

## 신재생에너지 자원 관리를 위한 센서 네트워크 기반 모니터링 시스템 설계†

박성규, 왕 령, 이양구, 채덕진, 허철호, 류근호, 김광득\*

충북대학교 데이터베이스/바이오인포매틱스 연구실

\*한국에너지기술연구원 신재생에너지 연구부

{parks, smile2867, leeyangkoo, djchai2520, compaq2005, khryu}@dblab.cbnu.ac.kr,

\*[kdkim@kier.re.kr](mailto:kdkim@kier.re.kr)

### Design of Monitoring System Based on Sensor Network for Managing New&Renewable Energy Resources

Seong Kyu Park, Ling Wang, Yang Koo Lee, Duck Jin Chai, Chul Ho Heo, Keun Ho Ryu, Kwang Deuk Kim\*

Database Laboratory, Chungbuk National University

\*Dept. of New&Renewable Energy Research, Korea Institute of Energy Research

#### 요 약

최근 환경 문제와 고유가 시대에 따른 문제가 전세계적인 이슈로 떠오르면서, 신재생에너지 자원의 개발에 대한 필요성이 대두되고 있다. 이와 함께 신재생에너지 자원에 대한 국내외 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근에는 IT 기술이 발달함에 따라 센서와 같은 최신기술을 신재생에너지 자원 관리를 위한 모니터링에 적용하고 있다. 이러한 환경에서 실시간적이고 무제한적인 신재생에너지 자원 정보를 표현하기 위한 기술과 센서의 특성에 맞는 시스템 구조가 필요하다. 이 논문에서는 효율적인 신재생에너지 자원 관리를 위한 센서 네트워크 기반 모니터링 시스템 구조를 설계한다.

#### 1. 서론

최근 유가의 불안정, 지구 온난화 등의 문제로 인해 한정적인 화석 자원을 대체할 신재생에너지 자원 개발의 필요성이 심각하게 대두되고 있다. 이와 함께 여러 선진국에서는 이미 신재생에너지 자원을 개발하고 보급하기 위한 구체적인 연구를 수행하고 있으며, 국내에서도 GIS 기술을 기반으로 신재생에너지 자원 데이터베이스를 구축하여 각 분야에서 생산되는 신재생에너지 자원 정보를 통합하고, 부지 선정 및 데이터 분석, 생산 예측 등에 활용하는 연구를 수행하고 있다[1].

신재생에너지 자원 정보는 공간적 요소와 밀접하게 관계되어 시간의 변화에 따라 지속적으로 대용량의 데이터를 발생시키는 특징을 갖는다. 이러한 특징은 기존의 GIS 기반 관리 시스템으로 처리되기 어려운 문제점을 발생시킨다. 예를 들어, 신재생에너지 자원의 실시간적이고, 무제한적인 특성 때문에 최신 데이터를 시스템에 반영하고, 누적되는 이력 데이터를 체계적으로 관리하는 데는 기술적 한계가 있다. 또한, 측정 장비 또는 인공위성 등을 통해 측정되어 분기별, 계절별로 갱신되는 데이터 수집 방법으로는 최신의

데이터를 유지하기 어려우며, 부정확한 분석 결과를 도출하게 되는 원인으로 작용할 수 있다[2].

따라서 이 논문에서는 신재생에너지 자원의 특징을 잘 표현하고, 센서로부터 수집된 데이터를 손실 없이 저장하는 동시에 시간에 따라 누적되는 센서 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 시스템 구조를 제안한다. 제안된 시스템 구조는 실시간 처리를 위한 시스템 기능을 통하여 연속적인 데이터 스트림을 처리하고, 누적된 데이터 처리 기능을 통하여 센서 데이터 스트림을 손실 없이 저장 할 수 있다. 이러한 시스템 구조는 생태계, 환경 및 기후 모니터링 등의 응용에 적용할 수 있다.

#### 2. 관련 연구

BSRN(Baseline Surface Radiation Network)은 WCRP(World Climate Research Program) 및 다른 과학 프로그램의 연구 프로젝트를 지원하기 위한 복사계 네트워크 (Radiometric Network)를 구축하여 인터넷을 통해 복사열 자료에 대한 일반 검색을 제공하고 있다. SOLMET(SOLar METrology)은 국내 20 개 도시에서 측정된 일사량 에너지 데이터를 저장 및 관리하고, 웹 GIS 를 이용하여 인터넷으로 서비스할 수 있는 데이터 관리 시스템이다[3].

데이터 스트림 처리 과정을 살펴보면, 응용 시스템은 데이터 스트림으로부터 원하는 결과를 얻기 위해 연속 질의를 시스템에 등록하고, 질의 프로세서는 연속적인 데이터 스트림에 대하여 등록된 질의의 수행

† 본 연구는 한국에너지기술연구원의 지원, 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업 그리고 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07 국토정보 C02)에 의해 수행되었습니다.

결과를 지속적으로 반환한다. 이와 같은 처리를 위해서 DSMS 는 최근 데이터 스트림과 연속 질의 수행에 필요한 부가 정보들을 유지하기 위한 저장 공간을 필요로 한다[4, 5].

### 3. 시스템 설계

#### 3-1. 시스템 개요

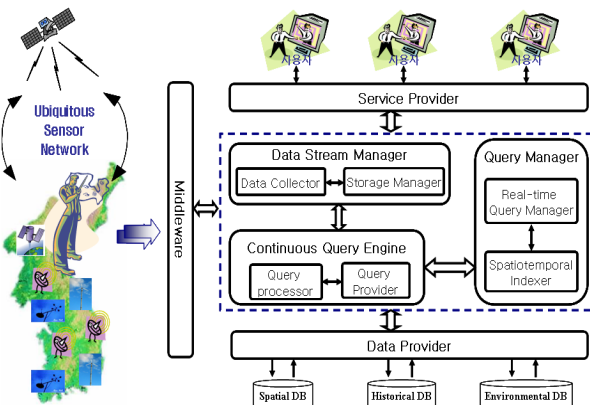
[그림 1]은 전체 시스템 환경에 대한 개념도를 나타낸 것이다. 측정망으로부터 실시간으로 수집된 신재생에너지 자원 정보가 서버로 전송되면 서버는 이들 데이터를 실시간으로 모니터링하고 수집된 데이터를 데이터베이스에 저장하며 사용자가 요청하는 연속 질의를 처리한다.



(그림 1) 시스템 개념도

#### 3-2. 전체 시스템 구조

데이터 스트림에 관한 기존 연구들에 의해 다양한 데이터 스트림 관리 시스템들이 소개되었다. 그러나 이러한 시스템들은 대부분 실시간 데이터 스트림 상에 연속적인 질의 처리만을 설명하고 있다. 이 논문에서 제안된 시스템은 기존의 시스템을 연속적인 시공간 질의 처리가 가능한 구조로 확장하였다.



(그림 2) 전체 시스템 구조도

[그림 2]는 이 논문에서 제안하고 있는 시스템의 전체 구조도이다. 센서 네트워크를 통하여 측정된 데이터들이 Middleware 를 통해 실시간으로 데이터 스트림 형태로 입력된다. 입력된 데이터 스트림은 Data Stream Manager, Continuous Query Engine, Query Manager

이 세 모듈에 의해 실시간으로 처리되거나 저장된다. 각 모듈의 기능은 다음과 같다:

- 1) Data Stream Manager: 센서로부터 전송된 패킷을 수집하고, 센서 ID, 측정값, 시간 등과 같은 데이터 스트림 형식으로 변환한다. 변환된 데이터 스트림은 Storage Manager 에 의해 슬라이딩 윈도우에 삽입되거나 Data Provider 를 통해 Spatial DB, Historical DB, Environmental DB 에 저장한다.
- 2) Continuous Query Engine: Data Stream Manager 에 의해 변형된 데이터 스트림에 대해 한번의 질의뿐만 아니라 연속적인 질의를 처리한다. Query Provider 에 의해 Query Manager 에 등록된 연속 질의 리스트를 이용하여 실시간으로 입력되는 데이터 스트림을 비교하면서 연속적인 질의를 수행한다.
- 3) Query Manager: Continuous Query Engine 에서 사용되는 질의를 등록, 업데이트, 삭제를 함으로써 연속 질의를 관리한다. 또한 시공간 질의를 위한 시공간 인덱스를 관리한다.

### 4. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 신재생에너지 자원의 특징을 잘 표현하고, 센서로부터 수집된 데이터를 손실 없이 저장하는 동시에 시간에 따라 누적되는 센서 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 시스템 구조를 제안하였다. 제안된 시스템을 통하여 우리는 센서 네트워크 환경에서 수집된 데이터에 대한 시공간 질의 처리와 이력 데이터 저장 및 관리를 손실 없이 효율적으로 관리할 수 있다. 향후 연구로써, 이 논문에서 제안된 시스템의 각 모듈과 전체 시스템에 대한 구현과 성능 평가가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] 이양구, 류근호, 김광득, 신재생에너지 자원 관리를 위한 시공간 응용 기술, 한국태양에너지학회 춘계학술대회 논문집, 2008, pp. 327-331.
- [2] 충북대학교 컴퓨터정보통신연구소, 신재생에너지 자원관리를 위한 에너지원 스트림 정보 관리 시스템에 관한 최종보고서, 한국에너지기술연구원, 2006.11.
- [3] 김광득, 정재혁, 윤창열, 신재생에너지에 대한 GIS 기반의 정보화전략계획 수립 및 통합관리 시스템 개발, 한국태양에너지학회 논문집, 26 권 2 호, 2006. pp. 327-331.
- [4] Motwani, R., Widom, J., Arasu, A., Babcock, B., Babu, S., Datar, M., Manku, G., Olston, C., Rosenstein, J., Varma, R., "Query Processing, Resource Management, and Approximation in a Data Stream Management System," In Proc. Of CIDR, 2003, pp. 245-256.
- [5] Abadi, D. J., Carney, D., Çetintemel, U., Cherniack, M., Convey, C., Lee, S., Stonebraker, M., Tatbul, N., Zdonik, S. B., "AURORA: A New Model and Architecture for Data Stream Management," VLDB Journal, Vol.12 No.2, 2003, pp. 120-139.