한국신·재생에너지학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp.323~324

풍력발전 예보시스템 KIER Forecaster의 개발

김 현구[1], 장 문석[2], 경 남호[2], 이 영섭[3]

Development of the Wind Power Forecasting System, KIER Forecaster

Hyungoo Kim, Munseok Jang, Namho Kyong, Yungseop Lee

Key words : Wind Power Generation(풍력발전), Forecasting System(예보시스템), Neural Network (신경망회로), Measure-Correlate-Predict(MCP; 측정-상관-예측)

Abstract : In the present paper, a forecasting system of wind power generation for Walryong Site, Jejudo is presented, which has been developed and evaluated as a first step toward establishing Korea Forecasting Model of Wind Power Generation. The forecasting model, KIER Forecaster is constructed based on statistical models and is trained with wind speed data observed at Gosan Weather Station nearby Walryong Site. Due to short period of measurements at Walryong Site for training statistical model, Gosan wind data were substituted and transplanted to Walryong Site by using Measure-Correlate-Predict technique. Three-hour advanced forecasting shows good agreement with the measurement at Walryong site with the correlation factor 0.88 and MAE(mean absolute error) 15% under.

1. 서 론

풍력(wind energy)은 바람의 자연적인 특성으로 인하여 지속적으로 발전이 이루어지지 못하고 일정 풍속 이상으로 바람이 불어올 때만 발전이 가능한 간헐적(intermittent) 동력원이다. 이러한 풍력의 발전특성으로 인하여 전력시장에서 풍력발전의 분담비율(wind penetration rate)이 일정 수준 이상으로 증가하게 되면 전력계통의 변동을 유발하는 부하요인이 되기 때문에 안정적인 전력계통의 운영과 풍력발전의 지속적인 보급을 위해서는 풍력발전예보는 매우 중요한 핵심기술인 것이다.

2. 풍력발전 예보시스템

풍력발전 예보시스템이란 풍력발전단지에서 풍력에 의해 생산되는 전력량을 사전에 예측하는 시스템으로, Fig.1의 개념도와 같이 기상청에서 제공되는 수치기상예보(NWP; Numerical Weather Prediction) 또는 국지적인 기상요소의 예보정보를 입수하는 단계, 풍력발전단지로부터 실시간으로 전송되는 기상요소 관측값과 발전상황 정보로부터 입력자료를 생산하는 단계, 그리고 예보모형에 의하여 풍력발전단지의 풍속과 풍력발전기별 발전전력의 예보정보를 제공하는 과정으로 구성된다.

풍력발전 예보시스템의 핵심은 풍력발전기가 설치된 위치의 허브높이에서의 풍속을 정확하게 예측하는 것이다. 일반적으로 풍속 예보모형은 장기예보와 단기예보로 구분되는데 기상학적으로 종관규모(synoptic scale)의 기상변화가 일어나는 6~8시간 이후의 장기예보에는 수치기상모델 또는 자료동화(data assimilation) 모형이 필수적으로 요구되지만 국지적인 기상변화의 지속성(persistence)을 가정할 수 있는 단기예보에는 신경망회로(neural network) 등의 통계모형이 주로 사용된다.[1]

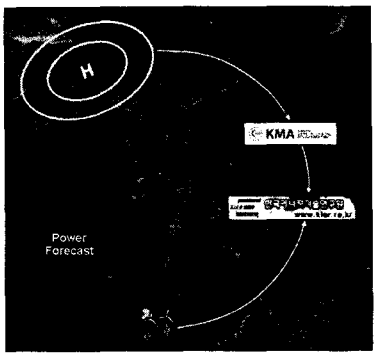

Fig. 1 Schematics of forecasting procedure of wind power generation

1) 한국에너지기술연구원 풍력발전연구단
Email: hyungoo@kier.re.kr
TEL: 042-860-3376 FAX: 042-860-3543
2) 한국에너지기술연구원 풍력발전연구단
3) 동국대학교 통계학과

본 연구에서는 풍력발전 예보시스템을 구축함에 있어서 다음과 같은 사항을 고려하여 한국형 풍력발전 예보시스템인 KIER Forecaster를 개발하였다. 즉, 장기예보는 기상청의 지역별 풍속예보를 참고하며, 단기예보는 신경망회로, 다중회귀[2] 및 자기회귀[3] 등의 통계모형을 복합적으로 사용하도록 구성하였다. 특히 우리나라 풍력발전단지의 경우 가동경력이 짧은 관계로 통계모형의 구축에 필요한 충분한 기간의 기상관측자료를 확보하기 위하여 인근 기상관측소의 장기간 기상관측자료를 측정-상관-예측법을 이용하여 풍력발전단지 대표지점에서의 기상자료로 변환하는 방법을 채택하였다. 측정-상관-예측에 대한 자세한 내용은 김현구(2004)를 참조하기 바란다.[4]

3. 제주도 월령단지 적용사례

본 연구를 통해 개발된 풍력발전 예보시스템 KIER Forecaster를 제주도 월령단지에 적용하여 예측정확도를 평가하였다. 월령단지는 한국에너지기술연구원에서 풍력발전기 성능평가 및 실증연구를 위하여 제주도 북제주군 한림읍 월령리의 해안평지에 조성한 단지로, 현재 Fig.2와 같이 100kW급 풍력발전기 1기와 기상관측탑이 설치되어있다. 그런데 앞서 언급한 바와 같이 월령단지의 기상관측자료는 1년 미만의 단기간인 관계로 인근 고산 기상관측소의 6년간 풍속자료를 MCP에 의해 월령단지 위치로 변환한 후 총 자료의 70%는 통계모형구축(training)에, 30%는 모형검증(test)에 사용하였다.

Fig.3은 KIER Forecaster의 작동화면으로, 월령단지에 설치된 기상관측탑의 실시간 관측자료와 함께 KIER Forecaster의 예보풍속과 예보발전량 그리고 기상청의 예보풍속을 3시간까지 선행하여 제공할 수 있도록 구성되어 있다. 향후에는 인터넷 웹페이지 상에서 예보정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 서비스로 보완할 예정이며 현재에도 기상관측자료와 웹카메라는 웹페이지를 통하여 실시간으로 제공되고 있다.

Fig. 2 Landscape of Walryong Site, Jejudo

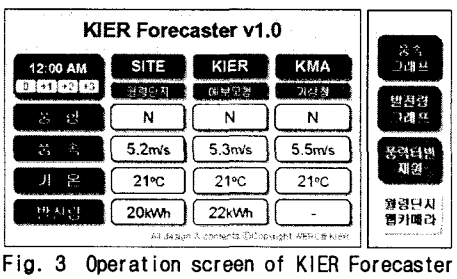

Fig. 3 Operation screen of KIER Forecaster

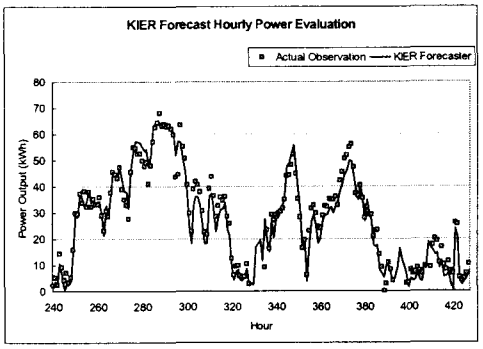

Fig. 4 Comparison of wind power generation between forecasting and the measurement

Fig.4는 KIER Forecaster의 풍력발전량 예보값과 실제 풍력발전기에서 생산된 전력량의 비교를 보여주는 시계열 그래프로 예측오차를 분석한 결과 80% 신뢰구간에서 MAE(Mean Average Error)는 ±15% 이내인 것으로 평가되었다.

4. 결 론

본 연구를 통하여 풍력발전 예보시스템인 KIER Forecaster를 개발하고 이를 제주도 월령단지에 적용하였다. 이때 풍력발전단지의 단기간 기상자료를 보완하기 위하여 인근 기상관측소의 장기간 기상자료를 측정-상관-예측법에 의해 변환하여 사용하였으며, 검증결과 3시간 선행예보의 경우 80% 신뢰구간에서 MAE는 ±15% 이내인 것으로 평가되었다.

향후 기상청 기상예보를 반영한 6시간 선행예보와 일별, 월별 예보모형으로 보완할 예정이며 특히 불확도의 정량평가를 위한 모형을 개발하여 풍력발전단지 운영자에게 제공하고자 한다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 연구비 지원으로 수행되었으며(과제명: 해상풍력 실증연구단지 조성, 과제코드: 2005-N-WD11-P-01-0-000) 풍력발전 예보시스템인 KIER Forecaster는 특허출원 되었습니다.

References

[1] Kariniotakis, G., et al., 2004. The ANEMOS Project: Next Generation Forecasting of Wind Power, Proceeding of DEWEC 2004, Germany.

[2] 김현구, 이영섭, 2005. "월령단지의 풍력발전 예보모형 개발에 관한 연구", 한국풍력에너지학회 추계학술대회, 전북대학교.

[3] 손건태, 1998. "기상 및 환경자료 분석을 위한 통계적 기법", 한국기상학회지, Vol.34, No.3, pp.497-504.

[4] 김현구, 2004. "포항지역 풍속전단 형태분석과 측정-상관-예측법의 응용", 한국신재생에너지학회지, Vol.1, No.2, pp.26-33.