

## 딥 러닝 기반 VNF 자원 예측 모델

김희곤\*<sup>○</sup>, 유재형<sup>†</sup>, 홍원기\*

\*포항공과대학교 컴퓨터공학과

† 포항공과대학교 정보통신대학원  
{sinjint<sup>○</sup>, styoo, jwkhong}@postech.ac.kr

### A Proposal on a Resource Demand Prediction for VNF using Deep Learning

Hee-Gon Kim\*<sup>○</sup>, Jae-Hyung Yoo<sup>†</sup>, James Won-Ki Hong\*

\*Department of Computer Science and Engineering, POSTECH

† Graduate school of Information Technology, POSTECH

#### 요 약

네트워크 기능 가상화 (Network Function Virtualization, NFV) 환경은 Auto-scaling 과 (Virtual Network Function) Deployment 같은 관리 기능들을 동적으로 제공하여 네트워크를 유연하게 운용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 이러한 관리 기능들을 효율적이고 안정적으로 제공하기 위해서는 각 VNF 의 자원을 정확하게 예측할 수 있어야한다. 본 논문에서는 딥 러닝 (Deep Learning) 기법을 통해 VNF 자원을 예측하는 모델을 제안한다. 제안하는 모델은 Service Function Chaining 기능을 고려하여 각 VNF 관계를 이용하며, CNN, LSTM, TD-LSTM, ATAE-TD-LSTM 과 같은 모델을 사용하여 Service Function Chaining 에 속하는 각 VNF 의 자원을 예측한다.

#### I. 서 론

네트워크 기능 가상화(Network Function Virtualization, NFV) 는 가상화 환경에서 네트워크 기능을 구현하는 것으로 기존의 네트워크 환경보다 관리를 동적으로 유연하게 실시할 수 있는 장점이 있다. NFV 환경은 차세대 5G 네트워크에서 핵심기술로 선택되어 사용되는 등, 수요가 증가되고 있는데 이에 따라 Auto-Scaling 과 (VNF)Deployment 와 같은 관리 기능들이 큰 이슈가 되고 있다. 이런 관리 기능들을 구현하기 위해서는 전체 네트워크의 VNF 의 상태 정보를 수집하여 분석하는 기능의 구현이 전제가 되어야 한다.

NFV 환경 필수 관리 기능 중 하나인 Service Function Chaining 은 여러 VNF 을 연결하여 네트워크 서비스를 제공한다 [1]. VNF 들은 서로 체인(Chain)을 생성해 서비스를 실행하는데, 관리자는 서비스의 지연 속도와 각 VNF 의 자원을 고려하면서 최적의 체인(Chain)을 생성하는 것을 목표로 한다. Service Function Chaining 에서 연결된 각 VNF 는 Service 에 따라 밀접한 연관을 가지고 있다.

현재 많은 NFV 환경 네트워크 관리 연구들은 머신러닝(Machine Learning) 기법을 활용한 네트워크 상태 분석과 관리를 시도하고 있다. 가장 널리 사용되는 머신러닝 방법으로는 강화학습(Reinforcement Learning)이 있으며, 이 방법은 어떤 환경(Environment)에서 에이전트(Agent)가 현재의

상태(State)를 인식한 뒤, 선택 가능한 행동 중 보상을 최대화하는 행동 혹은 순서를 선택하는 방법이다. 하지만, 강화학습은 진동(Oscillation) 문제가 발생할 수 있으며, 관리자가 특정 환경에 대한 이해를 필요로 하는 제약사항이 있다. 따라서 최근의 논문들은 강화학습만을 사용하지 않고 Deep-Q Learning 과 같이 강화 학습에 딥러닝(Deep Learning)을 적용하는 등, 다른 기법을 추가해 같이 사용하고 있다 [2].

딥 러닝(Deep Learning)은 인공신경망(Artificial Neural Network) 기법 중 하나로 입력층과 출력층 사이에 다수의 은닉층(Hidden Layer)을 가지고 있는 모델이다. 딥 러닝은 다수의 데이터를 신경망 구조를 통해 높은 정확도를 가진 결과값을 생성하며 특정 환경에 대한 사전 이해가 전혀 필요 없는 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 딥 러닝(Deep Learning)을 사용하여 VNF 의 자원을 예측하는 모델을 제안하며, Service Function Chaining 을 고려하여 개별 VNF 의 상태만이 아닌 각 VNF 의 관계를 이용하는 모델을 제안한다.

#### II. 딥 러닝 기법

딥 러닝에서 사용하는 대표적인 기법으로는 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)과 순환 신경망(Recurrent Neural Network, RNN)이 있다. CNN 은 여러 합성곱 계층과 통합 계층(Pooling layer)등의 신경망 계층들로 이루어져 있으며 데이터의

특징(Feature)을 이용하여 학습을 수행한다. RNN 은 CNN 과 달리 신경망 안의 메모리를 활용하는데, 주로 시계열적인 의미를 갖는 데이터를 학습하는 데 사용된다. RNN 은 주로 LSTM(Long-Short term Memory)이 많이 사용되는데, LSTM 은 기존의 RNN 에서 시간이 많이 지날 시 앞의 정보가 사라지는 문제점을 해결하였다 [3].

### III. 본론

본 논문에서 제안하는 VNF 자원 관리 모델은 딥 러닝 기법인 CNN 과 LSTM, TD-LSTM, AEAT-TD-LSTM 을 사용한다. 각 딥 러닝 모델에는 Service Function Chaining 을 이룬 VNF 의 집합(그림 1)이 입력값으로 들어가게 된다.

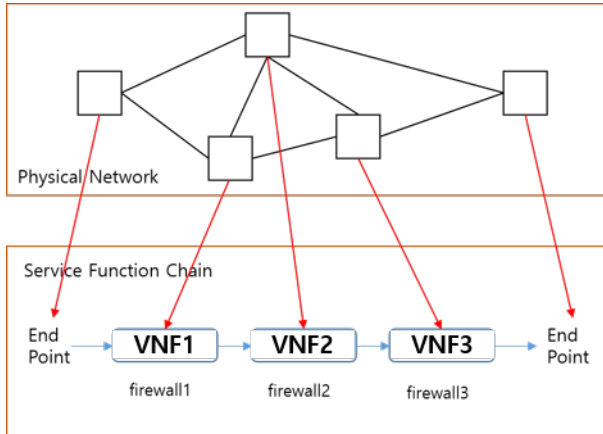


그림 1 Service Function Chaining

#### 1) CNN 을 사용한 VNF 자원 관리 모델

CNN 모델에 입력값으로 들어간 VNF 의 집합의 원소들은 행으로 표현되며 열은 각 VNF 의 CPU, I/O Bound 등과 같은 자원 정보를 나타낸다. 각 VNF 의 정보는 Convolution layer 와 Pooling layer 을 거친 뒤 Dropout 과 Softmax layer 를 거쳐 결과값을 생성하게 된다 (그림 2).

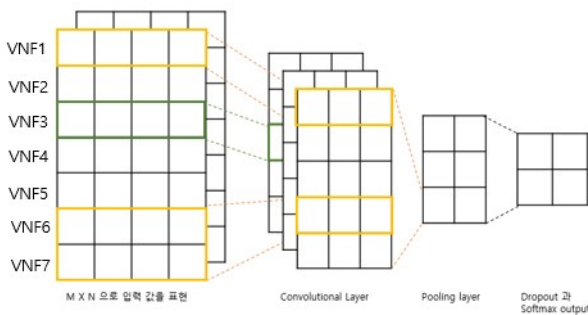


그림 2 CNN 을 적용한 VNF 자원 관리 모델

#### 2) LSTM 을 사용한 VNF 자원 관리 모델

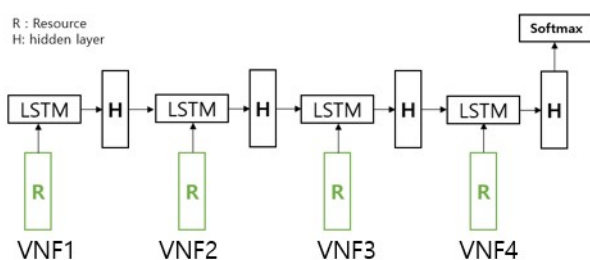


그림 3 TD-LSTM 을 적용한 VNF 자원 관리 모델

LSTM 모델에 입력값으로 들어간 VNF 의 집합의 원소들은 순서대로 LSTM 의 Cell 에 들어가게 되며 최종 LSTM Cell 의 Output 값을 Softmax 을 이용하여 VNF 의 자원 정보를 생성한다.

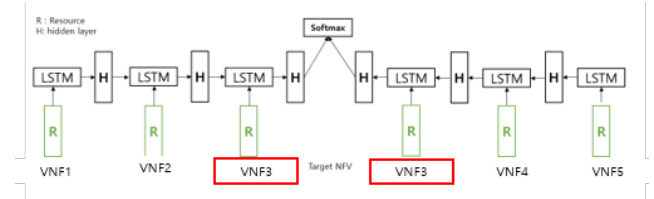


그림 4 TD-LSTM 을 적용한 VNF 자원 관리 모델

#### 3) TD-LSTM 을 사용한 VNF 자원 관리 모델

본 논문에서는 각 VNF 의 자원 예측을 목표로 하고 있다. 하지만 앞선 1)과 2)의 방법에서는 Service Function Chaining 을 Input 으로 가지기 때문에, Service Function Chaining 안의 개별 VNF 의 상태정보를 반환하기 보다는 전체 Chaining 의 성능을 반환하게 된다. 따라서 전체 Service Function Chaining 안의 개별 VNF 의 정보를 파악하기 위해 TD-LSTM 혹은 TD-CNN 모델을 사용한다. TD-LSTM 모델은 성능을 원하는 VNF 을 기준으로 삼아 LSTM 을 좌우로 분리하여 각자 계산한 뒤 Softmax 를 사용하여 결과값을 생성한다 [4]. TD-CNN 도 같은 방법을 사용한다.

#### 4) AEAT-TD-LSTM 을 사용한 VNF 자원 관리 모델

모델의 AEAT 이름은 Aspect 와 Attention 을 각각 의미한다. 본 논문의 1), 2), 3)에서 제시된 모델에서 Service Function Chaining 의 특징에 따라 Aspect 를 부여하고, 성능을 찾고자 하는 VNF 에 Attention 을 부여하면 더 높은 정확도를 얻는 모델을 얻을 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT 연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2018-2017-0-01633)

### V. 결론

본 논문에서는 NFV 환경에서 VNF 의 자원 예측을 여러 딥 러닝 모델을 이용하여 구현하는 것을 제안한다. 또한 VNF 의 자원 예측을 개별 VNF 로 실시하는 것이 아닌, Service Function Chaining 을 형성하는 전체 VNF 에 대해 실시하여 인접한 VNF 간의 정보를 최대한 활용하여 VNF 의 자원을 관리, 예측하도록 한다.

### 참고 문헌

- [1] IRTF Network Function Virtualization Research Group, “Areas of Interest,” 2018, (<https://irtf.org/nfvrg>).
- [2] Muhammad Wajahat, Anshul Gandhi, et al. "Using machine learning for black-box autoscaling", Green and Sustainable Computing Conference (IGSC0<2016 Seventh International), 2016 China Conference on. IEEE, 2016.
- [3] Sepp Hochreiter, Jurgen Schmidhuber. "LONG SHORT-TERM MEMORY" *NEURAL COMPUTATION* 9(8) (1997): 1735-1780.
- [4] Duyu Tang, Bing Qin, et al. "Effective LSTMs for Target-Dependent Sentiment Classification" arxiv, 2015 Association for Computational Linguistic(ACL), 2016.