
저자 (Authors)	강원석, 나웅수, Dao Nhu Ngoc, 정서현, 장용운, 김남규, 장건희, 조성래 Wonseok Kang, Woongsoo Na, Dao Nhu Ngoc, Seohyeon Jeong, Yongwoon Jang, Namkyu Kim, Gunhee Jang, Sungrae Cho
출처 (Source)	한국통신학회 학술대회논문집 , 2018.11, 419-420(2 pages) Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences , 2018.11, 419-420(2 pages)
발행처 (Publisher)	한국통신학회 Korea Institute Of Communication Sciences
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07565171
APA Style	강원석, 나웅수, Dao Nhu Ngoc, 정서현, 장용운, 김남규, 장건희, 조성래 (2018). 기계학습 기반 수요공급 시스템 연구 조사. 한국통신학회 학술대회논문집, 419-420
이용정보 (Accessed)	중앙대학교 165.***.104.29 2019/07/28 18:40 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

기계학습 기반 수요공급 시스템 연구 조사

강원석, 나웅수, Dao Nhu Ngoc, 정서현, 장용운, 김남규, 장건희, 조성래
중앙대학교 컴퓨터공학과

{wskang, wsna, dnnngoc, shjeong, ywjang, nkkim, ghjang, srcho} @uclab.re.kr

Demand Response Systems based on Machine Learning : A Survey

Wonseok Kang, Woongsoo Na, Dao Nhu Ngoc, Seohyeon Jeong, Yongwoon
Jang, Namkyu Kim, Gunhee Jang, Sungrae Cho
Dept. of Computer Science and Engineering, Chung-Ang University.

요 약

최근 전 세계적으로 전력 사용량이 폭등함에 따라 보다 효율적인 에너지 사용을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 기계학습을 기반으로 하여 수요-공급량(Demand Response)을 예측하고 조절하는 기술이 많이 연구되고 있으며, 다양한 알고리즘이 제시되고 있다. 본 논문에서는 DR 과 관련된 많은 기계학습 기술에 대해 조사하며, 최근 DR 기반 기술들에 대한 동향을 파악하고자 한다.

키워드 : DR(Demand Response), PDRNN(Pooling-based Deep Recurrent Neural Network), STLF(Short Term Load Forecasting), RNN(Recurrent Neural Network)

I. 서 론

DR 이란, 기존 전력망에 정보, 통신 기술을 접목하여 공급자와 수요자간 양방향 실시간 정보 교환을 통해 지능형 수요관리, 신재생 에너지 연계, 전기차 충전 등을 가능하게 하는 차세대 전력 인프라 시스템인 스마트 그리드의 한 기법을 의미한다.

스마트 그리드 기법에서 기계학습을 통해 미래예측을 함으로써, 수요처의 전력 사용량을 예측하고 그에 따라 공급자가 제공할 전력량을 조절할 수 있는 DR 의 여러가지 기법에 대해서 살펴보하고자 한다.

II. 본 론

2.1 Household load forecasting

전통적인 기법에서 발생하는 불확실성을 해결하기 위해 제안되었다. 단순 신경망을 레이어에 추가하면 오버피팅의 문제가 발생하는데, 이를 해결하기 위해 부하 프로파일 그룹을 입력의 풀로 배치하였고, 데이터의 다양성과 볼륨을 높임으로써 해결하였는데, 이 기법을 PRDNN 이라 부른다.

PDRNN 을 가정수준의 STLF 에 대해 제시하였으며, 이는 부하 프로파일 풀링과 RNN 을 가진 가정용 STLF 의 두 단계로 구성되어 있으며, 각각의 단계는 아래의 알고리즘을 제시하였다.[1][2]

1) 1 단계 : Load Profile Pooling

각 가정의 프로파일을 Load Profile 의 풀로 배치한다, 하지만 한 가정의 프로파일은 딥 러닝을 실행하기 위해서는 부족하고, 오버피팅을 야기할 수 있으므로 이웃 가정의 데이터를 사용하여 데이터의 양을 늘린다. 불확실성의 일부는 고객에게 영향을 미칠 수 있으며, 이러한 불확실성을 학습하기 위해 고객의 부하가 충분히 분산되어야 하며, 주변 이웃들의 데이터 또한 요구된다.

2) 2 단계 : STLF 기법 알고리즘

PDRNN 알고리즘에서 각각의 단계는 트레이닝과 테스트로 구성되어 있으며, 트레이닝 과정을 통해 개별 Weight 패턴과 불확실성을 학습하며, 테스트 과정을 통해 Weight Profile 이 트레이닝 된 Deep-RNN 네트워크로 공급되는 알고리즘을 지니고 있다. 이와 같은 과정을 통해 불확실성과 변동성이 있는 가정용 STLF 에 RNN 기술을 적용할 수 있는지에 대한 제안이 처음으로 이루어 졌으며, 해당 기법은 ARIMA 기법 보다 19.5%, SVR 기법 보다 13.1%, 기타 메트릭기법 보다 6.5%정도 앞선 성능을 보여줬다. [3][4][5]

2.2 Multiple Deep Belief Networks

기존 클러스터링 알고리즘의 문제점을 개선하기 위해 Parallel deep belief architecture 를 사용하여 전력 수요를 예측하며, 이를 Multiple deep belief networks(DBNs)로 구성하였다. 각 DBN 에서 사용할 특정 데이터를 수집하기 위해 요일, 날씨, 계절 등의 요인에 의해 데이터가 반복이 된다고 가정하고 데이터를 수집하였다.

Deep architecture 는 DBN 그룹으로 구성되며, 각 그룹은 다중 레이어 형태의 그래픽 모델을 가지며, 다양한 데이터 집합이 주어지면 DBN 을 통해 분류 모델을 학습하고, 부하에 대한 예측을 수행한다. DBN 그룹의 각 DBN 은 Restricted Boltzmann Machines(RBMs)의 스택을 갖고 있다.

Back Propagation Algorithm 을 사용하여, 현재 가장 널리 사용되는 Random Forest(RF)기법과의 비교분석을 실시하였고, 이를 통해 RF 기반 알고리즘보다 더 낮은 에러율을 갖는다는 사실을 확인할 수 있었고, 기존 클러스터링 기법에서의 가장 큰 문제점인 정확도 문제를 보완함으로써, 수요공급체계에서 발생할 수 있는 여러 돌발상황에 대한 예방 조치를 취할 수 있다는 결론을 도출할 수 있었다.[6][7]

2.2 Probabilistic techniques analyze personal characteristics

각각의 전력 사용자를 노드로 한 네트워크 모델을 기반으로 각 사용자의 의사결정 프로세스에 개인의 성격을 반영한 기법이다. 각 네트워크의 생성 방법에 따라 1,2) Directed / Undirected Erdos-Renyi, 3) Watts-Strogatz, 4) Weighted random graph 의 4 가지 네트워크 모델이 제시되었고, 네트워크 종류에 관계없이 모두 비슷한 시뮬레이션 결과가 도출되었다.

위 실험에서는 사용자 개인의 주요 5 개 특성을 정의하고, 이를 수치화 하여 확률적 최적 알고리즘을 이용하여 여러 통계적 메서드를 이용하여 시뮬레이션 결과를 도출하였다. 외향적이며 주변에 스마트 그리드 이용자가 많고, 참을성과 의지가 높을수록 스마트 그리드에 가입할 의향이 높아진다는 결과를 도출하였다.

개인의 성향을 유틸리티 함수에 반영하여 확률적으로 어느 특성이 스마트 그리드 가입에 영향을 미치는지 분석할 수 있는 틀을 제공하였다는데 의의가 있으며, 4 가지 네트워크별 시뮬레이션 결과를 통해 각 모델 별 전력 가격대에 대한 스마트 그리드 가입자 수를 파악할 수 있었다.[8]

III. 결 론

본 논문에서는 기계학습을 통한 스마트 그리드 환경에서의 수요공급 시스템(DR) 예측에 사용되는 여러 기법에 대해 조사하였다. 전기자동차의 대중화, 각종 전자제품의 대중화로 인해 전력 소비량이 급증하는 시기가 머지않아 다가올 것이다. 이러한 시기를

기계학습을 통해 예측함으로써, 블랙아웃을 막고 전력 소비량에 맞는 발전을 함으로써 저렴한 에너지 구매, 에너지 절약, 에너지 사용 효율성 극대화 등의 효과를 기대할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전력공사의 사회공모 기초연구(개별)에 의해 지원되었음. [과제번호 : R17XA05-43]

참 고 문 헌

- [1] Shi, H., Xu, M., Li, R. "Deep learning for household load forecasting – A novel pooling deep RNN", IEEE Transactions on Smart Grid, 9(5), 5271-5280
- [2] Liangzhi Li, Kaoru Ota, Mianxiong Dong, "When Whether Matters : IoT-Based Electrical Load Forecasting for Smart Grid", IEEE Communications Magazing, Vol. 55, 46-51, Oct 2017.
- [3] Weicong Kong, Zhar Yang Dong, David J.Hill, Fengjo Luo, YanXu. "Short-Term Residential Load Forecasting Based on Resident Behaviour Learning", IEEE Transaction On Power Systems, Vol. 33, No. 1, Jan 2018
- [4] Alobaidi, M. H., Chebana, F., & Meguid, M. A, "Robust ensemble learning framework for day-ahead forecasting of household based energy consumption", Applied Energy, 212 ,997-1012, 2018
- [5] Dong Zhang, Shuhui Li, Min Sun, Zheng O'Neill. "An Optimal and Learning-Based Demand Response and Home Energy Management System", IEEE Transactions on Smart Grid, 7(4), 1790-1801, 2016
- [6] Boyi Zhang, Xiaolin Xu, Hongwei Xing, Yidong Li. "A Deep Learning Based Framework for Power Demand Forecasting with Deep Belief Networks", International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies(PDCAT), 2017 18th
- [7] Alex Cassidy, et al. "A Framework for Exploring Social Network and Personality- Based Predictors of Smart Grid Diffusion", IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID, VOL. 6, NO. 3, MAY 2015
- [8] Ashfaq Ahmad, Nadeem Javaid, Mohsen Guizani, Nabil Alrajeh, Zahoor Ali Khan, "An Accurate and Fast Converging Short-Term Load Forecasting Model for Industrial Applications in a Smart Grid", IEEE Transaction On Industrial Informatics, Vol. 13, No. 5, Oct 2017.