

## 국가지능화 특집

## 네트워크 지능화

신성식 • ssshin@etri.re.kr  
기술정책연구본부

네트워크 지능화는 네트워크로부터 수집된 빅데이터의 분석이나 머신러닝 등 AI 기술을 이용한 자율의사·정책 결정방식을 통해 네트워크 하부 자원들을 자동적으로 설정·제어·관리하는 것을 의미한다. AI 기술 자체도 발전 중이고 AI 기술을 네트워크에 적용한 기간도 길지 않기에, 네트워크 지능화 R&D는 산학연 협력이 필요하고 선택과 집중을 한다면 글로벌 시장을 선도할 수 있다. 통신장비 내에 기능을 적용하는 기술은 R&D 역량에서 외국계 대형 제조사들과 직접 경쟁은 어려운 것으로 판단된다. 지능형 네트워크 응용 관리 분야에서는 국내 기술 수준이 글로벌 기준에 약간 앞서거나 대등한 상황이기에, 이 분야에 역량을 집중하는 것이 바람직하다. 네트워크 지능화 R&D에는 네트워크 운용 관련 데이터가 필수적이거나 통신사들은 개방을 꺼리기에, 관련 데이터를 공적 연구기관에 정부가 위탁하거나 차선책으로 정부·지자체가 보유·운영하는 네트워크 운용 데이터를 수집하여 R&D용으로 개방하는 것도 고려해야 한다. 네트워크 지능화가 AI를 활용하여 네트워크의 효율화시키는 'AI for Network'의 개념이라면, AI의 전산업에의 확산을 원활하게 하기 위한 네트워크의 효율적 구성(Network for AI)도 중요한 이슈이다.

\* 본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.



## 1 네트워크 지능화의 등장 배경 및 문제점

### 1. 네트워크 지능화의 등장 배경

5G, IoT 및 클라우드와 같은 기술 혁신으로 더 높은 네트워크 대역폭이 요구되고 있으며, 이는 네트워크 복잡성을 증가시킨다. 복잡해진 여러 유형의 네트워크를 관리하는 작업에는 지속적인 데이터 워크플로우를 보장할 수 있는 최적화되고 안정화적인 네트워크 아키텍처가 필요하다. AI 기반 네트워크 응용 프로그램은 데이터 트래픽이 많은 복잡한 네트워크와 관련된 문제를 해결할 수 있다.

기업의 모바일 기반 업무환경 채택, 대용량 데이터 및 비디오 트래픽의 증가로 데이터 센터내 트래픽 흐름이 변화하면서 발생하는 네트워크 병목현상을 방지하고 분산된 네트워크 자원의 효율적 사용을 위해 네트워크 인텔리전스가 요구된다. 트래픽 경로가 복잡해지고, 트래픽 패턴에 따라 부하의 경감 및 우회루트 설정 등 네트워크 관리 업무가 증가하면서 자동화된 기술이 필요하다.

의료산업, 금융업 등 강한 정보보호 규제를 적용받는 고신뢰 요구산업은 안전한 데이터를 보호를 위해 AI 기반의 네트워크 인텔리전스를 요구한다. 민감한 개인 의료정보를 처리하는 의료산업이나 네트워크 정지시 막대한 경제적 손실이 발생하는 금융산업은 제어·관리 및 보안 자동화가 시급하다.

SDN과 NFV 기술 등 소프트웨어 중심의 네트워크 기술로 네트워크의 효율성이 증대되기는 했지만 사람에 의한 작업을 동반하므로, 더욱 복잡해지고 어려워지는 미래 네트워크 서비스 환경을 위해서는 인간의 관여 없는 AI를 통한 네트워크 지능화 기술이 필요하다. 궁극적으로는 AI에 의해 네트워크 구성, 최적화, 복구, 운영 등이 가능한 자율네트워크(Autonomous Network)로 발전하여 인간의 개입 없이도 최적의 서비스와 운영이 가능한 네트워크 서비스 환경이 구현될 것이다.

### 2. 네트워크 지능화의 개념 및 문제점

네트워크 지능화는 그동안 운용 관리자들의 수동적인 설정 및 제어 등을 통해 매뉴얼화하여 관리되던 네트워크 제어 및 운용·관리 기술을 AI 기술을 기반으로 자율의사결정 방법에 따라 완전 자동화 방식으로 변화시키는 것이다. 네트워크로부터 수집된 빅데이터의 분석이나 머신러닝 등 AI 기술을 이용한 자율의사·정책 결정방식을 통해 네트워크 하부 자원들을 자동적으로 설정·제어·관리한다.

네트워크 지능화는 네트워크로부터 수집된 다양한 데이터를 분석하여 AI 기반의 폐쇄형 반복 제어(Closed-loop control)를 통해 네트워크를 자동화 및 최적화가 가능하도록 하는 기술이다. 폐쇄형 반복 제어란 데이터의 자동 수집, 머신러닝과 같은 AI 기술을 이용한 데이터 분석하고, 분석된 결과를 통한 자율의사결정을 통한 피드백 등 일련의 절차 등을 반복함으로써 자동적으로 네트워크가 최적의 상태로 제어·관리될 수 있도록 하는 것을 의미한다.

네트워크 지능화의 문제는 AI 기술 자체도 발전 중이고, AI 기술을 네트워크에 적용한 기간도 길지 않다는 점이다. 다양한 벤더들이 관련 기술을 개발하고 제품을 출시할 것으로 예상되지만, 네트워크 산업과 관련된 AI 기술은 성숙도가 낮다. 실무에 타당한 AI를 개발하기 위해서는 현장 데이터를 통한 모델링과 머신러닝이 이루어져야 하는데, 이러한 데이터를 획득하기가 쉽지 않다. 네트워크 지능화 R&D에는 네트워크 운용 관련 데이터가 필수적이나 통신사들은 개방을 꺼리기 때문이다.

통신장비 내에 기능을 적용하는 기술은 R&D 역량에서 외국계 대형 제조사들과 직접 경쟁은 어려운 것으로 판단된다. 하지만 통신망 운용관리 분야에 머신러닝 기능을 적용하는 기술에 관해서는 국내 통신사를 중심으로 활발한 연구와 상용화가 진행 중이다. 특히 우리나라가 선도한 5G에는 네트워크 슬라이싱 등의 제어 및 관리에 보다 광범위하게 지능화 기술이 활용될 것이기에 보다 적극적인 기술개발 및 상용화 노력이 요구된다.

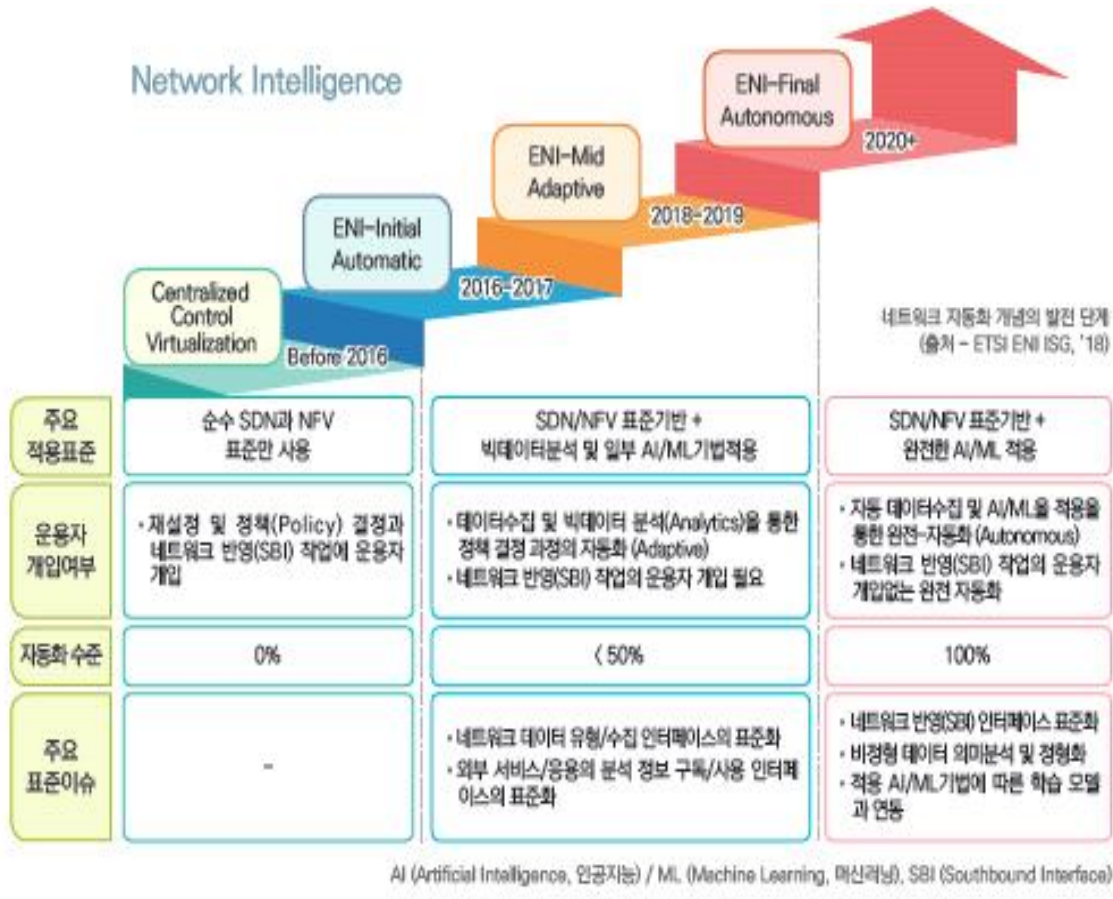
## 2 네트워크 지능화의 발전 단계

네트워크 지능화 기술의 표준화는 ETSI(유럽표준화기구) 산하의 산업규격개발그룹(ISG)으로 ZSM(Zero-touch network and Service Management), ENI(Experiential Network Intelligence) 등이 활동하고 있으며, ITU-T에서도 ML5G(Machine Learning for Future Networks including 5G) 그룹이 논의를 진행하고 있다.

ETSI ENI 표준화그룹에서 제안한 비전을 기반으로 네트워크 지능화의 발전 단계를 재해석하면 (그림 1)과 같이 정리될 수 있다. 네트워크 지능화는 2020년 전후로 표준 기반의 완전-자율화(Autonomous) 단계로 점진적으로 발전하여, 운용자의 개입 없는 완전한 네트워크 자동화의 개념이 네트워크상에 실현될 수 있을 것으로 예상된다. 현재 일부 적용 중인 네트워크 자동화 단계는 빅데이터 분석 및 비표준 방식의 AI·머신러닝 기술을 이용한 초기-자동화(Autonomic)나 중간-적응화(Adaptive) 단계로 볼 수 있다.



그림 1 네트워크 지능화의 발전 단계



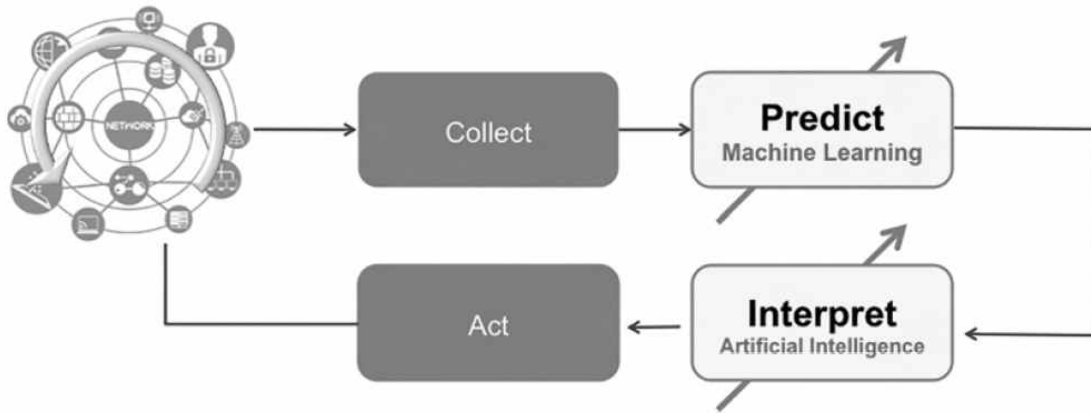
\* 출처: 네트워크 지능 기술, ETRI Insight 표준화동향, 2018. 11.

### 3 국·내외 기술 개발 및 산업 동향

#### 1. 네트워크 지능화 3대 요소 기술

네트워크 지능화 3대 요소 기술인 AI 기술, 클라우드·엣지 컴퓨팅 기술, 네트워크 가상화 기술(SDN/NFV)로 AI 기반 네트워크를 구현하기 위한 제반 환경이 마련되었다. 첫째 AI 기반 폐쇄형 반복 제어(Closed loop control) 기술로, 다양한 경로부터 데이터를 수집·분석하고, 분석된 내용을 기반으로 최적의 전략·행동·프로세스를 모델링함으로써 최적화, 사이버 위협 감지 및 차단, VNF 등 가상화 기능의 복구·이전 등 네트워크 자동화를 증진한다.

그림 2 closing loop system with AI



\* 출처: Artificial Intelligence for Autonomous Networks, Ed. by Mazin Gilbert, 2019

둘째 클라우드·엣지 컴퓨팅 가상화 기술로, 다수의 기능과 작업공간을 구현하고 가변적으로 컴퓨팅 자원을 할당하여 AI 플랫폼을 역할 및 용도에 맞게 집중형·분산형으로 배치할 수 있는 하드웨어 플랫폼을 제공한다. 셋째 NFV로 가상화된 서버에서 네트워크 기능을 가상화하여 구현하고, SDN으로 물리적 네트워크 요소와 가상화된 네트워크 요소들을 집중·일괄 제어할 수 있는 소프트웨어 기반 네트워크 환경을 구현한다.

## 2. 국내 기술 개발 및 산업 동향

SKT는 빅데이터 및 기계학습 방법론을 적용하여 5G SON(Self Organized Network)의 품질을 높이기 위한 솔루션을 개발하여, 공장 생산라인에 고화질 카메라 5G 네트워크와 AI를 접목해 제품의 결함여부를 신속히 확인하는 세계 최초 5G 상용 솔루션인 머신비전을 발표했다. AI 기반으로 품질을 최적화하는 네트워크 솔루션인 '탱고(TANGO)'를 MWC 2019에서 발표했다

KT는 AI 네트워크 운용 플랫폼 '뉴로플로우'를 기반으로 통신 장애를 분석해 원인을 찾고 신속한 복구를 지원하는 솔루션인 닥터로렌(Dr. Lauren)을 개발하여 기업고객 대상 네트워크·인프라 통합 관리 시스템인 올인비즈(All-in Biz) 시스템에 적용하고 망 등 전체 네트워크로 확대 적용하고 있다. 장애조치 방안 추천, 작업자 배치 자동화 등 운용업무와 네트워크 설계 및 투자에도 AI의 적용을 추진 중이다.

삼성전자는 AI를 이용한 root cause analysis 등의 기술을 보유한 Zhilabs 기업을 인수하여 5G 인프라 운용에 AI 적용을 시사했다. ETRI는 AI를 활용하여 다수의 통신매체를



이용한 최적의 네트워크 환경을 제공하는 AI 다중경로 최적화 기술을 개발했다. ETRI는 ETSI의 ENI 및 ZSM의 공식 회원기관으로 네트워크 슬라이싱 기술 기반 가상 네트워크 관리와 관련한 지능화 기술 표준화를 추진 중이다.

### 3. 국외 기술 개발 및 산업 동향

자율 네트워킹 연구는 2000년 중반부터 유럽을 중심으로 진행되어 왔으며, 2010년 이후, 클라우드, NFV, SDN 및 기계학습 기술의 발전에 따라서 미국, 유럽 및 중국에서 새로운 연구가 활성화되고 있다. 5G에서는 SON 기술 적용을 기본으로 하고 있으며, 현재 알고리즘 기반으로 자율 제어를 수행하는데 한계를 느끼고 머신러닝 방법을 도입하는 논의가 진행되고 있다.

미국은 통신사업자 및 장비사업자들이 보유한 데이터 및 노하우를 AI·기계학습 기반 시스템에 결합하는 연구들을 진행 중이다. AT&T는 자사가 보유하고 있는 망 운영 및 고객 서비스 데이터에 AI 방법론을 적용하여 네트워크의 hyper-automation을 실현하기 위한 연구를 추진 중이다. CISCO는 학계와 협력하여 SDN에 Network Analytics를 더한 개념인 KDN(Knowledge Defined Networking)을 정의하고, 암호화된 트래픽에서 악성코드를 탐지하는데 AI/ML 기술을 적용하고 있다.

유럽의 ETSI에서는 2018년 ZSM(Zero touch network & Service Management) ISG community 활동을 시작하여 NFV와 SDN환경에서 완전 자동화된 관리 및 운용에 관한 논의를 시작하였다. 도이치 텔레콤은 기업 고객으로부터 받는 질의에 대해 수작업으로 대응하던 작업 절차를 AI 기술을 적용하여 자동화 및 지능화 실행하고 있다.

중국은 장비사업자와 학계의 공동연구를 통해 SDN 상에서 AI 기반의 자동제어를 구현하는 것을 시도 중인데, Huawei는 2018년 클라우드, 빅데이터 및 AI와 같은 기술을 사용하여 예측 분석, 자동화 및 보안 위협 식별 기능을 제공하는, SDN에 지능을 더한다는 의미의 IDN(Intent-Driven Network Solution)을 출시했다. 차이나 모바일과 노키아는 에지 클라우드와 5G 서비스 분야 지능화를 위해 AI/ML 연구소를 공동 운영 중이다.

## 4 시사점

네트워크에 연결될 디바이스 및 이용자 수, 재정적 부담 능력, 네트워크의 규모와 복잡성 등을 고려하면, AI 기반 지능화된 네트워크는 대형 통신서비스 사업자, 클라우드 사업자 및 대기업을 중심으로 수요가 형성될 것이다. AI 기술 자체도 발전 중이고 AI 기술을

네트워크에 적용한 기간도 길지 않기에, 네트워크 지능화 R&D는 산학연 협력이 필요하고 선택과 집중을 한다면 글로벌 시장을 선도할 수 있다.

네트워크 지능화가 진전되면, 통신사업자망은 특정 벤더에 종속적인 하드웨어 장비 내 수동적인 방식의 운용·관리 기법을 탈피하여 AI 기반의 표준형 소프트웨어 운용 방식으로 전환되게 된다. 또한 다양한 정형·비정형 유형을 포함하는 다량의 데이터의 분석을 통해 네트워크 및 IT 자원의 상태를 항시 최적으로 유지하게 되어, 통신사업자들은 OPEX를 절감할 수 있고 새로운 신규 비즈니스의 발굴도 용이하게 될 것이다. 통신장비 내에 기능을 적용하는 기술은 R&D 역량에서 외국계 대형 제조사들과 직접 경쟁은 어려운 것으로 판단된다. 지능형 네트워크 응용 관리 분야에서는 국내 기술 수준이 글로벌 기준에 약간 앞서거나 대등한 상황이기에, 이 분야에 역량을 집중하는 것이 바람직하다.

초연결 사회에 필수적이며 문제 발생시 국가·사회에 치명적인 네트워크 인프라의 신뢰도 확보를 위한 네트워크 지능화 R&D에는 네트워크 운용 관련 데이터가 필수적이나 통신사들은 개방을 꺼리기에, 관련 데이터를 ETRI 같은 공적 연구기관에 정부가 위탁하거나 차선책으로 정부·지자체가 보유·운영하는 네트워크 운용 데이터를 수집하여 R&D용으로 개방하는 것도 고려해야 한다.

네트워크 지능화가 AI를 활용하여 네트워크의 효율화시키는 'AI for Network'의 개념이라면, AI의 전산업에의 확산을 원활하게 하기 위한 네트워크의 효율적 구성(Network for AI)도 중요한 이슈이다.

## ■ 참고문헌

- 민대홍 외 (2019.6.28.), 유선 네트워크 : 지능 및 광 네트워크 중심으로, Insight Report 2019-12.  
 신명기 외 (2019.4.1), 5G 네트워크 자동화 및 지능 기술 표준화 동향, 전자통신동향 분석 34권 2호.  
 HelloT (2018.4.5.), [IoT 네트워크 지능화 기술] 네트워크 머신러닝 적용 시도 활발.  
 ETRI 표준연구본부 (2018.11), 네트워크 지능 기술, ETRI Insight 표준화동향 2018-02.  
 ETRI 표준연구본부 (2019.8), ETRI Insight 표준화동향 2019-01 인공지능  
 KT 블로그 (2018.11.22.), 네트워크 문제! 인공지능(AI) 탑재 '닥터로렌'이 치료해드립니다.  
 OSIA (2018.12.4), 네트워크 자동화 및 지능화 기술 특집, S&TRJ-V31-N4.  
 TTA (2019.10), SMM2020-지능형 네트워크, ICT 표준화전략맵 Ver. 2020.  
 ZDNet Korea (2019.9.23.), SDN+AI, '지능 정의형 네트워크' 주목하라.  
 IDC (2018.12), Artificial Intelligence based Automation Evolution Framework, IDC Perspective.  
 Mawin Gilbert ed. (2019), Artificial Intelligence for Autonomous Network, CRC Press.  
 Mind Commerce (2018), Next Generation Networking for AI : Market Outlook 2018-2013.





[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 주요사업인 "ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 및 표준화 연구"를 통해 작성된 결과물입니다.

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



**ETRI** 한국전자통신연구원 미래전략연구소

34129 대전광역시 유성구 가정로 218  
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

