

# 인공지능 기반 NFV 관리 플랫폼 구조 및 요구사항

이도영\*, 정세연\*, 유재형†, 홍원기\*

\*포항공과대학교 컴퓨터공학과

† 포항공과대학교 정보통신대학원

{dylee90, jsy0906, styoo, jwkhong}@postech.ac.kr

## Design and Requirements of Artificial Intelligence-based NFV Management Platform

Doyoung Lee\*, Seyeon Jeong\*, Jae Hyoun Yoo†, James Won-Ki Hong\*

\*Department of Computer Science and Engineering, POSTECH

† Graduate school of Information Technology, POSTECH

### 요약

4차 산업혁명을 주도하는 기술 중 하나로 인공지능이 주목 받으면서 인공지능을 다양한 기술에 접목시키려는 노력이 계속되고 있다. 그 중 네트워크 분야에서는 인공지능 기반의 효율적이고 최적화된 네트워크 관리 기술을 개발하여 이를 실제 상용망에 적용하려는 연구를 진행 중이다. 특히, NFV가 핵심 기술로 활용될 5G 네트워크는 다수의 가상 네트워크 및 가상 서버가 존재하는 복잡한 환경이므로 사람의 수작업으로 관리하기에는 한계가 있다. 따라서 인공지능 기반 NFV 관리 기술은 복잡한 NFV 환경을 효율적으로 관리할 수 있는 해결책으로 기대 받고 있다. 이를 위해 인공지능을 네트워크 관리에 적용한 기술 연구가 필요하며, NFV 관리를 위한 요구사항 및 필수 기능을 정의하는 게 필요하다. 따라서 본 논문에서는 인공지능 기반 NFV 관리 플랫폼 구조와 요구사항을 분석하여 향후 연구의 방향을 제시하고자 한다.

### I. 서론

오늘날은 인공지능 기술이 전 세계적으로 주목을 받고 있으며, 인공지능 적용 기술이 사회를 변화시킬 것이라고 기대하는 4차 산업혁명이 진행 중에 있다. 특히, Google DeepMind 에서 개발한 AlphaGo 의 등장은 인공지능 성능에 대한 세간의 우려를 불식시켰으며, 인공지능을 다양한 기술에 접목시킬 수 있다는 가능성을 증명하였다. 또한, 인공지능의 핵심 기술인 기계학습 (Machine Learning) 및 심층학습 (Deep Learning)은 현재 이미지 처리, 음성 인식 분야 등에서 적극적으로 활용되고 있으며, 그 적용 분야는 점차 확대되고 있는 상황이다.

5G 시대가 도래함에 따라 NFV (Network Function Virtualization) 기술은 SDN (Software-Defined Networking)과 함께 5G 코어 네트워크의 표준으로 채택되어 많은 수요가 예상되고 있다. NFV 는 고가의 전용 하드웨어 장치를 통해 제공되는 네트워크 기능을 가상화하여 클라우드 환경에서 소프트웨어 형태로 제공하는 네트워크 접근법이다. 또한, NFV 는 CAPEX/OPEX 를 크게 절감할 수 있는 기술이기 때문에 많은 통신사업자 및 벤더들이 큰 관심을 가지고 있다. 5G 코어 네트워크는 고신뢰 초저지연 URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communication) 서비스 제공을 주 목적으로 한다. 이를 위해 코어 네트워크를 구성하는 수많은 네트워크 장비들은 기존의 하드웨어 기반 네트워크 장치 및 미들박스를 활용하는 운용 환경과는 다른 NFV 환경에서 운용된다. 즉, 클라우드 데이터 센터와 전화국 또는 기지국에 인접하여 분산 설치되는 NFV 환경에서 가상화된 서버와 가상 네트워크 및 스토리지를 기반으로 운용이 이루어진다. 이로 인해

동적으로 변화하는 트래픽이나 수시로 발생하는 장애에 따라 가상 서버가 위치를 이동하거나 증설 또는 삭제되고, 이에 따라 가상 네트워크의 구성도 수시로 변경되는 등 매우 복잡한 관리 기능을 필요로 한다. 따라서 사람의 판단에 의해 수작업으로 행해진 기존의 관리 방법은 복잡한 NFV 환경으로 인해 한계에 이를 것으로 예측된다.

본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해 인공지능 기술을 통해 효율적이고 자동화된 관리 기능을 제공하는 NFV 관리 플랫폼의 구조 및 요구사항을 분석한다.

### II. 관련 동향 및 연구

인공지능에 의한 네트워크 관리에 앞서 IBM 은 최초로 자율 컴퓨팅 시스템의 구조를 제안하였다. 자율 컴퓨팅은 네 종류의 자가 관리 속성 (Self-management features)인 Self-CHOP (Self-Configuration, Healing, Optimization, Protection)을 정의하였으며, 이를 구현하기 위한 참조 모델 MAPE-K loop 모델을 제안하였다 [1]. 자율 네트워킹은 자율 컴퓨팅을 네트워킹 분야에 도입한 개념으로, IRTF 의 NMRG (Network Management Research Group)은 Self-CHOP 구성요소를 네트워크 관리에 맞게 재정의하였다.

최근에는 SDN/NFV 환경에서 네트워크 관리 자동화를 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 대표적인 예로는 5GPPP (5 Generation Public-Private Partnership) phase 1 프로젝트로 진행 중인 CogNet (Cognitive Networks) 프로젝트 [2]와 SELFNET 프로젝트 [3]가 있다. CogNet 은 SDN/NFV 망에서 수집한 정보에 기계학습 분석을 적용하고 이를 바탕으로 인공지능에

의한 상황인지/예측 및 정책 산출을 목적으로 한다. SELFNET 은 CogNet 과 달리 SDN/NFV 인프라와 지능형 엔진이 결합된 계층화 구조 정의에 초점을 맞추고 있다. 또한, 글로벌 오픈소스 프로젝트인 OPNFV 에서는 자동화된 NFV 환경 관리를 위한 자원 및 장애 예측 기능 등의 개발을 위한 세부 프로젝트를 신설하였으나, 대부분 Incubation 단계로 기능 개발이 진행 중이다.

III. 본론

인공지능을 NFV 환경 관리에 활용하기 위해서는 인공지능 학습을 위한 대용량의 데이터가 요구된다. 하지만 현재 존재하는 네트워크 데이터는 인공지능 기법을 적용하는 데 한계가 존재한다. 그 예로 기계학습 기법에 적용하기에 적합하게 표준화된 데이터가 거의 존재하지 않으며, 데이터를 수집하는 방법들 (Ex. NetFlow)은 인공지능 기술로는 처리하기 어려운 형태로 데이터를 제공한다 [4]. 또한, NFV 환경에서는 물리 자원과 가상 자원, 네트워크 상태 정보, 트래픽 정보 등이 전반적으로 수집 되어야 하며, 이를 인공지능 기법 적용을 위한 형태로 전처리하는 NFV 모니터링 기능이 요구된다. 본 논문에서 제안하는 NFV 관리 플랫폼은 NFV 모니터링 기능과 함께 NFV 라이프사이클 (life cycle) 관리 전반에 걸친 필수 기능을 정의한다 (그림 1).

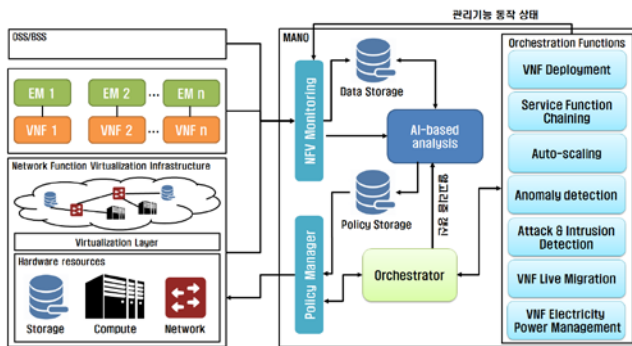


그림 1. NFV 관리 플랫폼 구조

NFV 관리 플랫폼은 IRTF 의 NFVRG (NFV Research Group)에서 연구 이슈로 제안한 NFV 관리 필수 기능을 제공한다. 먼저 VNF (Virtual Network Function) Deployment 기능은 VNF 특성에 따라 최적의 자원을 할당하고, 적합한 위치의 물리 노드 위에 VNF 를 자동으로 배치하는 일을 수행한다. Service Function Chaining 기능은 여러 개의 VNF 를 통해 네트워크 서비스를 구현하는 것으로, 인공지능에 의해 자동으로 VNF 를 선택하고 연결하는 Service Function Chain 을 생성한다. Auto-scaling 기능은 VNF 자원 사용량 및 트래픽 부하에 따라 VNF 에 할당된 자원을 동적으로 증감시키는 기능으로, 인공지능에 의해 성능 저하 없이 Auto-scaling 시기 및 방법을 결정한다. Anomaly detection 기능은 NFV 의 성능 저하를 막기 위해 VNF 또는 물리 서버의 비정상 행위를 인공지능에 의해 미리 검출하여 이를 해결한다. Attack & Intrusion detection 기능은 NFV 환경을 공격하거나 침입하는 등의 이상 징후를 탐지하고 보호한다. VNF Proactive live migration 기능은 전반적인 장애 발생 가능성을 사전에 예측하여 VNF 가 배치된 가상 머신 (Virtual machine)을 실시간으로 이동시키는 기능을 의미한다. Migration 기능은 가상 머신 이동으로 인한 서비스 단절 시간을 최소화하는 것이 요구되기 때문에 인공지능을 활용하여 최적의 시기에 Migration 을 수행하는 게 필요하다. 또한, Migration 후 서비스 재개를 위해 네트워크 구성을

신속하게 변경하는 기술이 추가로 요구된다. 마지막으로 VNF Electricity power management 기능은 NFV 환경에서 구동되는 모든 VNF 의 SLA (Service Level Agreement)를 충족시키는 범위 내 최소한의 물리 서버에서 VNF 를 구동하여 전력 비용을 절감하는 것을 말한다. NFV 관리 플랫폼은 인공지능 기법을 통해 최적의 네트워크 관리 정책 (Policy)를 결정하고 이를 NFV 환경에 적용한다.

상기 정의한 기능들은 인공지능 기법을 통해 최적의 시기에 선택적으로 활용되며, 이를 자동화하기 위한 NFV 자율 오케스트레이션 기능이 요구된다 (그림 2). 자율 오케스트레이션 (Orchestration) 기능은 네트워크 운영자 요구사항에 따라 인공지능 학습 모델을 조정한다.

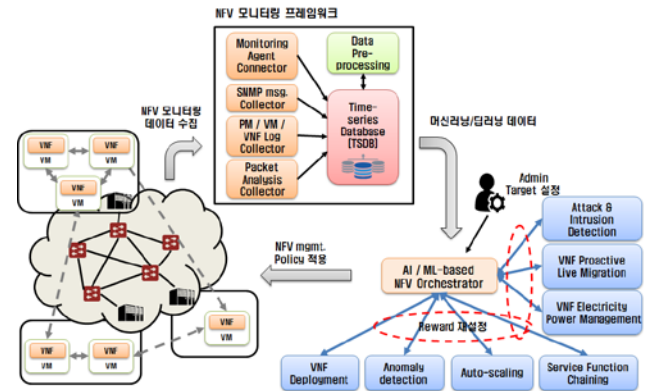


그림 2. 자동화된 NFV 관리 플랫폼 실현 모형

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 인공지능 기반 NFV 관리 플랫폼의 구조와 요구사항을 분석하여 제시하였다. 인공지능을 NFV 관리에 적용하기 위해서는 인공지능 학습을 위한 모니터링 및 데이터 전처리 기능이 요구되며, NFV 라이프사이클 관리 전반에 걸친 필수 기능들이 필요하다. 또한, NFV 환경은 자율 오케스트레이터에 의해 자동화된 관리가 수행된다. 향후 연구로는 각 기능별로 요구되는 인공지능 알고리즘을 개발하고 이를 실제 실험 환경에서 실험 및 검증하는 것이 요구된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥 센터의 대학 ICT 연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2018-2017-0-01633)

참고 문헌

[1] Autonomic Computing, "An architectural blueprint for autonomic computing." IBM White Paper 31 (2006): 1-6.  
 [2] Xu, Lei, et al. "CogNet: A network management architecture featuring cognitive capabilities." Networks and Communications (EuCNC), 2016 European Conference on. IEEE, 2016.  
 [3] Neves, Pedro, et al. "The SELFNET approach for autonomic management in an NFV/SDN networking paradigm." International Journal of Distributed Sensor Networks 12.2 (2016): 2897479.  
 [4] Daniel King, "Applications of Machine Learning and Intelligent Algorithms for SDN and NFV", 21th International Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM 2017), May 15-17, 2017.