대한 접근성을 높여준다. 예를 들어 CORBA 기반의 DAS시스템이 GIS시스템의 정보를 필요로 하는 경우 DAS시스템은 서비스 관리시스템으로부터 GIS시스템이 제공하는 서비스를 검색한다. 검색결과를 바탕으로 DAS시스템은 검색결과 목록에서 목적에 알맞은 서비스를 선택하며, 해당 서비스의 WSDL문서를 GIS시스템으로부터 다운로드하고 파싱을 수행한다. 이후 WSDL문서에 정의된 사용자 인터페이스를 기반으로 서비스 요청 메시지를 전송하며, GIS시스템의 정보

서비스는 요청한 정보의 종류를 검색하고 응답메시지를 전송한다. 그 결과 DAS시스템의 응용프로그램에서는 GIS시스템의 응답메시지를 이용하여 사용자에게 원하는 정보를 출력할 수 있게 된다.

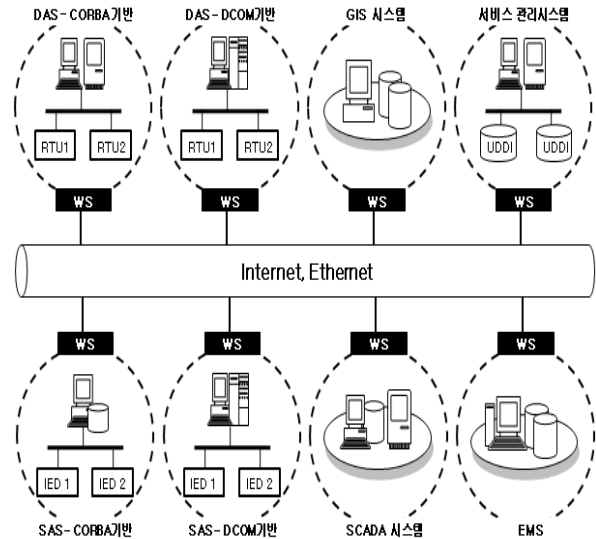


그림 5 전력자동화 통합시스템  
Fig. 5 Integration of power automation system

CORBA 기반의 DAS시스템이 GIS시스템의 정보서비스를 호출하고 그 결과를 수신하는 과정에서는 SOAP 기반의 XML문서를 기반으로 메시징하기 때문에 GIS시스템의 구현 플랫폼에 독립적으로 정보자원에 접근할 수 있다. 따라서 전력계통내의 자동화시스템들은 웹 서비스를 통해서 라면 언제든지 서로 다른 영역의 정보자원에 자유롭게 접근할 수 있으며 새로운 자동화시스템이 병입 되더라도 쉽게 연계 가능하다. 그러나 그러한 자유로움 이면에는 또 다른 위험 요소가 존재한다. 즉, 여러 장점을 가지는 웹 서비스가 전력계통 내에 산재하게 되었을 경우 그 서비스들을 어떻게 발견하는가이다. 이에 대한 해결책으로 서비스 관리시스템을 이용한다. 개발된 서비스는 서비스 관리시스템의 UDDI 레지스트리에 미리 정의된 분류체계에 따라 등록되어지며 체계적으로 관리된다. 따라서 소비자는 서비스를 쉽게 발견하여 사용하는 것이 가능하며 어떠한 서비스라도 위치, 플랫폼, 구현언어 등에 독립적으로 사용할 수 있다.

현재 전력계통은 전력용 자동화시스템 내부설비들 사이의 정보통합에 머무르고 있으나 앞으로의 전력계통은 점점 거대화 되고 운영환경이 빈번히 변화함에 따라 시스템 내부에서 만의 정보통합은 경쟁력 가질 수 없는 환경이 되었다. 이와 관련하여, 본 논문에서 제시하는 전력정보 교환구조는 산재되어있는 전력계통 정보자원에 대하여 기존 접근방법에 비해 보다 효율적이고 유연한 접근법을 제공한다. 따라서 복잡하게 연계된 전력계통을 보다 효율적이고 정확하게 제어하는 것을 가능하게 한다. 즉, 운영자가 의사결정을 함에 있어 각 자동화 시스템이 제공하는 정보들을 모두 취합하여 통합연산을 함으로써 최적화된 의사결정 및 제어를 가능하도록 한다.

### 2.2.2 메시지 교환 모델

SOAP 메시지 교환 모델로 요청과 응답 모델, 재귀적 모델, 브로드캐스팅모델 등이 있으며 일반적으로 가장 많이 적용되는 모델은 요청과 응답 모델이다. 본 논문에서는 요청과 응답 모델을 기본적으로 적용하며 정보 서비스의 특징에 따라 브로드캐스팅모델을 활용한다. 전력계통내에 산재하는 정보 중에는 그 특징에 따라 사용빈도가 제각각 나타날 수 있다. 즉, 모든 시스템이 필수적으로 취득해야 하거나 그 사용빈도가 높은 정보의 경우에는 필요시 마다 서비스를 검색하고 호출하는 것은 비효율적이다. 따라서 이와 같은 정보의 경우 브로드캐스팅모델을 적용하는 것이 유리하다. 각 자동화시스템이 자신이 보유한 정보자원 중에 모든 시스템이 필요로 하는 정보를 분류하고 필수정보 서비스로 정의한다. 이 때 필수정보 서비스는 그림 6과같이 실시간 브로드캐스팅으로 타 시스템에게로 전송하게 된다.

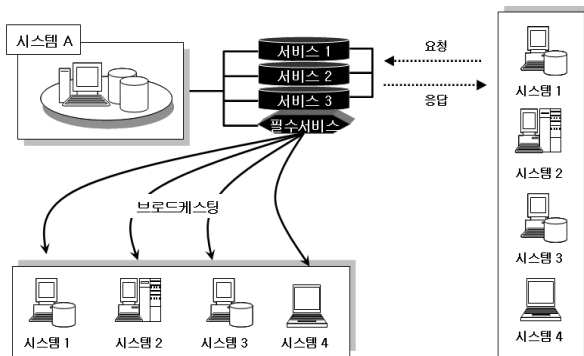


그림 6 브로드캐스팅을 이용한 메시지 전송  
Fig. 6 Message exchange using the broadcasting

또한, 특정 정보서비스에 대한 사용 빈도가 매우 높은 경우, 필요시 마다 서비스를 요청하고 응답받는 과정은 매우 반복적이며 비효율적이다. 이 같은 경우에도 전력정보 서비스에 자신의 URL주소를 등록하고, 해당 정보서비스는 등록된 시스템에 대해서는 요청이 없다 하더라도 일정한 시간 간격으로 브로드캐스팅으로 정보를 전송함으로써 정보자원을 필요로 하는 자동화시스템의 불편함을 해결 가능하다.

### 2.3 사례연구

본 논문에서 제시한 방법론의 유용성을 검증하기 위하여 SCADA 시스템을 대상으로 한 데모시스템을 구축하고 통신 테스트를 실시하였다.

#### 2.3.1 웹 서비스 기반 SCADA 데모시스템

데모시스템은 윈도우즈 XP 기반의 컴퓨터 2대, 계측장비 6대, 전원발생장치 1대, 통신컨버터 1대 등을 이용하여 네트워크로 연결, 네트워크 기반의 시스템을 구성하였다. SCADA 시스템의 기능 중에 데이터수집 기능을 전력정보 서비스로 구현 하였으며, 이 서비스는 전압과 전류의 실효치와 IED가 수집한 차단기의 상태 등을 소비자에게 제공한다.

이들 서비스의 이름은 각각 GCV(Get Current and Voltage) 서비스, GBS(Get Breaker States)서비스라 부른다. 그림 8은 성능검증을 위해 구성한 데모시스템으로 그림 7의 예제 배전계통을 대상으로 하였다.

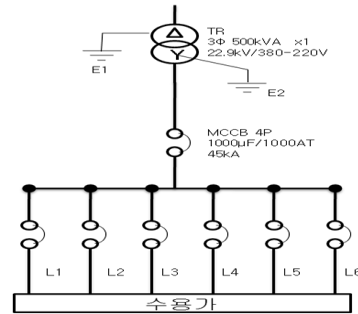


그림 7 예제 배전계통  
Fig. 7 Example of distribution line

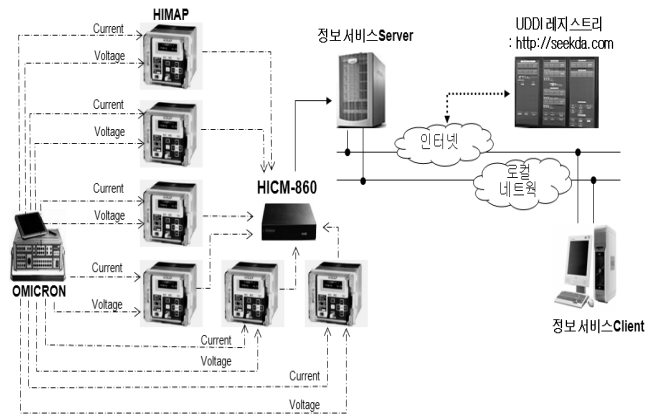


그림 8 성능검증 테스트 시스템의 구성  
Fig. 8 Configuration of performance test system

전력정보 서비스 소비자는 서버로부터 데이터를 요청하고 수신하는데 사용되며 수신된 정보는 클라이언트 응용프로그램을 통해 화면상에 출력된다. 전력정보 서비스 제공자는 계측기로부터 받은 데이터인 전압과 전류의 실효치를 제공하는 GCV서비스를 제공하며, 차단기의 상태를 나타내는 GBS서비스도 함께 제공한다.

표 1은 계측기가 전력신호 발생기로부터 측정 한 전압과 전류 데이터로 정보서비스에 의해 소비자에게 제공된다.

표 1 전압과 전류의 실효치

Table 1 Voltage and current RMS value

선로	전압[V]	전류[A]
L1	219	5
L2	217	4
L3	224	6
L4	210	7
L5	218	4

표 2는 차단기의 상태를 나타내고 있으며, 표에 기록된 차단기에 대한 정보는 임의로 정의하였다.

표 2 차단기 상태정보

Table 2 States of breaker

차단기 ID	상태
Breaker 1	OPEN
Breaker 2	CLOSED
Breaker 3	OPEN
Breaker 4	OPEN
Breaker 5	CLOSED
Breaker 6	CLOSED

위의 정보들을 수신하고 출력하기 위해 클라이언트 응용 프로그램을 구현 하였으며, 기본적으로 WSDL 문서요청 및 수신, 전력정보 서비스 호출, 호출결과 출력 등의 기능을 가진다. 또한, 서비스 호출결과 값의 가독성을 높이기 위하여, 수신 데이터의 형태별로 시각화하는 기능을 추가하였다. 응용프로그램 내부적으로는 WSDL 문서 파싱과 요청 및 응답 SOAP 메시지 생성, 메시지변환 등의 기능을 수행한다.

2.3.2 통신테스트 결과

본 논문이 제시한 정보통합 방법론의 유용성을 검증하기 위해 두 가지 전력정보 서비스를 클라이언트 응용프로그램을 통해 호출하고, 수신한 데이터와 전력정보 서비스가 제공한 데이터를 비교하였다. 또한, 서비스 인터페이스를 기술한 WSDL 문서의 내용도 같이 확인 하였으며, 이를 파싱하여 자동으로 생성된 SOAP 메시지를 서버 측 WSDL 문서와 비교확인 하였다. 그림 9는 정보서비스 서버로부터 수신한 WSDL문서를 파싱하고, 클라이언트 응용프로그램을 이용하여 자동으로 생성한 GCV와 GBS 서비스 요청 및 응답 SOAP 메시지를 나타내고 있다.

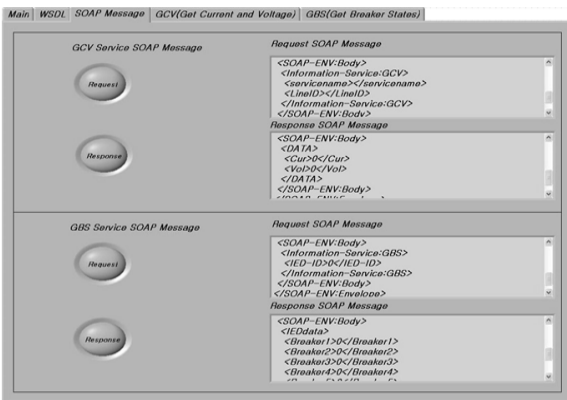


그림 9 서비스 요청 및 응답 SOAP 메시지  
Fig. 9 Request and response SOAP message

생성된 두 SOAP 메시지의 정확성을 판단하기 위하여 수신한 WSDL문서와 비교분석 하였으며, 이 문서 내에 정의하고 있는 SOAP 메시지 구조와 생성된 SOAP 메시지의 구조가 일치함을 알 수 있다. 즉, WSDL 문서의 <type> 요소에 기술된 매개변수 이름과 데이터 타입, 원격프로시저 이름이 동일함을 알 수 있다. 최종적으로 <message> 요소에 기술된 SOAP 메시지의 이름과 생성된 전력정보 SOAP 메시

지의 이름이 일치함으로써 SOAP 메시지가 정확하게 생성 되었음을 알 수 있다. 그림 10과 11은 클라이언트 응용프로그램을 이용해 GCV와 GSB 서비스를 호출하고 그 결과를 출력한 화면이다.

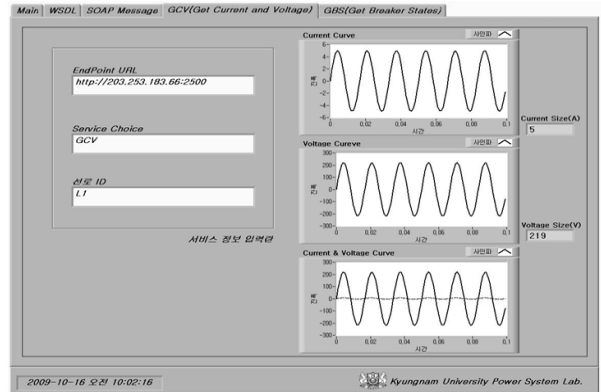


그림 10 GCV서비스 호출결과  
Fig. 10 Result of calling CGV service

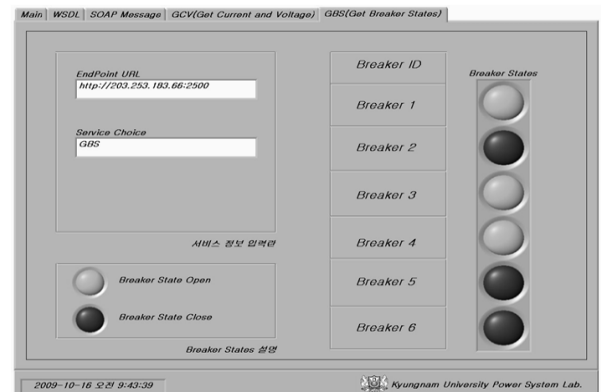


그림 11 GBS서비스 호출결과  
Fig. 11 Result of calling GBS service

호출결과와 표 1과 2를 비교 하였을 때, GCV 서비스가 전송한 데이터는 전류 5[A], 전압 219[V]이며, GBS 서비스가 전송한 데이터인 차단기의 상태는 OPEN-CLOSED-OPEN-OPEN-CLOSED-CLOSED로 응용프로그램이 출력한 결과와 일치함을 알 수 있다.

SCADA 시스템을 대상으로 구축한 데모시스템 상에서 클라이언트 응용프로그램과 전력정보 서비스 상호간 통신테스트를 통해 서비스를 호출하고, 그 결과 값을 수신함에 있어 문제없이 이루어짐을 알 수 있었다. 데모시스템 내에서 이루어지는 모든 행위들은 웹 서비스 기반의 표준들을 이용하였으며, 이를 이용한 모의결과 송수신 데이터가 모두 일치하였다. 따라서 본 논문에서 제시하는 전력정보 교환방법의 유효성을 검증할 수 있다.

3. 결론

전력시스템은 현대사회를 유지하는 매우 중요한 기반 시설로서 정전으로 인한 경제적, 사회적 영향은 매우 심각하

다. 전력계통을 안정적이고 효율적으로 유지관리 하기위한 연구노력들이 전력IT 기술을 중심으로 활발히 진행 중이며, 대부분은 자동화시스템 내부의 기능을 자동화하기 위하여 시스템 단위의 정보통합을 고려하고 있을 뿐 타 시스템과의 연계를 고려하고 있지 않다. 그러나 최적화된 전력계통 운영을 위해서는 타 시스템내의 정보자원을 모두 취합하고 계통의 모든 상황을 고려한 운영시스템이 필요하다. 전력용 자동화시스템들이 서로 정보교환을 함에 있어 가장 어려운 문제점은 각 자동화시스템이 이질적인 환경에서 구축되었기 때문이다. 따라서 본 논문에서 제안하는 웹 서비스 기반의 정보교환 방법은 표준 통신프로토콜, XML 메시지 및 인터넷을 이용하여 구현언어, 플랫폼 독립적으로 이질적인 자동화시스템들 사이의 정보교환문제 해결을 위한 적절한 방법 제공한다. SCADA 시스템을 대상으로 구축한 데모시스템을 통해 제안된 정보교환 방법의 유용성을 검증 하였다.

**감사의 글**

이 연구는 2009년도 경남대학교 학술연구 장려금 지원으로 이루어 졌음.

**참 고 문 헌**

[1] Qizhi Chen, Ghenniwa, H. Weiming Shen, "Web-Services Infrastructure for Infomation Integration in Power System," in Proc. IEEE Powe Eng. Soc. General Meeting Jun 2006, pp. 8.

[2] K. Kaneda, S. Tamura, N. Fujiyama, Y. Arata, and H. Ito, "IEC61850 based Substation Automation System," in Proc. IEEE Power India Conf., New Delhi 2008, pp. 1-8.

[3] T. S. Sidhu, and Y. Yujie, "IED Modelling for IEC61850 Based Substation Automation System Performance Simulation," in Proc. IEEE Power Eng. Soc. General Meeting, Jun. 2006, pp. 7.

[4] J. Zhu, "Web services provide the power to integrate," IEEE Power Energy, vol. 1, no. 6, pp. 40-49, Nov.-Dec. 2003.

[5] F. F. Wu, K. Moslehi, and A. Bose, "Power system control center : past, present and future," Proceedings of IEEE, Vol. 93, no. 12, pp. 1890-1908, Nov. 2005.

[6] C. C. Liu, J. Jung, G. T. Heydt, V. Vittal, A. G. Phadke, "The strategic power infrastructure defense (SPID) system: A conceptual design," Control Systems Magazine, Vol. 20, Issue 4, pp. 40-52, Aug. 2000.

[7] K. Moslehi, A. B. R. Kumar, E. Dehdashti, P. Hirsch, and W. Wu, "Distributed Autonomous Real-Time System for Power System Operations - A Conceptual Overview," presented at the IEEE PES Power System Conf. Exhibition, New York 2004 , vol. 1, pp. 27-34.

[8] Qizhi Chen, Ghenniwa, H. Shen, "Web Services-based Wide-Area Protection System Design and Simulation," Computer Supported Cooperative Work in Design, 2006. CSCWD '06. 10th International Conf. May 2006, pp. 1-6.

[9] J. Hughes, "IntelliGrid Architecture Concepts and IEC61850," in Proc. IEEE T&D Conf. Exhibition, Dallas 2006, pp. 401-404.

[10] S. Cherian, and R. Ambrosio, "Towards realizing the GridWise™ vision: integrating the operations and behavior of dispersed energy devices, consumers, and markets," presented at the IEEE PES Power Systems Conf. Exposition, New York 2004, vol.1, pp. 1-6.

**저 자 소 개**



**배 재 광 (裵 在 光)**

2008년 경남대학교 전기공학과 졸업(공학사). 현재 동 대학원 전기공학과 석사과정.  
Tel : 055-249-2630  
E-mail : jaekwang.bae@gmail.com



**김 영 국 (金 永 局)**

1975년 경북대학교 물리학과 졸업(이학사) 1977년 동 대학원 물리학과 졸업(이학석사) 1988년 동 대학원 물리학과 졸업(이학박사) 현재 경남대학교 전기공학과 교수  
Tel : 055-241-6311  
E-mail : youngkim@kyungnam.ac.kr



**임 성 일 (林 星 日)**

1994년 명지대학교 전기공학과 졸업(공학사). 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 2004년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1996년-2002년 한국전력공사 전력연구원. 2006년미국아이오와주립대학사후연구원. 현재 경남대학교 전기공학과 교수.  
Tel : 055-249-2630  
E-mail : slim@kyungnam.ac.kr