

# 풍력 발전의 원격 감시 제어를 위한 IEC 61400-25 기반의 XML을 사용한 웹 인터페이스 구현에 관한 연구

서민제, 이정훈, 김관수, 이흥희  
울산대학교

## An Study on Implementation of the Web interface based on IEC 61400-25 using XML for Remote Supervisory Control at Wind Power Plants

Min-Jae Seo, Jung-Hoon Lee, Gwan-Su Kim, Hong-Hee Lee  
University of Ulsan

### ABSTRACT

최근 IEC는 변전소 자동화 시스템의 국제표준인 IEC 61850을 기반으로 하는 풍력 발전단지의 원격 감시 제어를 위한 통신시스템 표준인 IEC 61400-25를 발표하였다. 본 논문에서는 가상의 풍력 발전 통신 시스템을 SISCO 사의 "MMS-EASE Lite" 개발 도구를 사용하여 풍력 발전의 원격 감시 제어를 위한 서버와 클라이언트 간의 MMS 통신 서비스를 구현한다. 또한 IEC 61400-25 기반의 웹 인터페이스 구현을 위하여 뛰어난 확장성을 가진 XML(Extensible Markup Language, 확장성 생성 언어) 언어를 사용하여 풍력 발전단지의 논리 노드(Logical Node)를 구성하고, 원격 감시를 위한 웹 인터페이스를 구현하는 방법을 제안하고 실제 인터넷 환경에서 검증한다.

### 1. 서론

풍력 발전 기술은 중소규모의 분산형 및 대단위로 유연하게 저가의 청정에너지를 확보할 수 있는 대안이며<sup>[1]</sup>, 신재생에너지 가운데 가장 경제성이 입증된 발전 기술이다. 국내의 경우 단계별로 표준화 사업이 추진 중이며, 현재 11개소 117기가 총용량 173,295kw가 운전 중에 있다.<sup>[2]</sup> 2002년에 EWEC(유럽풍력에너지협회)는 "WIND FORCE 12"를 발표하였고, 이는 2020년까지 세계전력의 12%(126만 MW)를 풍력발전으로 조달한다는 목표이다.<sup>[3]</sup> 1990년대에 기후 협약 문제가 세계적인 조미의 관심사로 등장한 이후로 유럽의 풍력 발전 기술은 비약적으로 발전하였고, 현재 풍력 발전기기의 신뢰성이 현저히 높아졌다.<sup>[3]</sup>

대부분의 풍력 발전단지는 산지 및 해안, 해양, 섬에 위치되어 있으며, 거리가 떨어진 중앙 제어 센터에서는 발전기의 현재 상황과 주위환경을 원격 제어 및 감시를 해야 한다. 하지만 실시간 통신을 위한 프로토콜이 제조사들 간에 달라서 원격 감시 제어를 위한 표준화가 필요하게 되었다. 이에 IEC(International Electrotechnical Commission, 국제전기기술위원회)의 "TC 88-Wind Turbine"에서는 IEC 61400(풍력발전표준)에 풍력발전단지의 원격 감시 제어를 위한 통신표준규격을 IEC 61850(변전소 통신 네트워크 및 시스템 표준)에 기반을 두어 2006년에 IEC 61400-25로 제정 및 발표하였다.

IEC 61850을 기반으로 한 IEC 61400-25는 이더넷 기반의 프로토콜인 TCP/IP를 사용해 웹을 통한 실시간 인터페이스를 규정하고 있다. 본 논문에서는 뛰어난 확장성으로 전자출판, 경영, 법률, 디지털 도서관, 전자상거래 등과 같은 웹문서의 응용

분야에서 표준으로 자리 잡은 XML 언어를 사용하여 풍력 발전단지의 논리 노드(Logical Node, LN)를 구성하고 원격 감시를 위한 웹 인터페이스를 구현하여 실시간 모니터링 시스템 구현을 수행하였다.

### 2. IEC 61400-25의 특징

#### 2.1 IEC 61400-25

IEC 61400-25는 풍력발전단지의 원격 감시 제어를 위한 통신을 정의 및 표준화 하였고, 벤더들 간의 시스템 통신을 목표로 한다. 이미 표준화된 IEC 61850(변전소 통신 네트워크 및 시스템 표준)을 기반으로 제정되었지만 모사한 것은 아니다. 풍력발전단지의 회전자, 터빈과 같은 구성 요소를 묘사하기 위해서 특정한 정보 모델을 정의하였으며,<sup>[4]</sup> IEC 61400-25의 통신 프로파일 및 맵핑 방식을 그림 1의 ISO/OSI 7 계층으로 설명할 수 있다.<sup>[5]</sup>

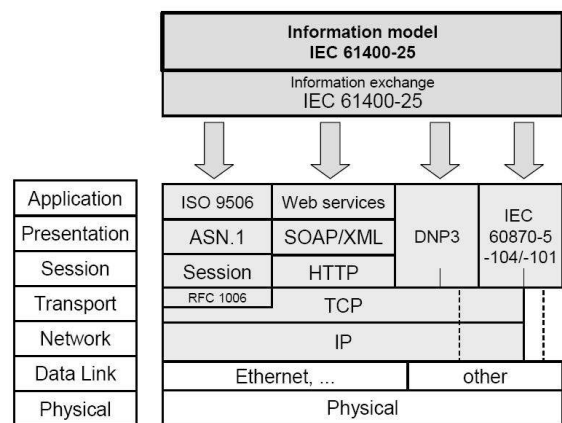


그림 1 IEC 61400-25의 통신 프로파일 및 맵핑  
Fig 1 Communication Profile and Mapping of IEC 61400-25

IEC 61850은 변전소 통신 네트워크 및 시스템에 관한 국제 표준이다. 통신 서비스와 데이터를 가진 객체 모델로 구분되는 IEC 61850은 XML 버전 1.0 을 토대로 구성하며<sup>[6]</sup>, IEC 61400-25 또한 XML 언어로 구성된다.

### 2.1.1 XML 언어(Extensible Markup Language)

1996년 중반에 W3C(World Wide Web Consortium)에서 XML 언어에 관한 연구가 시작되어 1998년 2월 2일 XML 버전 1.0을 발표하였다. XML 언어에 대한 연구과정 중 설계는 SGML(Standard Generalized Markup Language)과 HTML이 근간이 되었다. 강력한 확장성, 융통성을 바탕으로 전자출판, 경영, 법률, 디지털도서관, 전자상거래 등과 같은 웹문서의 응용 분야에서 표준으로 자리 잡고 있다. 어플리케이션은 크게 두 가지로 문서 중심의 XML과 데이터 중심의 XML로 구분되며, 이 중 데이터 중심의 XML은 높은 구조적 정보를 제공하기 때문에 웹상의 장치를 위하여 생성된다.<sup>[7]</sup> 따라서 데이터 중심의 XML은 풍력발전단지나 변전소 내의 다양한 데이터를 트리구조로 쉽고 간편하게 표현할 수 있다.

### 2.1.2 웹 서비스 (Web Service)

웹 서비스는 표준화된 XML 메시지를 통하여 접근 가능한 네트워크 명령들의 집합을 기술한 인터페이스이다. 웹 서비스는 특정작업이나 이들의 집합을 수행한다. 웹 서비스는 메시지 포맷, 전송 프로토콜 및 위치(Location)를 포함하고 있으며 서비스를 위한 필요 요건들을 상세히 기술한 서비스 명세서인 표준 형식의 XML을 통하여 표현된다.<sup>[8]</sup>

### 2.1.3 풍력 발전 감시 데이터 모델

풍력 발전단지의 구성장치를 대표할 수 있는 추상적 모델로 정의된다. 서버에 할당된 풍력발전단지의 논리 노드는 모든 속성과 데이터를 대표할 수 있어야 하며 이 논리 노드를 이용해 정보를 교환한다.<sup>[4]</sup>

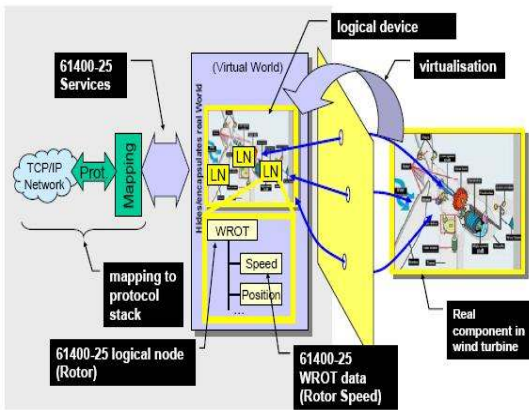


그림 2 논리 노드의 정보 모델  
Fig 2 Information model of Logical Node

## 3. 실험

XML 기반의 실시간 모니터링을 위한 웹 인터페이스는 그림 3의 구성도와 같이 구현했다. 풍력 발전단지의 타워에서 나온 아날로그 값을 풍력 발전기기의 제어기에서 받아들이고, 이 값들을 MMS 통신을 이용해 XML 서버로 보내지게 된다. 그리고 관리자는 중앙통제실과 같은 곳에서 웹을 통해 모니터링 또는 원격제어가 가능하다.

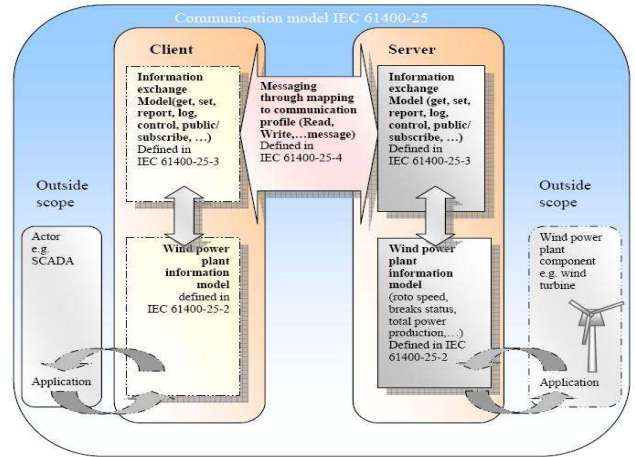


그림 3 IEC 61400-25의 통신 모델  
Fig 3 Communication model according to IEC 61400-25

### 3.1 IEC 61400-25 MMS 통신 서비스 구현

웹 인터페이스에 앞서 IEC 61400-25 통신의 파트(Part) 4에 규정되어 있는 MMS 방식을 이용하여 실제 풍력 발전시스템의 통신 방식을 PC 2 대를 사용하여 시뮬레이션 하였다. 통신에 사용된 장치는 SISCO사에서 제공하는 “MMS-EASE Lite” 개발 도구와 “Microsoft Visual C++” 개발 도구를 이용하여 서버(Server)와 클라이언트(Client) 소스코드를 작성하였다. 두 PC 간 통신 상태를 확인하기 위해 “MMS Ethereal” 네트워크 프로토콜 분석기를 사용하였다.<sup>[9]</sup>

```
Remote wgen$wgentemp: 71
Remote wgen$speed: 1300
Remote wgen$CT: 10
Remote wgen$UT: 120
Remote wgen$wgentemp: 71
Remote wgen$speed: 1300
Remote wgen$CT: 10
Remote wgen$UT: 120
Remote UTF8string Read SUCCESS
Write OK
```

그림 4 MMS 클라이언트 PC 화면  
Fig 4 Screen of MMS Client PC

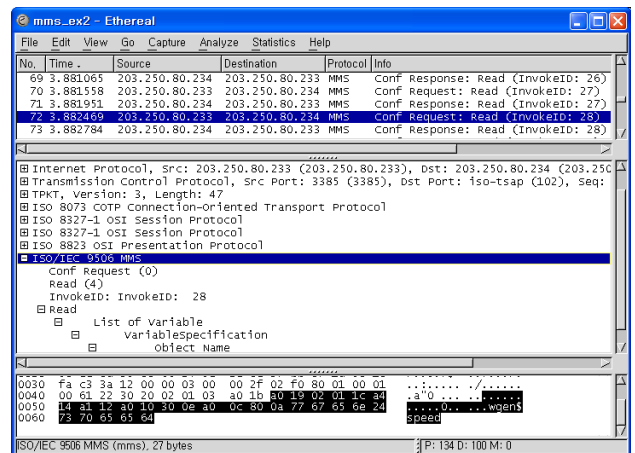


그림 5 MMS Ethereal상의 MMS 통신 상태  
Fig 5 MMS communication status on MMS Ethereal

### 3.2 IEC 61400-25 웹 인터페이스 구현

표 1은 IEC 61400-25 파트 2에 정의되어 있는 풍력 발전과 관련된 논리 노드를 나타낸 것이다.<sup>[10]</sup> 그림 6은 XML 언어를 사용하여 논리 노드를 모델링 한 것이다. 논리 노드의 속성 이름은 실제 변수 또는 이름에 최대한 유사하게 모델링해야 한다.<sup>[5]</sup> XML 작성은 Peter's XML 에디터를 이용하였다.

표 1 풍력발전타워내의 논리 노드  
Table 1 Logical Node in Wind Power tower

Logical node	description
WTUR	Wind turbine genral information
WROT	Wind turbine rotor information
WGEN	Wind turbine generatior information
WCNV	Wind turbine converter information
WTOW	Wind turbine tower information
WALM	Wind turbine alarm infomation
WGRA	Wind power plant Gradient Contorol
WRPC	Wind power plant Reactive Power Control
:	:

```

- <WPP_LN>
+ <TOWER1>
+ <TOWER2>
- <TOWER3>
+ <WGEN>
<WCNV>E</WCNV>
<WALM>K</WALM>
- <WRPC>
- <State_information>
<GriSw />
<WREA_V_Mode mmstype="visibleString[-32]">360</WREA_V_Mode>
<WREA_Pf_Mode mmstype="visibleString[-32]">0.4</WREA_Pf_Mode>
<WREA_Var_Mode mmstype="visibleString[-32]">50</WREA_Var_Mode>
</State_information>
- <Analogue_information>
<TotPIRtEqAt mmstype="visibleString[-32]">0</TotPIRtEqAt>
<TotPIRtEqCapImp mmstype="visibleString[-32]">0</TotPIRtEqCapImp>
<TotPIRtEqCapExp mmstype="visibleString[-32]">0</TotPIRtEqCapExp>
<PL_Pf mmstype="visibleString[-32]">0.9</PL_Pf>
<PL_V mmstype="visibleString[-32]">300</PL_V>
<PL_VARS mmstype="visibleString[-32]">20</PL_VARS>
</Analogue_information>
- <Command_information>
<REAAtv mmstype="visibleString[-32]">1</REAAtv>
<VOCAtv mmstype="visibleString[-32]">1</VOCAtv>
<PFAtv mmstype="visibleString[-32]">0</PFAtv>
</Command_information>
<Set-point_information>
+ <Config_information>
</WRPC>
</TOWER3>
</WPP_LN>
    
```

그림 6 XML을 이용한 논리 노드 모델링  
Fig 6 Logical Node Modeling Using XML

실시간 웹 모니터링 시스템은 데이터가 실시간으로 변화하므로 지속적인 갱신이 필요하다. 따라서 웹 브라우저를 동적으로 출력하기 위해서 자바스크립트를 사용하였고, XML문서를 구조적으로 활용하기 위한 DOM(Document Object Model)을 활용하였다. XML서버를 구동하기 위하여 윈도우 XP에서 제공하는 IIS(Internet Information Service) 서비스를 사용하였다.

구현된 IEC 61400-25 MMS 통신 서비스와 웹 인터페이스를 사용하여 가상의 풍력 발전 통신 시스템을 구성하였다. MMS 통신 서비스를 통해 전송된 풍력 발전단지의 감시 데이터를 웹 서버 시스템의 XML 변수와 맵핑시켜 인터넷에 연결된 임의의 PC에서 웹 서버 컴퓨터로 접속하여 웹 브라우저(Web Browser) 상에서 실시간 모니터링을 할 수 있다.

그림 7은 실제 인터넷 환경에서 웹 서버에 접속해 감시 데이터를 확인하는 웹 모니터링 화면이다.



그림 7 웹 모니터링 화면  
Fig 7 Screen of Web monitoring

### 4. 결론

본 논문에서는 가상의 풍력 발전 통신 시스템을 두 대의 PC를 사용하여 구성하고, 서버와 클라이언트 간의 MMS 통신 서비스를 구현하였다. 또한 IEC 61400-25 기반의 웹 인터페이스 구현을 위하여 뛰어난 확장성을 가진 XML 언어를 사용하여 풍력 발전단지의 논리 노드를 작성하였다. 그리고 작성된 논리 노드를 사용하여 원격 감시를 위한 웹 인터페이스를 구현하는 방법을 제안하였고, 실제 인터넷 환경에서 검증하였다.

본 연구는 울산대학교와 지식경제부·울산광역시 지원 네트워크 기반 자동화연구센터의 지원에 의한 것입니다.

### 참고 문헌

- [1] 경남호, "해상풍력발전기술", 한국태양에너지학회지, p56, 2005
- [2] 김한수, "풍력발전 표준화 사업" 연구보고서, 대한전기협회
- [3] <http://www.ewea.org/index.php?id=30>, 유럽풍력에너지협회
- [4] Andreas Kargård Olsen, "PROTOTYPE OF GENERIC SERVER FOR WIND POWER PLANTS USING IEC 61400-25 STANDARD", Proceedings of the 27th RISMS, 2006, Denmark
- [5] Karlheinz Schwarz, "IEC 61850, IEC 61400, and IEC 61970 : Information models and information exchange for electric power systems", Schwarz Consulting Company
- [6] IEC 61850-6, "IED와 관련된 전기 변전소의 통신용 구성 기술 언어"
- [7] 석광진, 이재익, 최진복, "자바를 이용한 웹 서비스 구축", SAMS, p58 ~ 59
- [8] <http://www4.ibm.com/software/solutions/Webservices/pdf/WSCA.pdf>, IBM
- [9] 이정훈, 김관수, 서민재, 이흥희, "풍력 발전의 원격 감시 제어를 위한 IEC 61400-25 MMS 통신 서비스 구현에 관한 연구", 전력전자추계학술지 p109, 2008
- [10] IEC 61400-25-2, "Communications for monitoring and control of wind power plants - Information models"