

# 사무용 건물의 효율적인 에너지 관리를 위한 RLS알고리즘을 활용한 전력 사용량 예측방법론 연구

윤석호\*, 송지은\*, 김봉준\*, 조충호\*

\*고려대학교 컴퓨터정보학과

e-mail:bluepig5@korea.ac.kr, rhdbwls123@korea.ac.kr, aorlekd@nate.com, chcho@korea.ac.kr

## Forecast Methodology study of power consumption using the RLS algorithm for efficient energy management in office buildings

Seok-Ho Yoon\*, Ji-eun Song\*, Bong-Jun Kim\*, Choong-Ho Cho\*

\*Computer & Information Science, Korea University

### 요 약

본 논문은 사무용 건물의 효율적인 에너지 관리를 위하여 실제 사무용 건물의 전력 사용량 빅 데이터를 이용하여 RLS 알고리즘을 활용한 사용량 예측 모델을 설계하였다. 예측모델을 통해 도출된 예측치와 실측 데이터 사이의 오차율을 계산하고, MA알고리즘을 사용한 예측값과의 비교를 통해 제안하는 변형된 RLS 알고리즘을 이용한 에너지 사용량 예측 방법론의 타당성과 우수성을 검증하였다.

### 1. 서론

에너지 자원의 부족문제가 국가적 이슈로 대두되면서 에너지 절감 및 효율적인 사용을 위한 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다. 특히 건물 에너지 분야는 국내 에너지 소비의 25% 이상을 차지하고 있으며 2013년도 대형건물에서 소비한 총 에너지는 2,369.5천 toe를 차지하였는데 에너지원별로는 전력 에너지가 이 중 55.7%에 해당하는 수치를 기록하였다[1]. 대형 건물에서의 전력의 비중은 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며 전체 에너지 소비량 중 97%이상을 수입에 의존하고 있는 우리나라에서 지속적으로 발생하는 전력부족 사태를 해결하기 위해 효과적인 에너지 관리 방법이 요구되고 있다.

본 연구에서는 국내 사무용 건물을 모델로 하여 빅 데이터 기반 전력 사용량 데이터를 분석하고 효율적인 건물에너지 관리를 위해 RLS 알고리즘을 활용한 전력 사용량 예측 방법론을 제시하였다.

실측 데이터를 이용하여 사무용 건물의 전력 사용량 데이터를 분석하고 RLS를 활용한 전력 사용량 예측 방법론을 통한 예측치와 실제 데이터와의 오차율을 계산하였다. 또한 MA알고리즘을 통한 전력 사용량 예측치와 제안하는 방법론을 사용한 예측치를 비교 분석하여 RLS를 변형한 전력 사용량 예측 방법론의 성능을 검증하였다.

### 2. Recursive Least-Square 알고리즘

RLS 알고리즘은 신호처리에서 주로 사용되는 방법으로 시간 평균 제곱오차를 최소화 시키도록 필터의 계수를 순환적으로 구하는 적응 알고리즘이다. Input vector와 weight vector의

곱으로 Output vector를 결정하는데 weight vector는 weight mechanism에 의해 결정된다. 필터계수 M이 높은 값이면 연산을 수행하는데 많은 시간이 필요하므로 적절한 값을 선택하는 것이 중요하다.

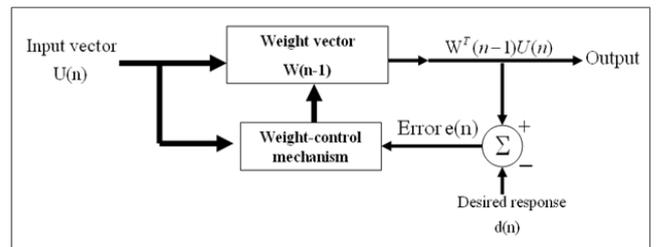


그림 1 RLS 알고리즘

### 3. 사무용 건물의 효율적인 에너지 관리를 위한 변형된 Recursive Least-Square 알고리즘

사무용 건물의 전력 에너지 사용량 분석을 통해 건물 에너지 특성에 맞게 RLS 알고리즘을 변형하였다. 기존의 RLS알고리즘과 달리 예측된 값을 다시 input vector로 치환하여 예측이 수행될수록 실제 데이터와의 오류값을 조절하여 결과를 도출한다.

RLS알고리즘과 마찬가지로 Output vector는 Input vector와 weight vector의 곱으로 결정되는데 Input vector는 real data의 값을 가진다. 예측이 수행되면서 예측된 값을 다시 Input vector로 치환하고 주기적으로 real data 값을 다시 Input vector로 가져오게 한다.

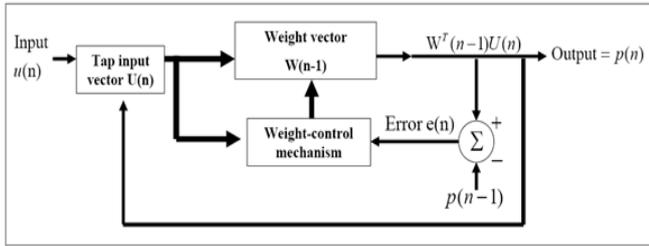


그림 2 제안하는 RLS 변형 알고리즘

Input vector는 주기적으로 예측 값과 real data 값을 가지는데 이는 예측된 값을 다시 Input vector로 사용하여 예측을 진행함으로써 0으로 수렴하여 예측이 불가능해지는 상황을 막기 위함이다.

#### 4. 제안하는 사무용 건물의 효율적인 에너지 관리를 위한 전력사용량 예측 방법론 성능검증

2015년 일년 간의 N빌딩의 전체 전력 사용량 데이터를 가지고 실측 데이터와 예측데이터의 오차율을 분석하였고 에너지 예측에서 많이 사용되는 Moving Average 알고리즘과 제안하는 RLS변형 알고리즘의 예측값 비교를 통해 성능을 검증하였다.

정확한 검증을 위해 시간단위, 15분 단위로 데이터의 범주를 달리하여 예측을 수행하였으며 절대 평균오차비율(MAPE)을 계산하였다.

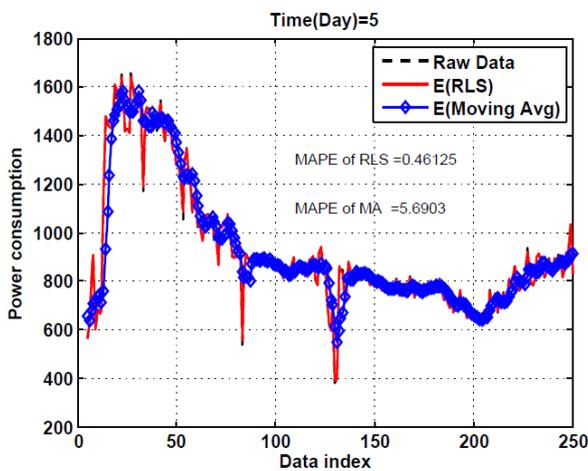


그림 3 실측 데이터와 예측 데이터의 MAPE 비교

그림 3은 실제 데이터 MA알고리즘을 사용한 예측 데이터, 제안하는 RLS 변형 알고리즘의 예측 데이터를 비교한 것이다. 검은색 점선이 실제 데이터, 파란색 선은 MA를 사용한 예측 데이터, 빨간색 선은 RLS변형 알고리즘을 사용한 예측 데이터이다. 검은색 실선을 얼마나 비슷하게 따라가는가를 통해 예측의 정확성을 판단 할 수 있다.

MAPE계산 결과 MA를 이용한 예측 값의 경우 5.69의 MAPE를 보였고 RLS 변형 알고리즘을 이용한 예측 값의 경우 0.46의 MAPE값을 보였다.

그림 4,5는 15분 단위의 시간 범주로 MA와 변형된 RLS사용

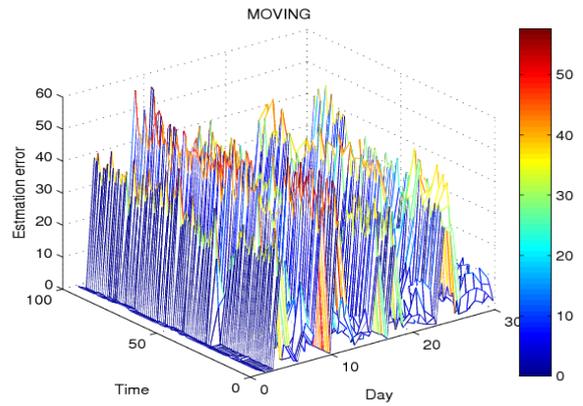


그림 4 MA알고리즘을 이용한 예측 오차율

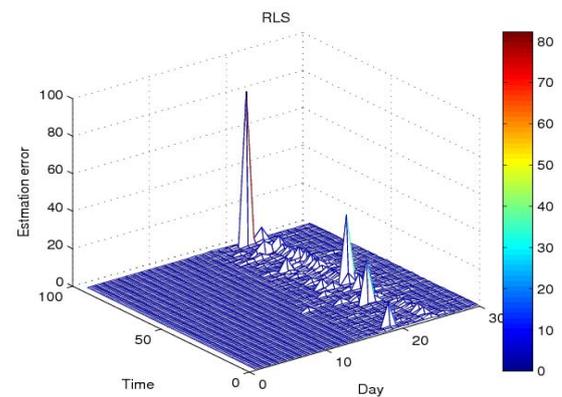


그림 5 RLS변형 알고리즘을 이용한 예측 오차율

하여 예측을 수행한 결과이다. 변형된 RLS를 사용한 경우 2.7의 MAPE를 보였으며 MA를 사용한 결과보다 월등히 좋은 성능을 나타냈다. 시간 범주를 달리하여 예측 값을 분석한 결과 모두 동일한 결과를 나타내며 이를 통해 변형된 RLS를 이용한 에너지 사용량 예측 방법론의 타당성과 우수성을 검증하였다.

#### 5. 결 론

본 연구를 통해 사무용 건물에 대한 전력 에너지 예측 방법론과 그 성능 평가를 수행하였다. 건물의 전력사용량에 대한 실측치와 예측치를 비교하여 오차율을 계산하였고 MA알고리즘과의 비교를 통해 제안하는 예측모델의 타당성을 보였다. 예측 방법론을 통해 사무용 건물에 대한 효율적인 에너지 관리가 가능할 것이라 판단된다.

#### 6. 기 타

본 연구는 2016년도 에너지기술개발사업 (이종(異種) 분산전원 관리와 에너지 밸런싱 서비스 제공하는 에너지 효율화 네트워크 시스템 개발)의 지원을 받아 수행한 연구임.

#### 참 고 문 헌

- [1] 에너지 경제 연구원 “2014년 에너지 총 조사 보고서”