

OPC 기반 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 Power IT System Integration Platform based on OPC

송 병 권*, 김 건 응**
Byung-Kwen Song*, Geonung Kim*

Abstract

OPC is open connectivity in industrial automation and the enterprise systems that support industry. OPC XML-DA provides a platform-independent on web service-based communication. This paper propose Power IT system integration platform using OPC that is to integration between DLMS protocol used in AMI system and Distribute protocol DNP3.0 throught IEC61850 using Substation Automation Protocol.

요 약

OPC는 산업자동화와 엔터프라이즈 시스템을 지원하는 개방형 연결 시스템이다. OPC XML-DA는 웹 서비스 기반의 플랫폼에 독립적인 통신을 제공한다. 본 논문에서는 OPC를 사용해 변전소 자동화 프로토콜로 사용되는 IEC61850을 통해 배전 프로토콜인 DNP3.0, AMI에서 사용되는 DLMS 프로토콜간의 상호 연동을 위한 전력 IT 시스템 연동 플랫폼을 제안한다.

Key words : OPC, 전력 IT, IEC61850, DLMS, DNP3.0

I. 서론

현재 전력 IT 시스템의 장비의 제어를 위해 각 장비마다 각각 HMI(Human Machine Interface)을 작성하고, 통신 프로토콜 환경을 구성한다. 상기 레거시 통신 인터페이스 환경은 새로운 전력 IT 장비의 적용이나 통신 프로토콜의 변화에 따른 대처에 비용이 소비된다.

OPC[1][2] 표준은 상기 문제를 해결하기위해 소프트웨어 버스 개념을 도입하고 OPC 클라이언트를 사용하여 HMI를 구축하면 OPC 서버가 지원하는 모든 전력 IT 시스템의 장비와 통신이 가능하다. 또한 OPC는 윈도우 기반의 데이터 접근 통신 인터페이스인 OPC DA[3] 방식과 웹 서비스 프로토콜 기반의 OPC XML-DA[4] 방식을 사용하여 OPC 클라이언트와 서버가 통신을 한다.

* 서경대학교 전자공학과

★ 교신저자(Corresponding author)

목포해양대학교 해양전자통신공학부

※ ※ 본 연구는 서울시 산학연지원센터 중소기업제품개발지원사업(과제번호:JP090954M092981) 연구비로 수행되었음

接受日:2010年 5月 27日, 修正完了日: 2010年 6月 28日

국내 전력 IT 시스템에서 배전 부분에서는 DNP3.0[5][6][7]을 이용한다. 또한 수용가 측 전력 설비의 원격 검침을 통한 효율적인 사용과 비용 절감을 위해 AMI 시스템에서는 DLMS[8]을 이용한다. 변전소 자동화 프로토콜로는 2007년 이후 국제 단일 표준으로 제정된 IEC61850[9-22]는 변전 시스템의 호환성, 유지보수에서 기존 배전 또는 변전 시스템보다 장점을 가지고 있어 개방형 및 변전 자동화 설비를 위한 분산 플랫폼으로 주류를 이루고 있다.

본 논문에서는 통신 인터페이스 환경은 새로운 전력 IT 장비의 적용이나 통신 프로토콜의 변화에 따른 대처와 비용이 절감을 위해 OPC XML-DA 기술의 웹 서비스 기반으로 IEC 61850을 통한 DNP3.0 또는 DLMS를 연동하는 전력 IT 시스템 연동 플랫폼을 제안한다.

II. 본론

1. OPC

OPC는 프로세스 제어에 적용된 OLE 기술이다. 소프트웨어의 대형화와 모듈화로 인한 유지 보수 문제를 효율적으로 대처하기 위해 공통된 기준을 적용한다. 하나의 컨테이너 안에 여러 가지 통합기술들을 이용해서 각 컴포넌트들을 오브젝트화 시킴으로써

단일 소프트웨어에서 컴포넌트화된 각각의 기술들을 이용할 수 있게 하는 것이다.

OPC는 표준 인터페이스를 통하여 각기 다른 제조업체로부터 제공되는 드라이버들을 호환성 있게 수용한다. OPC 클라이언트와 서버로 구성되며 OPC 클라이언트는 하나 이상의 제조업체에 의해 제공되는 OPC 서버에 연결이 가능하다. 이 결과 각 제조사들은 연결해야 하는 각종 장비들의 드라이버의 유지, 보수 및 업그레이드하기 위한 비용이 절감된다.

가. OPC DA(Data Access)

OPC DA는 OPC 인터페이스를 사용하여 실시간으로 데이터를 처리하는 방식이다. 이 방식은 OPC 아이템 오브젝트를 직접 접근 할 수 없고 반드시 OPC 그룹을 통해 접근해야 한다. 또한 OPC 클라이언트에게 요청을 받은 OPC 서버는 OPC 아이템 오브젝트, OPC 그룹 오브젝트를 생성, 삭제, 수정이 가능하다. OPC 아이템 및 OPC 그룹 객체는 임시 오브젝트로 사용된다.

오브젝트 속성으로는 Active, Enable/Disable, DeadBand, Update Rate가 있다. Active 속성은 OPC 클라이언트 및 서버에서 OPC 그룹 및 아이템을 활성화 또는 비활성화 하는 것이다. Enable/Disable 속성은 OPC 클라이언트에서 Subscription Callback을 활성화 또는 비활성화 하는 것이다. DeadBand 속성은 오브젝트 아이템의 최소한의 변화폭이다. Update Rate는 Subscription 서비스 수행 시 오브젝트 아이템의 값을 확인하는 주기가 된다.

표 1 은 OPC 서버 오브젝트의 설명이다.

표 1. 서버 오브젝트

오브젝트	인터페이스	기능
OPC 서버	IOPCCCommon	Locale ID 설정, 관독 및 클라이언트 이름을 설정
	IOPCServer	OPC 그룹의 관리, 추가, 삭제, 열거, 에러 문자 정보의 취득
	IConnectionPointContainer	OPC 서버에서의 이벤트를 클라이언트에 통지할 때의 연결
	IOPCItemMgt	ITemID에 관련되는 속성을 관독

표 2 는 OPC 그룹 오브젝트의 설명이다.

표 2. 그룹 오브젝트

오브젝트	인터페이스	기능
OPC 서버	IOPCGroupMgt	OPC 그룹 아이템의 추가, 삭제
	IOPCGroupStateMgt	OPC 그룹의 Active, Enable/Disable, DeadBand, Update Rate 설정 값 및 이름 변경
	IOPCSyncIO	복수 아이템 데이터의 동기형 방식의 읽기/쓰기
	IOPCAsyncIO	복수 아이템 데이터의 비동기형 방식의 읽기/쓰기, 아이템 데이터의 일체 갱신

나. OPC XML-DA

OPC의 DCOM 기술은 마이크로소프트사의 운영체제에서 안정된 동작을 보장한다. 그러나 마이크로소프트사 이외의 운영체제에서는 안정된 동작을 보장하지 않는 단점을 가지고 있다. 다른 OPC 서버가 다른 네트워크에 존재할 경우 웹 서비스를 이용해야 하고, Active X 기술을 사용해야 하므로 그 사이에 네트워크 방화벽이 있다면 OPC 서비스를 원활히 제공할 수 없게 된다. OPC 협회는 이를 보완하기 위해 OPC XML-DA Working Group을 통해 인터넷 환경에서의 XML 기반의 어플리케이션간의 규약을 정의했다.

OPC XML-DA는 XML, HTTP, SOAP, WSDL 등과 같은 기술을 기반으로 자동화 장비의 제어, 모니터링 및 데이터 관리의 통합적인 서비스를 제공한다.

SOAP은 웹 서비스에서 기본적인 메시지를 전달하는 역할을 한다. HTTP를 사용하여 방화벽 등의 방해 없이 모든 시스템과 통신이 가능하고 여러 전송 프로토콜의 사용을 허용한다. 또한 XML 기반으로 구성되어 플랫폼에 독립적이며 간단하고 확장 가능한 장점을 가지고 있다.

OPC XML-DA는 세 가지의 장점이 있다.

첫 번째, OPC XML-DA 표준에서 참조하는 XML, HTTP, SOAP등의 인터넷 표준은 제조사에 중립적이며, 마이크로소프트사의 운영체제 기반의 COM/DCOM과 다르게 다양한 운영체제에 적용이 가능하다.

두 번째, 기존의 COM 기반 OPC DA는 이더넷 환

경에서 원활이 동작하지만 DCOM을 이용한 통신환경은 방화벽을 통하는 통신을 허용하지 않는 단점을 인터넷을 통한 데이터의 전송 및 통합 작업으로 단점을 극복했다.

세 번째, 인터넷을 통한 데이터 통합과 전송의 표준기술인 XML을 사용하여 엔터프라이즈 컴퓨팅 환경에서 인터넷을 통한 데이터의 전송 및 통합 작업이 점차 중요한 요소로 인식되는 시점에서 매우 중요한 이점으로 작용한다.

Figure 1은 OPC XML-DA 서버/클라이언트간의 통신을 보여주는 예이다.

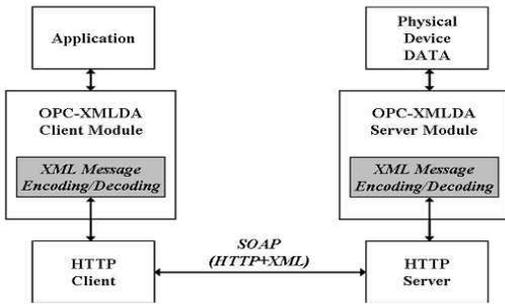


Figure 1. OPC XML-DA 서버/클라이언트 간 통신

표 3은 OPC XML-DA와 OPC DA의 차이점이다.

표 3. OPC XML-DA와 OPC DA의 차이

	OPC XML-DA	OPC DA
기반	웹 서비스	COM/DCOM
데이터 전송	XML	Binary
플랫폼	플랫폼에 종속적이지 않음	마이크로소프트사의 플랫폼에 종속적
연결	비연결	연결
메소드	8 메소드	61 메소드
호출 방식	비동기 호출	동기/비동기 호출
읽기 / 쓰기 호출	각각 독립적인 호출	순차적인 호출
아이템 속성	한가지 방법	여러 가지 방법
데이터 변경 콜백	지원안함	설정에 따른 지원

OPC DA는 높은 데이터 전송 효율을 이점으로 가지고 있다. 그에 반해 OPC XML-DA는 플랫폼에 종속적이지 않는 높은 접근성을 제공한다.

OPC XML-DA 구조는 Figure 2와 같고 OPC Web Service, OPC Group, OPCItemList, OPCItems,

OPCItem과 같은 계층적인 구조를 가지고 있다.

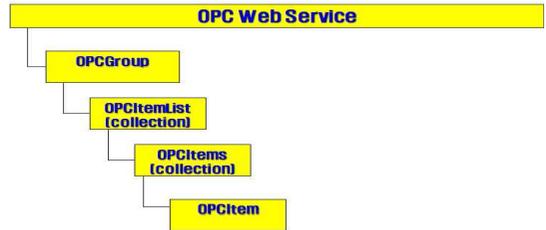


Figure 2. OPC XML-DA 오브젝트 아이템 구조

OPC XML-DA는 아래의 Figure 3과 같은 프로토콜 스택으로 구성된다. OPC XML-DA가 제공하는 인터페이스를 WSDL 형식으로 서비스를 구현하여 XML-DA 데이터에 대한 내용을 작성하고, 작성된 내용은 SOAP Body 부분에 적재되어 전송되는 것이다.

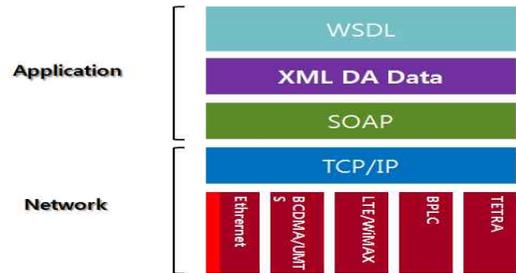


Figure 3. OPC XML-DA 프로토콜 스택

OPC XML-DA의 인터페이스는 표 4에서 제공한다.

표 4. OPC XML-DA에서 제공하는 인터페이스

Interface	설명
GetStatus	OPC 서버의 상태를 체크 OPC 서버의 공급업체 정보를 획득 OPC 서버와 클라이언트간의 시간 동기화
Browse	OPC 서버의 네임스페이스 정보를 질의
GetProperties	OPC 서버에서 관리하는 아이템의 속성을 획득
Read	OPC 서버에서 관리하는 아이템의 값을 획득
Write	OPC 서버에서 관리하는 아이템의 값을 적용
Subscribe	OPC의 Subscribe 서비스를 정의하기 위한 요청
Subscription Cancel	OPC의 Subscribe 서비스 취소
Subscription PolledRefresh	Subscription 값을 얻어오기 위한 요청

2. OPC 기반 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 설계

가. 시스템 네트워크 구성도

본 논문에서 제안하는 OPC 기반 전력 IT 시스템 연동 플랫폼의 전체 네트워크 구조는 Figure 4와 같다.

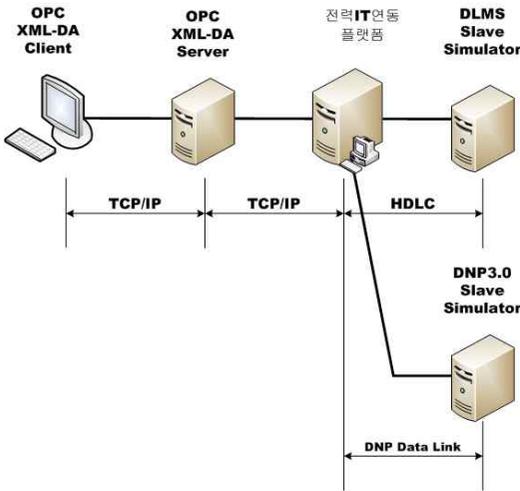


Figure 4. OPC 기반 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 전체 네트워크 구조

OPC XML-DA 서버는 Figure 5 같이 구성된다.

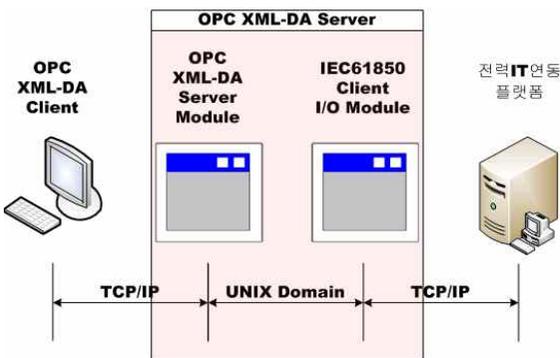


Figure 5. OPC XML-DA 서버 구조

전력 IT 연동 플랫폼은 Figure 6과 같이 구성된다.

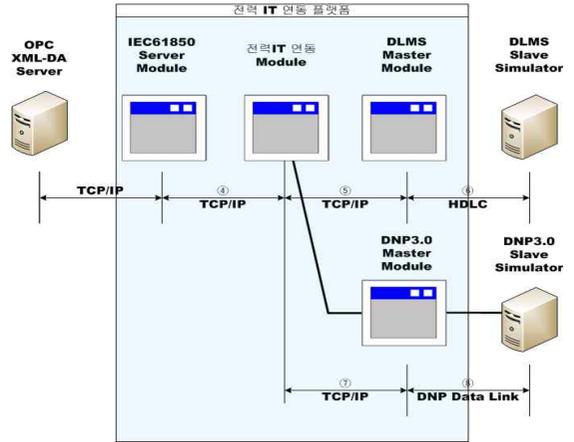


Figure 6. 전력 IT 연동 플랫폼 구조

나. 시스템 개발 환경

표 5는 OPC XML-DA 클라이언트 시스템 환경 구성이다.

표 5. OPC XML-DA 클라이언트 시스템 환경

Name	Description
OS	Windows XP Service Pack 3
IDE	Visual Studio 3
Language	C#
Library	Softing(社) Library

표 6은 OPC XML-DA 서버 시스템 환경은 다음과 같다.

표 6. OPC XML-DA 서버 시스템 환경

Name	Description
OS	CentOS 5.3
IDE	Emacs gcc-4.3.3
Language	C++ C
Library	Softing(社) Library SISCO(社) Library

표 7는 전력 IT 연동 플랫폼 개발 환경이다

표 7. 전력 IT 연동 플랫폼 개발 환경

Name	Description
OS	CentOS5.3
IDE	Emacs,
	Gcc-4.3.3
Language	C++
	C
Library	MMS-EASE Lite
	Kalkitech (社) Library - DLMS
	Triangle Microworks (社) Library - DNP3.0

3. OPC 기반 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 구현

가. OPC XML-DA 클라이언트 구현

OPC XML-DA 클라이언트는 OPC XML-DA 서버와 통신을 하기 위해 OPC XML-DA 클라이언트 프로그램을 실행 한다. OPC XML-DA 서버와 웹 서비스 방식의 연결을 수립하기 위해 URL을 입력한다. 수립된 OPC XML-DA 클라이언트는 사용자의 명령에 의해 서비스 타임을 XML PDU로 조립한다. OPC XML-DA 클라이언트는 OPC XML-DA가 제공하는 인터페이스를 적용하여 표 8와 같은 기능을 제공해야 한다.

표 8. OPC XML-DA 클라이언트가 제공하는 기능

기능	설명
Get Server Status	OPC XML-DA 서버 상태 값 획득
Add Server Item	OPC XML-DA 서버 소유의 아이템을 클라이언트의 관리 목록에 추가 및 Subscribe 서비스 실행
Get Modified Server Item	관리중인 아이템을 최신 값으로 갱신
Get Item Property	아이템 자체의 메타 데이터를 읽음
Browse Server Item	OPC XML-DA 서버 소유의 아이템 목록을 획득
Write to Server Item	관리중인 아이템에 변경하고자 하는 값을 삽입 후 송신하여 OPC XML-DA 서버에게 소유 중인 아이템 값을 수정하도록 함
Read to Server Item	관리중인 아이템의 아이템 값을 수신함

OPC XML-DA 클라이언트의 소프트웨어 구조는 Figure 7과 같다. 사용자는 사용하고자 하는 OPC XML-DA 의 클라이언트의 기능을 요청하면 OPC XML-DA 클라이언트는 요청메시지를 수신하여 분석하고 XML기반의 데이터로 인코딩하여 OPC

XML-DA 서버에게 요청한다. 그에 대한 응답을 OPC XML-DA 서버로부터 수신하면 OPC XML-DA 클라이언트는 사용자가 볼 수 있도록 화면에 출력한다.

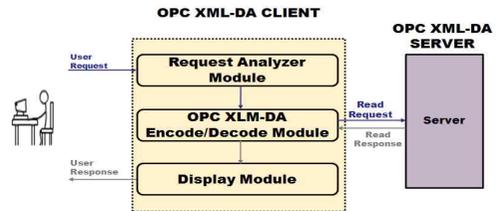


Figure 7. OPC XML-DA 클라이언트 소프트웨어 구조

나. OPC XML-DA 클라이언트 구현

OPC XML-DA는 OPC XML-DA 서버 모듈과 IEC61850 클라이언트 I/O 모듈로 구성되어 있다. OPC XML-DA 서버 모듈은 OPC XML-DA 클라이언트에게 관리중인 아이템의 목록을 읽기, 아이템 값을 쓰기, 읽기, OPC XML-DA 서버의 상태 값 읽기 서비스 등을 제공한다. 또한 IEC61850 클라이언트 I/O 모듈을 통해 IEC61850 전력 IT 연동 플랫폼 내부의 IEC61850 서버 모듈에 접속하여 Logical Node를 OPC XML-DA 아이템으로 매핑하여 관리한다. 또한 OPC XML-DA 서버 모듈은 주기적으로 IEC61850 클라이언트 I/O 모듈을 통해 매핑된 IEC61850 서버 모듈이 관리하는 Logical Node의 값을 동기화 시킨다.

다. 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 구현

전력 IT 시스템 연동 플랫폼은 OPC XML-DA 서버로부터 IEC61850 메시지를 받아 DLMS 프로토콜 메시지 또는 DNP3.0 프로토콜 메시지로 변환/역변환하는 기능을 가지고 있다.

표 9은 IEC61850과 DLMS간의 서비스 맵핑이다.

표 9. IEC61850과 DLMS 서비스 맵핑

IEC61850	DLMS
Associate	COSEM-OPEN
Release	COSEM-RELEASE
Abort	COSEM-RELEASE
Abort	COSEM-ABORT
GetDataValues	GET
SetDataValues	SET
SetDataValues	ACTION
Report	EventNotification
SetGOCBValues	Trigger
Report	Trigger_Notification

Figure 8은 IEC61850-DNP 상호 변환을 위한 전력 IT 시스템 연동 플랫폼의 소프트웨어 구조이다.

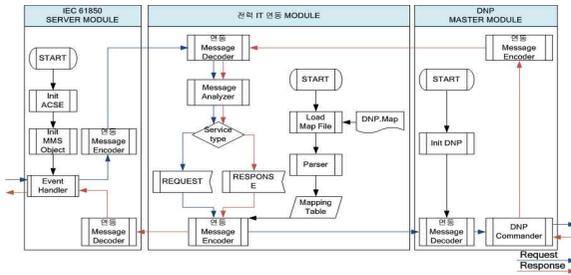


Figure 8 IEC61850-DNP 상호 변환을 위한 전력 IT 시스템 연동 플랫폼

Figure 9는 IEC61850-DLMS 상호 변환을 위한 전력 IT 시스템 연동 플랫폼의 소프트웨어 구조이다.

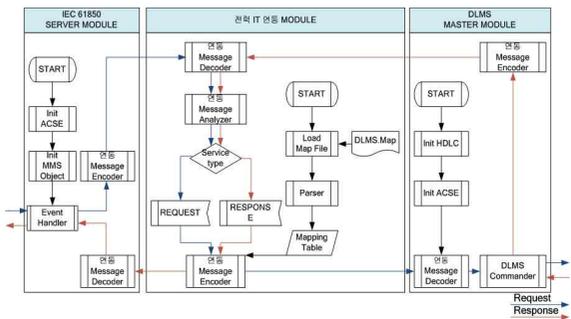


Figure 9. IEC61850-DLMS 상호 변환을 위한 전력 IT 시스템 연동 플랫폼

표 10는 IEC61850과 DNP3.0 간의 서비스 맵핑이다.

표 10. IEC61850과 DNP 서비스 인덱스화

IEC61850	DNP
GetDataValues	Read
SetDataValues	Write
Report	Unsolicted response
SetBRCBValues	Enable/(disabled) Unsolicted Messages
SetURCBValues	Enable/(disabled) Unsolicted Messages
SelectWithValue	Select
Operate	(Direct) Operate

4. OPC 기반 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 시험

본 논문에서의 OPC 기반 전력 IT 시스템 연동 플랫폼의 시험은 OPC XML-DA 클라이언트가 OPC XML-DA 서버에 접속을 하여 OPC XML-DA 서버가 IEC61850을 통하여 관리하고 있는 전력 IT 시스템 중 DLMS 또는 DNP 마스터와 연동하여 DLMS 슬레이브 또는 DNP 슬레이브로부터 값을 가져오는 것으로 이루어진다.

가. DLMS 슬레이브 값 획득 시험

Figure 10 는 OPC XML-DA 클라이언트가 OPC XML-DA 서버에 연결하여 관리하는 아이탬리스트를 획득하는 화면이다.

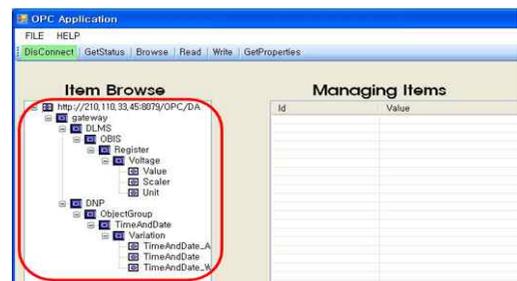


Figure 10 OPC XML-DA 클라이언트 아이탬 관리 화면

Figure 11은 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 IEC61850 서버 모듈의 실행 화면이다. OPC XML-DA 클라이언트가 관리하는 DLMS 아이탬의 데이터 값을 요청했을 때 처리되는 화면이다.

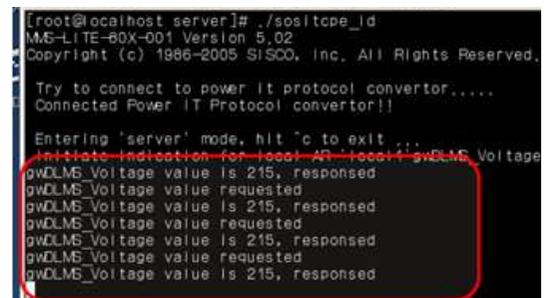


Figure 11 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 IEC 61850 서버 모듈 실행 화면

Figure 12는 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 전력 IT 연동 모듈의 실행 화면이다. OPC XML-DA 클라이언트로부터 DLMS 아이탬 값을 요청했을 때의 화면이다.

```
[root@localhost gateway]# ./gateway gateway.ini
add client
add client
DLMS/COSEM Request Message gWDLMS_Voltage
DLMS/COSEM Response Message 215
```

Figure 12 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 전력 IT 연동 모듈 실행 화면

Figure 13은 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 DLMS 마스터 모듈의 실행 화면이다. OPC XML-DA 클라이언트로부터 DLMS 아이템 값을 요청했을 때의 화면이다.

```
00 : Get request Tag
01 : Normal set 1
04 : Invoke ID
00 03 : curIC
01 : OBIS.a
00 : OBIS.b
00 : OBIS.c
06 : OBIS.d
00 : OBIS.e
FF : OBIS.f
02 : AttrIndex
00 : setParams
A4 00 : FCS(Frame check sequence)
```

Figure 13 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 DLMS 마스터 모듈 실행 화면

이러한 과정을 통해 사용자는 OPC XML-DA 클라이언트를 사용하여 DLMS 슬레이브 값을 수신받을 수 있다.

Figure 14은 OPC XML-DA 클라이언트에서 DLMS 아이템값에 대한 요청에 대한 결과 화면이다.



Figure 14 DLMS 아이템 값을 획득한 OPC XML-DA 클라이언트 동작 화면

나. DNP 슬레이브 값 획득 시험

OPC XML-DA 클라이언트를 OPC XML-DA 서버에 연결하여 관리하는 아이템을 가져오는 화면은 Figure 10 과 같다.

```
[root@localhost server]# ./sosltpce_id
MMS-LITE-60X-001 Version 5.02
Copyright (c) 1986-2005 SISCO, Inc. All Rights Reserved

Try to connect to power it protocol convertor....
Connected Power IT Protocol convertor!!

Entering 'server' mode, hit ^c to exit ...
Initiate Indication for local AR 'local1' gWDNP_TimeAndDate
gWDNP_TimeAndDate value is 2009, responded
gWDNP_TimeAndDate value requested
gWDNP_TimeAndDate value is 2009, responded
gWDNP_TimeAndDate value requested
gWDNP_TimeAndDate value is 2009, responded
```

Figure 15 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 IEC 61850 서버 모듈 실행 화면

Figure 15는 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 IEC61850 서버 모듈의 실행 화면이다. OPC XML-DA 클라이언트가 관리하는 DNP 아이템의 데이터 값을 요청했을 때 처리되는 화면이다.

Figure15는 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 전력 IT 연동 모듈의 실행 화면이다. 상기와 마찬가지로 OPC XML-DA 클라이언트로부터 DNP 아이템 값을 요청했을 때의 화면이다.

```
4 BINputChgWTime 1 7 2 2
5 BINputChgRT 1 7 2 3
6 TimeAndDate 1 7 50 1
add client
add client
DNP3.0 Request Message gWDNP_TimeAndDate
DNP3.0 Response Message 2009
DNP3.0 Request Message gWDNP_TimeAndDate
DNP3.0 Response Message 2009
DNP3.0 Request Message gWDNP_TimeAndDate
DNP3.0 Response Message 2009
```

Figure 16 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 전력 IT 연동 모듈 실행 화면

Figure 16은 전력 IT 시스템 연동 플랫폼 내부의 DNP 마스터 모듈의 실행 화면이다.

이러한 과정을 통해 사용자는 OPC XML-DA 클라이언트를 사용하여 DLMS 슬레이브 값을 수신받을 수 있다.

Figure 17은 OPC XML-DA 클라이언트에서 DNP 아이템에 대한 요청에 대한 결과 화면이다.

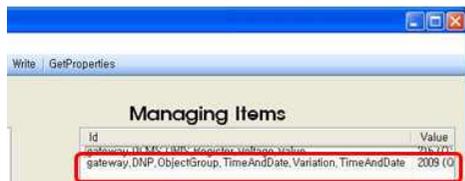


Figure 17 DNP 아이템 값을 획득한 OPC XML-DA 클라이언트 동작화면

III 결론

IEC61850은 변전소 자동화 프로토콜의 국제 단일 표준이다. 이는 변전 시스템의 호환성, 유지보수에 기존의 배전 또는 변전 시스템보다 많은 기술적 장점을 가지고 있다. 이를 이용하여 단일 플랫폼을 사용하여 다중의 전력 IT 시스템으로 전력 IT 시스템의 사용자 부분의 DLMS와 배전 부분의 DNP를 연동하여 관리 및 유지 보수가 요구되었다.

본 논문에서는 통신 인터페이스 환경은 새로운 전력 IT 장비의 적용이나 통신 프로토콜의 변화에 따른 대처와 비용절감을 위해 OPC XML-DA 기술의 웹 서비스 기반으로 IEC 61850을 통한 DNP3.0 또는 DLMS를 연동하는 전력 IT 시스템 연동 플랫폼을 제안하였다.

이를 위해 OPC XML-DA 표준, IEC61850, DLMS, DNP3.0 표준을 분석하였다. 또한 IEC61850과 DLMS, IEC61850과 DNP3.0 간의 서비스를 맵핑하여 전력 IT 시스템 연동 플랫폼에서 IEC61850을 통해 DLMS, DNP3.0과 통신을 할 수 있음을 확인했다.

참고문헌

- [1] <http://www.opcfoundation.org/>
- [2] Opc Task Force, OPC Common 1.00 Specification
- [3] Opc Foundation, OPC Data Access Custom Interface Standard 3.00
- [4] Opc Task Force, OPC XML-DA Specification 1.01
- [5] DNP User Group "Distributed Network Protocol V3.00 Documentation"
- [6] DNP User Group, "Distributed Network Protocol DNP 3.0 BASIC 4 DOCUMENT SET"
- [7] DNP3 Application Note AN2003 001, <http://www.dnp.org>
- [8] DLMS User Association, "COSEM Architecture and Protocols", 2006
- [9] IEC 61850-1, Communication networks and systems in substations — Part 1: Introduction and overview
- [10] IEC 61850-2, Communication networks and systems in substations — Part 2: Glossary
- [11] IEC 61850-3, Communication networks and systems in substations — Part 3: General requirements
- [12] IEC 61850-4, Communication networks and systems in substations — Part 4: System and project management
- [13] IEC 61850-5, Communication networks and systems in substations — Part 5: Communication requirements for functions and device models
- [14] IEC 61850-6, Communication networks and systems in substations — Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs
- [15] IEC 61850-7-1, Communication networks and systems in substations — Part 7-1: Basic communication structure for substation and feeder equipment — Principles and model
- [16] IEC 61850-7-2, Communication networks and systems in substations — Part 7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment — Abstract communication service interface(ACSI)
- [17] IEC 61850-7-3, Communication networks and systems in substations — Part 7-3: Basic communication structure for substation and feeder equipment — Common data classes
- [18] IEC 61850-7-4, Communication networks and systems in substations — Part 7-4: Basic communication structure for substation and feeder equipment —

Compatible logical node classes and data classes

- [19] IEC 61850-8-1, Communication networks and systems in substations — Part 8-1: Specific Communication Service Mapping (SCSM) — Mappings to MMS(ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2) over ISO 8802-3 3
- [20] IEC 61850-9-1, Communication networks and systems in substations — Part 9-1: Specific Communication Service Mapping(SCSM) — Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link
- [21] IEC 61850-9-2:2002, Communication networks and systems in substations — Part 9-2: Specific Communication Service Mapping(SCSM) — Sampled values over ISO/IEC 8802-3 3
- [22] IEC 61850-10, Communication networks and systems in substations — Part 10: Conformance testing
- [23] <http://www.w3schools.com/soap/default.asp>
- [24] <http://www.w3schools.com/wsdl/default.asp>

저자 소개

송병권 (정회원)



1995년 3월~현재 : 서경대학교
전자공학과 교수
<주관심분야>
망관리시스템, SCADA 시스템,
인터넷주소자원

김건웅 (정회원)



1990년 : 고려대학교 전자전산공
학과 졸업 (공학사)
1994년 : 고려대학교 대학원 전자
공학과 (공학석사)
1998년 : 고려대학교 대학원 전자
공학과 (공학박사)
1999년 9월~현재 : 목포해양대학
교 해양전자통신공학부 부교수

<주관심분야> 망관리시스템, SCADA 시스템,
인터넷주소자원