

중국 AI 네트워크 연구 현황

| 작 성 | KAIST 최준균 교수(jkchoi59@kaist.edu)

- 『AI Network Lab 인사이트』는 인공지능, 클라우드, 5G, 양자암호통신 등 4차 산업 혁명의 핵심인 지능정보기술과 네트워크 신기술에 대한 동향을 간략하고 심도 있게 분석한 보고서입니다.
- 본 연구보고서는 과학기술정보통신부의 방송통신발전기금조성사업, 한국정보화진흥원의 『초연결 지능형 연구개발망 구축·운영사업』의 연구과제 결과이며, 한국정보화진흥원, 한국능률협회에서 기획·발간합니다.
- 본 연구보고서의 내용의 무단 전재를 금하며, 가공·인용할 때는 반드시 출처를 『한국정보화진흥원(NIA)』 이라고 밝혀 주시기 바랍니다.

발행처 한국정보화진흥원

발행인 문용식

기획 한국정보화진흥원 지능형인프라본부 인프라기획팀

보고서 온라인 서비스 www.nia.or.kr



Contents

요약

(1) 중국 AI 네트워크 연구 현황 요약	4
-------------------------------	---

주요 내용

(1) 기존 네트워크의 문제점 및 새로운 네트워크 연구 필요성	6
(2) Compute First Networking 연구 동향	8
(3) In-Network Computing 연구 현황	10
(4) Yang 네트워크 모델 연구 동향	12
(5) 결론 및 향후계획	14

요약

- 최근에 인공 지능 기술이 본격적으로 네트워크에 탑재되는 상황에서 기존 네트워크의 구축 개념과 서비스 형태는 근본적으로 변화를 맞이하게 되었다. 본 고에서는 최근에 네트워크에 인공지능을 탑재하는 데 가장 선도적으로 연구를 진행하고 있는 중국의 AI 네트워크 연구 동향에 대하여 간략히 소개한다.
- 2019년 말 Cisco에서 Silicon One 이라는 칩세트를 공개를 하였는데 100 Gbps 및 400 Gbps 광이더넷 인터페이스를 가지고 최대 10 Tbps까지 처리가 가능한 라우팅 칩을 공개했다. 그 당시 Cisco는 이는 NPU (Neural Processing Unit)이라는 인공지능 처리가 가능한 통신사업자용 라우터로 사용할 수 있는 최초의 칩 세트라고 소개했다. 관련하여 중국 네트워크 업계에서는 중국에서는 Cisco를 능가하는 인공지능과 스위칭 기능이 결합된 새로운 네트워크 기술을 개발 중이고, 중국 3개 지역을 연결하는 테스트베드를 구축하여 실험 중에 있다고 IETF에서 발표하였다. 현재 약 3천명 이상의 전문 연구 인력이 네트워크에 인공지능 기술을 탑재하려는 연구를 진행 중인 것으로 추산한다.
- 중국은 네트워크에 지능을 탑재하기 위해 IETF와 ITU-T에서 관련 국제 표준화 활동을 사실상 주도하고 있다. 기술 개발 측면에서 Cisco의 차세대 스위칭 칩과 Nvidia에서 GPU가 결합된 것 같은 차세대 네트워크용 AI 칩을 개발 중이며, 현재 중국 내에 테스트베드를 구축하여 필드 시험을 진행 중인 것으로 보인다. 이러한 상황이 최근에 중국이 새로운 네트워크에 대한 표준화 작업을 하자고 ITU-T에 기고를 하여 많은 논란을 일으킨 이유이기도 하다.
- 따라서 KOREN 연구개발망에서도 네트워크에 인공 지능 기술을 도입을 할 수 있는 새로운 네트워크 인프라에 대한 연구와 테스트를 시작을 할 것을 기대한다.

- 참고로 전 세계적으로 네트워크 연구의 주 관심 대상의 변화는 다음과 같은 상황 변화에 기인한다. 지난 10 여 년 동안 클라우드 컴퓨팅 가격이 1/1000 이하 절감이 되었으며, 데이터 처리 비용도 1백만분의 1로 줄어들었다. 또한, 네트워크와 컴퓨팅 성능 측면에서 컴퓨터 저장 능력은 1000 배가 향상되었고, CPU 처리 능력도 200 배 이상 그리고 네트워크 전달 능력은 10 배 정도 향상되었다. 이러한 이유로 인해 네트워크를 설계함에 있어 물리적인 광케이블 선로를 포설하고, 무선 기지국을 설치하는 것을 제외하고, 스위치나 라우터에 메모리 용량을 증가시키는 것과 컴퓨팅 능력을 탑재하는 것은 거의 비용적인 고민을 할 필요가 없어졌기 때문이다.
- 즉, 과거에는 네트워크 비용이 만만하지 않아서 망을 이중화하거나 우회 경로를 구성하고, 장비를 이중하고, 폭주 제어등과 같은 네트워크 효율을 높이는 데 많은 노력을 했다면, 이제는 네트워크 장비 비용이 혁신적으로 줄어들었기 때문에 망 시설을 과도하고 over-provisioning을 하는 것에 대하여 별로 큰 관심을 둘 필요가 없어졌기 때문이다.
- 따라서 미래 네트워크 설계의 주요 관심이 망 효율보다는 고객이 단순 통신용 고객이 아니라 교통, 의료, 에너지, 환경 및 국방 등과 같은 산업 영역에서 네트워크 요구사항을 만족시키는 데로 이동을 하는 것이다. 또한, 그동안 네트워크 구축비용에 대한 관심이 줄어든 대신에 상대적으로 사람에 의한 운영관리 비용이 더욱 중요해지고 있는 것이다.
- 인간에 의존하던 네트워크 운영관리를 이제는 되도록 인공 지능 알고리즘을 써서 자동화를 통하여 혁신적으로 운영 관리 비용을 낮추기를 원하는 것이다. 또한, 새로운 수익창출을 위해서 교통, 에너지, 및 의료 산업 등과 같은 비 통신 산업에서 필요한 네트워크를 구축을 하는 데 인공 지능 기술을 적용하여 네트워크 비용을 혁신적으로 낮추는 것뿐만 아니라 고객의 서비스를 직접적으로 지원을 함으로써 새로운 수익 모델을 창출할 것을 기대하는 것이다.
- 인공 지능 기술이 네트워크에 탑재가 되면 앞으로 10 년 이내에 동일한 성능의 네트워크 비용은 약 1/1000 이하로 낮아질 것으로 예상된다. 그러나 100 억 개 이상의 IoT 기기와 산업용 원격 감시 및 제어 장치가 늘어나면서 전체적인 네트워크 수요는 크게 증가할 것이라는 것이다. 이는 네트워크 비용 부담의 주요 요인이 바뀌고 있는 상황에서 미래의 새로운 네트워크에 대한 요구사항이 근본적으로 다시 생각해야 할 시점이라는 것이다.

- 즉, 미래 새로운 네트워크가 구축이 되면 네트워크 성능은 최소한 100 배 이상 증가하면서 통신비용은 최소한 1/10 이하로 줄어들게 될 것이다. 그러나 전체적인 네트워크 트래픽 수요는 최소한 1000 배 이상 늘어날 것이기 때문에 이러한 새로운 시대변화에 맞추어서 네트워크를 고도화하는 노력은 단순히 정보통신 산업이 아니라 우리나라 전체 산업 경쟁력의 근본이 되기 때문에 우리나라도 중국처럼 국가차원에서 적극적인 대응을 해야 할 것이다.

중국 AI 네트워크 연구 동향

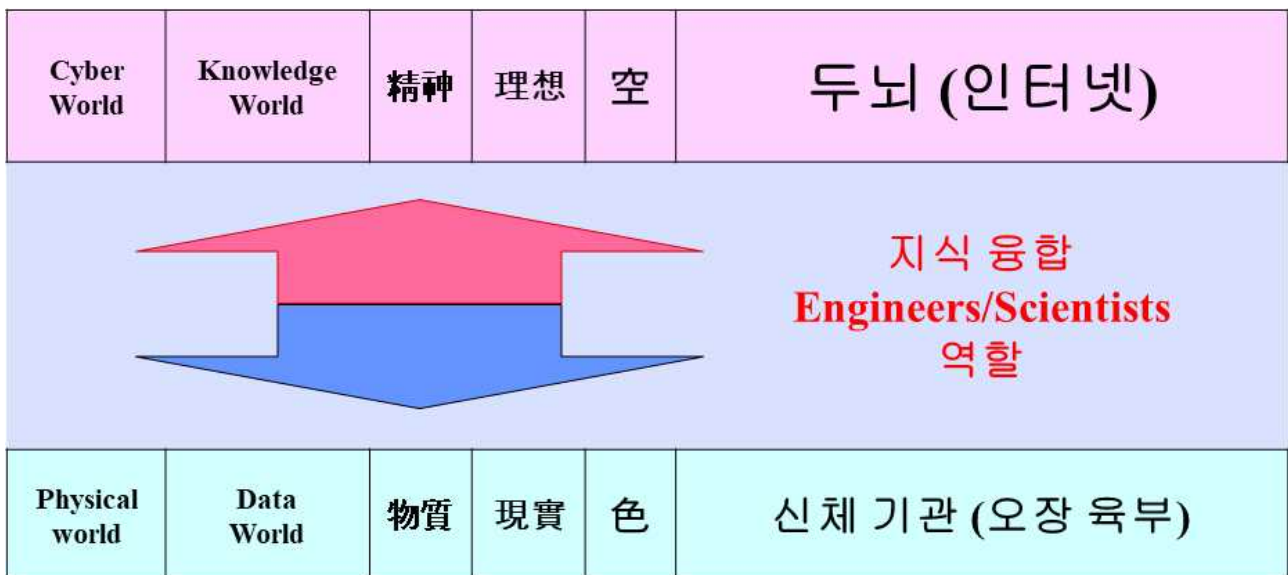
주요 내용

(1) 기존 네트워크의 문제점 및 새로운 네트워크 연구 필요성

- 중국의 네트워크 업계에게 가장 중요한 네트워크를 통하여 DDoS 공격이나 스팸 메일 등과 같은 비정상적인 트래픽에 대한 제어 구조가 현재와 같은 네트워크 구조에서는 효과적이지 않다고 생각한다. 특히, 광네트워크 위에 스위칭/라우터 망을 탑재하고, 그 위에 바이러스나 스팸 메일을 찾아내는 DPI (Deep Packet Inspection) 기능을 탑재하는 망구조에 근본적인 의문에서 시작되어, 현재와 같은 인터넷 망은 미래의 지식정보화 사회에 더 이상 적합하지 않으며 클라우드와 인공지능 기술을 탑재할 수 있는 장기적인 미래 망구조를 다시 정립하기 위한 연구가 진행되고 있다.
- 미래 네트워크의 설계 방향은 통신망 사업자 측면에서 망 성능이나 운영관리 효율 보다는 사용자 서비스 측면에서 개인 보안이나 악의적인 행위를 사전에 차단하는 것을 가장 우선시하고, 최신 인공지능 기술을 포함하여 수많은 응용 소프트웨어를 탑재할 수 있는 형태로 바뀌는 추세이다. 즉, 통신 사업이 아니라 미래의 지식 정보통신 인프라로서 네트워크를 요구하는 모든 산업 (교통, 의료, 교육, 에너지, 환경 및 국방 등)을 대상으로 사용자 측면의 다양한 데이터 유형과 지능형 소프트웨어를 수용할 수 있는 새로운 네트워크가 필요한 것이다.
- 참고로 지금까지 네트워크 사업자의 주 관심 대상이었던 트래픽 엔지니어링 기술과 망 구축 및 운영 기술에 대한 관심도가 많이 낮다. 예를 들면, 네트워크 가상화

기술이라 하더라도 망 사업자 측면의 네트워크 운영 효율을 높이기 위한 수단보다는 사용자 측면의 서비스 요구사항을 만족하는 것이 아니라면 많은 관심을 두지 않는다는 사실이다. 따라서 선로 이중화나 부하 분산 그리고 폭주 제어 등과 같은 망 운영관리 측면은 많은 관심의 대상이 아니고, 사용자의 서비스 측면에서 악의적인 행위 차단을 위해서 이상한 트래픽을 분리하거나 적절한 감시를 하고, 사이버 테러나 재난, 사고 등을 예방하기 위해서 수 ms 이내에 범인을 식별하고, 수천 페타플롭스 수준의 대량의 데이터 분석을 통하여 미연의 사고를 예방을 할 수 있는 고성능의 인공지능이 탑재된 네트워크에 대한 연구가 핵심이다.

- 미래 네트워크의 설계 방향은 개념 측면에서 (그림 1)로 설명할 수 있다. 사이버 세계는 인간의 두뇌와 비슷하며, 도시, 교통과 같은 물리 세계는 심장과 폐와 같은 인간의 오장 육부로 표현할 수 있다. 사이버 세계는 인간의 정신세계와 비슷하게 인간의 인지 능력과 학습을 통한 지식 세계이다. 인간의 오장육부에 해당하는 물리적인 생태계는 도시의 교통 신호등이나 공장의 각종 제어 장치처럼 운영 상황을 모니터링을 하고, 인간이 설계한 대로 동작한다. 이러한 사이버 물리 시스템 (Cyber Physical System)이 구축이 되면 자동차나 헬리콥터를 운전한 경험이 전혀 없어도 전문가의 운전 경험을 미리 탑재를 하면 누구나 10분만 배우면 바로 자동차나 비행기를 운전할 수 있는 시대가 온다.



(그림 1) 사이버 물리 생태계에 대한 철학적 개념

- 세계에서 가장 좋은 유무선 네트워크와 클라우드 시스템을 기반으로 지금까지 경

협해보지 못한 지능화된 사이버 물리 생태계를 구축하게 되면, 다가오는 미래에는 단순히 국가의 크기나 인구수가 중요한 것이 아니라 어떻게 사이버 지식 문명사회를 선도할 지에 대한 고민을 시작을 해야 할 것이다. 미래 지식 사회 생태계는 강력한 네트워크와 클라우드 컴퓨팅 인프라 위에 인공지능을 어떻게 탑재할 지가 가장 중요하다.

(2) Compute First Networking 연구 동향

- 중국 통신사업자와 중국 네트워크 업체를 중심으로 IETF/IRTF의 cfn (Compute First Networking) 및 coin (Computing in the Network) working group과 ITU-T 산하의 주요 Focus Group (FG NET-2030, FG-ML5G 등)에서 활발하게 활동 중이다.
- IETF와 함께 연구를 중심으로 활동을 하는 IRTF 연구그룹 중 Compute First Networking (CFN) 연구 그룹은 네트워크에 컴퓨팅 능력을 탑재하여 어떻게 인공지능 알고리즘을 적용할 지에 대한 관점에서 활동을 시작하였다.
- CFN 연구와 관련하여 중국에서는 China Mobile을 중심으로 네트워크 업체와 협력하여 최근에 중국의 3도시를 연결하는 3노드를 구성하여 1단계 테스트를 완료한 상태로 파악된다. 이는 최신 인공지능 기술을 새로운 네트워크 환경에서 실험한 최초 사례라고 판단할 수 있다. 이는 마치 기존 시속 300Km 수준의 고속 열차를 미국의 하이퍼루프를 능가하는 시속 1천Km 이상을 달릴 수 있는 초고속 열차로 전환하기 위해 최초 테스트베드를 구축했다고 생각할 수 있다.
- CFN의 초기 목표는 컴퓨팅 능력이 강화된 새로운 네트워크 구조를 설계할 때 필요한 기능에 대한 요구사항과 주요 기술을 파악하는 것이다. 즉, 네트워크에 인공지능 기술을 탑재할 경우 기존 네트워크에서 항상 문제가 되었던 이슈를 해결할 수 있는 지에 대한 검토로 연구가 시작되었다. 즉, 네트워크 장애를 대비하거나 특정 링크에 과부하를 대비한 부하 분산 문제가 특정 위치에 순간적인 폭주 제어나 라우팅 문제에 대하여 새로운 방식으로 테스트를 진행하는 것이다.
- 현재 서비스 중인 기존 운영하던 네트워크 서비스를 제공하기 위해서 종단 간 네트워크 연결과 멀티캐스트나 방송 트래픽을 수용하는 기능을 CFN 개념에서 기본적으로 확인하였다. 그러나 중국 네트워크 업계에서는 새로운 네트워크 테스트베드를 통하여 기존 망을 교체하는 것은 아직 기술적인 이슈가 완전히 해결되지 않

아서 별도의 새로운 네트워크를 구축해서 테스트하는 전략을 수립한 것으로 보인다. 이러한 관점에서 KOREN이 연구개발망으로서 중국과 비슷한 방식으로 미래 새로운 네트워크를 테스트를 할 필요가 있다.

- CFN에 대한 연구는 과거에 개념적으로만 연구된 content-centric networking (CCN) 기술 중에 Named data networking (NDN) 기술과 유사하다. 기존의 인터넷이 목적지 IP 주소로 라우팅을 하였다면, 테스트 중인 네트워크는 목적지를 인공지능으로 분석할 수 있는 어떠한 형태의 패킷도 (즉, IP 패킷이 아니라도) 라우팅을 할 수 있는 형태로 연구하고 있다. 예를 들면, 목적지가 IP 주소뿐만 아니라 URI/URL 형태나 web repository (사이버상의 기업체 명칭이나 서비스 명칭 등) 형식, ISSN/ISBN 번호, 기타 다양한 ID 수단을 포함하여 웹에서 사용하는 다양한 key word 검색 등과 같이 인공지능 알고리즘을 접목하여 목적지가 확인만 되면 데이터 전달이 가능한 방식이다.
- 중국에서 주도하는 CFN 연구가 중요한 것은 이론이 아니라 실질적인 실험을 하고 있다는 사실이다. 과거에 개념적으로만 연구하던 단계를 넘어서서 인공지능 알고리즘을 탑재하여 새로운 네트워크 실험을 했다는 것이다. 즉, Cisco가 2019년도에 발표한 Silicon One을 통하여 10 Tbps 급 스위칭 칩을 개발했다는 수준을 뛰어넘었다는 사실이다. 즉, 인공 지능 기술까지 탑재하면서 테라급으로 스위칭과 전송 실험을 완료했다는 데 의미가 있다.
- 이는 중국의 네트워크 기술 수준이 Cisco의 최고 스위칭 칩 전문가와 구글의 Tensorflow를 설계한 전문가가 공동으로 개발을 해야만 도달할 수 있는 수준으로 판단하며, 미국이 중국의 인공지능 네트워크 기술을 따라가려면 최소한 수 년 이상이 소요될 것이라는 전망이다. 미국의 최근에 5G 기술을 통하여 중국을 견제하려는 것은 사실상 5G 기술이 아니고, 미국을 능가하는 인공지능 네트워크 기술이라고 봐야한다.
- 더구나 인공 지능 기술을 5G 무선망의 채널 할당이나 핸드오버 등과 실시간 제어를 적용하는 것뿐만 아니라 기존 네트워크에서 라우팅이나 트래픽 제어 문제를 가장 효과적으로 해결할 수 있다. 더구나 교통, 의료, 에너지 등과 같은 타 산업에서 발생하는 다른 차원의 네트워크의 기술적 이슈를 근본적으로 해결할 수 있는 새로운 환경을 갖추었다는 것이다.
- 이는 미래 새로운 형태의 비즈니스 출현과 서비스 솔루션이 등장할 가능성이 있는

수천 가지 이상의 다양한 서비스 시나리오에 대한 실질적인 필드 실험을 지속적으로 진행하여 가장 빠른 시간 내에 마켓에 적용할 수 있다. 이는 국내 KOREN 연구 개발망이 어떠한 실험을 빨리 시작을 해야 하는지를 시사하는 바가 매우 크다고 하겠다.

- 최근에 ITU-T에서 새로운 네트워크를 설계하자는 중국 기고서가 TSAG 회의에서 많은 논란이 된 이유는 상기한 테라급 인공지능 네트워크 연구에 따른 결과이다. 중국은 현재의 인터넷이나 기존의 이동통신의 연장선상에 있는 5G 무선 통신 기술만으로는 미래의 지식 정보화 사회의 서비스 요구사항을 만족할 수 없다고 주장하는 것이다.

(3) In-Network Computing 연구 동향

- In-network computing은 IRTF의 COIN (Computing in the Network) working group과 ITU-T의 Focus Group에서 진행되고 있으며 중국과 독일이 가장 열심히 활동하고 있다. 이는 네트워크에서 데이터 전달 속도에 비하여 현격하게 떨어지는 컴퓨팅 처리 능력을 대규모의 병렬 처리 컴퓨팅 구조를 네트워크 스위칭/라우팅 구조와 직접 결합을 하면 네트워크 성능이 혁신적으로 향상시킬 것으로 기대하고 있다. 궁극적으로 인간의 지능 수준으로 테라급 라우팅을 할 수 있는 네트워크를 개발하기 위한 핵심 기술을 파악하려는 것이다.
- 이는 기존 네트워크 환경에서 광전송 채널을 통하여 전달된 데이터가 라우터로 입력되면 Optical/Electrical 신호 변환으로 인해 1/100 이하로 성능 저하가 일어나는 문제를 해결할 수도 있으며, 네트워크상에 병렬처리 컴퓨팅 기술이 본격적으로 적용하면 테라급 이상의 네트워킹 속도와 테라급 컴퓨팅 처리 능력을 달성하고자 하는 것이다.
- 그동안 네트워크 내부에 탑재된 각종 버퍼나 스토리지 장치는 입력되는 트래픽 속도, 라우팅 하는 속도와 마지막에 출력되는 트래픽 성능의 불일치 문제를 해결하고, 나아가 네트워크 전체의 부하 분산과 폭주 제어를 하도록 탑재하였다. 그러나 최근에 Cache나 CDN (Content Delivery Network)과 같은 네트워크상에 스토리지 장치는 단순히 트래픽 엔지니어링 측면만이 아니라 사용자의 트래픽 수요를 미리 예측을 하거나 반복된 행위를 할 때를 적절한 위치에 데이터를 미리 가져다 놓

는 것과 같은 지능적인 처리를 위한 목적으로 용도 변환을 하고 있다. 인공지능 기술을 도입한 물류센터와 마찬가지로 네트워크상의 스토리지는 컴퓨팅 기술과 결합 시에 인간의 행동 패턴과 비즈니스 상황을 미리 예측하고 대비할 수 있는 고도의 지능화된 네트워크가 될 수 있는 것이다. 마찬가지로 다양한 시스템 오류나 사고나 재난도 사전에 예측하여 전체적인 네트워크의 가용도와 신뢰를 획기적으로 개선할 수 있다.

- 이와 같이 중국의 최신 네트워크 연구 방향은 최근의 인공 지능 알고리즘은 대부분 대규모 병렬처리를 요구하기 때문에 인공지능 기술 탑재가 가능한 컴퓨팅 능력을 네트워크의 스위치나 라우터와 직접 결합을 할 수 있다고 생각한 것이다. 그러나 In-network Computing 기술은 아직 하둡이나 텐서플로우 같은 대규모 병렬처리 컴퓨팅 기술뿐만 아니라 크게 5가지 유형의 너무나 다양한 인공 지능 알고리즘이 처리하는 병렬처리 컴퓨팅 기술을 분산된 네트워크 환경에 바로 탑재하는 것은 아직도 많은 후속적인 연구가 필요하다. 이러한 사실이 중국에서도 수천 명의 전문 인력이 연구개발에 투입된 이유 중의 하나이다.
- 참고로, 최근에 Nvidia가 최근에 전 세계 4위 수준의 기업으로 등극한 이유는 memory 액세스 속도를 기존 CPU register 속도와 동등한 수준으로 올리고, 병렬처리 기술을 동시에 탑재한 GPU 칩을 출시하여 최신 인공 지능 알고리즘을 탑재하기에 가장 좋은 칩 솔루션을 보유하고 있기 때문이다. 일반적으로 CPU 성능을 높이기 위해 통상적으로 인텔처럼 CPU 코어 수를 늘려서 해결하려고 하였지만, Nvidia의 경우는 컴퓨터 내부에 register 형태의 메모리를 적용하여 ALU (Arithmetic Logic Unit) 로직을 동시에 수천 코어로 병렬 처리를 할 수 있는 GPU (Graphics Processing Unit) 기술을 통하여 성능을 혁신적으로 향상시켰다. 더구나 GPU의 병렬 처리 구조는 최신의 대부분 인공 지능 알고리즘의 처리 구조와 매우 유사하여 AI/ML (Artificial Intelligence/Machine Learning) 기술 분야에서는 Nvidia가 제시한 칩 솔루션이 가장 유리하다.
- 이러한 GPU의 성공 사례를 네트워크를 설계하는 데도 동일하게 적용하려고 시도한 것이 In-Network Computing의 핵심 개념이다. 이는 전통적인 네트워크는 종단 간에 일대일 통신이나 일대다 또는 멀티캐스트 통신망으로만 생각하던 개념을 깨고, 지리적으로 분산된 토폴로지를 갖는 네트워크를 대규모로 비정형화된 분산 컴퓨터로 생각을 할 수가 있고, 그 위에 인공지능 알고리즘까지 처리할 수 있는 대

량 분산 컴퓨팅 기술을 칩 레벨에서 탑재하려는 것이다.

- 이러한 새로운 네트워크 개념이 성공을 하면 네트워크는 더 이상 네트워크가 아니고 수십억 명의 인간과 수억 개의 기업과 수백만 개의 플랫폼이 필요로 하는 전세계에 어디나 퍼져있는 슈퍼컴퓨터라고 봐야한다. 각 개인이나 기업은 자체 대형 전산 서버나 네트워크 장비 없이도 간단한 스마트폰이나 스마트 패드만 가지고도 항상 바로 옆에 슈퍼컴퓨터를 사용하는 것과 같은 효과가 나타나는 것이다.
- 미국의 중국에 반도체 설계 기술까지 차단하려는 이유 중의 하나는 지능형 GPU 또는 NPU (Neural Processing Unit) 기술을 바로 네트워크상에 탑재를 하기 위한 노력을 차단하기 위한 것이다. GPU와 NPU로 대변되는 새로운 칩 설계 기술이 네트워크 기술과 결합이 되면 채널 이중화나 부하분산이나 폭주 제어와 같은 전통적인 네트워크 엔지니어링 문제는 더 이상 고민을 할 필요가 없고 동일한 비용으로 현재보다 최소한 1000 배 이상 빠른 새로운 네트워크를 만들 수 있기 때문이다. 더구나 이러한 In-Network Computing 기술은 단순히 컴퓨터와 통신 산업뿐만 아니라 미래 지능형 교통 및 스마트 그리드, 물류 산업 및 CPS (Cyber Physical System) 의 핵심이 될 것이라는 사실이다.

(4) Yang 네트워크 모델 연구 동향

- Yang 데이터 모델은 약 10 여 년 전에 IETF에 제안하여 작업이 시작이 되었으며 중국이 주도하고 있는 이러한 표준화 작업은 네트워크 장비의 설계와 운영관리 경험을 바탕으로 제안한 것이다. 이는 Web에서 RESTful (Representational State Transfer) 개념과 유사하다. 참고로 RESTful API는 웹을 통하여 어떠한 객체라도 가장 쉽게 제어할 수가 있어서, IoT 기기나 수억 개의 소프트웨어들이 RESTful API만 제공을 하면, 누구나 가장 단순한 방법으로 IoT 기기나 서버나 시스템을 제어할 수가 있고, 어떠한 소프트웨어도 mashup할 수 있으며, 어떠한 비즈니스 솔루션으로 syndication을 해서 상호 win-win을 할 수 있는 방안이다.
- 그동안 네트워크 사업자 폐쇄적으로 운영하던 네트워크 장비를 Yang 모델에 따라서 표현을 하면 상기한 RESTful 프로토콜의 강점을 모두 활용을 할 수 있다. 이러한 장점은 개발이나 운영관리가 아주 쉬워지는 반면에 누구나 네트워크 장비를 구성하여 자체적으로 망을 구축 및 운영을 할 수 있다는 사실이다. 즉, 통신사업자

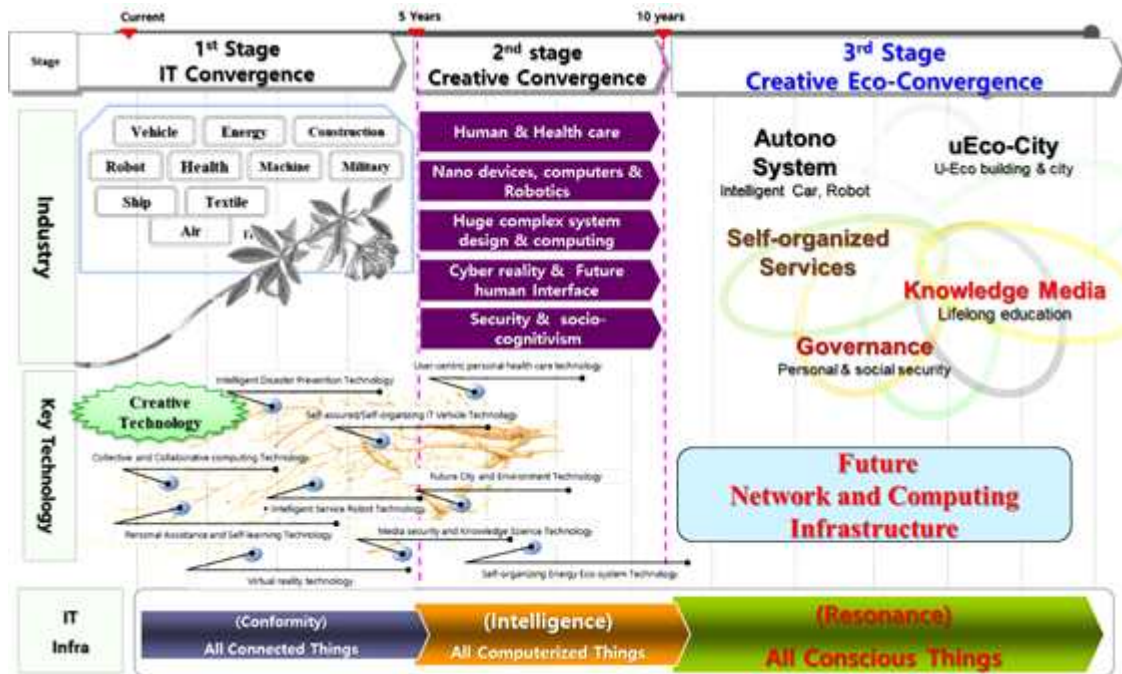
만이 소유하고 운영 관리하던 폐쇄된 환경이 없어지는 것이다.

- Yang 모델은 네트워크를 구성하는 모든 리소스는 XML이나 JSON 형태의 데이터 모델이 표현이 되면, 원격지에 손쉽게 해당 네트워크 장비의 운영 상태를 확인할 수가 있고, 필요한 제어를 할 수가 있다. 현재는 네트워크의 대부분 장비와 플랫폼 환경에 대하여 YANG 데이터 모델을 적용하는 표준이 완료되었으며 RFC가 수십 건의 RFC가 출간되었다.
- 이러한 Yang 모델이 중요한 이유는 전통적으로 네트워크 운영관리를 위해서는 TMN (Telecommunication Management Network) 개념의 SNMP (Simple Network Management Protocol)로 망 관리를 하는 방식이고, 망 운영관리자에게 모든 것을 의존하는 방식이었으며, 모든 네트워크 리소스는 망 운영관리자가 정한 MIB (Management Information Base)라는 형태로만 액세스가 가능하다. 그러나 YANG 모델을 적용하면 Web의 RESTful 개념으로 아주 간단하게 어떠한 망 장치도 동작되는 상태를 확인이 가능하고, 누구나 web을 통하여 운영관리를 할 수 있다.
- 이러한 YANG 모델이 중요한 이유는 네트워크 운영관리 환경에 인공 지능 알고리즘을 탑재하기 용이하기 때문이다. 마치 특정한 지역에 네트워크를 구성하는 수 천대 이상의 스위칭 및 라우터 장비를 포함하여 모든 네트워크 장비의 운영 상태를 모니터링을 하고, 인공지능 알고리즘을 사용하여 이를 제어할 수 있기 때문이다.
- 네트워크 운영관리 상황은 항상 주기적인 패턴이 나타나기 때문에 특정 지역이나 특정 장비에서 트래픽 폭주나 나거나 오류가 나면 그 다음 날도 비슷한 상황이 발생될 가능성이 높기 때문에 이러한 상황을 인공지능 알고리즘을 적용하면 아주 쉽게 해결할 수 있고, 더구나 시간이 지나면서 인공지능 알고리즘이 학습을 하게 되면 사람이 운영 관리하는 것보다 훨씬 더 효과적으로 네트워크 이상 상황에 대처할 수가 있으면, 인간의 개입이 없이 최적으로 네트워크를 운영을 할 수 있다/
- 결론적으로 YANG 데이터 모델이 중요한 이유는 기존에 복잡한 토폴로지나 다양한 네트워크 장비로 구성된 네트워크라고 하더라도 인공지능 알고리즘의 도움을 받아서 망 운영관리를 하기 위해서는 모든 네트워크 장치의 리소스가 YANG 모델로 표현되어야 하기 때문이다.
- 즉, YANG 모델은 상기한 CFN이나 In-network Computing 기술과 상호 보완적

이기 때문에 이러한 표준 모두를 중국이 주도한다는 것은 중국 정부 차원의 치밀한 전략적인 판단이 선행되었다고 생각할 수 있다.

(5) 결론 및 향후 계획

- 추측컨대 중국정부의 전략은 단순히 통신망에 인공지능을 탑재하는 것뿐만 아니라 도시에 운행되고 있는 자율주행차나 에너지를 공급하는 스마트 그리드 망에서 동일한 방식으로 인공지능 알고리즘을 탑재할 수 있다는 것이다. 나아가 미래의 국가 경쟁력을 가름하는 새로운 지표는 그 나라의 네트워크 인프라를 어떻게 구축하느냐에 달려있다는 사실이다.
- 더욱 공포스러운 사실은 중국에서는 수천 명의 박사급 연구 인력이 네트워크를 지능화하는 데 투입되어 있으며, 더구나 실질적인 환경에서 테스트베드를 구축하여 인공 지능 알고리즘을 필드에서 직접 시험하고 있다는 사실이다.
- 지구상에서 전 세계 70억 명의 사람이 동시에 사용하는 인간이 만든 가장 큰 시스템이 네트워크이다. 가장 운영하기가 어렵고 복잡한 네트워크를 인공 지능이 탑재된 네트워크로 전환한다는 것은 과거의 초가집에 살던 사람이 모든 편리한 기능이 탑재된 뉴욕에 100층짜리 호텔에 이사 간 듯한 느낌을 받게 된다.
- 더구나 네트워크에 인공 지능을 성공적으로 탑재를 하고나면, 자율주행 자동차 공장이나 물류 기업, 스마트 도시, 그리고 스마트 에너지를 공급하는 모든 인간의 생태계가 단계적으로 인공 지능 알고리즘을 탑재할 수 있는 환경으로 전환한다는 것이다.
- 따라서 중국에서 인공지능 네트워크를 새롭게 설계하려는 시도는 결코 단순히 네트워크 산업 자체에만 한정된 것이 아니라 모든 산업의 인프라를 인공 지능이 탑재된 환경으로 전환을 하는 출발점이라는 사실이다.
- 따라서 우리나라도 인공 지능 네트워크에 대한 연구를 조속하게 시작을 해야 할 것이며, 그 파급 효과는 단순히 네트워크 인프라에 그치지 않고, 교통, 의료, 에너지, 환경, 물류 및 국방 등 모든 산업에 인공 지능이 탑재된 새로운 미래 생태계를 만드는 것의 시작점이 될 것이라는 것이다.



(그림 2) 미래 지식 융합 산업 생태계 진화

- (그림 2)는 자동차, 에너지, 건설, 로봇, 의료, 건강, 국방, 항공, 선박 등 기존 산업들은 미래 네트워킹 인프라와 컴퓨팅 기술을 기반으로 혁신적인 기술 혁신을 통하여 새로운 지식 융합 생태계로 진화하는 모습을 전망한 것이다. 미래 생태계 모습을 Autono System (자동화 시스템), uEco-City (유비쿼터스 에코 도시), Self-Organized Service (자기 구성 서비스), Knowledge Media (지식 미디어) 및 Data Governance (데이터 거버넌스) 산업이라는 5가지 형태의 지식 융합 산업으로 재편될 것이라고 전망한다. 인간이 만든 각종 시스템이나 플랫폼 등이 1단계로 상호 연결을 시작하고, 2단계로 각 디바이스와 시스템에 인공지능 알고리즘이 탑재되며, 마지막으로 3단계에 이르면 각 디바이스나 시스템이 마치 인간처럼 학습과 경험을 축적하는 생태계가 된다. 자동화된 시스템이나 스마트 도시나 인공지능 소프트웨어 들은 인간 생태계와 유기적으로 협력하고 공감하면서 지식 융합 생태계로 진화한다는 것이다. 미래 지식 융합 생태계로 진화하기 위해서는 모든 물리적인 시스템과 사람들이 연결되어야 하고, 조그만 센서부터 대규모 클라우드 시스템까지 인공지능 알고리즘이 탑재될 수 있는 CPS 환경이 필수적이라는 사실이다.

- 현재 정부에서 추진하는 디지털 뉴딜 정책의 핵심도 모든 산업의 디지털화가 아니라 인공지능 화라고 생각하고 추진전략을 수립해야 할 것이다.

※ 시사점

- 기존 음성 및 이미지 처리에만 사용하던 인공지능 기술이 5G 무선 네트워크와 새로운 네트워크를 설계하는 데 본격적인 연구가 진행된다면, 현재 네트워크 대비 동일한 비용으로 최소 1000 배 이상 성능을 가지며, 인간의 삶과 비즈니스를 바로 옆에서 도와주는 개인 비서와 같은 네트워크를 갖게 되는 것이다.
- 또한, 네트워크 장비를 JSON이나 XML같은 기본적인 YANG 데이터 표준이 적용되면 구글이 공개한 TPU (Tensor Processing Unit) 3.0 이상의 지능을 네트워크에 탑재할 수 있다.
- 이러한 새로운 네트워크 개념은 전통적인 네트워크 구조와 프로토콜 체계를 와해시킬 것이며, 교통, 의료, 에너지, 환경, 물류 및 국방 생태계에 인공지능을 도입하여 인간이 지금까지 겪어 보지 못한 새로운 미래 지식 생태계를 맞이할 준비를 해야 할 것이다.
- 가장 중요한 것이 중국은 이러한 새로운 네트워크를 실질적인 비즈니스 현장에 투입하기 직전에 최종 실험 중에 있다는 사실이다.