

인터넷을 이용한 풍력발전기 원격 감시제어시스템 개발

* 김병욱, **강신일, *박장호, *송승호, *노도환, *김동용
 *전북대학교 전자정보공학부, **전북대학교 대체에너지공학과

Development of a Remote monitoring & Control System for Wind Turbine System using Internet

*Byoung-Wook Kim, **Shin-Il Kang, *Jang-Hun Park, *Seung-Ho Song, *Do-Hwan Rho, *Dong-Yong Kim
 *Div. of Electronics & Information Engineering Chonbuk Nat'l Univ., **Renewable Energy Engineering Chonbuk

Abstract - 원격지에서 임의의 시스템을 제어하는 원격 제어(teleoperation)는 자동화산업시스템을 비롯한 많은 분야에서 연구와 활용이 지속적으로 진행되고 있다. 본 논문에서 소개하는 원격 감시제어시스템은 인터넷을 이용 풍력발전기에 적용시킴으로써 카메라를 통해 현장상태를 상시 감시하고, 필요시 원격지 제어를 통해 시스템을 안정적으로 운용하는 목적이 있다. 대부분의 풍력발전시스템은 사람이 쉽게 접근하거나 거주하기 용이하지 않는 지역에 설치되고 있으며, 특히 수거 또는 그 이상의 풍력발전기를 운용하는 대규모 풍력발전단지(Wind Farm)에서는 풍력발전기에 따라 자체 현장관리사무소를 설치하고, 현장관리사무소를 원격지의 중앙통제실에서 종합적으로 관리하는 상황을 고려하면 원격 감시제어시스템은 풍력발전시스템을 구성하는 데 있어 매우 필요한 시스템이라 할 수 있다.

1. 서 론

90년대 들어 국내에서는 본격적인 풍력발전기에 대한 보급과 기술개발이 병행하면서 이미 신뢰성을 확보한 선진외국의 풍력설비를 도입하여 풍력발전기에 대한 설치운영 및 보급사업이 활발히 진행되고 있다. 한편 전북대학교에서는 2001년 3월 국내기술로 자체 설계하고 제작한 30kW급 소형 풍력발전기를 개발하여 전북 부안군 하서면 해창쉼터에 설치하여 운용하고 있다. 이 시스템은 한국 지형의 짖은 풍황 변화특성에 적응할 수 있도록 타워상부의 무게를 최소화하였으며, 듀얼 로터 블레이드를 채택하여 공기역학적 효율을 극대화시켰다.[1]

풍력발전시스템이 설치되어 있는 장소에 현장관리사무소를 두고 자체 감시제어시스템을 설치함으로써 풍력발전기의 풍속, 풍향과 같은 대기상태와 블레이드의 회전속도 및 전압, 전류 등의 발전상태를 각종 센서를 이용하여 검출하고, Pitch 제어 및 Yaw 제어는 적절한 알고리즘에 의하여 운용되고 있다.[2] 하지만 일반적으로 풍력발전시스템은 사람들의 접근이나 거주가 용이하지 않는 지역에 설치되고 있는 점을 감안하면 원격지에서 풍력발전기의 종합적인 상황을 현장에 설치되어 있는 감시카메라를 통하여 상시 감시하고, 또한 현장에서의 예기치 않은 돌발상황이 발생하거나 인위적인 개입이 즉시 필요한 상황이 언제라도 발생할 수 있어 현장을 가지 않고서 원격지에 적절한 조치를 즉시 취함으로써 풍력발전시스템을 안정적으로 운영할 수 있는 원격감시와 원격제어가 가능한 시스템이 필요하게 된다. 본 논문에서는 인터넷을 이용하여 현장에 설치되어 있는 감시카메라를 통해 현장의 감시제어시스템과 풍력발전기 상황을 24시간 상시 모니터링하고, 제어프로그램을 이용하여 현장의 풍력발전시스템을 인터넷을 통해 원격제어하는 시스템의 구성과 임무에 대해서 소개하고자 한다.

2. 현장 감시제어시스템

현장에 설치된 감시제어시스템은 현재의 풍향, 풍속 등을 모니터링하고, 블레이드의 회전각을 효율적으로 제어하도록 PC를 통한 시스템의 제어입출력이 가능하도록 설계되었으며, 시스템의 모든 입출력정보를 한 눈에 알아볼 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)환경을 도입하여 시스템을 구축하였다. 그림 1은 현장에 설치된 감시제어시스템의 전체구성도이며, 그림 2는 현장의 감시제어시스템이다.

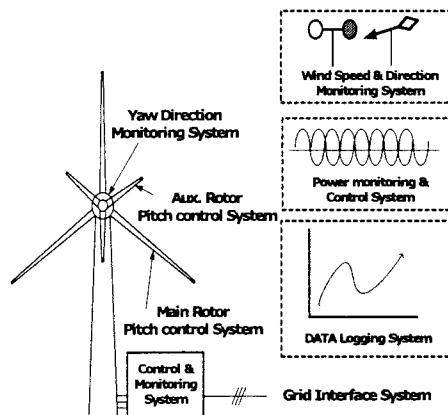


그림 1. 현장 감시제어시스템 구성도

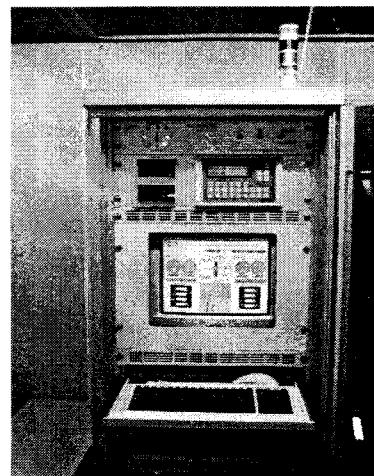


그림 2. 현장 감시제어시스템

3. 원격 감시제어시스템

3.1 원격 감시제어시스템 구성

컴퓨터의 성능과 네트워크 기술의 발전으로 인해 거리와 시간에 제약을 받지 않고 어느 곳에서나 인터넷을 통해 정확하고 빠르게 데이터를 주고 받을 수 있다. 본 논문에서는 이러한 기술들을 이용하여 풍력발전시스템에 적용시킴으로써 현장에 가지 않더라도 현장에서와 똑같은 작업환경을 만들어 풍력발전시스템을 효율적이고 안정적으로 운용할 수가 있다. 풍력발전시스템에 적용하는 원자력 감시제어시스템은 그림 3과 같이 크게 풍력발전시스템, 카베라, 서버, 인터넷 그리고 클라이언트로 간략화 할 수 있고 이는 네트워크 개념을 도입한 것으로 실제 풍력발전시스템의 피치제어를 위한 데이터를 주고 받는 컴퓨터를 서버 그리고 이에 접속하여 원격지에서의 감시제어를 실현한 컴퓨터를 클라이언트로 한 것이다.

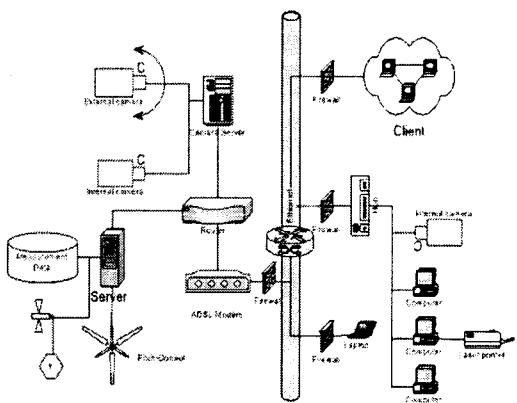


그림 3. 워크 갑시제어시스템 개요

시스템에서 서버의 통신프로그램 및 제어창은 Visual Basic으로 프로그램하였으며, 클라이언트와 서버의 원활한 통신을 위해서는 현재 많이 사용되고 있는 TCP/IP모델을 통신프로토콜 모델로 사용하였다.

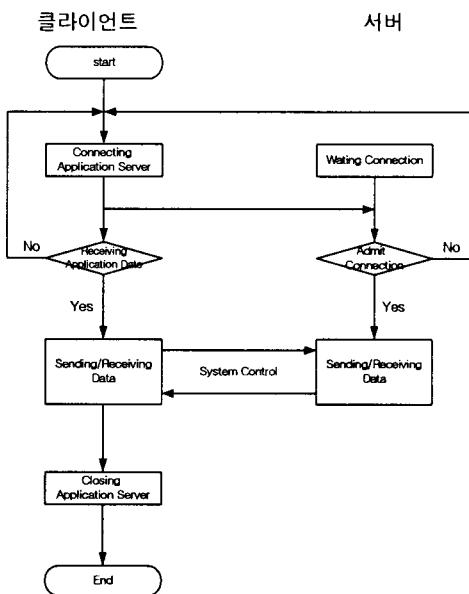


그림 4 서버 클라이언트의 블록다이어그램

그림 4는 서버와 클라이언트의 블록다이어그램을 나타내고 서버와 클라이언트의 동작순서에 의하여 실행하게 된다. 서버의 동작 순서를 보면 클라이언트의 접속 요청을 받아 인증을 통해 컨트롤 프로그램을 열어주고, 접속 정보, Admin 등록정보, 데이터 송수신과 클라이언트에 보낼 데이터를 캡슐화하여 전송을 용이하게 한다. 클라이언트는 서버에 접속 요청하여 받아들여지면 데이터 송수신을 한 후 필요한 제어가 끝나면 세션을 종료하게 된다.

3.2 원격 감시제어시스템 기능 및 역할

통력발전시스템에 적용하는 원격 감시제어시스템은 현장의 상태를 원격지에 설치된 내/외부 카메라를 통해서 24시간 감시가 가능해야 하고, 현장에서 제어하는 기본적인 피치제어 알고리즘은 물론 원격지에서도 기본적인 피치제어 알고리즘이 수행되어져야 한다. 그럼 5는 원격지의 감시제어시스템실이다.



그림 5 원격 감시제어시스템실

3.2.1 내부 및 외부 카메라

풍력발전시스템의 운용 현황을 원격으로 감시하기 위해 현장에 설치된 내부 및 외부카메라의 기능을 살펴보면, 우선 내부카메라의 경우, 팬, 틸트 기능의 TCP/IP기반 네트워크 카메라로서 JPEG 이미지 압축 알고리즘이 적용되있으며 이미지 전송속도는 최대 10프레임이다. 이는 빠른 이미지 전송과 내부 시스템 감시가 가능하다. 그럼 6은 현장의 감시제어시스템실 내부에 설치한 내부카메라와 원격지에서 Viewer를 이용한 현장 감시제어시스템실 내부의 모니터링화면이다.

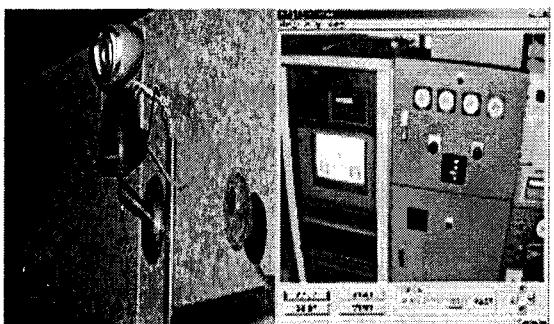


그림 6 내부카메라 및 시스템실 내부모니터링 화면

외부 카메라의 경우, 내부 카메라처럼 팬, 틸트 기능이 있고 줌 기능(16배 줌)이 추가되어 높은 곳에 위치한 풍력 발전기의 상태를 확인할 수 있으며, 풍향 및 풍속 변화에 따른 발전기 요(Yaw)와 블레이드의 피치 변화를 확

인 할 수 있고, 야간에도 식별이 가능하도록 외부조명등을 설치하여 원격지에서의 제어명령 수행 여부를 실시간으로 확인할 수 있다. 그럼 7은 풍력발전기의 원격제어 명령 수행여부를 확인하기 위해 설치한 외부카메라의 모습과 풍력발전기를 바라본 외부 모니터링화면이다.

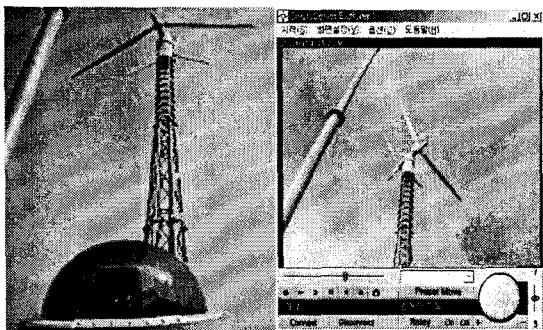


그림 7 외부카메라 및 풍력발전기 외부모니터링화면

3.2.2 원격지 감시제어화면

원격지에 설치된 감시제어시스템은 현재의 풍속, 풍향, RPM, 주날개 및 보조날개 회전 각도, Tip-Speed Ratio, KW, KWH 등의 각종 데이터를 모니터링함과 동시에 회전제어 알고리즘에 의한 블레이드의 회전 각도가 변화하는 것을 확인할 수 있어야 한다. 이는 현장에서 정전 상황이나 생존한계 풍속 이상 또는 부분적인 풍력발전시스템의 고장이나 공진 등이 풍력발전시스템에 치명적인 손상을 끼칠 수 있다. 특히, 장마철이나 태풍이 자주 발생하는 계절에는 풍향 및 풍속의 변화가 빈번하거나 생존한계 풍속 이상일 경우 등 긴급한 상황이 발생하였을 경우에는 원격지의 감시제어시스템에서 알람정보를 통해 비상상황을 인식하여 원격지에서 주날개 각도를 90도 이동시키고 각종 Setup 알고리즘을 강제로 조정하여 풍력발전시스템의 운전을 정지할 수 있다. 이처럼 원격지에서도 적절한 조작을 수행함으로써 풍력발전시스템을 안정적으로 관리 감시할 수 있다. 그럼 8은 원격지에서 현장의 대기상태와 발전시스템의 상태 등을 모니터링하고 풍력발전시스템의 각종 Setup 알고리즘을 적절하게 제어할 수 있는 화면이다.

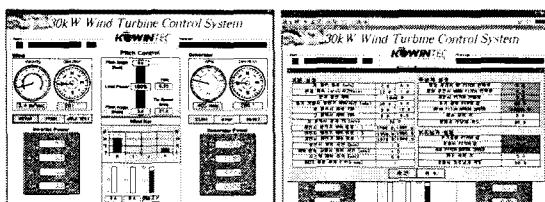


그림 8 원격지 모니터링 화면 및 각종 Setup 제어 화면

3.2.3 원격지 전력선모뎀 제어

원격지에서 현장과 동일하게 풍력발전시스템을 운영하는 데 있어서는 앞 절에서 언급한 바와 같이 어느 누구도 예측할 수 없는 상황이 발생하게 된다. 야간의 경우 현장 감시제어시스템실을 점검하고 확인할 필요가 있거나 정전으로 인해 현장의 감시제어시스템의 기능이 상실하였을 경우에는 원격지에서 내부카메라의 레일레이 접점 을 이용한 전력선모뎀을 통해 야간에도 식별이 가능하도록 내부 조명을 제어하여 현장의 감시제어시스템실을 점등 및 소등할 수 있으며, 원격지에서 PC를 강제로 부팅하거나 PC Reset을 통하여 감시제어시스템을 정상적으

로 운영하게 함으로써 현장의 풍력발전시스템을 안정적으로 운영할 수 있다. 그럼 9는 전력선모뎀을 이용하여 현장의 감시제어시스템을 정상적으로 운영할 수 있도록 한 원격지 전력선제어기 구조이다.

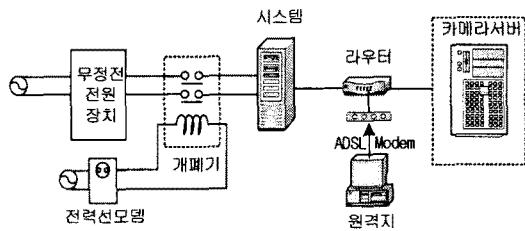


그림 9 전력선모뎀을 이용한 원격지 전력선제어기

4. 결 론

본 논문에서는 인터넷의 TCP/IP 통신프로토콜을 이용해 원거리에 설치되어 있는 풍력발전시스템에 적용함으로써 현장에서와 똑같이 원격지에서도 발전시스템을 운영할 수 있는 원격 감시제어시스템을 개발하였다. 원격지에서 현장의 감시제어시스템과 풍력발전시스템을 모니터링함과 동시에 적절한 알고리즘을 제어함으로써 원격지에서도 풍력발전시스템의 운영을 보다 안정적이고 신뢰성 있게 도모할 수 있다. 원격 로봇 분야와 원자력 발전 분야에서는 원격과 관련된 기술이 일부 개발되었거나 개발중에 있지만 풍력발전시스템의 특수성과 관련된 부분에 대해서는 새로운 접근법에 기반한 원격 제어알고리즘 개발 연구가 필요하고, 또한 다수의 풍력발전시스템이 설치되어 있는 풍력발전단지(Wind Farm)의 경우에도 원격지의 중앙통제실에서 다채널의 감시제어시스템에 대한 연구와 개발이 필요하다.

(참 고 문 헌)

- [1] 신찬, 김지연, 송승호, 김동용, 정성남, "수직/수평축 통합형 풍력발전시스템", 대한전기학회 EMECS학회 추계학술대회 논문집, pp.289-292, 2001.
- [2] 김지연, 동경민, 송승호, 오영진, 최석우, 신찬, 노도환, "한국형 풍력발전기 감시제어 시스템 개발", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.1355-1357, 2002.
- [3] 이세, 오병주, "인터넷을 통한 원격 측감제어", 한국자동제어학술대회, pp.235-238, 2000.
- [4] 임승현, 김완종, 공영신, 전재욱, "Web을 이용한 원격제어 시스템 GUI", 제어계측·자동화·로보틱스연구회 학술발표회, pp.75-78, 1999.
- [5] 이재훈, 차인혁, 이병주, 한창수, "그래픽 모니터링 시스템을 활용한 원격제어 시스템 개발", 한국자동제어학술회의논문집, pp.1822-1826, 1998.

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학 공학연구소 주관으로 수행된 과제임.