

기상정보를 활용한 도시규모-EMS용 태양광 발전량 예측모델

PV Power Prediction Models for City Energy Management System based on Weather Forecast Information

엄지영* · 최형진** · 조수환*

(Ji-Young Eum · Hyeong-Jin Choi · Soo-Hwan Cho)

Abstract - City or Community-scale Energy Management System(CEMS) is used to reduce the total energy consumed in the city by arranging the energy resources efficiently at the planning stage and controlling them economically at the operating stage. Of the operational functions of the CEMS, generation forecasting of renewable energy resources is an essential feature for the effective supply scheduling. This is because it can develop daily operating schedules of controllable generators in the city (e.g. diesel turbine, micro-gas turbine, ESS, CHP and so on) in order to minimize the inflow of the external power supply system, considering the amount of power generated by the uncontrollable renewable energy resources. This paper is written to introduce numerical models for photo-voltaic power generation prediction based on the weather forecasting information. Unlike the conventional methods using the average radiation or average utilization rate, the proposed models are developed for CEMS applications using the realtime weather forecast information provided by the National Weather Service.

Key Words : Photo-voltaic Generation, CEMS(City Energy Management System), Generation Prediction Model, Weather Information, Weather Index

1. 서 론

전력다소비 산업 중심의 경제성장에 따른 설비용량의 증대와 함께, 전기식냉난방기(EHP) 및 수송가축 개별 냉난방/제습용 전자제품들의 사용이 폭발적으로 증가함에 따라 매년 최대전력수요가 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히 2008년 이후 최대전력수요는 전년대비 약 4%의 증가세를 보이고 있으며, 2013년 1월과 8월에는 각각 76,522MW와 74,015MW의 최대전력수요를 나타내고 있다[1]. 물론 여름철과 겨울철에 지구를 강타하는 폭염과 혹한과 같은 기상이변을 또 다른 주요 원인으로 주목할 수 있으나 이는 사람이 직접 제어할 수 있는 성격이 아니기에 직접 제어가 가능한 최선의 대책을 강구해야 한다.

우리나라의 경우 줄곧 전력수요 증가에 발맞춰 발전시설을 증설함으로써 전력수요에 대응하는 공급중심의 정책을 추진하고 있었으나, 향후 우리나라 에너지기본계획의 핵심은 ICT기반의 적극적인 수요관리(DR, Demand Response)와 분산형 발전(DG, Distributed Generation)시스템의 확대에 정리할 수 있다[2]. 하

지만 현재 수요관리의 대상은 개별 계약수용가에 지나지 않으며 좀 더 상위의 에너지소비주체와의 체계적인 수요관리가 필요한 시점이다. 예를 들어 배전사업자 혹은 지역에너지유틸리티와 같은 주체들이 지역 내 복합에너지의 수요관리에 적극적으로 개입함으로써 다양한 DR프로그램으로부터의 이윤 창출은 물론 국가 전체적인 에너지 수요를 감축함으로써 에너지 믹스에 적극적으로 대처하는 등 다양한 이익을 얻을 수 있다.

이러한 현안의 대안으로 부각되고 있는 것이 바로 도시 규모의 종합적인 에너지관리시스템, 즉, 도시에너지관리시스템(CEMS, City Energy Management System)이다. 계획단계에서의 효과적인 에너지 플랜트 배치는 물론 운영단계에서 에너지원별 수요예측과 신재생에너지원의 발전량예측, 각 도시 에너지원 간의 최적 운전스케줄링 등 효과적인 복합에너지의 공유와 에너지 공급의 효율화를 통한 도시 내에서 소비되는 에너지 총량 및 탄소배출량을 줄이고자 하는 시스템을 일컬어 도시에너지관리시스템(CEMS)라 칭한다[3, 4].

본 논문에서는 CEMS에 활용하기 위한 신재생에너지원(태양광)의 발전량 예측모델을 소개하려 한다. 위에서 언급한 바와 같이 도시 내의 에너지플랜트들 간의 최적 운전스케줄을 수립하기 위해서는 도시 내에서 자체적으로 공급가능한 신재생에너지의 시간대별 발전량을 예측할 필요가 있기 때문이다.

2014년 5월 현재 우리나라의 신재생에너지원의 보급상황(표 1)을 살펴보면 폐기물을 제외한 신재생에너지원의 설비용량은 5,649MW으로 전체 에너지원설비용량의 6.5%를 차지하고 있으며 태양광과 풍력은 각각 1,274MW과 592MW의 설비용량을 보유하고

* Corresponding Author : Dept. of Energy Grid, Sangmyung University, Korea.

E-mail: shcho@smu.ac.kr

* Dept. of Energy Grid, Sangmyung University, Korea.

** GS E&C Research Institute & Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University, Korea.

Received : June 18, 2014; Accepted : February 10, 2015

고 있다. 2012년 기준 연간발전량을 살펴보면 폐기물 포함 19,498,064MWh로 2012년 전체 발전량의 3.66%를 차지하고 있으며 폐기물을 제외하는 경우, 수력, 태양광, 바이오, 풍력 순으로 신재생에너지원의 발전량 중 49.8, 14.2, 13.2, 11.8%를 각각 차지하고 있다[5, 6].

표 1 우리나라의 신재생에너지별 설비용량 및 발전량

Table 1 The Installed Capacity and Power Generation of Renewable Energy in Korea

에너지원	발전량(GWh) 2012년기준	비율 (%)	설비용량 (MW) (2014.4)	비율 (%)
태양광	1,103	14.2	1,274	22.6
풍력	913	11.8	592	10.5
수력 (양수제외)	3,862	49.8	1,755	31.0
기타	바이오	1,027	2,028	35.9
	해양	466		
	연료전지	390		
폐기물	11,737	제외	제외	제외
합계	19,498 (폐기물제외:7,761)	3.66** (1.46)	5,649	6.5*

표 1과 같은 에너지원별 분류체계에서 수력, 폐기물, 바이오, 해양, 연료전지의 경우에는 기상에 의한 영향을 적게 받고 발전원료의 공급량 조절을 통해 발전량 조절이 가능하므로 발전량 예측이 상대적으로 용이하다. 또한 수력, 해양에너지는 입지조건이 강과 바다로 국한되어 있으며, 바이오와 폐기물 에너지 역시 그 입지조건이 매우 제한적일 수밖에 없다. 결과적으로, 본 연구에서 고려하는 도시에너지관리시스템의 발전량 예측을 위한 신재생에너지원으로 상대적으로 도시 내 입지가 용이한 태양광발전과 풍력발전이 선정되었으며, 그 중에서도 상대적으로 큰 발전량과 설비용량을 지닌 태양광발전에 대해서 살펴보기로 한다.

2. 태양광발전량 예측모델

2.1 일반적인 태양광발전 예측모델

태양광발전은 용도와 설비용량(200kW 기준)에 따라 자가용과 발전용 그리고 소규모와 대규모로 분류되며, 2008년을 기점으로 태양광발전 누적설비용량이 100MW를 초과하여 2008년부터 2012년까지 5년 간 평균적으로 190MW씩 증가하는 추세를 보이고 있다[6].

태양광발전의 경우 기상요소에 의한 영향(특히, 일사량과 일조시간)을 크게 받기 때문에 기상조건에 따라 발전량이 변동하는 경향이 있다. 따라서 일반적인 경우 태양광에 의한 발전량을 예측하기 위해서는 일사량과 일조시간을 활용한다. 일사량은 태양

으로부터 도달하는 복사에너지의 세기를 의미하며, 태양광선에 직각으로 놓인 1cm²의 면적에 1분 동안 복사되는 에너지의 양으로 일사량의 단위로 주로 MJ/m²를 사용한다. 일조시간은 태양광선이 대기 중의 구름, 안개, 대기오염 물질 등에 의해 산란되지 않고 지상에 직접 도달하는 시간을 의미하며 시간단위(h)가 평가되므로 월간 혹은 연간을 기준으로 h/월과 h/년의 단위가 사용된다.

이를 바탕으로 기존에 소개된 일반적인 태양광 발전량 예측방법에 대해 알아본다.[7-9] 태양광에 의한 월별발전량(kWh/월)을 구하는 데에 가장 많이 쓰이는 방법은 월별평균일사량(MJ/m²/월)과 연간총발전량(kWh/년), 연간총일사량(MJ/m²/년) 데이터를 활용한 방법으로 아래와 같이 수식화할 수 있다.

$$E_M = \frac{E_Y}{I_Y} \times I_M \tag{1}$$

여기에서 EM은 월별발전량 예측값(kWh/월), IM은 예측하고자 하는 월의 평균일사량 예측값(MJ/m²/월), IY는 과거의 연간 총일사량(MJ/m²/월) 그리고 EY는 과거의 연간 총발전량(kWh/년)을 각각 의미한다. 또한 '연간총발전량/연간총일사량'은 발전통합계수로 알려져 있으며 이 계수에는 설비의 가동시간은 물론 태양광모듈의 에너지 변환 효율 및 인버터 변환효율, 각종 손실 등을 포함한다. 연간 단위로 계산해야 하므로 최소 1년 이상의 누적데이터가 필요하고, 일사량 데이터는 기상청에서 지역별로 월별 총일사량데이터를 얻을 수 있다. 과거 1년치(1월~12월)의 월별 총일사량데이터를 합해서 연간 총일사량을 계산한다.

두 번째는 이용율(혹은 가동율)을 활용한 방법으로 태양광설비용량(kW)과 가동율(%), 월평균 일조시간(h/월)을 이용한다.

$$E_M = P \times SD_M \times \eta \tag{2}$$

여기에서 EM은 월별발전량 예측값(kWh/월), P는 태양광발전설비용량(kW), η는 가동율, SDM은 예측하고자 하는 월의 일조시간(h/월)을 각각 의미한다. 가동율 η는 과거의 데이터를 이용하여 다음과 같이 계산한다.

$$\eta = \frac{\text{실제 월간발전량}(kWh/\text{월})}{\text{설비용량}(kW) \times \text{실제 월간일조시간}(h/\text{월})} \tag{3}$$

마지막으로 위의 식(1)과 (2)의 평균값을 사용하는 복합방식이 있다[9]. 위에서 소개한 방식은 kWh단위의 월간 출력량을 예측하는 데 사용하는 것으로 수 년 이상의 과거 누적 데이터가 있어야 모델수립이 가능하다. 결국 이러한 방법은 태양광발전소의 입지 선정 단계에서 해당 지역과 설치하고자 하는 태양광발전 모듈의 특성에 특화된 태양광발전의 연간 혹은 월간 발전량을 예측하는 데에는 적합하지만 에너지원별 최적 운전스케줄링을 수립하기 위한 CEMS용 시간대별 발전량 예측에는 적합하지 않다. 시간대별 예측을 위한 기존 예측모델은 참고문헌 [10]에 소개되어 있다. 해당 예측모델을 살펴보면 예측하고자 하는 일자의 일출,

일몰시간 데이터가 결정되면 동일한 일출, 일몰시간(을 지닌 과거 데이터를 검색하여 대상일자를 선정한 후 해당 일자의 기상데이터를 비교하여 예측일의 예상 기후정보와 동일한 시간대를 결정하고 해당 시간대의 일사량(MJ/m²)과 발전량(kW)의 평균을 계산함으로써 예측일의 시간대별 기상예보 정보에 따른 예상발전량을 예측한다. 하지만 이 방법의 경우에도 많은 과거데이터를 요구한다. 예측일과 동일한 일출, 일몰시간을 지닌 날짜를 결정하기 위해서도 수년간의 데이터가 요구되며, 만일 년도별로 태양광설비의 용량이 증가하는 경우 과거 데이터의 평균으로는 정확한 예측결과를 도출하기 어렵다는 단점을 지닌다.

2.2 CEMS용 예측모델의 조건

위에서 언급한 바와 같이 기존의 태양광 발전 모델을 도시에너지관리시스템(CEMS)에 적용하는 것은 여러 제약이 있기 때문에 CEMS의 기능을 감안하여 다음과 같은 태양광발전량 예측모델의 조건을 새로이 구성해야 한다.

(1) 특정한 위치에 고정된 개별 태양광 발전설비에 대한 발전량 예측이 아닌 도시에서 운영하는 도시 지역 내에 걸쳐 고루 퍼져 분포하고 있는 태양광 발전설비의 총 발전량을 감안한 예측 모델을 개발한다.

(2) 월별 발전량을 예측하는 것이 아니라 시간대별 발전량 예측이 가능한 모델을 개발한다. 시간대별 발전량 예측을 통해 시간대별 발전원의 최적 운전스케줄을 실시간으로 수립할 수 있어야 한다.

(3) CEMS가 설치된 도시에 대한 과거 데이터가 충분하지 않더라도 충분한 예측성능을 기대할 수 있는 예측모델을 개발한다.

이와 같은 CEMS용 태양광발전량 예측모델의 조건에 따라 본 연구에서는 기상청에서 제공하는 금일을 포함한 3일 간의 3시간 단위 기상예보를 변수로 활용하여 시간대별 예측모델을 개발하였다. 일반적으로는 일사량을 변수로 한 태양광발전량 예측이 이루어졌으나 시간대별 발전량 예측이 필요한 CEMS용에 적용하기에는 시간대별 일사량 예측정보의 부재로 인하여 불가능하다고 판단되어 시간 단위의 데이터가 제공되며 일사량과 관련된 데이터로 대기 중 운량정보와 유사한 의미를 지닌 날씨정보(맑음, 구름조금, 구름많음, 흐림, 비)를 활용하고자 하였다. 이러한 기상정보를 변수로 일반 및 CEMS용 태양광발전량 예측을 위한 접근은 본 연구에서 처음으로 시도되었다.

이를 바탕으로 결정된 CEMS용 태양광 발전량 예측모델을 구현하기 위한 필수데이터는 다음과 같다.

- 기상정보: 3시간 간격으로 제공되는 기상예보데이터(맑음(5), 구름조금(4), 구름많음(3), 흐림(2), 비(1))로서 해당 도시의 대표 기상상태로 결정함(단, 날씨별로 해당번호(WI, Weather Index)를 부여함)

- 일출(T_{rise}), 일몰(T_{set}), 남중(T_{south})시간: 천문우주지식정보 사이트에서 제공하는 지역별 일출, 일몰, 남중시간 정보를

활용함(11)

- 각 태양광 발전설비에서 취득된 발전량 실시간 데이터: 매 15분 단위로 측정되며 1시간당 취득된 4개의 데이터를 활용하여 시간 당 평균값을 계산함

- 위에서 계산된 개별 설비의 시간당 발전량의 총합: 도시 내에서 관리하는 전체 태양광 설비에 의한 시간별 발전량으로 결정함(시간대별 기상정보(날씨인덱스, WI)를 포함함)

2.3 CEMS용 예측모델의 입력변수 결정

시간대별 기상정보를 활용하여 도시 내에서 생산되는 시간대별 태양광발전량의 총합을 예측하기 위해서 필요한 입력변수는 일몰/일출/남중시간, 시간대별 발전량, 시간대별 기상정보이다. 개별 입력변수를 결정하는 방법은 다음과 같다.

2.3.1 일몰시간, 일출시간

일반적으로 일몰시간과 일출시간은 하루에 1분의 변동을 갖지만 그 변화는 계절별로 조금씩 다르다. 예를 들어 서울지역(2014년 기준)의 경우 1월의 일출시간은 12월 31일부터 1월 12일까지 07시 47분이고 그 이후 하루에 약 1분씩 빨라지다가 6월 10일부터 18일까지 05시 10분으로 가장 빨라졌다가 그 이후로는 다시 12월 31일까지 하루에 약 1분씩 늦어지는 패턴을 보인다. 서울지역의 일몰시간은 12월 7일 경 17시 13분으로 가장 빠르며, 6월 하순부터 7월 초순까지 19시 57분으로 가장 늦어진다. CEMS에서는 일출시간과 일몰시간의 시간(hour 단위)정보만 필요하므로 일출시간 이후 정시와 일몰시간 이전 정시로 정의한다.

2.3.2 남중시간

남중시간 역시 일별로 변화하며 서울지역(2014년 기준)의 경우 1년 동안 12시 16분과 12시 46분 사이의 값을 가진다. 결과적으로 남중시간은 12시 30분으로 정의한다. 이것은 시간대별 태양광발전량 예측 시 12시와 1시의 발전량이 같아야 함을 의미한다.

2.3.3 시간대별 발전량

도시 내에서 관리하고 있는 태양광발전설비별 1시간 평균 발전량을 합산하여 총 발전량(kW 단위)을 결정한다.

2.3.4 시간대별 기상정보

위에서 언급한 바와 같이 현재 기상청에서 제공되는 기상예보 정보는 금일(D-day)기준 +2일까지이며 3시간 단위로 제공된다. 즉 현재 시간 기준으로 +2일의 24시간까지의 기상정보(그림 1)를 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)로부터 얻을 수 있다. CEMS용 태양광발전량 예측의 시간단위는 1시간이며 1일 24시간에 대한 기상정보를 입력으로 하여 시간대별 발전량을 예측하기 위해서는

위의 3시간 단위의 기상정보를 1시간 단위로 변환해야 할 필요가 있다. 여기에는 날씨인덱스(WI)를 사용하고 선형보간법(내삽법)을 이용하여 중간 시간대의 날씨를 결정한다.

- 맑음: 5
- 구름조금: 4
- 구름많음: 3
- 흐림: 2
- 비: 1

예를 들어 위의 [그림 1]에서 17일 21시, 18일 00시의 기상예보는 비(1), 흐림(2)이다. 17일 22시와 23시의 WI를 이용한 내삽법의 결과는 1.333과 1.667이므로 반올림을 적용하여 각각 비(1)와 흐림(2)으로 결정한다.

2014년 06월 17일 (화)요일 08:00 발표

날짜	오늘(17일 화)						내일(18일 수)						모레(19일 목)										
시간	09	02	05	08	11	14	00	03	06	09	12	15	18	21	00	03	06	09	12	15	18	21	00
날씨																							
강수확률(%)	80	80	70	60	60	20	20	20	20	10	10	0	0	0	0	10	10	10	10	10	20	10	10
강수량(mm)	10~19	5~9mm	1~4mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
최저/최고(℃)	-7/19						17/27						16/29										
기온(℃)	18	19	18	18	18	18	17	17	17	21	25	26	24	19	18	16	16	23	27	26	24	20	19
풍향/풍속(m/s)	3	4	5	4	3	4	3	2	3	4	4	4	2	1	2	2	2	3	4	4	2	3	2
습도(%)	90	90	90	90	90	85	77	70	69	68	77	76	80	80	75	69	68	68	64	74	76	75	75

그림 1 기상청 제공 날씨정보의 예시
 Fig. 1 Weather Forecast Information of KMA(Korea Meteorological Administration)

3. CEMS용 태양광발전량 예측모델

위에서 결정된 입력변수를 이용하여 도시 내 태양광 발전량을 예측하기 위한 수학적 모델들을 다음과 같이 제안한다.

3.1 방법1: 날씨별 효율을 이용

기상정보별 출력량 이력데이터를 활용하여 도시 전체 태양광 발전량의 정격용량(P_{rate}) 대비 효율을 결정한다.

$$P_{rate} = \sum_{i=1}^N P_{rate,i} \quad [kW] \quad (4)$$

여기에서 P_{rate}는 도시 내 전체 태양광발전설비의 정격용량의 총합이며 N은 CEMS에서 관리하는 태양광발전설비의 개수, P_{rate,i}는 개별 태양광발전설비의 정격용량을 의미한다.

과거의 날씨별 발전량 데이터를 활용하여 각 날씨별 효율(%)을 결정한다.

- '맑음' 시 발전효율: $P_{clear\%}$
- '구름조금' 시 발전효율: $P_{cloud1\%}$
- '구름많음' 시 발전효율: $P_{cloud2\%}$
- '흐림' 시 발전효율: $P_{cloud3\%}$
- '비' 시 발전효율: $P_{rain\%}$

일출시간(T_{rise})과 일출시 출력량(P_{rise}), 일몰시간과(T_{set})과 일몰시 출력량(P_{set})은 예측일 전일의 실제 데이터를 사용하고 남중시간(T_{south})과 남중시 출력량(P_{south})은 각각 12시와 P_{rate} 로 결정한다. 이는 평균적인 남중시간이 12시 30분이므로 12시와 13시에 최고출력을 내도록 하기 위해서이다.

이렇게 결정된 데이터로 아래의 다항식을 세우고 이 식을 통해 시간대별 정격발전량을 계산한다.

$$P(t) = \frac{(t - t_{south})(t - t_{set})}{(t_{rise} - t_{south})(t_{rise} - t_{set})} P_{rise} + \frac{(t - t_{set})(t - t_{rise})}{(t_{south} - t_{set})(t_{south} - t_{rise})} P_{south} + \frac{(t - t_{rise})(t - t_{south})}{(t_{set} - t_{rise})(t_{set} - t_{south})} P_{set} \quad (5)$$

예측의 기준으로 사용되는 PV출력량 결과는 아래의 그림 2와 같이 표현된다.

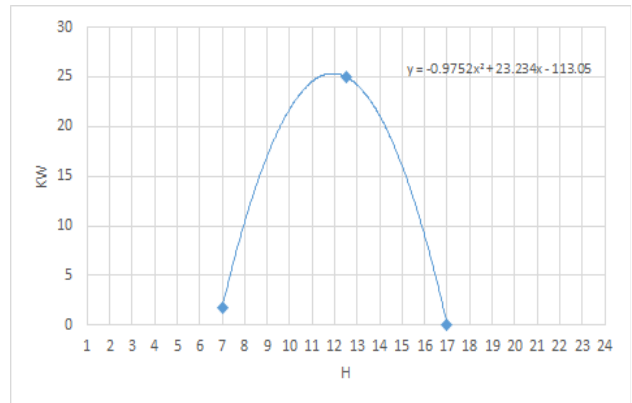


그림 2 정격용량으로 산정된 기준 PV출력곡선
 Fig. 2 PV Output Curve calculated Rated Power

그 다음 날씨별 효율을 곱해서 날씨별 출력량(kW)을 계산한다.

- '맑음'시 발전량(P_{clear})= $P(t) * P_{clear\%}$
- '구름조금'시 발전량(P_{cloud1})= $P(t) * P_{cloud1\%}$
- '구름많음'시 발전량(P_{cloud2})= $P(t) * P_{cloud2\%}$
- '흐림'시 발전량(P_{cloud3})= $P(t) * P_{cloud3\%}$
- '비'시 발전량(P_{rain})= $P(t) * P_{rain\%}$

그 결과는 아래의 그림 3과 같이 표현된다.

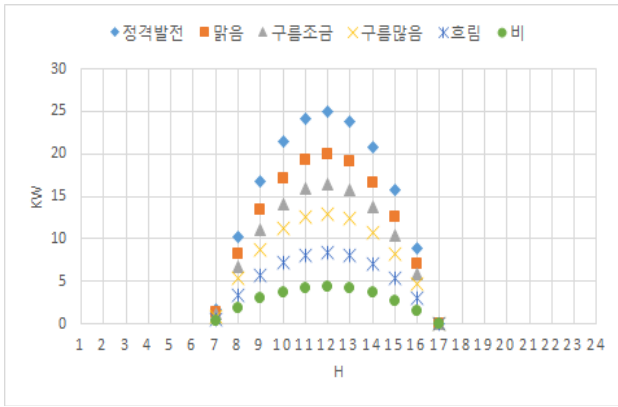


그림 3 날씨별 발전효율을 통한 날씨별 PV출력곡선 (방법1)
Fig. 3 PV Output Curve using Weather Power Efficiency (Method 1)

마지막으로 시간대별 날씨정보에 해당하는 예측출력값을 그림 3으로부터 선택하여 시간대별 태양광발전량을 결정한다.

3.2 방법2: 남중시간 기준 기상데이터 활용

평균 남중시간인 12시 30분을 기준으로 출력이 가장 뚜렷하게 나오는 11~14시 사이의 날씨별 출력량만을 활용하여 다항식을 수립하여 출력량을 예측한다. 해당 시간대의 날씨정보와 출력량의 이력데이터로부터 각 날씨별 최대출력량을 결정하고 일출, 일몰시간 대의 발전량 데이터를 이용하여 3점을 찾고 2차 다항식을 완성한다. 예를 들어 '맑음'날씨에 해당하는 11~14시(즉, 4시간) 동안의 출력량을 P_{clear} 라고 하면 이 때 사용되는 세 점은 $(t_{rise}, P_{rise}), (12.5, P_{clear}), (t_{set}, P_{set})$ 이 되고 아래 식을 통해 예측식을 도출한다.

$$P_{dear}(t) = \frac{(t-12.5)(t-t_{set})}{(t_{rise}-12.5)(t_{rise}-t_{set})} P_{rise} + \frac{(t-t_{set})(t-t_{rise})}{(12.5-t_{set})(12.5-t_{rise})} P_{dear} + \frac{(t-t_{rise})(t-12.5)}{(t_{set}-t_{rise})(t_{set}-12.5)} P_{set} \quad (6)$$

각 날씨별로 2차 다항식을 구한 후 그래프로 표현하고 시간대별로 예상 발전량을 구하면 아래의 그림 4, 5와 같다.

3.3 예측성능 분석

해당 모델의 예측성능을 비교하기 위해 수원지역에 설치된 25kW급 태양광 발전량의 시간대별 발전량 데이터를 활용하였으며 해당 시간대별 날씨정보는 기상청에서 제공받아 시뮬레이션을 수행하였다. CEMS의 조건 중 하나인 초기 데이터가 많지 않은 상황을 가정하여 약 3주 동안의 데이터로부터 모델링을 수행하였고 이후 3주 간의 데이터를 활용하여 방법1과 방법2에 의한 예측성능오차를 비교분석한 결과, 각각 4.12%과 6.07%의 오차율을

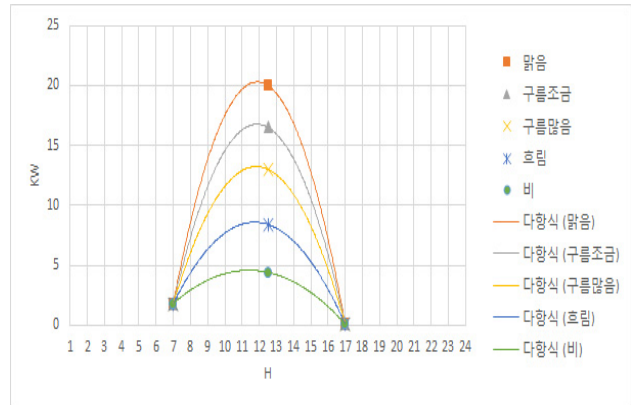


그림 4 남중시간 기준 다항식의 곡선
Fig. 4 Curves of Polynomial based on Culmination Time

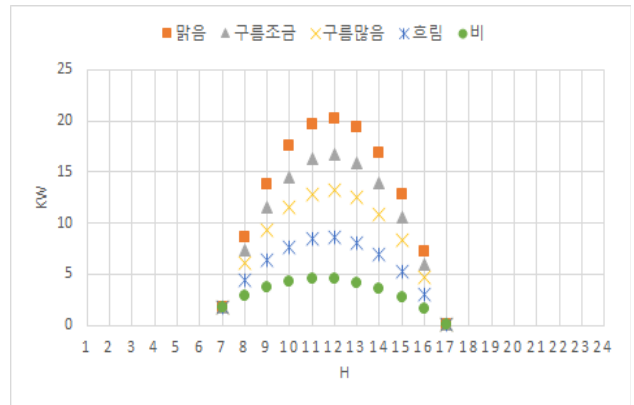


그림 5 남중시간 기준 다항식을 날씨별 PV출력곡선 (방법2)
Fig. 5 PV Output Curve based on Culmination Time(Method 2)

보였다. 일별 실제와 예측발전량을 비교한 그림은 다음과 같다.

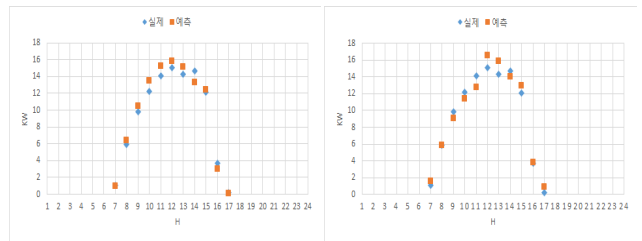


그림 6 시간대별 PV발전량 예측성능 비교 (좌: 방법1, 우: 방법2)
Fig. 6 Comparison of the Hourly PV Output Predictions (Left: Method 1, Right: Method 2)

4. 결 론

본 연구에서는 도시 규모의 에너지관리시스템에 활용하기 위한 시간대별 태양광발전량의 예측모델을 개발하였다. 일반적인

태양광발전량 예측방법과는 달리 도시 규모의 EMS에 활용하기 위해서는 먼저 총량 기반의 시간대별 발전량 데이터의 수집이 가능해야 하며 시간대별로 도시 내의 대표적인 날씨 정보를 선정할 수 있어야 한다. 또한 일반적으로 사용되는 날씨정보를 활용할 수밖에 없기 때문에 실시간으로 기상청 사이트로부터 수집된 날씨 정보를 인덱스화하여 발전량 데이터와 함께 저장해야 한다. 이렇게 예측된 시간대별 태양광 발전량 데이터는 향후 이틀간의 도시 발전원 운전 스케줄링에 활용될 수 있으며 이를 통해 도시 내에서 소비되는 에너지의 총량을 저감할 수 있으리라 예상된다.

아직 CEMS의 성능을 실증할 수 있는 단계가 아니므로 향후 본 연구과제가 진행됨에 따라 관련 데이터의 수집을 통해 방법별로 더 정확한 예측성능 비교가 가능하리라 생각된다.

Acknowledgement

This research was supported by a grant (11 High-tech Urban G07) from High-tech Urban Development Program funded by Ministry of Land, Transport and Marine Affairs of Korean government.

References

[1] KEPCO, "Statistics of Electric Power in Korea," No. 83, May 2014.

[2] MOTIE, "The Second Korea Energy Master Plan," Jan. 2014.

[3] N. R. Heo, G. Y. Doe and J. M. Won, "A Study on Developed an Algorithm Energy Management and Operation of City," The Regional Association of Architectural Institute of Korea Conf., pp. 141-144, Oct. 2011.

[4] S. S. Park, H. J. Choi, "City Energy Management System Considering Hybrid Energy Resources and Loads," Trans. of KIAEBS, Vol. 7, No. 2, pp. 9-17, Apr. 2013.

[5] New & Renewable Energy Center of KEMCO, <http://www.energy.or.kr>

[6] KEMCO, "New & Renewable Energy Statistics 2012," Dec. 2013.

[7] J. Y. Kim, B. M. Kim, H. J. Bang and M. S. Jang, "A Proposal of the Prediction Method of Decentralized Power on Climatic Change," Spring 2010, KIMICS Integrated Conf., pp. 942-945, May 2010.

[8] I. R. Lee, I. S. Bae, J. O. Kim and H. Shim, "Photovoltaic System Output Forecasting by Solar Cell Conversion Efficiency Revision Factors," Trans. of KIEE, Vol. 54, No. 4, pp. 188-194, Apr. 2005.

[9] W. S. Ju, M. S. Jang, Y. S. Lee, S. C. Bae and W. G. Kim, "Suggestion of a Hybrid Method for Estimating Photovoltaic Power Generation," Fall 2011, KIMICS Integrated Conf., pp. 782-785, Oct. 2011.

[10] K. D. Kim, "The Development of the Short-Term Predict Model for Solar Power Generation," Journal of KSES, Vol. 33, No. 6, pp. 62-69, Dec. 2013.

[11] KASI, <http://astro.kasi.re.kr/>

저 자 소 개



엄 지 영(Ji-Young Eum)

1991년 09월 22일생. 2014년 상명대학교 에너지그리드학과 졸업. 2014년~현재 동 대학원 에너지그리드학과 재학(석사과정)
E-mail : eugoos@sangmyung.kr



최 형 진(Hyeong-Jin Choi)

1982년 08월 12일생. 2007년 광운대학교 전기공학과 졸업. 2009년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2014년 동 대학원 전기공학과 박사 수료. 2011년~현재 GS 건설 기술연구소 전임연구원
Tel : 031-329-4656
E-mail : hjchoi@gsconst.co.kr



조 수 환(Soo-Hwan Cho)

1976년 10월 28일생. 2002년 고려대학교 전기공학과 졸업. 2002년~2004년 삼성전자 무선사업부 근무. 2009년 고려대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 2009년~2011년 한국원자력연구원 선임연구원. 2011년~현재 상명대학교 에너지그리드학과 조교수
Tel : 02-781-7503
E-mail : schcho@smu.ac.kr