
USN 기반의 댁내 분산 전력 관리 시스템 제안

김보민* · 김정영* · 방현진* · 장민석*

*군산대학교 공과대학 컴퓨터정보공학과

A Proposal of USN-based DER(Decentralized Energy Resources) Management System

BoMin Kim* · JeongYoung Kim* · Hyun-jin Bang* · MinSeok Jang*

*Dept. of Computer Information Science, College of Eng., Kunsan National University

E-mail : msjang@kunsan.ac.kr

요 약

세계적으로 에너지원의 고갈, 기후·환경 변화, 전력수요 증가에 따라 인류 절대적 과제에 대한 해결책으로 스마트 그리드에 대한 요구가 증대되고 있으며, 특히 분산형 전원에 대한 관심이 높아지고 있다. 이 추세에 따라 단위 규모의 분산형 전원의 형태로 댁내 분산형 전원 시대를 예고하고 있다. 하지만 현재 가장 보편적으로 사용하고 있는 신재생에너지원으로써 풍력, 태양광 에너지 발전의 경우 그 발전량이 자연의 변화에 매우 민감하기 때문에 전기품질의 균일성의 문제를 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이를 해결하기 위해서는 기후 정보(meteorological sensor data)의 실시간 모니터링을 기반으로 하는 에너지 관리 방법을 제시하고자 한다.

현재 스마트그리드 분야에서 USN 기반의 킬러앱이 부재한 상황에서 무선 센서네트워크 기술을 활용한 기후 센서 데이터 수집 및 제어 방식을 적용한 댁내 분산 전력 관리 방법에 대해 제안한다. 이는 다른 통신방식에 비해 설치 비용 및 유지보수 차원에서 효율적이라고 판단한다.

즉, 전력 관리에 USN 기법을 융합한 EMS(Energy Management System) 모델을 제시함으로써 기후 데이터 모니터링 및 분석, 이에 따른 발전량 예측, 신재생에너지와 기존 전력의 효율적인 분배 제어 방법을 구체화함으로써 궁극적으로 제로에너지 홈을 구현하기 위한 기반을 마련하는 것이 본 논문의 목표이다.

ABSTRACT

Needs for Smart Grid development are increasing all over the world as a solution to its problem according to depletion of energy resources, climatic and environmental rapidly change and growing demand for electrical power. Especially decentralized power is attracting world's attention. In this mood a new era for a unit scale of decentralized power environment is on its way in building. However there is a problem to have to be solved in the uniformity of power quality because the amount of power generated from renewable energy resources such as wind power and solar light is very sensitive to climate fluctuation. And thus this paper tries to suggest an energy management method on basis of real time monitoring for meteorological data.

In the current situation of lacking in USN-based killer application in Smart Grid field, this paper proposes the USN-based DER management system which collects the meteorological data and control power system throughout utilizing wireless sensor network technique this business. This communication technique is regarded to be efficient in aspects of installation cost and tits maintenance cost.

The proposed EMS model embodies the method for predicting the power generation by monitoring and analyzing the climatic data and controlling the efficient power distribution between the renewable energy and the existing power. The ultimate goal of this paper is to provide the technological basis for achieving zero-energy house.

키워드

Smart Grid, DER(Decentralized Energy Resources), Zero-Energy Home, Renewable Energy, Wind Power Generation, Solar Power Generation, USN, EMS(Energy Management System)

1. 서 론

현재 에너지원의 고갈, 지구온난화 방지 및 탄소 배출량 감소라는 인류 절대적 과제에 대한 해

결책 강구와 맞물리면서 스마트 그리드 시스템에 대한 요구가 절실히 요구되고 있는 실정이다. 이는 국내외적으로 에너지 정책방향에 반영되고 있다. 이를 위해 요구되는 기술 중에는, 현재의 중앙 집중식, 단방향성 전력계통의 비효율성을 극복하기 위해 신재생에너지를 중심으로 하는 다양한 분산형 전원이 도입되어 소규모 발전시설로 생산한 전기를 계통과 효율적으로 연결, 전력 소비자에게 안정적으로 전달하는 시스템을 핵심 개념으로 하고 있다.

하지만 분산형 전원의 에너지원으로 주로 사용되는 풍력 및 태양광 발전은 기후 변화에 매우 민감하기 때문에 전기품질 문제를 야기할 수 있다. 이를 해결하기 위해 정확한 감시 모니터링 설비 및 전기품질의 유지를 위하여 전기품질 보상장치가 추가적으로 설치되어야 한다.

본 논문에서는 분산형 전원 단위인 덕내 분산형 전원 시스템에 운용 가능한 신재생에너지원(풍력, 태양광)을 적용하고, 기후 데이터의 변화를 감지함으로써 문제 해결을 할 수 있는 시스템 관리 방법에 대해 제안한다.

II. USN-기반의 덕내 분산전력 관리 시스템

아래 그림은 본 논문에서 제안하는 시스템의 개략적인 구성도이다.

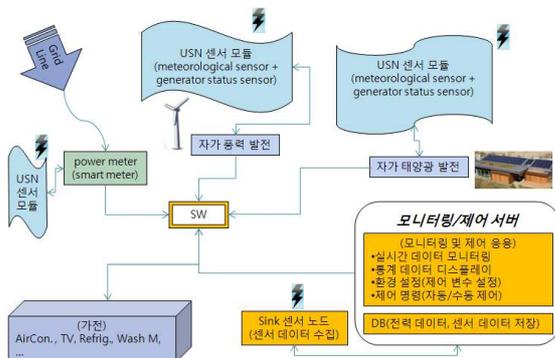


그림 1. USN-기반의 덕내 분산전력 시스템 구성도

시스템의 기본적인 구성은 전력시스템에 IT 기술을 접목하여 전력 감시 및 제어 기능을 수행하는 '모니터링/제어 서버', 스마트그리드가 보편화 될 때 기존 전력계(power meter)를 대체할 지능형 '스마트 미터', 신재생에너지원 역할을 하는 '소형 풍력 발전기' 및 '소형 태양광 발전기', 신재생에너지 전력과 기존 전력을 적절하게 교환해주는 '전력 스위치', 데이터를 수집하여 무선으로 서버에 제공하고 집계하는 'USN 센서모듈'과 'Sink 센서 노드', 전력을 소비하는 건물 내 '전력 소비 제품들' 등으로 구성되어 있다. 여기서, 스위치(SW)는 축전 전력량에 따라 외부 전력과 축전 전

력을 적절히 교환할 수 있도록 연계운전을 가능하게 한다. 또한 각 발전기 시스템은 풍력 터빈(태양전지 어레이), 제어기, 인버터, 전력저장장치(축전지) 등으로 구성되어 있다.

여기서 풍력 발전기 측의 'USN 센서 모듈'은 풍속 데이터와 발전 유무, 터빈속도, 발전량 등의 정보를 Sink 노드로 전송하며, 태양광 발전기 측의 'USN 센서 모듈'은 일사량(일조량)과 발전 유무, 태양광 발전량 등의 정보를 Sink 노드로 전송한다. 전력계 측의 'USN 센서 모듈'은 소비전력 데이터를 전송한다. 'Sink 센서 노드'는 서버에게 수집 데이터를 전송하여 분석 자료로 활용토록 한다.

2.1 서버의 역할

여기서 서버의 역할은 다음과 같다. 첫째, 실시간 기후 데이터에 따른 발전량 예측치와 실 발전량을 보정하는 작업을 한다. 이 작업을 통해 시스템 내부의 오차를 보정하는 발전계수를 계산한다. 이때 실시간 데이터는 USN 센서 모듈로부터 수신한다. 둘째, 지역별 기상 관측치와 센서로부터 얻어진 실제 데이터와의 오차를 비교 분석한다. 이는 기상청에서 제공하는 관측치는 실제 발전기가 설치되어 있는 장소와 다소의 오차를 보일수 있기 때문에 발생한다. 셋째, 기상청에서 예보하는 기후 데이터(풍속, 날씨 정보 등)를 통해 예상 발전량을 예측한다. 하지만 실제 이는 예보가 자세한 데이터 수치를 제공하지 않을뿐더러 예보의 부정확성에 의해 많은 오차가 발생가능하다. 특히 일일 예측치보다 월 예측치에 더 많은 편차를 보일 가능성이 높다. 효율적인 예측 알고리즘이 요구되는 이유이다. 넷째, 평년값에 의해 월별 발전량을 예측하는 기능을 수행한다. 본 논문에서 제안하는 방법은 다음과 같다. 태양광 발전량의 경우 기존 연구자료[1]의 실증 자료를 근거로 다음과 같이 예측하고 있다. 여기서, 854.818은 3KW 용량의 태양광 발전기의 실증 데이터를 통해 얻은 발전계수를 의미한다.

$$'월별 발전량_{[W/월]}' =$$

$$'월별 평균 일사량_{[MJ/m^2/월]}' * 854.818_{[Wm^2/MJ]} \quad (식1)$$

$$'월별 발전량_{[W/월]}' =$$

$$'월 평균 일조시간_{[h/월]}' * '발전용량(3000 W/h)' \quad (식2)$$

식 1과 식 2는 각각 평균 일사량과 일조시간을 기반으로 월 발전량을 예측하며 이 2가지 방식으로 산출한 결과는 발전량의 차이는 보이지만 월별로 일관성을 보이기 때문에 이 두 값을 보정해서 최종 예측치를 산출할 수 있다. 또한 풍력 발

전량의 경우 다음 식에 의해 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \text{'월별 발전량}_{[W/월]} = \\
 & \text{'일 평균 풍속}_{[m/sec/일]} * \text{'해당 풍속의 발전량}_{[W/m/sec]} \\
 & * 24 * \text{월당일수}_{[일/월]}
 \end{aligned}
 \tag{식3}$$

위 식들에 의해 풍력발전과 태양광발전에 의해 생성되는 총 신재생에너지의 월 발전량을 예측할 수 있다. 하지만 이는 지난 수십 년 간의 평균 기후 데이터 수치에 근거해서 산출한 것이기 때문에 참고로 활용할 수 있는 수준이다. 다섯째, 서버는 기존의 데이터를 기반으로 기후 및 발전과 관련한 통계틀을 표시해주는 기능도 수행한다. 여섯째, 기후 및 전력 상황에 따라 자가 풍력 발전기와 태양광 발전기의 동작 및 예측 알고리즘의 변수를 재설정하는 기능을 수행한다. 일곱째, 본 시스템은 신재생에너지의 사용을 극대화하기 위한 것이기 때문에 신재생에너지 전력과 외부에서 공급되는 전력을 상황에 맞게 스위칭하는 역할을 수행한다. 자동 혹은 수동으로 시스템을 제어하는 기능을 수행한다.

아래 표 1은 서버에서 고려하는 여러 유형의 데이터를 나타낸다. 센서 모듈로부터 무선으로 수집되는 실시간 수집 데이터는 기후 데이터와 전력 데이터로 나눌 수 있으며, 전자의 경우 풍력발전의 결정적인 역할을 하는 풍속 데이터와 태양광발전의 요인인 일조량과 일사량이 이에 해당되며, 후자의 경우 발전 유무, 풍력발전기의 터빈 속도, 태양광 발전량, 전력계의 소비전력 등이 해당된다. 한편 비실시간 수집 데이터는 평년 일조량과 일사량, 풍속 데이터 및 발전기의 스펙 데이터를 들 수 있다. 여기서 기상청에서 제공하는 평년 데이터를 참고한다[2].

표 1. 데이터 유형

실시간	기후	지역별 풍속, 일조량, 일사량
	전력	발전 유무, 터빈속도, 태양광/풍력 발전량, 소비전력
비실시간	기후	평년 평균 풍속, 일조량, 일사량 기후 예보(풍속, 날씨 등)
	스펙 데이터	풍력(풍속당 발전량 특성데이터) 태양광(발전 계수)

III. 발전량 예측 알고리즘 제안

본 장에서는 USN 모듈에서 수집한 데이터와 기상청에서 제공하는 기후 데이터를 기반으로 풍력 및 태양광 발전량을 예측하는 알고리즘의 간략한 블록도를 제시하고자 한다. 기존 방식과 구별되는 특징은 기존에는 기후 예측을 기반으로 발전량을 예측하는데 반해 본 시스템에서는 발전

량을 기반으로 예측한다는 것이다. 이와 같이 제안한 이유는 기후 데이터는 기본적으로 예측하기 힘들다는 특성을 가지고 있기 때문에 이를 바탕으로 발전량을 예측한다는 것은 요즘과 같이 환경변화가 심한 경우에는 그 예측오차의 편차가 심하기 때문이다. 따라서 본 제안에서는 발전량을 예측하는 계산식의 보정 계수를 실시간으로 조절하는 방법으로 예측하며 실측치와의 편차를 피드백함으로써 예측치를 개선하고자 한다. 즉, 운용 시스템에 중점을 둔 예측을 하고자 한다.

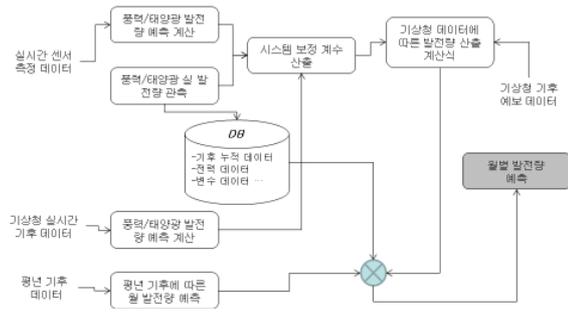


그림 2. 발전량 예측 알고리즘

V. 결 론

본 논문에서는 스마트그리드 연구가 요구되는 현 시점에서 그 통신네트워크 기술 방식 중 USN 기술을 데이터 수집 및 제어에 적용하는 기후에 따른 태내 분산 전력 관리 시스템을 제안하였다. 현재 스마트그리드 시스템에 적용하는 네트워크 기술로 전용선 방식, 전력선 통신 방식, 무선통신 방식 등이 고려되고 있지만 Zigbee 기반의 USN 무선통신 방식을 업계 다수의 업체에서 해당 기술을 적용하고 있으며, 향후 지속적으로 확대 구축될 것으로 기대되고 있다. 이는 배선 비용 절감, 시스템 구축기간 단축, 건물 구조변경에 유연성, 저전력 소비 등의 장점이 있기 때문이다. 실제로 AMI 시스템의 일부에 이동통신이나 USN을 채택한 곳이 전체의 92%에 달하는 점은 무선 기술의 필요성을 절감하고 있다는 반증이다[3,4]. 향후 본 논문에서 제안한 방법을 실제 태내 분산 전원 시스템에 적용함으로써 효율성 검증 및 보다 효율적인 알고리즘의 보완을 연구 계획하고 있다.

감사의 글

본 논문은 2009년도 한국연구재단 지원 사업(R01-2007-000-20989-0) 및 2010년도 산학연공동기술개발사업(협약번호 00039599)의 지원으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] 김현태, “월별일사량과 태양광발전량 예측 및 경제성 검토 연구”, 연세대 공학대학원 석사학위 논문, 2006
- [2] 기상청, <http://kma.go.kr>
- [3] USN 기반 AMI 서비스 및 기술동향: 전력산업과 USN 산업의 융합기술, 전자통신동향분석, 제23권, 제5호, 2008년 10월
- [4] On World Inc., “WSN for AMI & Demand Response,” Nov. 2007.