

웹 기반 풍력발전 모니터링 시스템 개발에 관한 연구

김인수*, 김성식, 최영준
(주)효성 중공업연구소

A Study on the Development of the Web-based Monitoring System for the Wind Turbine Powers

In-su Kim, Sung-sik Kim, Young-jun Choi
Hyosung Corporation R & D Center

Abstract - The increase of exhaust gas which is caused by with the industry activity which follows in the Industrial Revolution of the human being has had an influence on the globe climate system so that causes the problem of the greenhouse effect. As a comprehensive countermeasures, it has been prompted to save energy, build a structure environmentally friendly and use renewable energy sources that are continually replenished by nature—the sun, the wind, the Earth's heat, and plants. In addition, new technologies that turn these fuels into usable forms of energy—most often electricity, but also heat, chemicals or mechanical power have been applied actively to the social infrastructure. Therefore, there should be methods to manage forms of renewable energy effectively and securely. This paper proposes the web-based monitoring system for the wind power system of these methods and introduces the real web-based monitoring system installed in Daegwallyeong.

Web 기반 풍력발전 모니터링 시스템은 전국적으로 설치되어 있고 또한 설치될 풍력발전기의 발전량, 블레이드의 피치각과 요잉각, 각 모듈의 상태 및 이상 유무, 발전 환경(풍속, 풍향, 온도 등) 등의 운전 데이터를 Main Control Center로 취합하여 저장, 관리하고 발전회사의 사무실이나 시공업체 또는 개발업체의 사무실에서 원격으로 모니터링 할 수 있도록 하기 위하여 개발되었다. 또한 풍력 발전 시스템의 개략적인 소개를 통해 일반인들이 좀더 쉽게 풍력발전을 이해할 수 있도록 배려하였다.

Web 기반 풍력발전 모니터링 시스템은 풍력발전단지에서 설치되어 단지 내 풍력발전기들의 운전 데이터를 수집하는 로컬 게이트웨이(Local Gateway), 메인 컨트롤 센터(Main Control Center)에 설치되어 각 풍력발전단지의 Local Gateway로부터 풍력발전기들의 데이터를 인터넷을 통해 수집하는 통신제어장치(Communication Controller), 통신제어장치를 통해 수집한 데이터를 저장 관리하는 데이터베이스 서버(Database Server), Web Service를 통해 각 발전기의 운전 데이터를 실시간으로 모니터링할 수 있도록 하는 Web Server로 구성된다.

1. 서 론

인간의 산업혁명에 따른 산업 활동으로 인한 온실가스 배출량 증가는 지구의 기후 시스템에 영향을 미쳐 지구를 둘러싼 대기층의 "온실효과"로 인해 지구 온난화 문제를 야기 시키고 있다. 이러한 기후변화는 개별 국가의 문제가 아니라 전 지구적 차원의 공동 대응이 필요하다는 인식하에 교토 의정서를 채택하면서 국제적인 이슈로 떠오르게 되었으며, EU를 비롯한 선진 각국에서는 이에 대한 대책으로 원료전지와 풍력발전 등 새로운 기술개발을 추진하여 사회 인프라 등에 적극적으로 활용하거나 에너지 절약, 친환경적인 건축물 건설 및 재생 에너지개발, 산업 에너지 폐기물 처리 개선을 촉진하고 2010년 이후를 대비한 R&D개발 확대 등을 적극적으로 추진하고 있다. 그 중에서도 풍력발전시스템은 이와 같은 국제 환경의 변화 및 유가 상승과 경제성 및 기술의 성숙도로 인해 에너지 산업에서 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 분야가 되었다. 따라서, 본 연구에서는 향후 풍력발전 시스템이 보편화 되었을 때, 국내 전역에 설치될 풍력시스템을 원격에서 효율적으로 관리하기 위한 원격 통합관리시스템의 제 1단계로서 현재 대관령 풍력발전지에 실증용으로 설치된 풍력발전기를 대상으로 모니터링 시스템을 개발하였다.

2.2.1 로컬 게이트웨이

풍력발전단지 내에는 여러 대의 풍력발전기가 설치되며 각 풍력발전기에는 발전기를 제어하기 위한 제어기(PLC)가 필요하다. 이러한 제어기에는 풍력발전기를 제어하는 기능뿐만 아니라 운전 데이터를 수집하고 통신을 통해 상위 시스템으로 전송하는 기능도 가지고 있다.

로컬 게이트웨이는 풍력발전단지에서 설치되며, 단지 내의 각 풍력발전기의 제어기로부터 운전 데이터를 수집하여 인터넷을 통해 주제어센터에 설치되어 있는 통신제어장치로 전송하는 기능을 한다. 로컬 게이트웨이는 Intranet을 위한 LAN 포트와 Internet을 위한 LAN 포트를 가지고 있다. 로컬 게이트웨이와 각 풍력발전기의 제어기와 통신은 풍력발전단지 내의 Intranet을 통하여 TCP/IP 통신을 하여 로컬 게이트웨이를 통하지 않고 외부에서 풍력발전기의 제어기에 직접 연결할 수는 없도록 하였다. 또한, 상위 시스템의 통신제어장치와는 Internet을 통하여 TCP/IP 통신을 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

그림 1처럼 풍력발전 관리 시스템은 크게 풍력발전 발전량 감시, Resource(환경 에너지) 분석, 전력품질 분석, 시스템 설비관리 및 전체 시스템 관리 모듈로 나눌 수 있다. 물론 계통연계와 관련하여 독립운전/연계운전 모드에 대한 관리도 주요 기능 중에 하나이지만 계통연계에 대한 부분은 현 시점에서는 관리 시스템의 영역에서 제외하였다.

2.2.2 통신제어장치

주제어센터에 설치되는 통신제어장치는 관리자가 Web을 통해 DB Server에 설정해 놓은 통신 주기를 기준으로 각 풍력발전단지에서 설치되어 있는 로컬 게이트웨이들과의 TCP/IP 통신을 통해 주기적으로 풍력발전기의 운전 데이터를 수집하고 이를 아날로그 데이터, 상태 데이터, 이벤트 등으로 가공하여 DB Server에 저장하는 기능을 한다.

또한, 통신제어장치는 Web 서버에 접속한 Client의 ActiveX Control을 통해 풍력발전기에 대한 실시간 운전 데이터를 제공하는 기능을 한다. 통신제어장치 또한 Intranet과 Internet을 위한 두 개의 LAN 포트를 가지고 있다. 주제어센터 내의 DB Server, Web Server 등과는 Intranet으로 묶여 있고, 외부에 있는 로컬 게이트웨이들과는 Internet을 통해 연결되도록 하였다.

2.2.3 데이터베이스 서버

데이터베이스 서버는 주제어센터에 설치되며 외부에서 접속할 수 없도록 주제어센터에 있는 다른 장치들과는 Intranet을 통해서만 연결되도록 하였다. 데이터베이스 서버에 설치된 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)은 MS SQL을 사용하였으며, 하드웨어적으로는 Clustering 구조를 통해 이중화하였다.

데이터베이스 서버는 통신제어장치를 통해 수집한 각 풍력발전단지의 풍력발전기들의 발전량, 각 모듈의 상태 및 이상 유무(이벤트/알람), 발전 환경(풍속, 풍향, 온도 등) 등의 운전 데이터를 주기적으로 저장하는 기능을 한다. 또한, 풍력발전단지 정보, 각 발전기에 대한 통신 설정 정보와 발전기의 타입, 관리자 정보 등을 저장하고 있으며 Web 서버나 통신제어장치에게 필요한 정보를 제공한다.



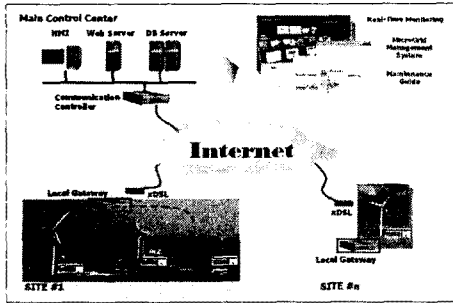
<그림 1> 시스템 구성

2.2 시스템 구성

2.2.4 Web 서버

그림 2처럼 주 제어센터에 설치되는 Web 서버는 풍력발전시스템의 운전 상태 등을 관리자가 감시하고 관리할 수 있는 사용자/관리자 화면을 생성하는 기능을 한다. Web 서버는 Microsoft사에서 OS와 함께 제공되는 IIS(Internet Information Service)를 사용하였다. 관리자가 Web Client를 사용하여 Web 서버에 접속하여 원하는 화면을 요청하면 Web 서버에서는 ASP를 사용하여 DB로부터 필요한 정보를 받아서 Web 화면을 생성하고 Client에게 전송하여 요청한 화면이 관리자 Client 화면에 나타나게 된다.

Web Server를 개발하는 데 사용한 언어는 크게 ASP와 JavaScript이다. ASP는 Web Server에서 실행되어 Client에서 요청한 화면을 만들어 주는 기능을 하며, JavaScript는 Web Client에서 실행되어 사용자의 입력을 받아들이고 이에 맞게 동작하는 기능을 한다.

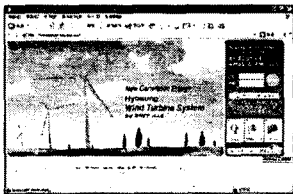


〈그림 2〉 Web 기반 풍력발전 모니터링 시스템 구성도

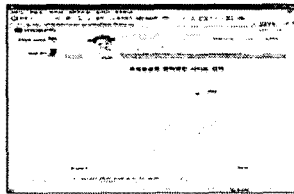
2.3 Web 기반 풍력발전 모니터링 시스템 화면

2.3.1 로그인 및 풍력발전단지 선택

그림 3처럼 로그인 화면은 관리자에 대한 인증을 위한 화면으로 Web Client를 통해 Web 서버에 접속하는 관리자는 모든 풍력발전기의 운전 상태를 모니터링할 수 있고 사이트 관리도 할 수 있는 통합관리자와 담당하고 있는 풍력발전단지 내의 풍력발전기의 운전 상태만을 모니터링하고 관리할 수 있는 현장관리자 그리고 일반인에게 개방한 풍력발전기의 운전 상태를 모니터링할 수 있는 guest가 있다. 그림 4처럼 풍력발전단지를 선택할 수 있는 화면으로 전국 지도상에서 원하는 풍력발전단지를 선택하면 선택된 풍력발전단지의 풍력발전기를 모니터링할 수 있는 화면으로 전환된다.



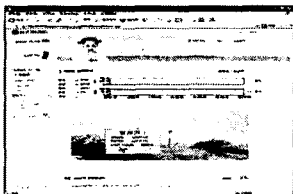
〈그림 3〉 로그인



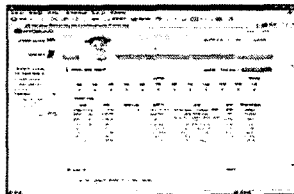
〈그림 4〉 풍력발전단지 선택

2.3.2 상태 정보 및 이벤트

그림 5처럼 풍력발전단지 상태정보 화면에서는 선택한 풍력발전단지 내의 모든 풍력발전기의 정격출력, 현재 발전량(유효전력), 기동상태, 알람 발생 상태를 한눈에 볼 수 있도록 하였다.



〈그림 5〉 상태 정보



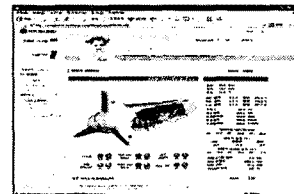
〈그림 6〉 이벤트

또한 발전 환경 요소(풍향, 풍속, 주위 온도)과 로컬 게이트웨이의 통신 상태, 풍력발전단지 설치되어 있는 풍력발전기 전체 발전 전력(유효전력)의 총량을 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 하였다. 그리고 가장 중요한 정보라고 생각되는 풍력발전단지의 모든 풍력발전기의 발전 전력의 총량과 풍속의 하루 단위 변화 추이를 그래프를 통해 알 수 있도록 하였다. 그림 7처럼 풍력발전단지 이벤트 화면에서는 현재를 기준으로 12개월 동안 단지 내의 모든 풍력발전기에서 발생한 알람과 이벤트를 확인 할 수 있도록 하였다.

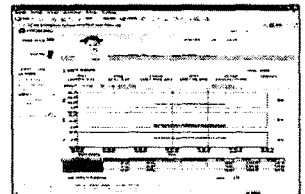
2.3.3 운전 정보 및 운전이력

그림 7처럼 풍력발전기 운전정보 화면에서는 현재 선택한 풍력발전기의 실시간 운전정보를 모두 볼 수 있도록 하였다. 풍속, 온도, 전압, 전류 등과 같은 아날로그 정보는 텍스트 형식으로 모두 표시하였고, 운전모드, 시스템 운전상태 등과 같은 상태정보는 램프 형식으로 그래픽화하여 현재 상태와 이상 유무를 한눈에 알아 볼 수 있도록 하였다. 데이터베이스 서버에는 모든 풍력발전기의 과거 운전 이력이 저장되어 있다.

그림 8처럼 풍력발전기 운전이력 화면에서는 선택한 풍력발전기의 과거 운전이력을 그래프 형식으로 나타내어 준다. 풍력발전기의 운전 이력은 발전기의 종류에 따라 10~12개 정도의 그룹으로 나누어 표시하도록 하였다. 그래프는 날짜찾기 버튼을 이용하여 확인하고자 하는 날짜를 선택하면 하루 단위로 이력을 표시하게 되며 현재 표시되고 있는 이력의 최소값, 최대값, 평균값을 표시하도록 하였다. 또한 두 개의 선택바를 이용하여 특정 시간대의 이력을 확인할 수 있도록 하였다.



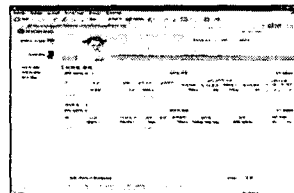
〈그림 7〉 운전 정보



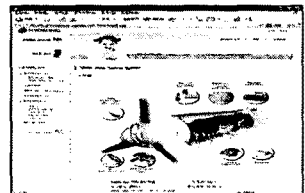
〈그림 8〉 운전 이력 그래프

2.3.4 기타

이외에도 그림 9와 10처럼 풍력발전단지 관리, 사용자 관리 및 효성 풍력발전기를 소개하는 화면을 구축하였다. 이를 통해 풍력발전단지 정보와 풍력발전기 정보 모두 키워드를 이용한 검색이 가능하도록 하였다.



〈그림 9〉 풍력 단지 관리



〈그림 10〉 효성 풍력 발전기 소개

3. 결 론

풍력발전 시스템은 국제 환경의 변화 및 유가상승과 경제성 및 기술의 성숙도로 인하여 에너지 산업에서 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 분야가 되었다. 풍력발전 분야뿐만 아니라 태양광, 태양열, 연료전지 등 소용량의 발전시스템을 묶어서 지역의 전력을 공급하는 일종의 MicroGrid 시스템이 최근 각광받고 있으며, 산업자원부에서는 정책적으로 MicroGrid 시스템 개발과 관련하여 기획 중에 있다.

본 시스템은 현재 풍력발전기를 모니터링하는 수준에 지나지 않지만, 향후 부하 분석, 계통 연계 관련 알고리즘 적용 및 발전설비 관리 시스템 개발 적용 등을 통하여, 분산전원에 대한 통합 운영 관리 시스템을 개발할 예정이다. 더 나아가 태양광, 연료전지 등과 같은 다 분산 발전 시스템과 에너지 저장장치 등을 함께 적용하여 MicroGrid 운영 시스템을 개발할 예정이다.

[참고 문헌]

- [1] P.D. Ladakakos, M.G. Ioannides, "Assessment of Wind Turbines on the Power Quality of Autonomous Weak Grids", 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power, October, 1998.
- [2] J.H. Kim, "세계에 부는 풍력발전", The Proceedings of KIEE, pp. 26-33, Vol. 52, No. 1, 2003.
- [3] D.H. Kim, "해의 풍력발전기술의 동향과 전망", The Proceedings of KIEE, pp. 19-24, Vol. 50, No. 1, 2001.