풍력자원평가를 위한 라이다 관측 시 풍속연직분포 불확도 분석

*김 현구, 최 지휘, 장 문석, 전 완호

Uncertainty Analysis on Vertical Wind Profile Measurement of LIDAR for Wind Resource Assessment

*Hyun-Goo Kim, Ji-Hwee Choi, Moon-Seok Jang, Wan-Ho Jeon

원격탐사(remote sensing)란 관측 대상과의 접촉 없이 멀리서 정보를 얻어내는 기술을 말한다. 기상관측분야에는 이미 소다(SODAR) 장비가 폭넓게 사용되거 왔으나 최근 풍력자원평가(wind resource assessment)를 위한 풍황측정에 SODAR와 더불어 라이다(LIDAR)가 적극적으로 활용되기 시작하고 있다. 참고로 SODAR(SOnic Detection And Ranging)는 수직 및 동서 남북 방향으로 음파를 발생시키고 대기유동에 의해 산란 반사된 에코를 수신하여 진동수 변화와 반사에코 강도를 측정하여 각 방향의 에코자료를 벡터 합성함으로써 풍향 및 풍속을 산출하는 원리이다. 반면 LIDAR(Light Detection And Ranging)는 비교적 최근에 풍황측정 용도로 개발된 레이저 탐지에 바탕을 둔 원거리 센서로, 공기입자(먼지, 수증기, 구름, 안개, 오염물질 등)에 의해 산란된 레이저 발산의 도플러 쉬프트(Doppler shift)를 이용하여 풍향 및 풍속을 측정하는 원격탐사 장비이다. 풍력자원평가 측면에서 라이다는 그 정확도가 IEC61400-12에 의거한 풍황탑(met-mast) 측정자료 다수와의 비교검증 실측평가(Albers et al., 2009)를 통하여 입증된 바 있다. 한편 한국에너지기술연구원에서 운용 중인 라이다 시스템은 그림 1의 우측 그림과 같이 1초에 360°를 스캔하여 50지점에서 반사되는 레이저를 스펙트럼으로 측정하되 설정된 관측높이에서 풍속은 샘플링 부피(sampling volume)의 평균값으로 정의된다. 그런데 샘플링 부피는 설정된 관측높이로부터 상하 12.5m, 총 25m의 높이구간에서 관측한 스펙트럼의 평균값을 그 중앙지점에서의 풍속으로 환산하는 알고리듬(algorithm)을 채택하고 있다. 따라서 비선형적으로 변화하는 풍속연직분포 관측 시 풍속환산 알고리듬에 의한 측정오차가 개입될 가능성이 존재하는 것이다. 이에 본 연구에서는 라이다에 의한 풍속연직분포 측정 시 샘플링 부피의 구간 평균화 과정에서 발생하는 불확도(uncertainty)를 정량적으로 분석함으로써 라이다에 의한 풍속연직분포 관측의 불확도를 정량평가하고자 한다.

Key words : SODAR(SOnic Detection And Ranging), LIDAR(Light Detection And Ranging), Remote Sensing(원격탐사), Uncertainty Analysis(불확도 분석)

E-mail : * hyungoo@kier.re.kr

국가바람지도 데이터베이스화 및 가시화를 위한 IDL 활용

*김 현구, 이 순환, 이 상우, 이 종혁

Application of IDL for Establishing the Database and Visualization System of National Wind Map

*Hyun-Goo Kim, Soon-Hwan Lee, Sang-Woo Lee, Jong-Hyuk Lee

한반도 국가바람지도(김현구, 2009)는 한국에너지기술연구원에서 지식경제부의 부처임무사업으로 구축되었으며 현재 웹서비스(http://www.kier-wind.org)를 통하여 정보를 제공하고 있다. 국가바람지도는 수치기상예측(NWP; Numerical Weather Prediction) 모델을 이용하여 영토, 영해에 대해 1km×1km의 고해상도로 작성한 뒤(이순환 등, 2009) 풍력자원정보로 재가공되었다. 한반도 국가바람지도는 5년의 장기간에 대한 시계열 수치기상예측에 의하여 구축되었기 때문에 데이터베이스(DB; database)의 효율적 관리가 필연적으로 요구된다. MM5 또는 WRF 모델의 고유 출력포맷의 자료구조는 풍력자원분석에 필요한 기상요소 외에도 대기과학자에게 필요한 수많은 기상인자를 종합적으로 포함하고 있다. 따라서 2차원 층(layer) 또는 3차원 공간분포 분석 및 계산격자인 셀(cell)에서의 1차원 시계열 분석 등 다양한 자료축출에는 비효율적인 자료구조가 된다. 이러한 자료구조의 불편을 해소하기 위해서는 기상요소별로 독립적이고 빈번한 시계열 자료 추출에 효율성을 가지며 어떤 프로그래밍 언어를 사용하든지 직관적으로 쉽게 사용할 수 있는 바람지도 데이터베이스의 재구성이 요구된다. 이에 대용량 수치자료의 처리 측면에서 장점을 가지는 과학기술 프로그래밍 언어인 IDL을 기반으로 국가바람지도의 자료구조를 효율화하여 데이터베이스화 하였으며 IDL에 내재된 그래픽 기능을 활용하여 가시화를 구현함으로써 연구개발자의 입장에서 국가바람지도의 활용성 및 효율성을 향상시키고자 하였다.

Key words : National Wind Atlas(국가바람지도), IDL(Interactive Data Language), KIER-WindData™, KIER-WindMap™

E-mail : * hyungoo@kier.re.kr