

기후 변화에 따른 분산 전력 예측 방법 제안

김정영* · 김보민* · 방현진* · 장민석*

*군산대학교 공과대학 컴퓨터정보공학과

A Proposal of the Prediction Method of Decentralized Power on Climatic Change

JeongYoung Kim* · BoMin 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

분산형 전원은 에너지 실수요자 근처 혹은 건물 내부에 소형 발전설비(태양광, 풍력 발전을 포함하는 신재생에너지 발전)를 설치해 에너지 손실과 송 배전 설비를 줄이려는 노력에서 출발했다. 최근 세계적으로 기후 환경 변화에 대처하기 위해 다양한 신재생에너지를 활용하기 위한 덕내 분산형 전원 환경 시대를 예고하고 있다. 특히 태양광, 풍력 발전은 덕내에 설치하기 용이하고 가장 경제성이 뛰어나 많은 기업들이 적극적으로 사업에 진출하고 있다.

하지만 풍력 발전의 경우 바람의 세기에 따라 발전량의 변화가 심하고, 태양광은 일사량 및 일조량의 영향을 많이 받기 때문에 기후 상황에 따라 출력이 불안정하다는 단점이 있기 때문에 균일한 전력품질을 제공하기 위해 해결해야 할 기술적인 과제를 가지고 있다.

본 논문에서는 덕내에서 운용이 용이한 풍력 에너지, 태양광 에너지 및 기존 전력으로 구성되는 분산형 전원시스템에서 기후변화에 민감한 신재생에너지 발전량의 예측 방법에 대해 제안한다. 이를 바탕으로 효율적인 분산전력 관리를 가능하게 하며, 궁극적으로 제로에너지 홈을 구현하기 위한 기본 요소 기술을 제공하는 것이 본 논문의 목표이다.

ABSTRACT

The development of decentralized power has appeared as part of an effort to decrease the energy loss and the cost for electric power facilities through installing small renewable energy generation systems including solar and wind power generation. Recently a new era for decentralized power environment in building is coming in order to handle the climatic and environmental change occurred all over the world. Especially solar and wind power generation systems can be easily set up and are also economically feasible, and thus many industrial companies enter into this business.

This paper suggests the overall architecture for the decentralized renewable power system and the prediction method of power on climatic change. The ultimate goal is to help manage the overall power efficiently and thus provide the technological basis for achieving zero-energy house.

키워드

DER(Decentralized Energy Resources), Zero-Energy Home, Renewable Energy, Climatic Change, Smart Grid, Wind Power Generation, Solar Power Generation

1. 서 론

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

정부는 일찍부터 신재생에너지의 중요성을 인식하여 태양광주택 보급 사업을 펼쳐왔으며, 최근에는 에너지원을 다각화하여 2020년까지 다양한 신재생에너지원을 적용한 '그린홈 100만호 보급사업'에 착수하였다. 궁극적으로 화석연료를 전혀 사용하지 않는 '제로에너지 빌딩'을 목표로 하고 있다[1].

본 논문에서는 특히 분산형 전원 단위인 태내 분산형 전원 시스템에 현재 운용 가능한 신재생 에너지원(풍력, 태양광)을 적용하고, 기후 변화에 따른 발전량을 예측 분석해 보고자 한다.

II. 태내 분산전력 시스템의 구성

아래 그림은 본 논문에서 제안하는 시스템의 개략적인 구성도이다. 현재 태내에서 적용이 용이한 신재생에너지원으로 풍력과 태양광을 활용한다.

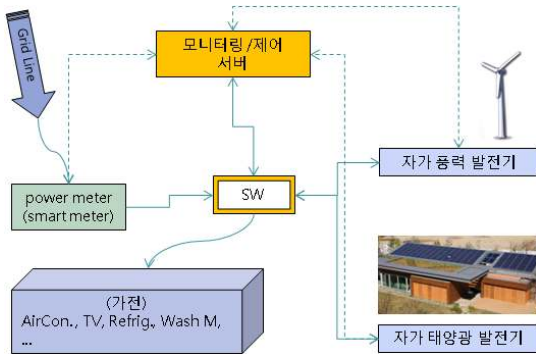


그림 1. 태내 분산전력 시스템 구성도

시스템의 기본적인 구성은 전력시스템에 IT 기술을 접목하여 전력 감시 및 제어 기능을 수행하는 '모니터링/제어 서버', 스마트그리드가 보편화될 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', 전력을 소비하는 건물 내 '전력 소비 제품들' 등으로 구성되어 있다. 여기서, 스위치(SW)는 축전 전력량에 따라 외부 전력과 축전 전력을 적절히 교환할 수 있도록 연계운전을 가능하게 한다. 또한 각 발전기 시스템은 풍력 터빈(태양전지 어레이), 제어기, 인버터, 전력저장장치(축전지) 등으로 구성되어 있다.

2.1 태양광 발전량 예측 방법

우리나라에서는 올해 그린홈 2만가구가 보급될 계획이다. 기존 태양광, 태양열, 지열, 소형 풍력 외에 연료전지가 신규 지원 대상에 포함되어 있다[2]. 이 중 태양광발전의 경우 2000년대 들어

태양광주택 보급 사업을 통해 추진되어 왔다.

본 논문에서는 보급 사업에 의해 일반적으로 설치되어 있는 3KW급 태양광 어레이를 전력 예측 기준으로 삼는다. 태양광발전은 일사량 및 일조량이 발전량을 결정짓는 중요한 요소이다. 이를 근거로 발전량을 예측해 보고 상관성을 확인해 본다. 예측 방법은 다음과 같다.

첫째, 기존 연구자료[3]의 실증 자료를 근거로 예측할 수 있다. 이를 통해 다음과 같은 발전량 도출 수식을 유추할 수 있다. 여기서, 854.818은 실증 데이터를 통해 얻은 발전계수를 의미한다.

$$\begin{aligned} \text{'월별 발전량}_{[W/\text{월}]} &= \\ \text{'월별 평균 일사량}_{[MJ/m^2/\text{월}]} & \times 854.818_{[Wm^2/MJ]} \end{aligned} \quad (식1)$$

둘째, 일조시간을 바탕으로 예측하는 방법이며 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{'월별 발전량}_{[W/\text{월}]} &= \\ \text{'월 평균 일조시간}_{[h/\text{월}]} & \times \text{'발전용량}(3000 W/h) \end{aligned} \quad (식2)$$

2.2 풍력 발전량 예측 방법

풍력은 태양광과 더불어 태내에서 쉽게 적용 가능한 에너지원으로써 대략 설치 크기에 따라서 2KW급까지 운용 가능하다고 판단된다. 하지만 실제로 풍력은 태양광에 비해 투자 조건이 제한되어 있다는 특성 때문에 출력량을 예측해 보고 이를 통한 투자 적격지를 선별하는데 활용하고자 한다.

풍력발전량은 풍력발전기의 사양에 따라 차이가 있으며, 관계식에 따르면 풍속의 세제곱에 비례하고 바람의 방향에 관계된다[4]. 통상 정격출력을 발생시킬 수 있는 풍속은 통상 12~14m/s이며, 시동풍속은 3-5m/s, 중단풍속은 25m/s 정도로 설정되어 있다[5,6].

본 논문에서는 태내에서 쉽게 설치 가능한 300W급 풍력발전기를 적용하고 이의 발전특성곡선을 활용하여 발전량을 예측해 보기로 한다.

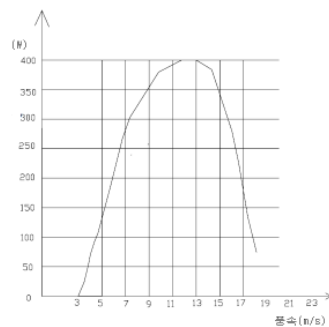


그림 2. 풍속에 따른 발전량 특성곡선

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

III. 결과 분석

기후에 따른 발전량 예측을 위해 다음과 같은 조건을 고려하였다.

표 1. 예측 조건

태양광 발전기	3KW/h급
풍력 발전기	300W/h급
기후 데이터	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전; 일사량, 일조량(20년 평균데이터) 풍력 발전; 풍속(30년 평균데이터)
대상 지역	제주도 고산지역
택내 소비 패턴	한 가정의 1월~12월 사용 전력량 예

표 2. 월평균 일사량 및 일조량

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
일사량 (MJ/m ²)	179	272	411	492	527	453	460	511	439	418	264	192
일조량 (h)	90	129	171	195	197	158	176	215	188	206	153	110
일 평균 풍속 (m/sec/day)	9.7	9.3	7.7	6.4	5.6	4.7	5.2	5.2	5.6	6.6	7.6	8.8

표 2는 기상청[7]에서 제공하는 월평균 일사량과 일조량 데이터이며 이에 따른 발전량 예측치는 식1,2에 의해 다음 그림 3과 같이 예측 가능하다. 그래프에서 보듯이 월별 발전량은 차이를 보이고 있다. 이 이유는 실제로 태양광 발전의 경우 실증적으로 하루 3.5~4시간 발전가능하기 때문에 발생한 것으로 파악된다. 하지만 두 예측치의 변화추이는 일관성을 보이고 있기 때문에 이를 보정해서 그림 4와 같이 일사량과 일조량을 조합한 태양광 발전량 예측치를 산출할 수 있다. 이 값은 그림 5에 반영되어 있으며, 아울러 풍력 발전량은 식3에 의해 그림 5와 같이 예측 가능하다.

그림 6은 어느 가정의 일년간 전력 소비 예와 신재생에너지 발전량을 비교한 것이다. 이에 따르면 기존 외부 전력의 도움 없이도 전력을 공급받을 수 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 제로에너지 빌딩 목표를 달성할 수 있다는 것을 예측할 수 있다. 하지만 특성상 두 개의 전력 패턴이 유사하지 않다는 것이다. 예를 들어 여름철에 소비 전력이 피크치를 보이는 반면에 에너지 발전량은 봄, 가을에 피크치를 보이고 있다. 결론적으로 급격한 소비에 따라 월별 제로에너지 목표는 달성하지

못할 수 있다는 것이다. 이러한 문제는 축전 시스템에 의해 장기적으로는 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단한다.

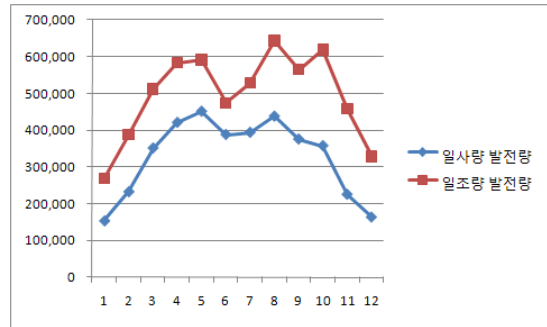


그림 3. 일사량/일조량 근거 발전량 비교

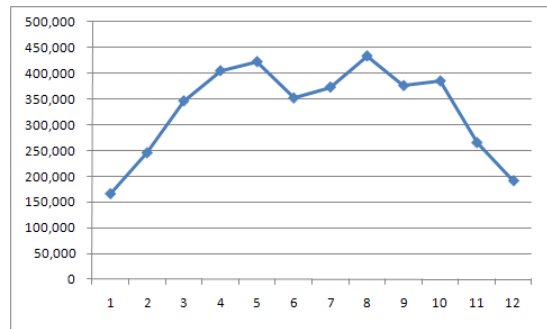


그림 4. 태양광 발전량의 보정 결과치

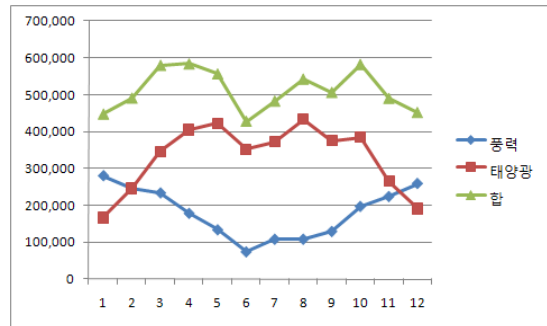


그림 5. 각 발전량 및 전체 발전량 예측치

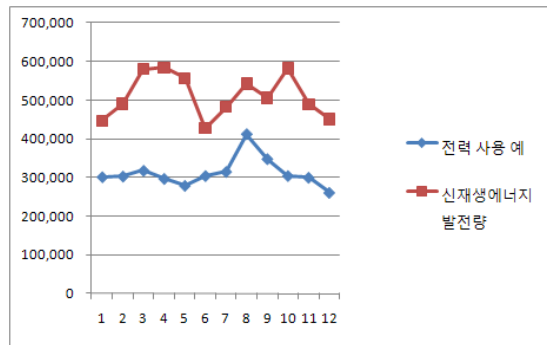


그림 6. 전력 소비 예와 신재생 발전량 비교

호, pp.2349~2353, 2009.12
 [7] 기상청, <http://kma.go.kr>

V. 결 론

본 논문에서는 스마트그리드 시스템의 필요성을 공감하는 현 상황에서 그 범위를 대내로 국한하여, 적용가능한 분산형 전원 시스템의 구성을 제안하였다. 이 구성에 풍력 및 태양광 전력을 적용하여 신재생 전력량을 예측함으로써 제로에너지 빌딩 가능성을 예측해 보았다. 본 논문에서 제안하는 방식을 활용하여 각 빌딩 소비 패턴에 맞는 신재생 발전 설비의 정적용량을 설계할 수 있을 것이다.

연구 결과에 따르면 태양광 발전에 영향을 주는 일사량과 일조량 각각이 유사한 발전량 패턴을 보임을 확인하였다(그림 3). 아울러 과거 기후 통계를 통해 예상 신재생 에너지 발전량을 도출하였지만, 기후 특성과 요즘의 기후 변화 상황에서는 정확한 예측치를 설계에 반영하기란 쉽지 않은 측면이 있다. 따라서 예상발전량 이상의 전력용량을 설계에 활용하길 권한다. 그렇다면 축전 메카니즘이 예측의 불확실성을 보상함으로써 궁극적인 목표인 제로에너지 빌딩을 구현할 수 있을 것으로 판단한다.

본 연구 결과를 바탕으로 추후에는 다음과 같은 연구를 진행할 예정이다. 첫째 실증 데이터를 통한 예측결과를 검증하는 연구, 둘째 대내 신재생에너지원으로 적극적으로 고려되고 있는 연료전지를 적용한 유사 분석에 대한 연구, 셋째 일반 소비 가정의 최대 관심사인 도시가스 사용량을 고려한 효율적인 에너지 사용에 대한 자급 방법에 대한 연구, 넷째 각 지역의 신재생에너지 발전 패턴 연구 등이다.

감사의 글

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

참고문헌

- [1] 에너지관리공단, <http://www.kemco.or.kr>
- [2] 신재생에너지센터, <http://www.energy.or.kr>
- [3] 김현태, "월별일사량과 태양광발전량 예측 및 경제성 검토 연구", 연세대 공학대학원 석사학위 논문, 2006
- [4] Gilbert M. Masters, "Renewable and Efficient Electric Power Systems", Wiley Interscience, 2004
- [5] 고경남, 허종철, 풍력공학입문, 문운당, 2007
- [6] 류구현, 김기수, 김재철, 송경빈, "기상관측 자료를 이용한 제주도 풍력단지의 풍력발전량 예측에 관한 연구", 한국전기학회논문지, 제58권 12