

## Edge Computing 환경을 위한 기계학습 모델 유형 조사

김민우<sup>○</sup>, 이태호<sup>\*</sup>, 이병준<sup>\*</sup>, 김경태<sup>\*\*</sup>, 윤희용<sup>\*</sup>

성균관대학교, 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과<sup>○</sup>

성균관대학교, 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과<sup>\*</sup>

성균관대학교, 소프트웨어대학 소프트웨어학과<sup>\*\*</sup>

e-mail: {kimmw95, leetaeho, byungjun}@skku.edu<sup>○</sup>, kyungtaekim76@gmail.com<sup>\*\*</sup>, youn7147@skku.edu<sup>\*</sup>

## Type of Machine Learning Model for Edge Computing Environment: A Survey

Min-Woo Kim<sup>○</sup>, Tae-Ho Lee<sup>\*</sup>, Byung-Jun Lee<sup>\*</sup>, Kyung-Tae Kim<sup>\*\*</sup>, Hee-Yong Youn<sup>\*</sup>

Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University<sup>○</sup>

Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University<sup>\*</sup>

Dept. of Software, Sungkyunkwan University<sup>\*\*</sup>

### ● 요약 ●

Edge computing 환경에서는 노드끼리 직접 또는 간접적으로 전송되는 많은 수의 데이터가 Computing 노드에 의해 수집된다. Computing 노드에 실시간 적으로 전송되어지는 데이터의 저장 및 처리를 위해 기계 학습(Machine learning) 기법이 사용된다. 기존의 기계학습 모델의 학습방법의 경우 Edge computing 노드의 기능화에 다소 맞지 않는 방법이며 노드들 간의 협업 시스템을 기계학습 모델에 구축하는 것 또한 중요 개선사항 중 하나이다. 본 논문에서는 Edge computing 환경에서 적용 가능한 기계학습 모델을 조사하였다. 본 조사를 통하여 향후 edge computing 환경에서의 제약사항에 대해 더 구체적이며 다양한 연구방향을 제시할 수 있으며 효율적인 모델 적용을 목표로 한다.

**키워드:** Edge computing, IoT(Internet of Things), 기계 학습(Machine Learning)

### I. Introduction

최근 IoT(Internet of Things)의 발전과, 클라우드 서비스의 풍부한 성공은 Edge computing이라고 불리는 새로운 패러다임의 지평을 열었다. 일반적인 기계학습 모델은 비선형적(Nonlinear)이고 비모수적(Nonparametric) 추정을 위한 방법으로[1], 기존의 기계학습 모델의 학습방법의 경우 향후 연구를 위한 환경인 Edge computing 노드의 기능화에는 다소 맞지 않는 방법이다. 또한 IoT 센서 노드 자료와 같은 비정지적(Nonstationary)이고 임의적(Random) 특성의 자료를 학습 할 때 상당히 많은 매개변수들이 필요로 하고 비선형적 계산들이 요구된다[2]. 하지만 IoT 센서 노드의 경우 메모리가 제한적 이고 연산의 경우 처리속도가 높지 않기 때문에 기존의 학습방법들을 실시간으로 상황이 변화는 Edge computing 환경에서 적용하기는 어려움이 따른다. 본 논문에서는 edge computing 환경의 각 상황에서 효율적인 적용이 가능한 기계학습 모델을 조사하였다.

학습(Unsupervised learning)과 지도 학습(Supervised learning)으로 나뉜다[2]. 또한 각 모델 내의 연결 상태에 따라 분류가 가능하며 두 가지 기준에 따라 아래의 Table 1과 같이 기계학습 모델들을 분류할 수 있다.

Table 1. 기계 학습 모델 분류

Recall Learning	Feedback Recall	FeedForward Recall
Unsupervised Learning	1. Adaptive Resonance Theory 2. Hopfield Networks 3. Boltzmann machines 4. Cauchy Machines	1. Fuzzy Adaptive Memory 2. Learning Vector Quantization 3. Counter propagation Networks 4. Brain-State-in-a-Box
Supervised Learning	1. Fuzzy Cognitive Map 2. Recurrent Neural Networks 3. Perceptrons	1. Multilayer Perceptrons 2. Radial Basis Function Networks 3. Convolutional Neural Networks 4. Support Vector Machines

### II. Preliminaries

#### 1. Related works

기계학습의 모델은 기본적으로 학습 방법에 따라 크게 비지도

### III. The Proposed Scheme

Edge computing 환경에서는 다수의 노드들이 지역적으로 배치되어있고, 노드들 간의 정보 공유 및 계산의 유용성을 고려한다고 할 때, 노드들 간의 협업을 위한 시스템을 기계학습 모델에서 구축하는 것이 상당히 중요하다. 따라서 edge computing 환경과 IoT 센서 노드 자료의 특성을 파악하는 것이 우선시 되어야 하며, 이에 따라 기계학습 모델의 시공간적 학습을 위해 유형과 노드에서의 처리 방법에 따라 다음의 세 가지 유형의 상황으로 분류하고, 적용 가능한 기계학습 모델을 파악하였다.

유형 1. 낮은 계산 복잡도가 요구되는 많은 양의 데이터 트래픽 환경 : IoT 센서 노드가 단순한 사칙 연산을 이용한 계산(가중치 합, 쓰레스홀딩)을 하는 경우와 노드 간 협력을 위한 커뮤니케이션 네트워크의 범위가 크고 많은 데이터 트래픽을 포함한 경우, 사용할 수 있는 기계학습 모델들에는 홉 필드 신경망(Hopfield Network), 볼츠만 머신(Boltzmann Machine), 순환 신경망(Recurrent Neural Network)등이 있음. 가능한 처리 작업에는 데이터 결합, 분류, 최적화가 있음.

유형 2. 중간 계산 복잡도가 요구되는 중간 양의 데이터 트래픽 환경 : IoT 센서 노드가 중간 레벨의 평균, 분산, 그리고 선형모델의 적응학습(Adaptation learning of linear model)등을 계산하거나 노드 간 협력을 위한 통신네트워크의 범위가 비교적 작은 데이터 트래픽을 포함한 경우가 해당함. 이 경우에는 벡터 양자화(Vector Quantization), 동시 발생 행렬(Co-occurrence matrix), 짧은 단계의 컨볼루션 신경망(Convolutional Neural Network)등이 있음. 가능한 처리 작업에는 분류, Outlier 검출, 예측이 있음.

유형 3. 데이터 트래픽이 없는 중간 계산 복잡도 환경 : 노드 간 통신이 존재하지 않는 IoT 센서 노드가 중간 레벨의 평균, 분산, 그리고 선형모델의 적응학습 등의 계산을 하는 경우가 해당함. 매개변수들은 Medium 또는 High 레벨 계층에서의 계산을 통해 미리 학습되어 짐. 학습된 매개변수를 Low 레벨의 IoT 센서 노드에서 받아오는 방식을 취함. 성능 향상을 위해, 제한적인 온라인 데이터를 가지는 작은 규모의 머신러닝 모델의 경우 학습이 됨. 가능한 처리 작업에는 분류, Outlier 검출, 예측이 있음.

### IV. Conclusions

본 논문에서는 세 가지 유형에 따른 IoT 센서 자료 기반의 기계학습 모델을 연구하기 위해 효율적인 적용이 가능한 기계학습 모델의 유형을 조사하였다. 향후 본 연구를 기반으로 유형 1, 2, 3 에 해당하는 기계학습 모델을 제시할 예정이며, 차후 이를 개선하여 edge computing 환경에 적용될 각 모델에 있어 적은 계산량을 가지고 안정적으로 높은 성능을 보이는 모델 및 알고리즘 개발에 주력할 것이다.

### ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신-방송연구 개발 사업(No. 2016-0-00133, 초연결 IoT 노드의 군집 지능화를 통한 Edge Computing 핵심 기술 연구), SW중심대학지원사업(2015-0-00914), 한국연구재단 기초연구사업(No.2016R1A6A3A11931385, 실시간 공공안전 서비스를 위한 소프트웨어 정의 무선 센서 네트워크 핵심기술 연구, 2017R1A2B2009095, 실시간 스트림 데이터 처리 및 Multi-connectivity를 지원하는 SDN 기반 WSN 핵심 기술 연구, 2019R111A1A01058780, 머신러닝 기술을 사용한 SDN기반 무선센서네트워크의 효율적 관리), BK21PLUS 사업의 일환으로 수행되었음.

### REFERENCES

- [1] M. S. Mahadavinejad et al., Machine learning for internet of things data analysis: a survey Digital Communications and Networks, pp. 161-175, 2018
- [2] S. Earley, "Analytics, Machine learning, and the Internet of Things", IT Professional, pp.10-13, 2015