ETRI Insight

Insight Report 2019-12

유선 네트워크

: 지능 및 광 네트워크 중심으로

민대홍 · 신용희 · 안지영

본 보고서는 ETRI 기술경제연구본부 주요사업인 "ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 연구"의 결과물입니다.

ETRI Insight

Contents

표목차

표목차

그림목차

요 약

유선 네트워크 장비 시장

■ (현황) 전체 유선 네트워크 장비시장의 연평균 성장률은 2%대를 기록하고 있어 시장 성장은 매우 둔화되어 있는데, 이는 통신사용 장비 시장의 성장(CAGR 4%)에 비해 저조한 기업용 장비 시장의 성장(CAGR 1% 미만)에 기인

■ (통신사용 장비 경쟁 상황) 상위 4개 글로벌 대형 벤더가 전 세계 유선 네트워크 장비 시장의 52%가량을 점유(화웨이 25.5%, 시스코 13.2%, 노키아 13.1%, ZTE 7.1%)를 차지고 있는 독점적 경쟁으로, 시장 구도가 고착화

■ (기업용 장비 경쟁 상황) 기업용 장비 시장 역시 통신사용 장비 시장과 마찬가지로 글로벌 상위 4개 글로벌 벤더가 시장의 59%가량을 점유(시스코 40.9%, 화웨이 5.2%, HPE 5.4%, H3C 4.3%)하고 있는 독점적 경쟁시장을 형성

서비스 친화형 Agile, 초연결 Brain-ware

[SDN/NFV]

■ (SDN 시장 현황) 새로운 네트워크 아키텍처인 SDN의 세계 시장은 2017년부터 연평균 36%의 고성장을 통해 2022년 311억 달러 규모에 이를 것으로 전망되며, 세부적 시장으로는 기업용 SD-LAN시장이 가장 큰 시장을 형성할 것으로 보이며전망되며, 성장률 관점에서는 WDM과 SD-WAN이 크게 성장할 전망

■ (NFV 시장 현황) NFV 세계 시장 규모는 2022년 기준 202억 달러에 이를 전망(CAGR 26%)으로, NFV의 물리적 인프라(서버, 스토리지, 스위치)장비는 시장의 16~19%, 가상화 기능을 수행하는 소프트웨어는 시장의 81~87%를 차지할 전망

■ (경쟁 상황) 시장경쟁 상황에 대한 자료는 기업용 SDN 시장만 집계되고 있는데, 기업용 SDN 시장은 white box를 제외할 경우 상위 5개 벤더가 68%의 시장 점유율(시스코 23%, 아리스타 17%, VMWare 12%, 화웨이 8%, HPE 8%)을 차지하고 있는 독점적 경쟁시장이며, 오픈 하드웨어인 white box의 점유율은 하락 중

[네트워크 슬라이싱]

- 수요자의 요구에 따라 논리적인 네트워크를 구성하여 네트워크 서비스를 제공하는 네트워크 슬라이싱 시장규모는 2024년 197억 달러(중립적 전망 기준)에 이를 것으로 보이며, vertical 산업별로는 제조업 분야에서 전체 수요의 50%가 발생할 전망

[인공지능 기반 네트워크]

- (자율네트워크의 단계별 진화) 자율네트워크는 자율주행자동차와 유사하게 자동화 수준에 따라 (0단계) Manual Networks > (1단계) Automated Networks > (2단계) Fine Gained Monitorization > (3단계) Analytics > (4단계) Autonomous Process > (5단계) Self-Driving Networks로 단계적인 진화가 예상
- (시장 규모) 하드웨어와 소프트웨어를 모두 합친 솔루션 시장은 2023년 약 58억 달러에 이를 것으로 보이며, 연평균 성장률은 82%로 고도성장이 예상되고 있음

5G Enabler로서 Seamless한 Infra-ware

[Mobile Fronthaul/Backhaul]

- (시장 현황) 기지국의 RU(Radio Unit)와 DU(Digital Unit)를 연결하는 fronthaul과 기지국과 Mobile Core를 연결하는 backhaul 시장은 2022년 134억 달러 규모 전망
- (경쟁 현황) 모바일 fronthaul 시장은 시장 초기로 업체별 현황 자료가 집계되고 있지는 않으나, backhaul 시장은 상위 5개 벤더가 시장의 80%가량(화웨이 29.6%, 노키아 19.8%, 시스코 14.2%, ZTE11.0%, 주니퍼 5.6%)을 점유

[DAS]

- (시장 현황) 세계 시장 규모는 2023년 96억 달러에 이를 것으로 전망되며, 연평균 16.6%의 성장이 예상되는데, 특히 능동형 DAS가 시장규모와 성장을 주도할 전망
- (경쟁 현황) DAS시장의 1위사업자는 CommScope사로 전체 시장의 27.7%를 차지하고 있으며, 상위 5개 벤더가 전 세계 시장의 63%를 차지, 국내 벤더인 SOLiD가 1.18억 달러의 실적을 기록하며 6.8%의 시장을 점유

[PON]

- (시장 현황) 광케이블을 통해 최종 사용자에게 신호를 전달하는 PON장비 세계 시장은 2018년부터 연평균 13.2%로 성장하여 2023년 161억 달러 규모에 이를 것으로 예상되는데, 이러한 성장은 OLT(Optical Line Terminal) 장비가 견인할 것으로 예상되며 속도별로는 100G급 제품이 높은 비중을 차지할 전망
- (경쟁 현황) 전 세계 PON 시장은 중국계 기업(화웨이, ZTE)이 전체 시장의 65.5%를 차지하고 있는데, 특히 아태지역은 두 업체가 시장의 대부분을 차지

[Optical Transceiver]

- (시장 현황) 광전송 시스템 및 장비에서 전기신호↔광신호 변환 및 송수신 기능을 담당하는 optical transceiver 시장은 2017년부터 연평균 14.5%의 성장을 통해 2022년 83억 달러 규모에 이를 전망이며, 특히 DataCom의 수요가 많을 것으로 예상, 속도별로는 DataCom은 100G급, Telecom은 200G/400G급 수요가 증가할 전망
- (경쟁 현황) 전 세계 시장에서 1위 벤더는 Finisar로 시장 점유율 17.2%를 차지하고 있으며, 상위 5개 벤더의 점유율이 37%로 완전경쟁 구조를 취함

4차 산업혁명 대응 데이터 기반 Knowledge-ware

[클라우드 & 엣지 컴퓨팅]

- (개념 및 네트워크에서의 역할) 중앙 집중식 컴퓨팅 자원 공유모델인 클라우드 컴퓨팅과 분산형 모델인 엣지 컴퓨팅은 네트워크 가상화 및 슬라이싱뿐만 아니라 AI 기반 자율 네트워크의 물리적 인프라 기반을 제공
- (서비스 시장 현황) 클라우드 컴퓨팅 시장은 2017년부터 연평균 20%의 성장을 통해 2022년 3,244억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 보이며, 엣지 컴퓨팅은 2018년부터 연평균 40%의 성장으로 2022년 49억 달러 규모의 시장을 형성할 전망
- (인프라 시장 현황) 클라우드 하드웨어 인프라는 2017년부터 6.6%의 성장을 통해 2022년 1,538억 달러의 규모를 형성할 것으로 전망되며, 소프트웨어 인프라는 연평균 17.8%로 성장하여 2022년 195억 달러 규모에 달할 것으로 예상

[Data Center Network]

- (데이터 센터내 네트워크) 데이터 센터 내 서버간 통신을 위한 데이터 센터내 네트워크의 장비 시장은 2018년부터 연평균 6.7%의 성장으로 2023년 약 203억 규모의 시장을 형성할 전망
- (데이터 센터간 네트워크) 데이터센터 연결을 위한 네트워크 장비시장은 2018년부터 연평균 12.1%의 성장을 통해 2023년 53억 달러 규모의 시장을 형성할 전망
- (경쟁 현황) 데이터 센터내 네트워크는 1위 벤더 Cisco(35.6%)를 포함한 상위 5개 벤더가 전 세계 시장의 68%가량을 차지하고 있으며, 데이터 센터간 네트워크는 1위 Ciena(28.2%)를 포함하여 상위 5개사가 전 세계 시장의 84%를 차지

[Safe 인프라]

- (시장 현황) 네트워크를 통한 정보의 송수신 과정에서 발생할 수 있는 위변조 및 유출, 외부 침입 방지를 위한 Safe 인프라(네트워크 보안 및 보안 취약관리)의 전 세계 시장규모는 2017년부터 연평균 10%로 성장하여 2022년 320억 달러에 이를 전망
- (경쟁 현황) 네트워크 보안 부문에서는 1위 벤더인 Cisco(16.4%)를 포함하여 상위 5개 벤더가 전 세계시장의 55%를 점유하고 있으며, 보안 취약관리 분야는 1위 벤더인 IBM(12.4%)을 포함하여 상위 5개 벤더가 전 세계 시장의 35.3%를 점유

결론

- 네트워크의 진화를 촉발하는 주요 driver는 Digital Transformation으로 인한 massive connectivity와 트래픽의 폭증임
- Massive Connectivity와 Traffic Big Bang으로 인하여 발생하고 있는 Network Transformation이 지향하는 산업적 가치는 다음과 같음
  - ① 시공의 한계를 극복할 수 있는 네트워크
  - ② vertical 산업 맞춤형 서비스
  - ③ Operational Agility와 Intelligent Automation의 실현
  - ④ 무결성 보안이 가능한 Security Aware Network의 실현

I 서 론

1 배경 및 목적

■ (Digital Transformation) ICT 기술이 고도화되어 전 산업 및 사회에 활용되는 Digital Transformation이 진전되면서 ICT 기술은 보편적 기술로 자리매김

- 일반 가정에서부터 산업 현장 및 공공부문에 이르는 모든 분야가 ICT와 결합하는 Digital Transformation으로 ICT는 필수 보편적 기술로 내재화될 전망
- Digital Transformation은 非ICT와 ICT가 결합하여 정보를 생성·축적하고, 이들 정보로 만들어지는 산업 도메인별 지능과 자동화 시스템을 이용하여 산업 및 사회의 효율성을 높이는 데 궁극적인 목적이 있음

■ (지능정보사회 연결 인프라) 네트워크는 Digital Transformation 주체를 연결하는 물리적 루트를 제공하여 지능정보사회 구현의 중추적 인프라로서의 기능을 수행

- 단편적·파편적으로 존재하는 정보를 체계화하고, 체계화된 정보를 통해 지능을 형성할 수 있도록 각 주체를 연결하는 인프라로의 기능을 네트워크가 수행
- 또한, 최종 이용자가 ICT기술로 원하는 신호·정보 및 콘텐츠를 원격지에서도 최적으로 전달받을 수 있도록 물리적 루트를 제공해주는 기능을 수행

■ (보고서의 목적) Digital Transformation 및 지능정보사회 환경에 대응하기 위해 유선 네트워크는 아래의 세 가지 방향으로 혁신이 나타나고 있는바, 본 보고서는 이러한 혁신의 과정에서 발생하는 관련 시장의 변화와 시장 기회를 살피고자 함

- ① 초광대역·초저지연화 : 수많은 정보와 데이터를 빠르고 지연없이 전달할 수 있는 광 네트워크 기술을 중심으로 활용범위 확대 및 기술 고도화가 진행
- ② 네트워크의 지능화 : time-to-market을 단축하고 비용 효율적인 관리·제어가 가능한 소프트웨어 기반의 기능형 네트워크 기술의 중요성이 높아짐
- ③ 무결성 네트워크 : 네트워크 내외부의 침입과 공격이 불가능한 무결성 네트워크 구현을 위한 네트워크 보안의 강화

2 구성 및 범위

■ 본 보고서는 ICT 환경변화에 따른 트래픽의 변화 양상과 유형을 살피고, 이러한 변화 양상이 네트워크에 어떠한 요구 사항을 발생시키고, 진화 양상은 어떠한지 살펴봄

- 디바이스/매체별 트래픽 발생량, 사용하는 서비스별 트래픽 유형, vertical 산업별 트래픽 분석을 통해 네트워크 환경의 특징을 파악하고, 이러한 환경적 특징이 네트워크 진화에 미치는 영향을 분석 및 트렌드와 역할을 유형화

■ 유선 네트워크의 진화는 광네트워크 도메인과 지능/신뢰 네트워크 도메인을 중심으로 이루어지고 있는바, 이들 도메인은 역할과 기능 및 트래픽 트렌드에 따른 역할 따라 Brain-ware, Infra-ware, Knowledge-ware로 구분하여 분석

- Brain-ware : 복잡한 네트워크를 효율적으로 제어·운영하고, 네트워크의 안정성을 담보하기 위한 지능 및 신뢰 네트워크와 관련된 시장
- Infra-ware : 물리적 장비의 고대역폭과 속도, 저지연성을 강화하기 위한 광 네트워크 기술이 적용된 네트워크 분야
- Knowledge-ware : Cloud Native 기술과 소프트웨어 기반의 지능형 네트워크를 구현하도록 하는 물리적 인프라(클라우드/엣지컴퓨팅)와 관련된 분야

(그림-1) 도메인 분석의 범위

	Brain-ware	Infra-ware	Knowledge-ware
관련 도메인	지능/신뢰 네트워크	광네트워크	지능/신뢰 네트워크
관련 세부시장	SDN/NFV 네트워크 슬라이싱 인공지능기반 네트워크	모바일 프론트홀/백홀 DAS PON Optical Transceiver	클라우드/엣지컴퓨팅 데이터센터 네트워크 Safe Infra
특 징	네트워크의 효율적 제어 및 관제	초고속/초지지연 대응	지능 형성 및 보호를 위한 인프라

Ⅱ 트래픽 트렌드에 따른 네트워크 역할

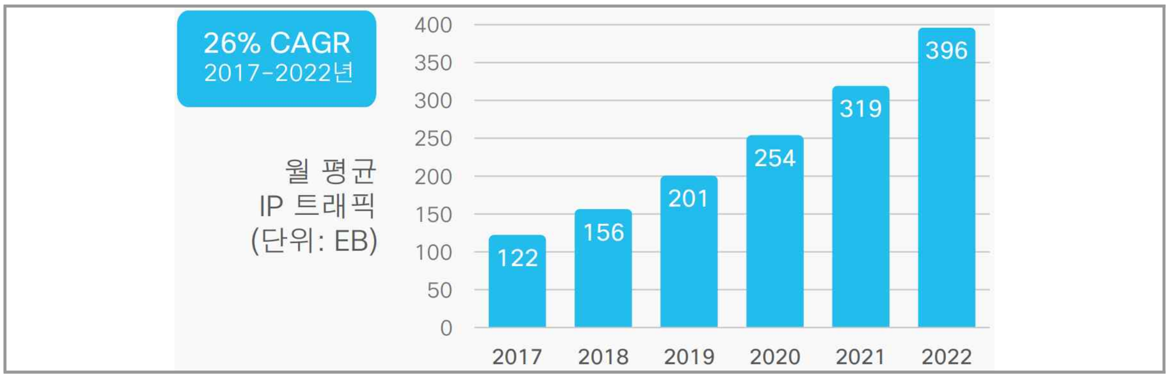
1 전 세계 IP 트래픽 개황

가. 전체 IP 트래픽 관점

■ 2017년에 월평균 122EB였던 전체 IP 트래픽은 5년간 연평균성장률 26%를 보이며 2022년에 월평균 396EB로 증가할 것으로 전망

- 1초당 발생하는 전체 IP 트래픽은 1992년 1MB에 불과하였으나, 30년 경과한 2022년에는 1억5천만 배가 증가한 151TB가 될 것으로 전망

(그림-2) 전 세계 IP 트래픽 전망



* 출처 : 'Cisco VNI, 2019'를 참조하여 단위 변화 및 참고 내용 추가

< 표-1 > 전 세계 초당 발생 IP 트래픽 전망

년도	트래픽/초	전년대비
1992	1MB	-
1997	28MB	⊗ 28
2002	100GB	⊗ 3570
2007	2TB	⊗ 200
2017	47TB	⊗ 23
2022	151TB	⊗ 3

* 출처 : 'Cisco VNI, 2019'를 참조하여 단위 변화 및 참고 내용 추가

■ 2022년에 예상되는 소비자 IP 트래픽은 월평균 333EB이고, 비즈니스 IP 트래픽은 월평균 63EB에 달할 것으로 전망되는 가운데, 무선인터넷 즉 모바일 데이터가 가장 높은 증가세를 보이고 있음

< 표-2 > 용도별 및 유형별 글로벌 IP 트래픽 전망, 2017~2022

<table>
<tr><th colspan="3">구분 \ 년도</th><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th><th>2020</th><th>2021</th><th>2022</th><th>CAGR</th></tr>
<tr><td colspan="3">전체 IP 트래픽(EB/월)</td><td>122</td><td>156</td><td>201</td><td>254</td><td>320</td><td>396</td><td>26%</td></tr>
<tr><td rowspan="10">소비자</td><td rowspan="6">인터넷</td><td rowspan="2">유선</td><td>67</td><td>86</td><td>111</td><td>141</td><td>179</td><td>225</td><td>27%</td></tr>
<tr><td>54.7%</td><td>55.0%</td><td>55.3%</td><td>55.5%</td><td>56.0%</td><td>56.8%</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">무선</td><td>10</td><td>16</td><td>25</td><td>36</td><td>50</td><td>68</td><td>47%</td></tr>
<tr><td>8.2%</td><td>10.2%</td><td>12.4%</td><td>14.2%</td><td>15.6%</td><td>17.2%</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">소계</td><td>77</td><td>102</td><td>136</td><td>177</td><td>229</td><td>293</td><td>31%</td></tr>
<tr><td>62.9%</td><td>65.3%</td><td>67.7%</td><td>69.7%</td><td>71.6%</td><td>73.9%</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Managed IP</td><td>23</td><td>27</td><td>31</td><td>35</td><td>39</td><td>40</td><td>12%</td></tr>
<tr><td>18.8%</td><td>17.3%</td><td>15.4%</td><td>13.8%</td><td>12.2%</td><td>10.1%</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">합계</td><td>100</td><td>129</td><td>167</td><td>212</td><td>268</td><td>333</td><td>27%</td></tr>
<tr><td>81.7%</td><td>82.5%</td><td>83.2%</td><td>83.5%</td><td>83.8%</td><td>84.0%</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="10">비즈니스</td><td rowspan="6">인터넷</td><td rowspan="2">유선</td><td>17</td><td>21</td><td>26</td><td>32</td><td>40</td><td>49</td><td>23%</td></tr>
<tr><td>14.1%</td><td>13.4%</td><td>12.9%</td><td>12.7%</td><td>12.4%</td><td>12.3%</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">무선</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td>42%</td></tr>
<tr><td>1.3%</td><td>1.6%</td><td>1.8%</td><td>2.0%</td><td>2.2%</td><td>2.3%</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">소계</td><td>19</td><td>23</td><td>30</td><td>37</td><td>47</td><td>58</td><td>25%</td></tr>
<tr><td>15.4%</td><td>15.0%</td><td>14.7%</td><td>14.7%</td><td>14.6%</td><td>14.6%</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Managed IP</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>8%</td></tr>
<tr><td>2.9%</td><td>2.5%</td><td>2.1%</td><td>1.8%</td><td>1.6%</td><td>1.3%</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">합계</td><td>22</td><td>27</td><td>34</td><td>42</td><td>52</td><td>63</td><td>23%</td></tr>
<tr><td>18.3%</td><td>17.5%</td><td>16.8%</td><td>16.5%</td><td>16.2%</td><td>16.0%</td><td>-</td></tr>
</table>

* 출처 : 'Cisco VNI, 2019'를 참조하여 재구성 및 비중 추가

나. 애플리케이션별 IP 트래픽 관점

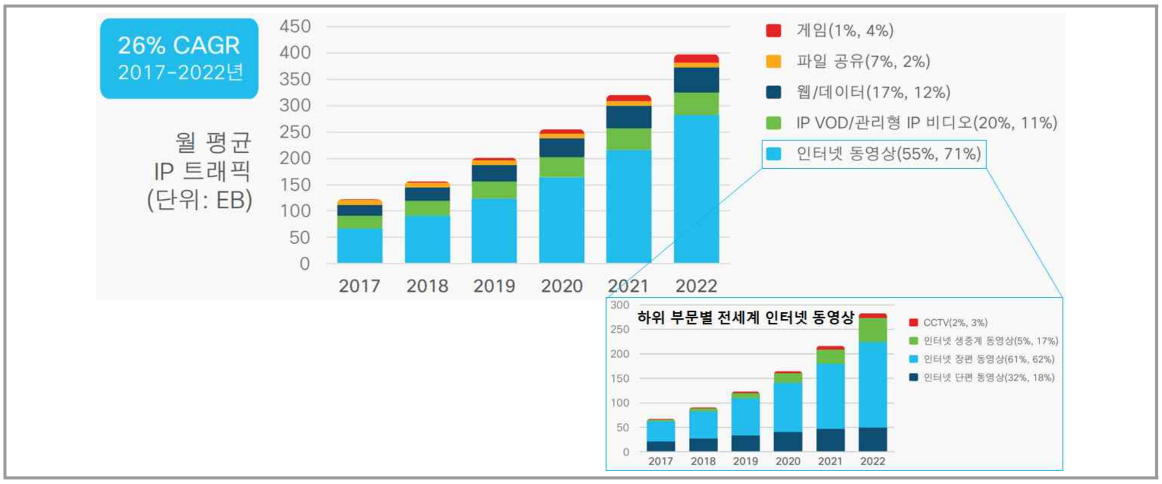
■ 인터넷 동영상, IP VoD, 파일 공유 방식으로 교환되는 동영상 파일, 동영상 스트리밍 방식 게임, 화상 회의를 비롯한 모든 형태의 IP 동영상이 전체 IP 트래픽의 80~90% 수준을 유지

■ 인터넷 동영상 트래픽에서 인터넷 생중계 동영상이 전통적인 TV 시청 방식을 대체하면서 대량의 트래픽을 유발하고, 클라우드 기반 스트리밍으로 인한 CCTV 트래픽 증가도 주목

■ IP트래픽의 Up-Stream vs Down-Stream 비대칭 구조는 아래의 사항이 진행될 때 대칭적 구조로 진화할 수 있고, 점차 Up-Stream에 대한 요구가 많아질 것으로 예상

- P2P를 통한 생중계 동영상 스트리밍 제공(예; 중국 PPStream, PPLive) 보편화
- PC 간 영상 통화, 모바일 영상 통화 등 고품질 화상 통신이 증가하거나, 원격 화상 회의, 원격 의료, 컴퓨터 비전 기반 인공지능 서비스 등의 확산

(그림-3) 애플리케이션별 전 세계 IP 트래픽

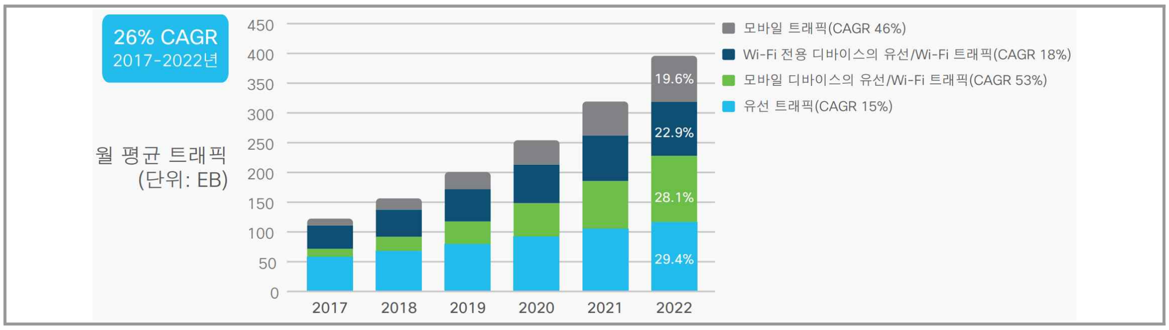


* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)
주) 수치(%)는 2017년과 2022년의 디바이스 점유율

다. 매체별 IP 트래픽 관점

■ 2017년 전체 IP 트래픽에서 유선 48%, Wi-Fi 43%, 모바일 또는 무선통신 9%의 비중을 차지했으나, 2022년에는 유선 29%, Wi-Fi 및 모바일 71%를 차지할 것으로 전망

(그림-4) 매체(유선, 무선, Wi-Fi)별 전 세계 IP 트래픽



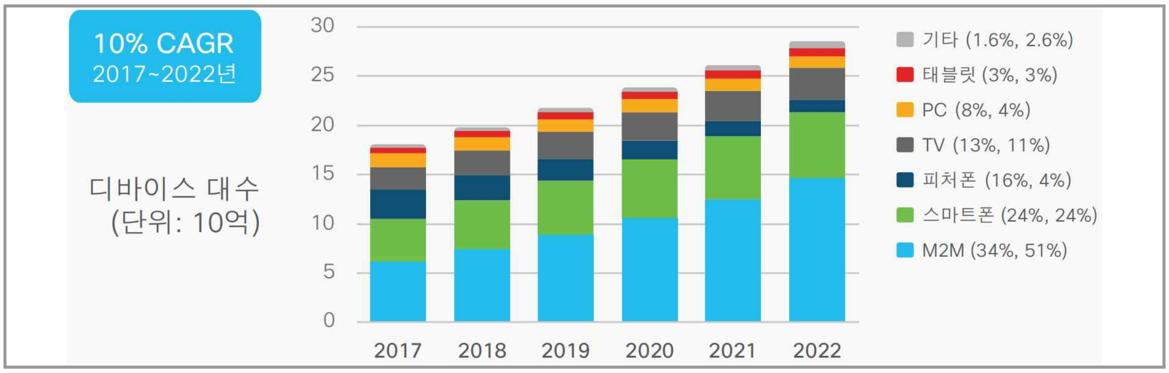
* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

라. 디바이스별 IP 트래픽 관점

■ 전 세계 디바이스 회선수가 인구(CAGR 1%) 및 인터넷 사용자(CAGR 7%)보다 빠른 속도로 증가(CAGR 10%)하고 있고, M2M의 다양한 활용(예: 스마트 미터, CCTV, 의료 모니터링, 수송 및 포장, 자산 추적)이 급속한 증가의 주요 원인

※ M2M 회선은 2017년~2022년 동안 가장 급격하게 상승(CAGR 19%)하여, 2.4배 (146억개) 가까이 증가할 것으로 예상되고, 2022년 전체 디바이스 회선의 51%를 차지

(그림-5) 전 세계 디바이스 및 회선 증가

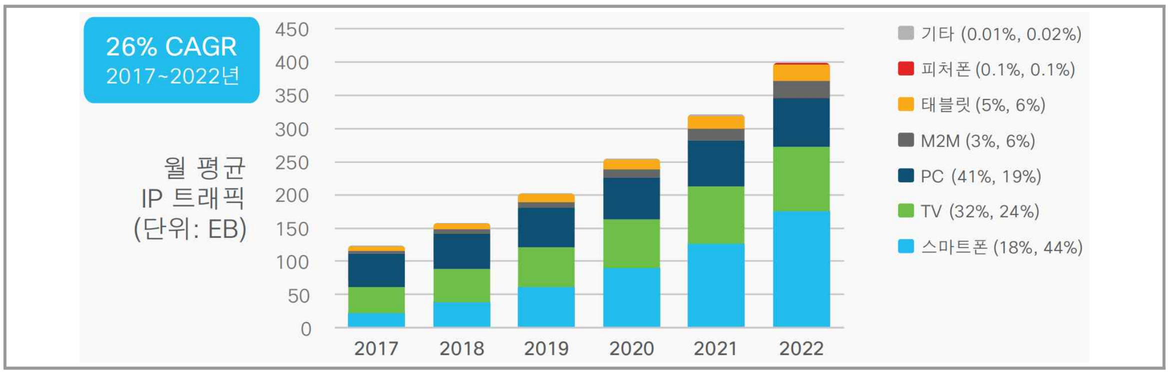


* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

■ 2017년 IP 트래픽 중 59%가 PC 이외의 디바이스에서 발생했으나, 2022년에는 IP 트래픽의 81%가 PC 이외의 디바이스에서 발생할 것으로 예상

■ M2M의 경우, 2022년 기준 디바이스 회선수는 51%에 달하지만, IP 트래픽은 6%에 불과(Massive Devices, Tiny Traffic → 다양한 형태의 접속 요구 발생)

(그림-6) 디바이스별 전 세계 IP 트래픽



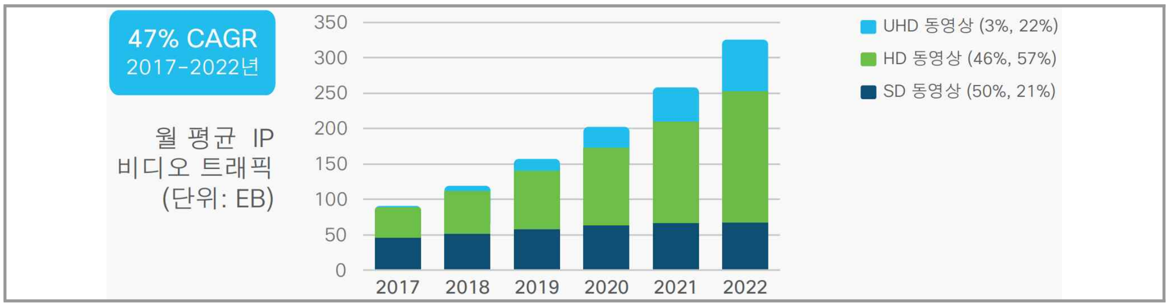
* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)
주) 수치(%)는 2017년과 2022년의 디바이스 점유율

2 주요 트렌드별 IP 트래픽

가. 고화질 동영상 중심 대용량 트래픽의 지속적 증가

■ 2022년 HD급 VoD, UHD(4K)급 VoD 각각 전 세계 IP 비디오 트래픽의 57% 및 22%를 차지하여 HD급 이상의 트래픽이 약 80%에 달할 것으로 전망

(그림-7) 전 세계 UHD IP 비디오 트래픽



* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

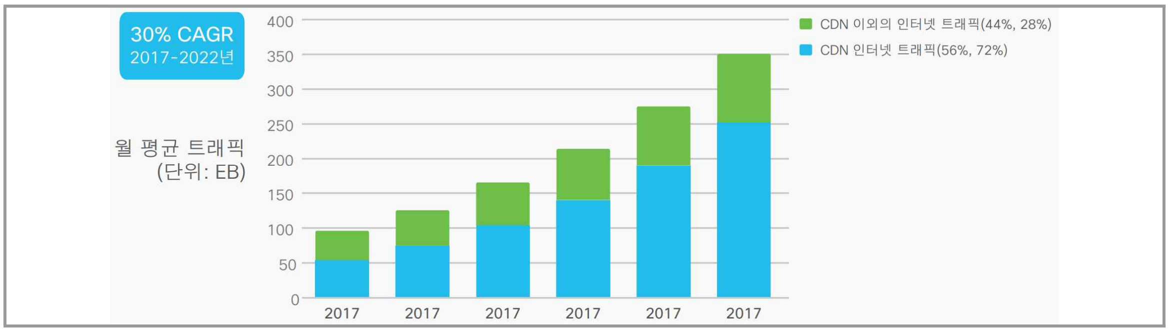
< 표-3 > 해상도별 트래픽 용량

해상도	SD급	HD급	UHD급
용량	2Mbps	5~7.2Mbps	15~18Mbps

* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

■ 데이터 전송 방식에서 CDN(Content Delivery Networks)의 비중이 커지면서 트래픽 구도가 변화하고 있는 가운데, 2017년 전체 인터넷 트래픽에서 56%를 차지했던 CDN의 비중이 2022년에는 72%로 증가할 전망

(그림-8) 전 세계 콘텐츠 전송 네트워크(CDN) 인터넷 트래픽



* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

■ CDN은 향후 최종 사용자에 가깝게 트래픽을 전송하겠지만, 현재 CDN 트래픽은 지역 코어(regional core) 네트워크에 저장

■ 서비스 제공사업자의 메트로 네트워크 용량은 코어 네트워크 용량보다 빠르게 증가하고 있고, 2022년에는 1/3에 달할 것으로 전망

< 표-4 > 네트워크 구간별 서비스 제공사업자(Service Provider)의 네트워크 용량

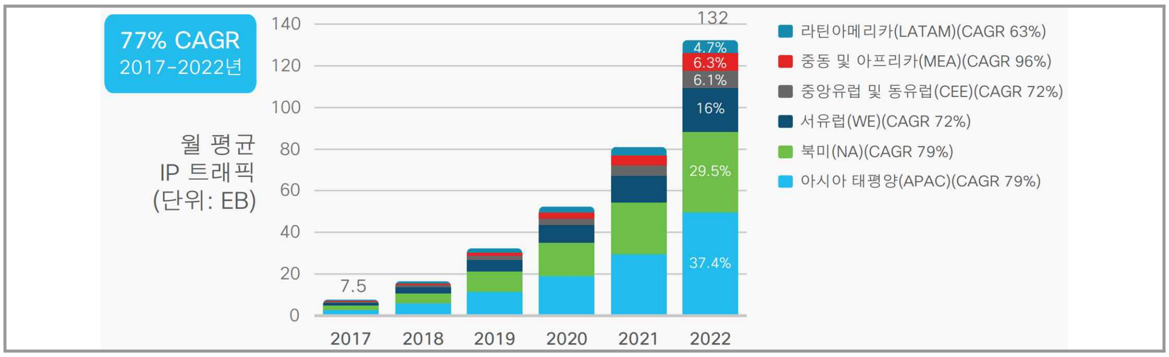
구간 / 년도	Core-Cross Country (국가간 백본)	Core-Regional (지역 백본)	Within Metro (에지)
2017년	48%	25%	27%
2022년	43%	24%	33%

* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

나. 전방위적 융합에 따른 접속 및 트래픽 다양성 증대

■ IPv6를 지원하는 유선 및 디바이스는 2017년 60억 대(32%)에서 2022년 183억 대(64%)로 증가(CAGR 26%)하고, IoT 인프라 및 서비스 확산에 따라 IPv6 디바이스에 의해 발생하는 IP 트래픽 또한 2017년 7.5EB(6%[1]))에서 2022년 132EB(33%)로 증가(CAGR 77%) 예상

(그림-9) 2017~2022년 전 세계 유선 디바이스 및 모바일 디바이스의 IPv6 트래픽 전망

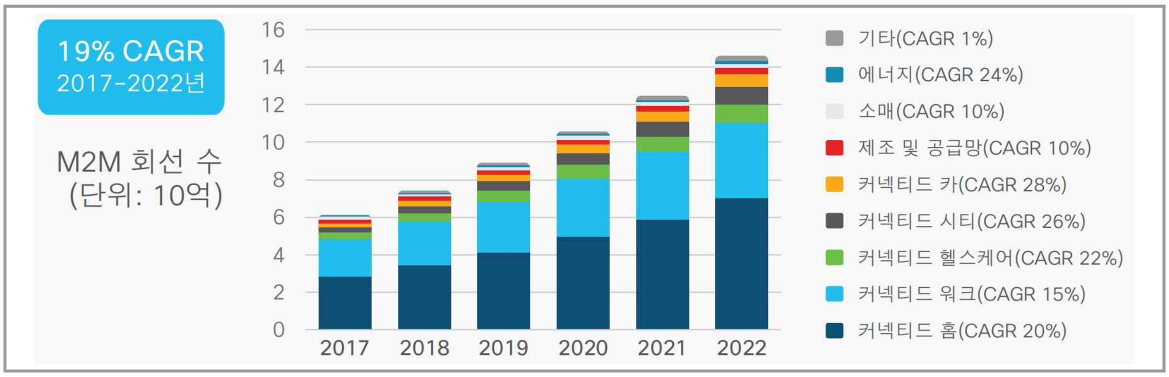


* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)
주) 수치(%)는 2017년과 2022년의 디바이스 점유율

■ 사람, 프로세스, 데이터, 사물이 인터넷은 물론 상호 간에 연결되는 IoT가 보편적 시스템으로 자리잡음에 따라, 2017년 61억 개였던 전 세계 M2M 회선 수가 2022년에 2.4배 증가한 146억 개에 이를 것으로 예상

1) 전체 IP트래픽에서 IPv6 디바이스에 의해 발생하는 트래픽 비중

(그림-10) 산업별 전 세계 M2M 회선 증가율



* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)
주) 수치(%)는 2017년과 2022년의 디바이스 점유율

■ 2017년 월 평균 3.7EB(전 세계 IP 트래픽의 3%)였던 전 세계 M2M IP트래픽이 2022년에 7배 이상 증가하여 25EB(전 세계 IP 트래픽의 6%)를 넘어설 전망

< 표-5 > 전 세계 M2M 트래픽 (단위:EB/월)

년도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
트래픽(EB/월)	4	6	8	13	18	25	47%
IP 트래픽 비중(%)	3.3	3.8	4.0	5.1	5.6	6.3	-

* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

다. 서비스와 인프라의 공진화 : 대용량에 더해지는 실시간성

■ 2017년에 39.0Mbps였던 전 세계 평균 유선 광대역 속도는 꾸준히 증가하여 2022년에 그 두 배인 75.4Mbps가 될 것으로 전망

< 표-6 > 매체별 속도 예측(단위:Mbps)

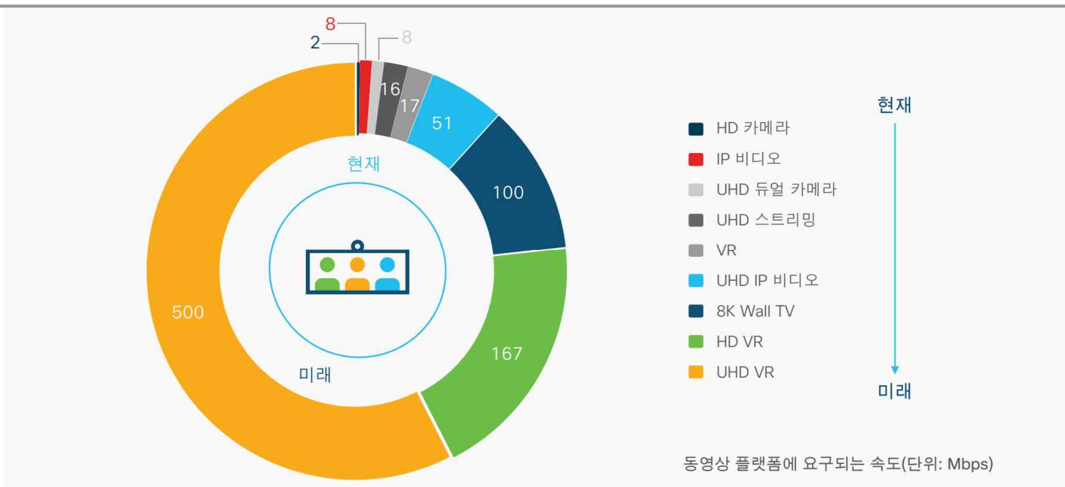
구분 \ 년도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
유선 속도	39.0	45.9	52.9	60.4	67.9	75.4	14%
모바일 속도	8.7	13.2	17.7	21.0	24.8	28.5	27%
Wi-Fi 속도	24.4	30.3	36.3	42.2	48.2	54.2	17%

* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

■ 2017년 전 세계 모바일 네트워크 회선 속도는 평균 8.7Mbps였고, 2022년에는 평균 속도가 세 배 이상 증가한 28.5Mbps에 이를 것으로 예상

■ 2022년 세계적으로 듀얼 모드 모바일 디바이스에서 발생하는 Wi-Fi 통신 속도가 두 배 이상 빨라져 네트워크 회선 속도가 평균 54.2Mbps(2017년 24.4Mbps)를 넘어설 전망

(그림-11) 동영상 플랫폼에서 서비스별 요구속도

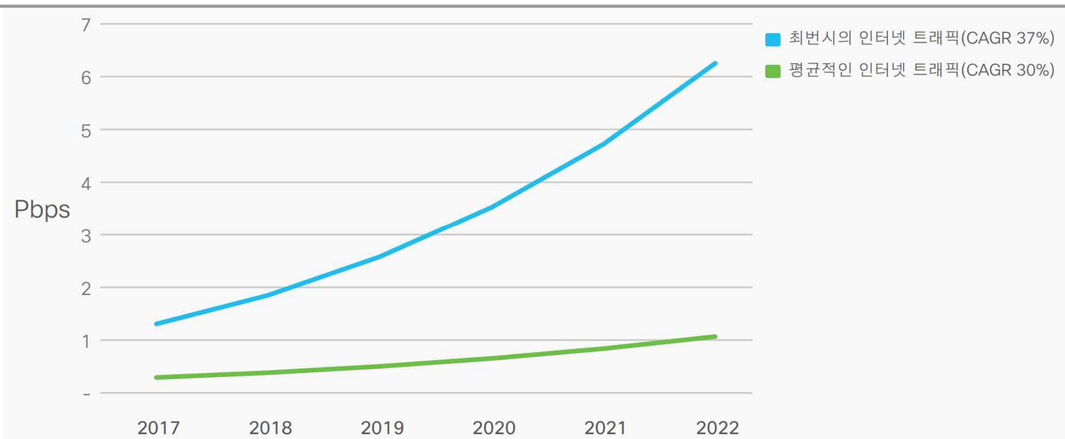


* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

라. 트래픽 Dynamics 및 외부 위협 증가

■ 서비스 제공업체는 평균 전송률이 아니라 순간 최대 전송률에 따라 네트워크 용량 계획을 수립하는데, 2017년부터 2022년까지 전 세계 최번시 인터넷 사용량은 37%의 CAGR를 기록하는 데 반해, 연평균 인터넷 트래픽의 CAGR은 30%에 그칠 것으로 예상

(그림-12) 최번시의 인터넷 트래픽과 평균적인 인터넷 트래픽 비교

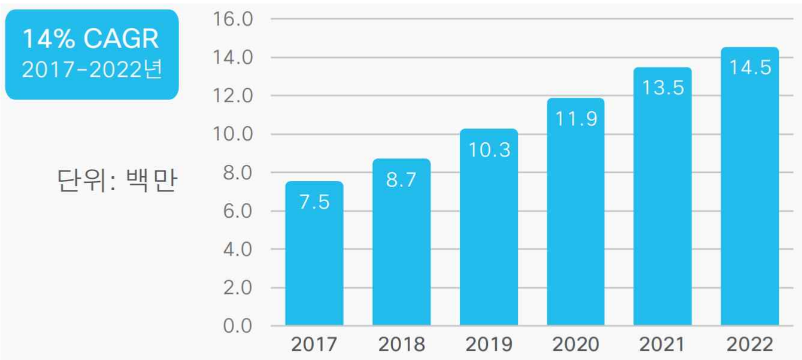


* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

■ 날로 커져가는 순간 최대 트래픽과 평균 트래픽 간의 격차는 인터넷 동영상의 변화 양상 때문에 한층 더 심화

■ AICBM(A.I., IoT, Cloud, Big-Data, Mobile) 기반 전방위적 융합인 Digital Transformation이 본격화됨에 따라 사이버 상에서의 활동이 급격히 증가하면서 사용자와 기업의 사이버 위험 또한 급격히 증가

(그림-13) 2017~2022년 전 세계 DDoS 공격 전망



최대 공격 규모는 전년대비 **174%** 증가

공격 평균 규모는 전년대비 **37%** 증가한 1~2Gbps로 **33%** 증가한 인터넷트래픽보다 빠른 증가세

* 출처 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022(Cisco, 2019)

■ DDoS(Distributed Denial-of-Service), 랜섬웨어, APT(Advanced Persistent Threats), 바이러스, 웜, 멀웨어, 스파이웨어, 봇넷, 스팸, 스푸핑, 피싱, 핵티비즘, 정부의 후원을 받으며 벌어지는 사이버 전쟁 등 공격 특성이 더욱 다양해지면서 문제의 복잡성도 심화

③ 트래픽 트렌드에 따른 네트워크 역할 변화

가. 트래픽 트렌드와 5G 요구사항 비교

■ 트래픽 트렌드를 요약하면,

① 고화질 동영상 서비스의 지속적 증가에 따라 **대용량 트래픽** 또한 지속적으로 증가하는 가운데 코어에 비해 **메트로(엣지) 네트워크의 비중 증가**

② 4차 산업혁명에 따라 전방위적 Digital Transformation이 전개되고 있어 **접속 유형, 디바이스 및 트래픽의 형태가 매우 다양**함

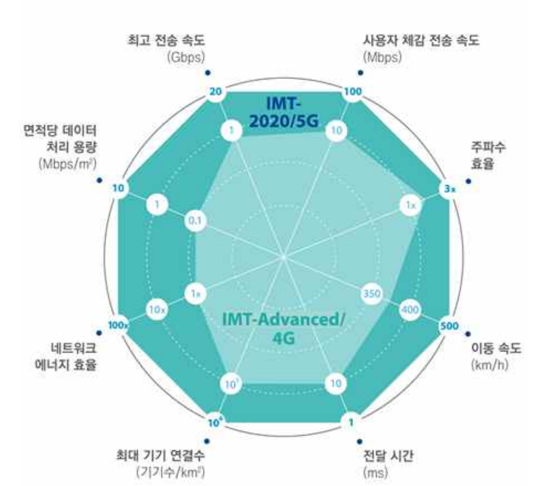
③ 다양한 서비스가 등장함에 따라 **대용량 트래픽의 실시간 처리**에 대한 요구가 증가하고 있음

④ On & Off Peak 시간 트래픽 격차가 심하고, 네트워크에 대한 외부 위협이 증가하고 있어 **네트워크 안정성과 신뢰성**에 대한 요구 증가

■ 5G에 대한 성능 요구 사항과 사용 시나리오는 트래픽 트렌드와 상당히 유사

- eMBB는 트렌드 ①과 ③, URLLC는 트렌드 ③과 ④, mMTC는 트렌드 ②

(그림-14) 5G의 8개 성능요구사항과 3대 사용 시나리오



□ **eMBB**(enhanced Mobile BroadBand)
더 빠른 속도의 대용량 데이터 전송 서비스를 제공하는 초광대역 이동 통신

□ **URLLC**(Ultra-Reliable and Low Latency Communications)
오류와 지연이 거의 없는 초고신뢰 저지연 통신

□ **mMTC**(massive Machine Type Communications)
단위 면적당 이종 대량의 기기를 연결하는 대규모 사물 통신

* 출처 : TTA(2018)

나. 트렌드에 따른 네트워크 역할

■ 차세대 네트워크 인프라에 해당되는 5G에 대한 성능요구사항과 사용 시나리오, 트래픽 분석을 통해 도출된 4개의 트렌드는 상당히 밀접한 상호 연관성을 가지고 있음

< 표-7 > 네트워크 성능 요구사항과 트래픽 트렌드

5G 성능		사용 시나리오			트래픽 트렌드			
요구사항	성능 지표	eMBB	URLLC	mMTC	①	②	③	④
1. 최대 전송속도	20Gbps	●			●			
2. 체감 전송속도	100~1000Mbps	●			●		○	○
3. 주파수 효율성	4G대비 3배	●			○			
4. 고속 이동성	500km/h	●	●		○			○
5. 전송 지연	1ms	○	●		○		●	○
6. 최대 기기 연결수	106/km2	○		●	○	●		○
7. 에너지 효율성	4G대비 100배	●		○	○	○		
8. 면적당 데이터 처리 용량	10Mbps/m2	●			●		○	○

● 직접 연관(연관성이 큼), ○ 간접 연관(연관성이 다소 있음)

■ 차세대 네트워크 성능 요구사항 및 사용 시나리오, 트래픽 트렌드에 부합하는 네트워크 역할은 ①서비스 중심, ②스마트 중심, ③데이터·지식·지능(AI) 중심으로 형성

< 표-8 > 요구와 트렌드에 부합하는 네트워크 역할

네트워크 역할		관련 기술
서비스 친화	■ 다양한 디바이스 및 서비스에 대한 민첩한 대응 ■ 네트워크 복잡성의 자율제어	□ SDN/NFV □ 네트워크 슬라이싱(Network Slicing) □ 인공지능 기반 네트워크
차세대 인프라 (5G)	■ 5G를 비롯한 차세대 인프라 요구사항 충족 ■ Seamless한 연결성 제공 및 초저지연 속성	□ Mobile Fronthaul/Backhaul □ DAS(Distributed Antenna System) □ PON(Passive Optical Network) □ Optical Transceiver
4차 산업혁명	■ 데이터-분석(AI)-지능전달에 최적화된 인프라 ■ 안정성, 안전성, 신뢰성	□ 클라우드 & 엣지 컴퓨팅 □ Data Center Network □ Safe 인프라

Ⅲ 유선 네트워크 장비 시장

1 시장 현황 및 전망

■ 2018년 기준 전 세계 유선 네트워크 장비 시장은 약 1,031억 달러 규모이며, 2023년에는 약 1,151억 달러로 증가할 전망

- 전체 유선 네트워크 장비 시장은 정체되고 있으며, 2023년까지 연평균 2.2%의 다소 둔감한 성장세가 예상

< 표-9 > 전 세계 유선 네트워크 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018~2023)
사업자용(Carrier) 장비	43.5	4.1%
기업용(Enterprise) 장비	59.6	0.8%
합계	103.1	2.2%

주) Gartner Research의 다음 데이터를 기반으로 도표 작성
[Gartner Forecast: Communications Service Provider Operational Technology, 1Q19 Update, Michael Porowski et al., 9 March 2019], [Gartner Forecast: Enterprise Network Equipment by Market Segment, Worldwide, 2016-2023, 1Q19 Update, Christian Canales et al., 29 March 2019]

- 낮은 성장세를 유지할 것으로 예상되는 유선 네트워크 장비 시장 중 사업자용 장비는 4.1%의 성장률로 전체 시장 성장을 견인할 전망
- 사업자용 장비와 기업용 장비는 4:6의 비율을 유지하겠지만, 향후에는 5:5의 비슷한 비율로 사업자용 장비 규모가 늘어날 것으로 예상

■ Optical 전송 장비, Switch/Router, WLAN, Security 장비가 5% 이상 성장률로 타 장비보다 높은 성장세를 보일 것으로 예상

- 유선 네트워크 장비 중 가장 큰 시장 규모는 기업용 장비인 Ethernet Switch로 전체 장비 시장 중 약 30%를 자치하고 있으나, 향후 시장은 점차 감소할 전망
- 상대적으로 높은 성장세의 백본망 장비는 2018년 26.4%(Optical 12.7%, S/R 13.7%)의 비중을 보였으며, 지속적인 수요로 2023년에는 30% 이상을 차지할 전망

- 시장의 약 11% 규모인 가입자 망은 광 네트워크를 활용한 광가입자 장비가 가입자망 장비의 약 50%를 차지

< 표-10 > 전 세계 유선 네트워크 세부 장비 시장 (단위:$B)

<table>
<tr><th colspan="3">구분</th><th>시장 규모
(2018)</th><th>연평균 성장률
(2018~2023)</th></tr>
<tr><td rowspan="6">사업자용 장비</td><td rowspan="2">백본망</td><td>Optical</td><td>13.1</td><td>5.5%</td></tr>
<tr><td>Switch/Router</td><td>14.1</td><td>5.3%</td></tr>
<tr><td rowspan="3">가입자망</td><td>DSL</td><td>3.0</td><td>2.5%</td></tr>
<tr><td>Fiber</td><td>5.7</td><td>1.6%</td></tr>
<tr><td>Other</td><td>2.7</td><td>3.4%</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타 네트워크</td><td>4.9</td><td>1.0%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">기업용 장비</td><td rowspan="2">LAN</td><td>Ethernet Switch</td><td>32.0</td><td>-1.8%</td></tr>
<tr><td>WLAN</td><td>6.7</td><td>6.3%</td></tr>
<tr><td rowspan="3">WAN</td><td>Application Acceleration</td><td>3.3</td><td>1.3%</td></tr>
<tr><td>WAN Edge</td><td>5.5</td><td>-6.5%</td></tr>
<tr><td>Security</td><td>12.1</td><td>5.9%</td></tr>
<tr><td colspan="3">합계</td><td>103.1</td><td>2.2%</td></tr>
</table>

주) Gartner Research의 다음 데이터를 기반으로 도표 작성
[Gartner Forecast: Communications Service Provider Operational Technology, 1Q19 Update, Michael Porowski et al., 9 March 2019], [Gartner Forecast: Enterprise Network Equipment by Market Segment, Worldwide, 2016-2023, 1Q19 Update, Christian Canales et al., 29 March 2019]

2 글로벌 시장 경쟁 현황

■ (사업자용 장비) 유선 네트워크 장비 중 사업자용 장비 시장은 상위 5개 글로벌 대형 사업자들의 시장 점유율 62.6%를 차지한 독점적 경쟁시장

- 글로벌 시장에 대한 진입 장벽이 높고, 시장도 정체되어 있어, 신규 사업자의 글로벌 경쟁이 매우 어려운 구조
- 2018년 기준 전 세계 유선 네트워크 장비 시장의 1위 사업자는 Huawei로 2위 Cisco와 점유율 측면에서 높은 우위를 차지
- 2위 사업자 Nokia와 3위 사업자인 Cisco는 비슷한 수준의 시장을 점유하고 있으며, 중국 사업자(Huawei, ZTE)는 약 30%가 넘는 시장을 점유

< 표-11 > 전 세계 사업자용 유선 네트워크 장비 주요 사업자

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Vendor</th><th colspan="2">시장 집중도(2018)</th></tr>
<tr><th>CR3</th><th>CR5</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Huawei</td><td rowspan="3">51.0%</td><td rowspan="5">62.6%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Nokia</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Cisco</td></tr>
<tr><td>4</td><td>ZTE</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Ciena</td></tr>
</table>

주) Gartner Research의 다음 데이터를 기반으로 도표 작성
[Market Share: Communications Service Provider Operational Technology, Worldwide, 2018, Jouni Forsman et al., 24 April 2019]

- 백본망 장비는 Huawei가 1위 사업자이며, 2위 사업자는 Cisco, Nokia가 3위 사업자로 3개 사업자의 시장점유율은 59.5%
- 가입자망 장비 역시 1위 사업자는 Huawei, Nokia가 2위, ZTE가 3위를 차지하였으며, 중국 사업자들의 약 40%가 넘는 시장을 점유

< 표-12 > 전 세계 사업자용 유선 네트워크 세부 장비별 주요 사업자 (2018년)

<table>
<tr><th rowspan="2">No.</th><th colspan="3">백본망</th><th colspan="2">가입자망</th><th colspan="2">기타 네트워크</th></tr>
<tr><th>Vendor</th><th>CR3</th><th>CR5</th><th>Vendor</th><th>CR3</th><th>Vendor</th><th>CR3</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Huawei</td><td rowspan="3">56.0%</td><td rowspan="5">71.9%</td><td>Huawei</td><td rowspan="3">59.5%</td><td>Huawei</td><td rowspan="3">38.6%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Cisco</td><td>Nokia</td><td>Oracle</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Nokia</td><td>ZTE</td><td>Nokia</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Ciena</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2" colspan="2"></td><td rowspan="2" colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Juniper Networks</td></tr>
</table>

주) Gartner Research의 다음 데이터를 기반으로 도표 작성
[Market Share: Communications Service Provider Operational Technology, Worldwide, 2018, Jouni Forsman et al., 24 April 2019]

■ (기업용 장비) 기업용 장비 시장 역시 상위 3개 대형 사업자들이 54.1%의 시장을 점유하고 있는 독점적 경쟁시장

- 2019년 1분기 기업용 유선 네트워크 장비 시장 1위 사업자는 Cisco로 압도적인 시장점유율을 기록

< 표-13 > 전 세계 기업용 유선 네트워크 장비 주요 사업자

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Vendor</th><th colspan="2">시장 집중도(1Q 2019)</th></tr>
<tr><th>CR3</th><th>CR5</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Cisco</td><td rowspan="3">54.1%</td><td rowspan="5">62.5%</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Huawei</td></tr>
<tr><td>3</td><td>HPE</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Palo Alto Networks</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Arista Networks</td></tr>
</table>

주) Gartner Research의 다음 데이터를 기반으로 도표 작성
[Market Share: Enterprise Network Equipment by Market Segment, Worldwide, 1Q19, Christian Canales et al., 24 June 2019]

- 특히, 기업용 장비 중 LAN 장비 시장의 진입 장벽은 매우 높은 수준으로 상위 5개 업체가 시장의 77% 이상을 차지

< 표-14 > 전 세계 기업용 유선 네트워크 세부 장비별 주요 사업자 (1Q 2019년)

No.	LAN			WAN		
	Vendor	CR3	CR5	Vendor	CR3	CR5
1	Cisco	66.8%	77.2%	Cisco	45.3%	57.2%
2	Huawei			Palo Alto Networks		
3	HPE			Check Point Software Technologies		
4	Arista Networks			Fortinet		
5	H3C			F5		

주) Gartner Research의 다음 데이터를 기반으로 도표 작성
[Market Share: Enterprise Network Equipment by Market Segment, Worldwide, 1Q19, Christian Canales et al., 24 June 2019]

Ⅳ 서비스 친화형 Agile 초연결 Brain-Ware

1 SDN/NFV

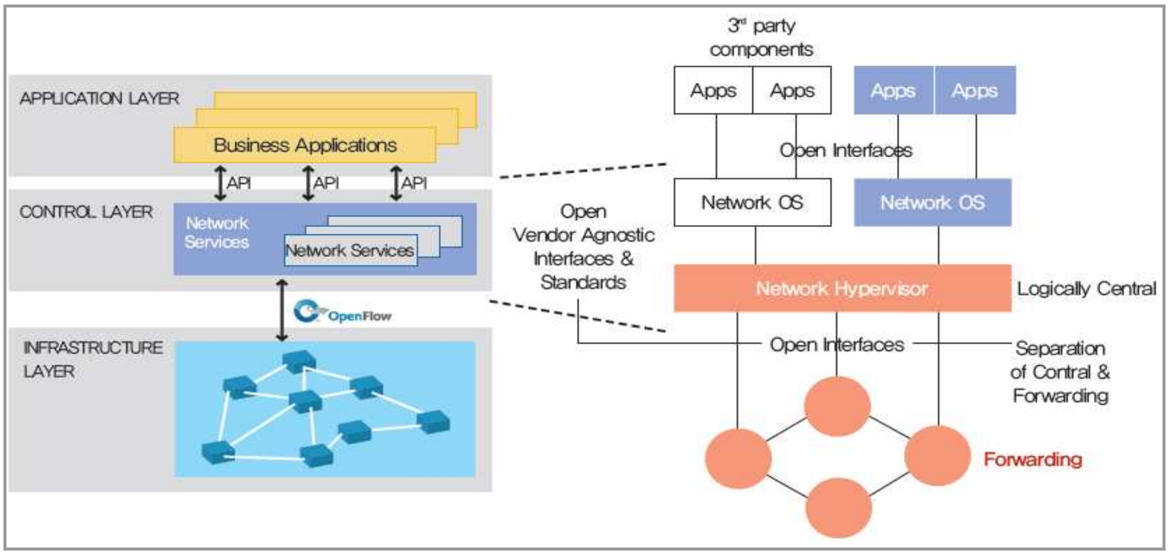
가. 개요

■ (SDN 개념) 네트워크에서 데이터 전달기능을 수행하는 data plane(전송부)과 트래픽 경로를 지정하는 control plane(제어부)를 분리하고, control plane은 S/W기반의 콘트롤러[2)]에서 구현하여 네트워크를 제어·관리하는 기술

- SDN은 단일 콘트롤러로 SDN을 지원하는 다수의 장비를 통합·일괄 제어가 가능
- SDN은 개별 장비를 구성하는 H/W와 S/W를 unbundling시키므로, 장비 구매자는 니즈에 맞는 H/W와 S/W 각각을 별도로 구입하여 시스템을 구성할 수 있음

※ 소프트웨어로 분리된 control plane은 3rd party 사업자의 component로 구성 가능

(그림-15) SDN의 개념과 구조



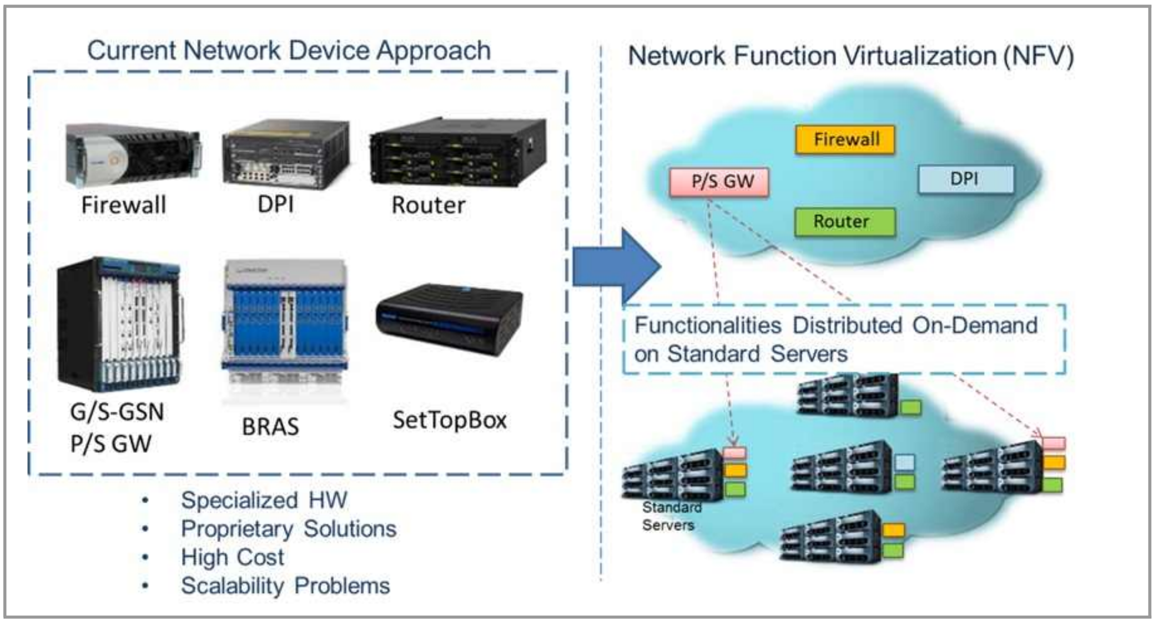
* 출처 : Software Defined Networking White Paper, Open Network Foundation

2) 응용 프로그램과 정책 엔진을 가지고 있는 하나의 논리적 스위치

■ (NFV 개념) 하드웨어 전용장비를 사용하여 물리적으로 제공하던 기존의 네트워크 기능(PNF)을 서버상에서 가상화 기술과 네트워크 어플리케이션 기술을 통해 가상화된 형태로 네트워크 기능(VNF : Virtualized Network Function)을 제공하는 기술

- 일반 상용품(COTS : Commercial Off-The-Shelf)으로 네트워크 가상화를 위한 인프라(NFVI : Network Function Virtualization Infrastructure)를 구축할 수 있어 투자비가 절감
- 네트워크 기능은 NFVI에 서버 가상화 기술과 네트워크 어플리케이션을 이용하여 가상화된 네트워크 기능(Virtualized Network Function : VNF)을 구현
- S/W의 설치·삭제만으로 네트워크 기능의 생성·삭제가 가능하므로 물리적 장비에 비해 deploy가 편리하고 scalability 확보에 유리

(그림-16) NFV의 개념



* 출처 : https://www.argela.com

나. SDN 시장 현황

■ (시장 규모) 2017년 67억 달러에서 2022년 311억 달러로 연평균 35.8%의 고도성장 예상

- 분야별 시장 비중은 2017년 통신사업자용 시장이 27%, 데이터 센터 및 기업용 시장이 73%를 차지하고 있어, 기업 및 데이터 센터용 시장을 중심으로 시장 형성

- 하지만 기업 및 데이터 센터용 시장이 빠르게 성장하여 2022년에는 통신사업자용 시장이 41%, 기업 및 데이터 센터용 시장이 59%를 차지할 전망

■ (통신사업자용 시장) 2017년 18억 달러에서 2022년 126억 달러로 연평균 47.4% 성장 전망

- 라우터&스위치가 가장 큰 시장을 형성하고 있으나 WDM, 오케스트레이션 및 콘트롤러 S/W, 네트워크 어플리케이션 S/W의 시장이 크게 성장할 전망

■ (기업 및 데이터 센터용 시장) 2017년 49억 달러에서 2022년 185억 달러로 연평균 30.2% 성장 전망

- 최근 SDN 기술을 활용하여 일반 초고속 인터넷회선을 기업 전용선처럼 네트워크 구성이 가능한 SD-WAN이 주목을 받으면서 높은 성장이 예상되고 있음

< 표-15 > 전 세계 SDN 시장 (단위:$B)

구분			시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2022)
통신 사업자용	H/W	라우터&스위치	0.8	44.2%
		WDM	0.1	66.5%
		비디오 CDN	0.1	19.2%
		기타 SDN H/W	0.1	61.9%
	S/W	오케스트레이션 & 콘트롤러 S/W	0.4	43.1%
		네트워크 어플리케이션	0.3	50.5%
	소계		1.8	47.4%
기업 및 D.C	LAN SDN		4.5	27.1%
	SD-WAN		0.5	50.6%
	소계		4.9	30.2%
SDN 합계			6.7	35.8%

* 출처 : SDN Hardware, Software and Services(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

다. NFV 시장 현황

■ (시장 규모) 2017년 64억 달러에서 2022년 202억 달러로 연평균 25.9%의 성장 예상

- underlay에 해당하는 하드웨어 시장은 NFV시장에서 16%~19%의 시장을 차지할 것으로 전망됨
- 하드웨어 장비에 가상화를 통해 overlay 형태로 네트워크 기능을 제공하는 소프트웨어 시장은 81%~84%의 비중을 차지할 것으로 전망됨

■ (하드웨어 시장) 2017년 11억 달러에서 2022년 39억 달러로 연평균 30.0% 성장 전망

- underlay 인프라인 VNFI를 중심으로 시장이 형성되고 있으나, 가입자 단말(uCPE) 시장의 급속성장으로 2022년에는 하드웨어 시장의 26%를 차지할 전망

■ (소프트웨어 시장) 2017년 53억 달러에서 2022년 162억 달러로 연평균 25.0% 성장 전망

- PCRF시장('17년 기준) 가장 큰 시장을 형성하고 있으나 가상라우터, mobile core, SW-WAN 분야의 빠른 성장이 예상됨

< 표-16 > 전 세계 NFV 시장 (단위:$B)

<table>
<tr><th colspan="3">구분</th><th>시장 규모
(2017)</th><th>연평균 성장률
(2017-2022)</th></tr>
<tr><td rowspan="6">H/W</td><td rowspan="4">NFVI</td><td>서버</td><td>0.5</td><td>22.6%</td></tr>
<tr><td>스토리지</td><td>0.4</td><td>22.6%</td></tr>
<tr><td>스위치</td><td>0.2</td><td>22.6%</td></tr>
<tr><td>NFVI 소계</td><td>1.0</td><td>22.6%</td></tr>
<tr><td colspan="2">uCPE</td><td>0.1</td><td>165.3%</td></tr>
<tr><td colspan="2">하드웨어 소계</td><td>1.1</td><td>30.0%</td></tr>
<tr><td rowspan="12">S/W</td><td colspan="2">MANO</td><td>0.3</td><td>39.1%</td></tr>
<tr><td rowspan="10">VNF</td><td>가상라우터</td><td>0.1</td><td>74.2%</td></tr>
<tr><td>Mobile core</td><td>0.3</td><td>40.6%</td></tr>
<tr><td>PCRF&DPI</td><td>2.3</td><td>14.8%</td></tr>
<tr><td>보안y</td><td>0.3</td><td>25.0%</td></tr>
<tr><td>IMS,SBC&DSC</td><td>1.6</td><td>15.4%</td></tr>
<tr><td>비디오 CDN</td><td>0.1</td><td>35.6%</td></tr>
<tr><td>SW-WAN</td><td>0.1</td><td>124.0%</td></tr>
<tr><td>기타</td><td>0.3</td><td>39.1%</td></tr>
<tr><td>VNF계</td><td>5.0</td><td>23.9%</td></tr>
<tr><td colspan="2">소프트웨어 소계</td><td>5.3</td><td>25.0%</td></tr>
<tr><td colspan="3">NFV합계</td><td>6.4</td><td>25.9%</td></tr>
</table>

* 출처 : NFV Hardware, Software and Services(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

라. 시장 경쟁 현황

■ SDN/NFV은 초기시장인 상황으로 전반적인 판단은 어려우나, 현재 활발히 시장이 형성되고 있는 '기업 및 데이터 센터용 SDN 시장'에 국한된 경쟁상황은 다음과 같음

■ (경쟁현황) 기업 및 데이터 센터용 SDN 시장에서 오픈 하드웨어 플랫폼인 white box의 점유율은 지속적으로 축소되고 있는 반면, 주요 글로벌 사업자의 점유율 확대

- 2015년에는 white box가 높은 시장점유율을 차지하고, white box를 제외한 글로벌 벤더 상위 5개사의 합산점유율은 58%
- 2017년 2분기 white box의 시장점유율은 축소되고, 글로벌 벤더 상위 5개사의 합산점유율이 65%로 증가
- 2018년 1분기에는 white box의 시장점유율이 더욱 하락하였으며, 글로벌 벤더 상위 5개사의 합산점유율은 67%로 상승

※ 통신사업자용 SDN 시장 및 NFV 시장에서의 시장점유율은 아직 포착되지 않고 있음

< 표-17 > 기업 및 데이터센터용 SDN 주요 사업자

Vendor		시장 집중도(2018 1Q)	
		CR3	CR5
1	Cisco	52.0%	72.0%
2	Arista		
3	White Box		
4	VMware		
5	Huawei		

* 출처 : Data Center & Enterprise SDN Hardware and Software Market Tracker(IHS 2017, 2019) 데이터를 기반으로 도출

■ (주요 사항) 시장 경쟁구도는 네트워크 장비시장의 전통적 강자인 Cisco, 2위 사업자인 Arista, 그리고 Dell EMC 계열의 벤더(Dell, VMware)가 3각 경쟁체제 형성하고 있으며, 최근 Huawe도 시장점유율을 확대해 나가고 있음

- Cisco와 Arista는 각각 2014년 시장점유율 순위 3위와 4위를 기록한 후, 2017년부터 시장점유율 1위와 2위를 유지
- Dell EMC 계열사의 합산점유율 역시 2015년 이후 지속적으로 하락 중
- Huawei의 시장점유율은 2015년 이후 꾸준히 상승하고 있어, 오픈 플랫폼인 white box를 제외할 경우 점유율 4위를 차지

마. 시장 성장 요인

■ (5G 이동통신) 다양한 응용 영역에 사용될 5G 이동통신의 서비스 성능을 보장하기 위해 SDN/NFV 기술이 폭넓게 활용될 전망

- 자율주행차량, AR/VR 등 5G 기반 서비스에 적합한 전용 네트워크(slicing)를 신속하게 생성하기 위해서는 인프라의 일괄·통합 제어와 관제가 가능한 SDN 기술 필요
- Gbps급의 속도, 1ms에 준하는 저지연, massive device에 대한 connectivity를 위해 엣지 네트워크의 신속한 scale in/out이 가능한 NFV 기술 필요

※ Mobile core 가상화, MANO(Management and Network Orchestration)를 통한 네트워크 최적화, RAN 통합제어에 SDN/NFV 기술이 활용될 전망

■ (네트워크의 혁신) 5G 이동통신 이외에 유선 네트워크 분야도 미래지향적인 서비스 환경을 구현하기 위해 혁신적 아키텍처 구현에 대한 요구 증대

- ① 벤더간 기술 호환성 결여에 따른 네트워크 장비의 벤더 종속성의 극복, ② 네트워크 슬라이싱을 통한 산업맞춤형 서비스 제공, ③ on-demand 시스템 구성이 가능한 새로운 네트워크 아키텍처 필요

■ (CAPEX/OPEX 절감 요구) 서비스 사업자들의 지속적인 인프라 투자로 투자비 및 운영비용이 지속적으로 증가하고 있어, 비용 절감을 위해 SDN/NFV 수요 증대 예상

바. 시장 위협 요인

■ (system migration) 기존 legacy 장비 중심의 네트워크 시스템을 SDN/NFV 장비 중심으로 전환시, 두 시스템을 혼용해야 하므로 시스템 통합의 문제 발생

- 잠재적 수요자들은 system migration에 따른 두 시스템의 통합사용을 SDN/NFV 기반 네트워크로 전환하는데 가장 큰 장애 요소로 인식[3)]
- (성공적 use case 미흡) 구글, 페이스북과 같은 혁신적 기업이 선제 도입하여 일부 성공적인 use case를 확보하였으나 주요 잠재적 수요자들의 전면 도입을 유도하기에는 미흡

■ (보안 위협) SDN/NFV는 소프트웨어를 기반으로 하는 네트워크 기술이므로, 네트워크 관련 S/W에 대한 외부침입이나 공격은 네트워크 시스템 전반의 오류, 성능 저하, 기능 정지의 문제로 확대될 수 있음

3) 2015 Guide to SDN and NFV, Webtrial(2015)

2 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)

가. 개요

■ (개념) 네트워크 슬라이싱이란 다양한 분야의 요구사항에 맞게 가상화 기술을 이용, 물리적 인프라인 컴퓨팅 및 네트워크 자원을 분할, 조합하여 논리적 네트워크로 구성해 주는 것

- 단일 물리 네트워크를 device, access, transport, core를 포함하여 End-to-End의 논리적인 분리 네트워크로 구성하여 서비스에 특화된 전용 네트워크를 제공

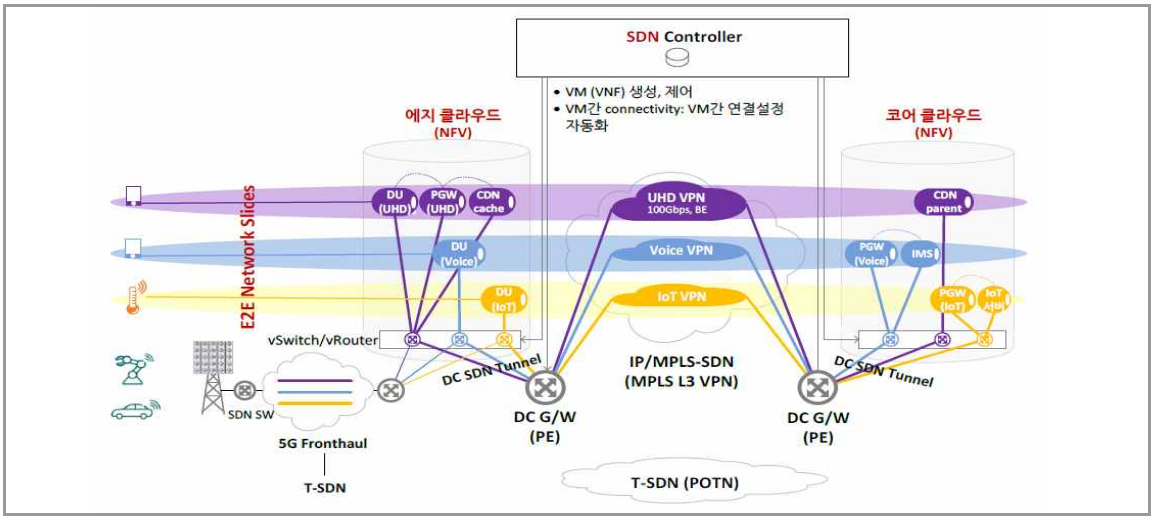
※ 예를 들어, 센서/actuator 등은 massive connectivity, 미디어(UHS, AR/VR등) 부문은 high capacity, 자율주행차량 및 산업용 기계는 low latency를 요구

■ (네트워크 슬라이싱의 구현) 컴퓨터(서버) 및 네트워크 가상화 기술을 이용하여 필요 자원을 할당하고, 최적의 슬라이싱 제어를 제공

- 컴퓨터 가상화 기술로 컴퓨팅 자원을 할당한 가상머신(VM)을 구성하고, Network Function S/W (Mobile Core, S/P-GW, PCRF, RAN의 DU)를 VM에 탑재

- SDN으로 가상화된 네트워크 기능을 제어하고 최적화하여 네트워크 슬라이싱 제공

(그림-17) Network Sling 구성 사례



* 출처 : www.netmanias.com

나. 네트워크 슬라이싱 시장 현황 및 전망

- (시장 전망) 네트워크 슬라이싱 서비스 시장규모는 2018년 약 3.9억 달러에서 연평균 47.5% 높은 성장이 예상되고 있어, 산업별 특화된 네트워크 서비스 수요가 크게 증가할 것으로 예상됨

- (응용 산업별 시장 전망) 네트워크 슬라이싱 서비스의 도입을 가장 많이 도입할 것으로 예상되는 분야는 공공안전, 미디어 및 엔터테인먼트, 제조업으로 예상되며, 도입 증가가 빠르게 나타날 것으로 예상되는 분야는 금융(연평균 56.4%), 보건/헬스케어(54.9%), 제조업(53.0%), 미디어 및 엔터테인먼트(52.5%) 분야로 예상됨

< 표-18 > 5G 네트워크 슬라이싱 서비스 시장 전망 (단위:$M)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2023)
Public Safety	88.4	41.6%
Media&Enterprise	59.9	52.5%
Manufacturing	58.7	53.0%
Telecom & IT	54.2	43.0%
Energy & Utility	39.0	44.7%
Automation	30.5	47.4%
Healthcare	28.2	54.9%
Building Automation	14.6	37.9%
Financial	8.7	56.4%
Agriculture	4.9	37.9%
Total	387.1	47.5%

* 출처 : Network Slicing in 5G Networks 2018-2023(Mind Commerce 2017) 재구성

3 인공지능 기반 네트워크

가. 개요

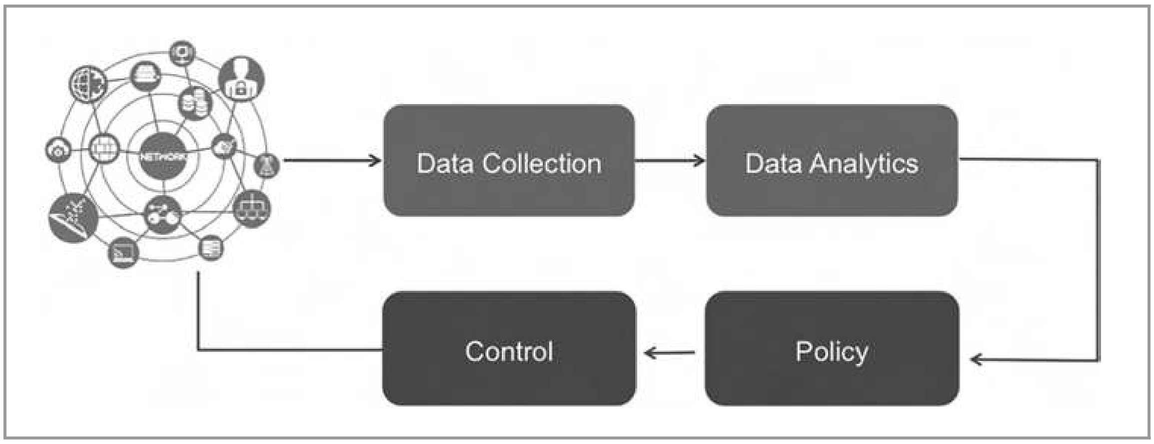
■ (개념) 인공지능을 활용하여 서비스와 네트워크 모니터링, 성능 관리 및 스마트한 의사결정을 지원함으로써 네트워크의 효율성을 높이고 위험을 줄이는 네트워크 기술

- 데이터/트래픽의 폭증, 최종사용자 증가, 네트워크 자원 소모의 증가를 경험하면서 인공지능(AI) 및 기계학습(ML)을 통한 민첩하고 효율적인 네트워크 운영을 모색
- 정보 보안 시스템이 감지한 정보와 AI와 객체 행동분석(UEBA : User and Entity Behavior Analytics)으로 시스템 자율적으로 위험요소를 제거하고 문제 대응

■ (제반 기술 요소) AI 기술, 클라우드 & 엣지 컴퓨팅 기술, 네트워크 가상화 기술(SDN/NFV)로 인공지능 기반 네트워크를 구현하기 위한 제반 환경이 마련

- AI 기술 : closed loop AI로 다양한 경로부터 데이터를 수집·분석하고, 분석된 내용을 기반으로 최적의 전략, 행동, 프로세스를 모델링함으로써 최적화, 사이버 위협 감지 및 차단, VNF등 가상화 기능의 복구·이전 등 네트워크 자동화를 증진

(그림-18) closed loop system for AI



* 출처 : Artificial Intelligence for Autonomous Networks

- 클라우드 & 엣지 컴퓨팅 기술 : 가상화 기술로 다수의 기능과 작업공간을 구현하고, 가변적으로 컴퓨팅 자원을 할당하여 인공지능 플랫폼을 역할 및 용도에 맞게 집중형·분산형으로 배치할 수 있는 하드웨어 플랫폼 제공

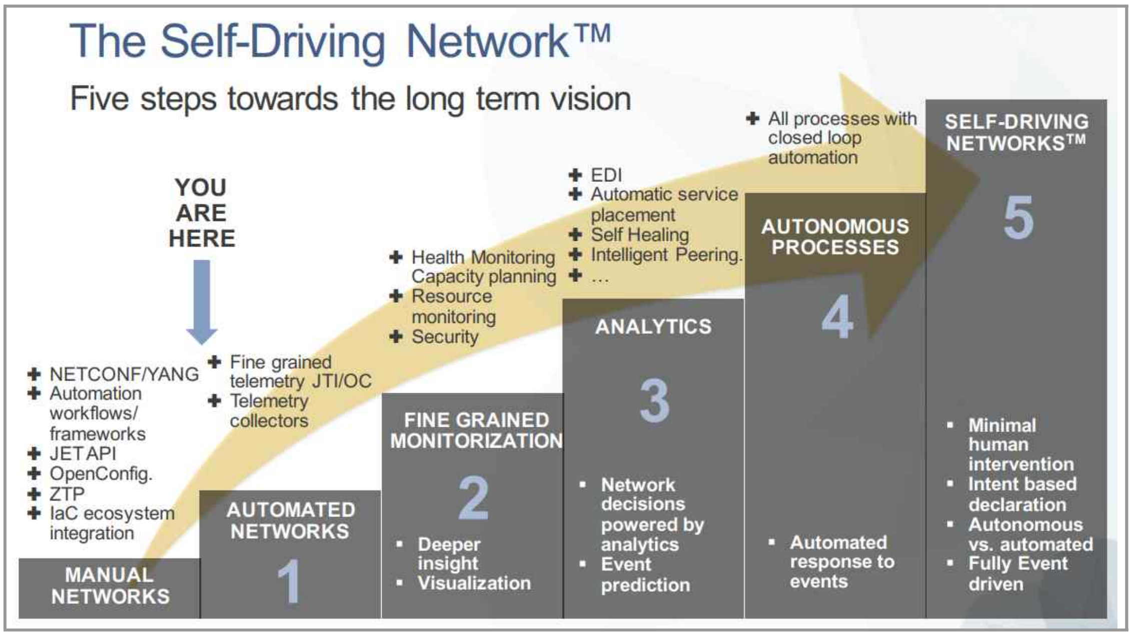
- 네트워크 가상화 기술 : NFV로 가상화된 서버 상에서 네트워크 기능을 가상화 하여 구현하고, SDN으로 물리적 네트워크 요소와 가상화된 네트워크 요소들을 집중·일괄 제어할 수 있는 소프트웨어 기반 네트워크 환경을 구현

■ (자율네트워크로의 발전) 궁극적으로 다양한 원천(고객, 디바이스, 네트워크, 어플리케이션 등)으로부터 발생하는 정보를 AI 기반으로 현재의 환경에서 최선의 서비스를 네트워크 스스로 제공할 수 있는 자율네트워크로 발전

- 목표 상태(target state)와 센서를 통해 수집된 실제 측정치간의 차이를 분석하고, 이를 control loop에 feed back함으로써 최적화 시스템을 구현
- 자율네트워크는 ①사용자 니즈를 예측하고 사전에 지능화된 action을 통해 적시적이고 가치있는 정보 제공, ②과거 패턴의 학습을 통한 성능 향상, ③서비스 중단을 위한 self-healing, self-organizing을 특징으로 함

■ (자율네트워크 발전단계) Juniper Networks는 자동화 기술 및 인공지능 기술에 의해 다음의 단계를 거쳐 Self-Driving Network로 진화할 것으로 예견함

(그림-19) 네트워크 Automation과 인공지능에 의한 Network 진화 단계



* 출처 : The Self-Driving Network From Vision to execution(Kireeti Kompella, Juniper Networks, 2016)

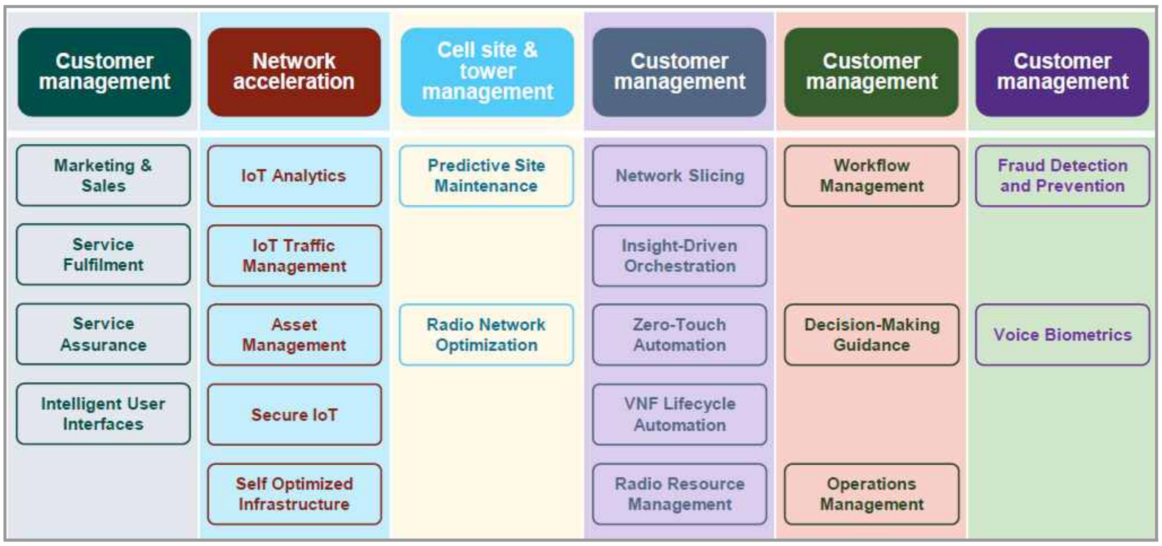
- (1단계 Automated Networks) : NETCONF/YANG, OpenConfig, Zero Touch Provision, RESTful API와 같은 자동화 도구 및 프레임워크를 통해 운영자 및 자동화된 시스템이 함께 네트워크를 제어

- (2단 Fine Gained Monitorization) : 세분화된 텔레메트리 기능과 텔레메트리 컬렉터를 추가하여 모니터링, 문제해결을 자동화된 시스템이 주로 수행하고, 운영자는 자동화 시스템이 응답하지 못하는 경우를 대비
- (3단계 Analytics) : 네트워크 상태 모니터링, 자원 모니터링, Capacity planning 솔루션으로 텔레메트리를 보완하여 자동화 시스템이 응급 대응을 실시하며, 운영자는 자동화 시스템이 요구하는 경우에만 제한적으로 개입
- (4단계 Autonomous Process) : 3단계 자동화 시스템에 EDI(Evnet Driven Infrastructure), 자동화된 deploy가 추가되어 운영자는 네트워크 운영에 주의를 기울이지 않아도 됨. (시스템에 의한 self-healing은 제한적으로 실시됨)
- (5단 Self-Drivinf) : 4단계 자동화시스템이 closed loop system과 결합하여 네트워크의 운영 및 관리가 완전히 자동화된 시스템

■ (운영환경의 변화상) AI가 중심이 되어 유지보수, 업그레이드, 서비스/네트워크 오류 대응, 성능관리 및 최적화, 네트워크 기능배포 등 관리 기능을 자동 실행

- 네트워크에서 발생하는 다양한 신호 및 meta data를 기반으로 학습된 지능을 통해 네트워크의 감지 및 모니터링, 위험경고, 사전적·사후적 대응이 자동화
- closed loop 자동화는 가상 및 물리적 네트워크 기능을 모니터링, 가상머신(VM : Virtual Machine)을 포함한 인프라의 관리 및 오케스트레이션 기능 수행

(그림-20) 네트워크 산업내 AI 활용가능 영역



* 출처 : Artificial Intelligence and Machine Learning(ABI Research 2018)

나. 인공지능 기반 네트워크 솔루션 시장 현황 및 전망

■ (시장 전망) AI 기반 네트워크 솔루션 시장규모는 2018년 2.9억 달러에서 2023년 57.7억 달러로 연평균 82.0%의 초고속 성장이 예상됨

- AI 기반 네트워크 솔루션 시장 중 최대 시장은 물리적 장비인 하드웨어 솔루션 시장으로, 2023년 48억 달러 규모를 형성할 전망
- 소프트웨어 솔루션은 네트워크 규모에 상관없이 하나의 네트워크 시스템에 하나의 솔루션만을 필요로 하므로 상대적으로 하드웨어 솔루션에 비해 규모가 작아 2023년 7억 달러 규모의 시장을 형성할 전망

< 표-19 > 인공지능 기반 네트워크 솔루션 시장 전망 (단위:$M)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	CAGR
하드웨어 솔루션	220	345	635	1,506	3,072	4,849	85.7%
소프트웨어 솔루션	53	77	129	260	483	701	67.7%
전문 서비스	17	26	43	19	160	222	67.7%
합계	289	449	807	1,785	3,714	5,772	82.0%

* 출처 : Next Generation Networking for Artificial Intelligence : market Outlook for AI driven SDN, 5G, IoT and Network Analytics 2018-2020(Mind Commerce 2018)

■ (소프트웨어 솔루션) network intelligence 구현의 중추적 역할을 담당하는 소프트웨어 솔루션 시장은 2023년 기준 임베디드 S/W와 네트워크 관리 S/W가 최대 시장을 형성 하나, 성장률 관점에서는 analytics 시장이 가장 빠르게 성장할 전망

< 표-20 > 인공지능 기반 네트워크를 위한 소프트웨어 솔루션 시장 전망 (단위:$M)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	CAGR
임베디드 S/W	21	30	49	92	160	224	60.4%
네트워크 관리 S/W	15	22	38	80	153	224	72.2%
데이터 스토리지 S/W	10	14	23	46	83	119	64.0%
네트워크 Analytics	7	10	19	43	87	133	80.9%
합계	53	77	129	260	483	701	67.7%

주) 네트워크 관리 S/W는 ①네트워크 최적화를 위한 S/W, ②네트워크 자동화를 위한 S/W, ③네트워크 transformation을 위한 S/W(SDN/NFV, C-RAN 소프트웨어 등)를 포함

* 출처 : Next Generation Networking for Artificial Intelligence : market Outlook for AI driven SDN, 5G, IoT and Network Analytics 2018-2020(Mind Commerce 2018)

다. 주요 벤더 현황

■ 인공지능 기능 네트워크는 기술개발이 진행하고 있는 영역으로, 일부 스타트 업이 파일럿 제품을 개발한 수준으로 아직은 기술적 태동기

< 표-21 > 인공지능 기반 네트워크 분야 주요 벤더 현황 (제어 및 관리 분야)

업체명	주요 내용
Cisco	■ Cisco의 Network Service Orchestrator(NSO)는 네트워크 서비스와 하드웨어간 추상화된 레이어를 생성하는 YANG model을 사용하여 오케스트레이션 수행 ■ Cisco의 SDN fabric인 ACI(Application Centric Infra)의 일부인 Application Policy Infrastructure Controller(APIC)를 통해 신규 인프라의 zero-touch deployment가 가능 ■ 한편, 2017년 AI 기반 예측서비스를 시작하여 고객이 자사 IT 실패를 예측하고 위험요소를 제거하여 유지보수 비용을 절감할 수 있도록 함
Huawei	■ 2017년 Intelligent, Simple, Superfast의 3가지 주요 기능을 갖춘 All-Intelligent Network 솔루션 출시 ■ 2018년 클라우드, 빅 데이터 및 AI와 같은 기술을 사용하여 예측 분석, 자동화 및 보안 위협 식별 기능을 제공하는 Intent-Driven Network Solution 출시
Nokia	■ 통신사업자가 네트워크 관련 데이터를 제공하면, Nokia의 증강 지능(augmented intelligence)플랫폼 'Nokia Shannon Intelligence'를 이용하여 통신사업자 네트워크 분석을 제공하는 서비스 시작
Aruba	■ AI 기능을 사용하여 엔터프라이즈 네트워크를 모니터링하고 중요한 네트워크 문제를 식별하는 솔루션인 'Netsight' 출시
Apstra	■ web-based UI와 RESTful API를 제공하여 자동화된 네트워크 관리가 가능한 Apstra의 운용체제(AOS) 출시
Red Hat	■ Red Hat이 보유한 Ansible은 DevOps 프로그램 및 플랫폼을 발전시켜 네트워크 자동화 기능으로 확장시켰는데, Ansible Core와 Ansible Tower의 2part로 구성 ■ Ansible Core : 환경설정 자동화 및 compliance test를 위한 엔진 제공 ■ Ansible tower : Ansible Core에 탑재되어 GUI, dashboard, RESTful API, role based access control, inventory 관리 지원

* 출처 : 각사 press lease

< 표-22 > 인공지능 기반 네트워크 분야 주요 벤더 현황 (보안 분야)

업체명	주요 내용
Fortscale	■ 머신러닝 기반의 이용자 행동 분석(UEBA) 보안 솔루션을 개발 ■ 보안정보 및 이벤트 관리(SIEM) DB정보와 이용자의 행위 패턴분석을 매칭하여 이용자의 정상적 이용패턴과 비정상적인 이용패턴을 분리하고 자동감지 ■ 정상 vs. 비정상행동 패턴학습에 기반하여 비정상행동 감지 rule을 자동 개발
Exabeam	■ 딥러닝 기반의 보안 지능화 플랫폼을 개발 ■ 확률 리스크 모형과 딥러닝 알고리즘을 결합하여 실시간으로 비정상 행동 패턴을 감지함으로써 신속한 위험 감지, 자동화된 위험 조사, 빠른 대응이 가능 ■ 클라우드 커텍터를 포함하고 있어 클라우드 log 데이터를 편리하게 수집할 수 있으며, 이용자 친화적인 인터페이스를 제공하여 커스터마이즈된 query 가능
LightCyber	■ 머신러닝 기반 네트워크 공격 감지 솔루션, Magna 개발 ■ 디바이스 및 이용자의 정상적 행동패턴을 머신러닝을 통해 학습하여 행동 모델을 자동 개발함으로써 이용자 및 디바이스의 정상 패턴과 비정상 패턴을 구분 ■ agentless endpoint security를 구현하여 기존 보안시스템과의 통합성 가능성 높음
Spark Cognition	■ Zero-Day attack 대응을 위한 cognitive 보안 솔루션, SparkSecure 개발 ■ 자체 보유한 Cognitive machine learning 알고리즘과 log data 및 인터넷으로 부터 습득한 정형/비정형 정보 분석을 통해 자가 학습을 실시 ■ 자가학습을 통해 정상 행동패턴과 비정상 행동패턴을 수 분만에 구분함으로써 Zero-day atttack에 대응할 수 있으며, IBM Watson의 지원을 받을 수 있도록 자연어 처리 프로세스를 지원
PatternEX	■ 인공지능을 이용한 행동예측 솔루션, ACM(Active Conceptual Model) 개발 ■ ACM이라 불리는 인공지능 기술을 통해 맥락 기반으로 (선의 패턴과 악의 패턴) 패턴을 구분·인식함으로써 위험을 실시간으로 감지하고 경고 ■ 악의적인 행동 발견시 raw data에서 나타난 행동분석 결과를 실시간으로 제시
CyberLytic	■ 리스크 평가를 위한 인공지능/휴리스틱 기반 솔루션, Cyber Threat Profiler 개발 ■ Cyber Threat Profiler(CTP)는 ①실시간으로 위협요소를 모니터링 및 평가하는 security intelligence, ② 모니터링에 수반되는 대규모 데이터분석을 위한 AI, ③위험순위 판별을 위한 heuristic 세가지 요소로 구성 ■ CTP를 통해 위험 우선 순위를 판별하여 위험의 상대적 크기에 따라 자원의 배분 및 대응의 순서를 설정할 수 있어 효율적인 위험 리스크 관리가 가능
Darktrace	■ 인공지능으로 산업제어 시스템(ICS)의 비정상 패턴을 감지하는 Darktrace ICS 개발 ■ Darktrace ICS는 IT환경에 대한 머신러닝 및 수학적 분석 모델을 적용하여 산업제어 시스템에서 발생하는 시스템 전반의 잠재적 위험과 비정상 패턴을 관리자에 실시간으로 경고하고, 이를 가시적으로 reporting ■ Darktrace ICS를 통해 malware에 대한 자동화된 모니터링, 감지, 대응 가능
ZoneFox	■ 머신러닝을 이용하여 내부 이용자로부터 발생할 수 있는 위협을 감지하고 조사할 수 있는 모니터링 솔루션 개발 ■ ZoneFox은 내부 이용자의 행동의 위협요소를 판별·감지하고 비정상적 행동 패턴과 위험의 관련성을 분석하여 관리자에게 reporting

* 출처 : Artificial Intelligence-based Approach to Information Security(Frost&Sullivan 2017)

라. 시장 성장 및 기회요인

■ (이종 네트워크의 정합) 5G, IoT 및 클라우드와 같은 기술 혁신은 이제 더 높은 네트워크 대역폭을 요구하고 있으며, 이는 네트워크 복잡성을 증가

- IoT 확산이 가속화되고 있지만 표준 프로토콜의 부족으로 여러 유형의 네트워크를 관리하는 작업이 복잡해져 지속적인 데이터 워크플로우를 보장할 수 있는 최적화되고 안정화적인 네트워크 아키텍처가 필요

- 데이터 트래픽이 많은 복잡한 네트워크를 관리하기 위해 AI 기반 네트워크 응용 프로그램은 네트워크 복잡성과 관련된 문제를 해결

■ (데이터 패턴 변화) 대용량 데이터 및 비디오 트래픽의 증가, 기업의 모바일 기반 업무환경 채택으로 데이터 센터내 트래픽 흐름이 변화하면서 네트워크 병목현상을 방지하고 분산된 네트워크 자원의 효율적 사용을 위해 네트워크 인텔리전스 요구

- 트래픽 경로가 복잡해지면서, 트래픽 패턴에 따라 부하의 경감 및 우회루트 설정 등 네트워크 관리 업무가 증가하면서 자동화된 기술 필요

■ (고신뢰 요구산업의 수요 증가) 금융업, 의료산업 등 강한 정보보호 규제를 적용받는 산업은 안전한 데이터를 보호를 위해 인공지능 기반의 네트워크 인텔리전스 요구

- 네트워크 정지시 막대한 경제적 손실이 발생하는 금융산업이나, 민감한 개인 의료정보를 처리하는 의료산업은 제어·관리 및 보안 자동화 요구 증대

마. 시장 저해 및 위협 요인

■ (대기업 중심의 수요) 인공지능 기반 네트워크의 도입은 대형 통신서비스 사업자, 클라우드 사업자 및 대기업을 중심으로 수요가 형성될 전망

- 네트워크에 연결될 디바이스 및 이용자 수, 재정적 부담 능력, 네트워크의 규모와 복잡성 등을 고려했을 때, 중소기업들은 인공지능 기반 네트워크 도입에 대한 유인이 강하지 않아 대기업 대상의 시장이 형성될 가능성이 높음

■ (네트워크 분야 AI 기술 미성숙) 다양한 벤더들이 관련 기술을 개발하고 제품을 출시할 것으로 예상되지만, 네트워크 산업과 관련된 인공지능 기술은 성숙도가 낮음

- 실무에 타당한 인공지능을 개발하기 위해서는 현장 데이터를 통한 모델링과 기계학습이 이루어져야 하는데, 이러한 데이터를 획득하기가 쉽지 않음

V 5G Enabler로서 Seamless한 Infra-Ware

1 Mobile Fronthaul/Backhaul

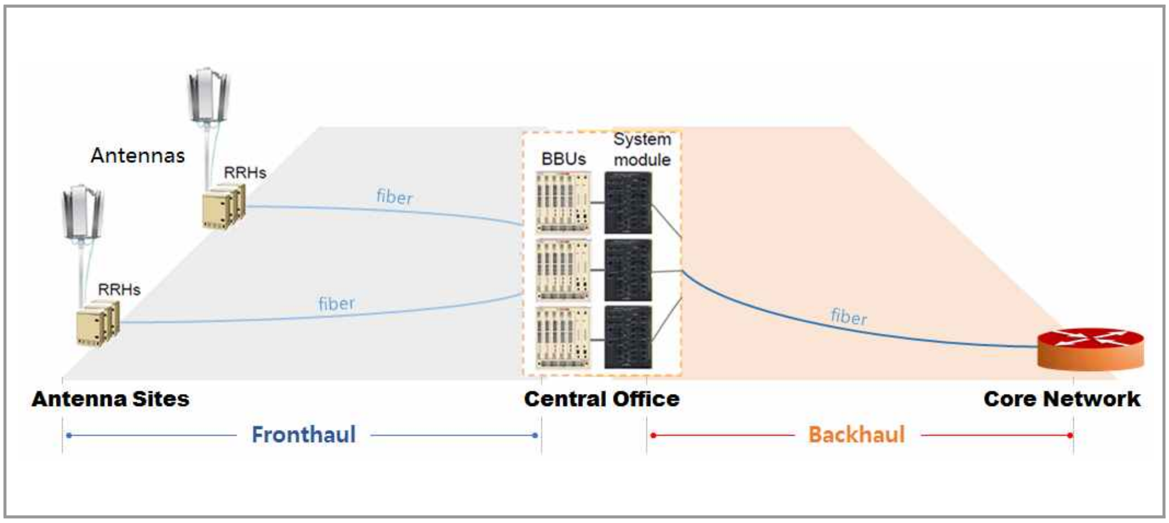
가. 개요

■ 이동통신 기지국은 대용량 및 운용효율성 증대를 위해 RU(Radio Unit)와 DU(Digital Unit) 분리형 기반의 C-RAN(Centralized Radio Access Network) 기지국 형태로 진화

- C-RAN은 모바일 사업자의 ARPU(Average Revenue Per User) 증가를 위한 방안으로 BBU(DU)를 한 곳으로 모으고 옥외에는 RRH(RU)만을 구축하는 이동통신 기지국 구조로 운용비용을 획기적으로 절감

■ (모바일 프론트홀) C-RAN 시스템의 BBU(Base Band Unit)와 RRH(Remote Radio Head)를 연결하는 네트워크로 모바일 가입자의 음성 및 데이터를 RRH에서 모아 BBU가 위치하는 전화국으로 전달하는 역할 수행

(그림-21) Fronthaul/Backhaul



- BBU가 셀 중앙에 위치하는 경우 RRH와 BBU 간 거리가 짧아 광전송이 꼭 필요하지는 않지만 무게, 저전력, RF 간섭, 저지연 등의 장점으로 광전송을 선호

■ (모바일 백홀) 이동통신 액세스 네트워크에서 데이터를 모아 백본망으로 전송하는 시스템으로 현재 광 케이블 및 동축 케이블 등의 유선과 Microwave 등의 무선을 매개체로 활용

나. 장비 시장 현황

■ (모바일 프론트홀) 전 세계 장비 시장은 2018년 기준 약 6.1억 달러로 추정되며, 연평균 29.1%('17~'22)로 성장하여 2022년에는 22억 달러에 달할 전망

< 표-23 > 전 세계 모바일 프론트홀 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2022)
WDM(Wireline)	0.58	24.7%
Millimeter Wave(Wireless)	0.03	70.8%
합계	0.61	29.1%

* 출처 : Mobile Fronthaul Equipment Market Tracker(IHS, 2018) 데이터를 기반으로 도출

- 2016년 아시아/태평양 지역이 시장 대부분(82%)을 차지하였으며, 북미지역은 10%, EMEA 지역 7%, CALA 지역 1%를 차지, 2021년에는 아시아/태평양 65%, 북미 13%, EMEA 12%, CALA 10%를 차지할 전망
- 현재 C-RAN 구조의 4G 기지국 프론트홀 구간은 CPRI 기반 디지털 방식의 광전송 기술이 주로 사용

※ CPRI(Common Public Radio Interface)는 2004년 Nokia, Ericsson, Huawei, NEC, ALU 등이 포함된 이동통신 장비 제조업체들이 제정한 BBU와 RRH 사이 신호 접속 규격

※ 현재 CPRI 방식은 5G에서 요구되는 용량, 채널 폭 및 대규모 MIMO 구성에 대한 확장성 한계 등으로 3GPP, IEEE 및 5G PPP와 같은 컨소시엄, 표준화 기구에서 5G C-RAN 전송 요구 사항을 충족하는 대안을 찾는 중

- Millimeter wave를 활용한 무선 방식이 등장하여 시장을 확대하겠지만, 유선 방식 시스템이 시장 대부분을 차지할 것으로 예상
- 2019년 이후 5G 상용망 구축에 따라 다시 성장세를 지속적으로 유지할 것으로 예상되며, 저속 제품 보다는 상대적으로 고가인 25G 등 고속 제품의 수익이 증가하면서 시장을 견인할 전망

※ 25G 광트랜시버 출하량은 전 세계적인 5G 프론트홀의 고속화로 지속적인 증가 예상

■ (모바일 백홀) 전 세계 장비 시장은 2018년 기준 약 90억 달러로 추정되며, 연평균 4.9%('17~'22)로 성장하여 2022년에는 112억 달러에 달할 전망

< 표-24 > 전 세계 모바일 백홀 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2022)
Wire	1.4	14.8%
Wireless	2.9	3.2%
Etc equipment+	4.5	2.1%
합계	8.8	4.9%

* 출처 : Mobile Backhaul Market Database(IHS, 2018) 데이터를 기반으로 도출
+ Etc equipment에는 EAD 및 IP edge Router/Switch, Satellite modem/router 등이 포함

- 모바일 백홀의 경우, 신규 구축 및 커버리지 확장 보다는 기존 백홀에 대한 업그레이드 수요가 높고, 장비 가격이 하락 중이나 전 세계적으로 LTE-Advanced Pro 및 장기적으로는 5G를 위한 투자로 시장이 지속 성장할 전망

※ 5G 모바일 백홀에 대한 청사진은 아직 불투명하지만, 고용량·저지연 서비스를 위해 광 전송기술을 사용할 것으로 예상되며, 2018년 말부터 5G 관련 기지국 및 백홀의 부품 단위 시장이 전개

- 2017년 Microwave 등 무선을 이용한 백홀 시스템은 유선 대비 약 2배 이상의 시장 규모를 보이고 있지만, 향후 2022년에는 비슷한 수준으로 유선 시스템이 늘어날 전망

다. 시장 경쟁 현황

■ 모바일 백홀 장비 중 가장 높은 시장 비중을 차지하는 기타 장비의 2017년 선두 사업자는 Huawei

※ Router/Switch 등 고가의 장비로 구성되어 있는 기타 장비는 시장에서 높은 비중을 차지하고 있으며, 글로벌 대형 통신 장비 사업자를 중심으로 시장이 형성

- 유선 장비 사업자 현황과 마찬가지로 중국의 Huawei 및 ZTE가 시장에서 40%이상의 높은 점유율을 차지
- 상위 5개 업체가 전 세계 시장의 약 80%를 차지하고 있는 과점 형태의 경쟁 체제를 형성

< 표-25 > 전 세계 모바일 백홀 장비(EADs/IP Edge Router) 주요 사업자

Vendor		시장 집중도(2017)	
		CR3	CR5
1	Huawei	63.6%	80.2%
2	Nokia		
3	Cisco		
4	ZTE		
5	Juniper		

* 출처 : Mobile Backhaul Market Database(IHS, 2018) 데이터를 기반으로 도출

라. 주요 현안

■ 모바일 트래픽의 증가 속도는 인터넷 트래픽보다 20~25% 포인트 높은 속도로 증가하는 등 이용자 네트워크가 모바일로 빠르게 전환 중

※ 중국의 데이터 트래픽 증가 속도는 보다 더 빠르며, 2015~2018년 LTE 서비스 이후 매우 높은 증가세를 기록 중

- 2023년 전체 데이터 트래픽은 2016년보다 4배 증가할 것으로 보이며, 모바일 트래픽은 10배 증가, 전체 트래픽의 20%까지 증가할 전망

- 모바일 브로드밴드 가입자(3G/4G/5G) 수는 향후 5년 동안 40% 증가하여 2023년에는 80억 명을 초과할 것으로 예상

※ 2024년까지 거의 대부분의 가입자들은 4G와 5G를 사용할 것으로 예상

■ 네트워크 용량 관점에서 LTE의 핵심은 모바일 단말을 통해 3G 네트워크보다 훨씬 빠른 다운로드 및 업로드 속도 제공

- 모바일 트래픽이 급증하면서 모바일 네트워크가 모이는 부문(어그리게이션)에 많은 용량이 요구
- 분산형 기지국 장비는 일부 WCDMA 및 HSPA+ 네트워크에서 사용되고 있지만, 2012~2014년 대용량 LTE 시스템의 구축은 광 프론트홀 및 백홀의 강력한 성장 동력

■ LTE-A 업그레이드와 5G 상용화는 모바일 프론트홀 및 백홀에 대한 지속저인 투자를 유도할 전망

※ 2018년 10월까지 715개 LTE 사업자 중 270개 사업자만 LTE-A를 상용화(GSA)

- 5G RAN(Radio Access Network)은 4G와 비교하여 처리용량 10배, 사용자 밀도(density) 100배 향상, 지연 시간 감소 및 광범위한 서비스 지원 등의 차이로 더 많은 용량의 트래픽을 요구

※ 4G/LTE 모바일 네트워크는 대역폭 제공을 위해 모든 네트워크가 최적화된 한 가지 크기로 설계되어있지만, 5G 표준은 엔터테인먼트(비디오, 음악 스트리밍 등), IoT 및 M2M 통신, 자율주행 자동차 등 다양한 산업 분야별로 특성에 맞게 제공

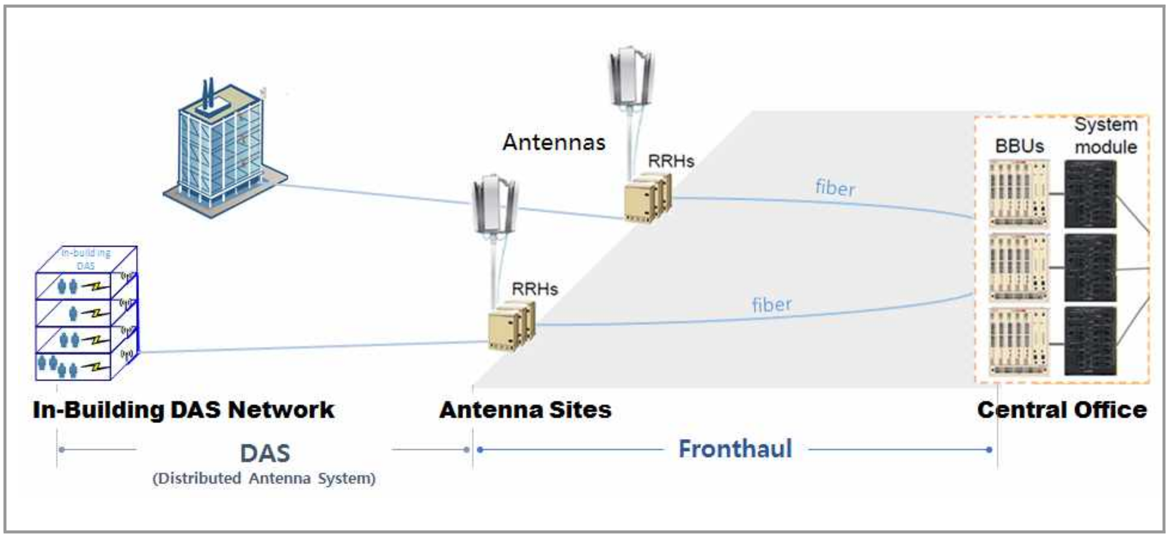
2 DAS(Distributed Antenna System)

가. 개요

■ (개념) 소출력의 안테나를 공간적으로 분산시켜 대용량 트래픽에 대한 문제와 음영 지역 문제를 해결하는 데 사용되는 안테나 시스템

- 하나의 매크로 안테나로 넓은 지역을 커버할 때 전파 음영 지역 문제가 발생하고 이를 해결하기 위해 상대적으로 적은 출력을 갖는 안테나를 여러 곳에 분산 설치

(그림-22) Distributed Antenna System



- DAS는 단일 매크로 안테나와 동일한 커버리지 영역 안의 음영지역에서 셀룰러 신호를 제공하므로 동일 신호가 발생하지만, 전체 전력이 감소되고, 신뢰성이 개선
- DAS 노드를 중앙의 DAS 허브에 연결하여 대용량 신호를 전송하는 매체로는 일반적으로 광케이블을 사용
- DAS 허브는 DAS 노드를 통해 송수신되는 트래픽을 무선 송수신 모듈 또는 기타 헤드 엔드 장치를 통해 전파로 변환, 처리 및 제어
- 특정 DAS 네트워크 아키텍처 및 환경에 따라 DAS 노드에 증폭기, 원격 무선 헤드, 신호 변환기 및 전원 공급 장치와 같은 안테나 외의 장비도 포함

나. DAS 시장 현황

■ 전 세계 DAS 장비 시장은 2018년 기준 약 45억 달러로 추정되며, 연평균 16.6%로 성장하여 2023년에는 96억 달러에 달할 전망

< 표-26 > 전 세계 DAS 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2023)
Repeater	0.4	17.0%
Active DAS	3.1	18.6%
Passive DAS	1.0	9.2%
합계	4.5	16.6%

* 출처 : Indoor Outdoor and IoT Network Infrastructure 3Q 2018(ABI Research, 2018) 데이터를 기반으로 도출

- 능동형 DAS 장비는 전체 시장의 약 70%를 차지하며 시장을 견인하고 있으며, 향후에는 시장의 75% 비중을 차지할 것으로 예상

※ 수동형 DAS는 중계기 또는 기지국에서 전송된 무선 신호를 분배하기 위해 동축 케이블을 사용하며, 신호 분배를 위해 동축 케이블의 커플링 또는 스플리터를 사용하지만 DAS 허브 자체는 전자 부품을 사용하지 않아 수동적으로 작동

※ 수동형 DAS는 기지국과 안테나 간 전력 손실이 크며, 작은 규모의 시스템 구축에도 신호 손실이 발생할 수 있어, 적용 범위와 용량에 영향을 미침

※ 능동형 DAS는 광케이블로 메인 허브와 확장 허브를 연결하고, 건물 내 CAT-5와 같은 표준 케이블을 사용하여 RF 신호를 분배

※ 능동형 DAS는 관리 허브 및 원격무선헤드(RRH)와 같은 능동형 장치와 RAU (Remote Access Units)/RRU(Remote Radio Units)를 통해 신호 증폭

다. 시장 경쟁 현황

■ 2017년 기준 전 세계 DAS 장비 시장의 1위 사업자는 CommScope이며, 광케이블 사업자인 Corning은 2위를 차지하는 등 상위 3개 사업자의 점유율은 약 50%에 달함

※ 국내 업체인 SOLiD는 2017년 시장점유율 기준 전 세계 5위를 차지

< 표-27 > 전 세계 DAS 장비 주요 사업자

Vendor		시장 집중도(2017)	
		CR3	CR5
1	CommScope	49.4%	62.9%
2	Corning		
3	Cobham Wireless		
4	JMA		
5	SOLiD		

* 출처 : DAS Equipment Market Tracker(IHS, 2018) 데이터를 기반으로 도출

라. 주요 현안

■ 이동통신 세대별 DAS 장비 시장의 경우, 전체 시장 대비 2G/3G 비중은 감소하는 추세이며, 2019년 5G 서비스 이후 4G 역시 미미하게 감소될 것으로 전망

- 5G용 DAS는 2019년 이후 시장에 등장하여, 2023년에는 전체 시장의 약 6%를 차지할 것으로 전망

< 표-28 > 전 세계 이동통신 세대별 DAS 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2023)
2G	0.6	12.8%
3G	1.3	15.0%
4G	2.6	16.0%
5G	2023년 → 0.54($B)	
합계	4.5	16.6%

* 출처 : Indoor Outdoor and IoT Network Infrastructure 3Q 2018(ABI Research, 2018) 데이터를 기반으로 도출

- 수동형 DAS는 구축 비용이 낮은 중소 규모에 적합하지만, 5G 업그레이드 시 SISO에서 MIMO로의 안테나 추가 등 고비용이 소요될 것으로 보이며, 중간 대역 주파수(mid-band frequency) 신호 약화로 시스템의 적용 범위와 성능 모두 저하

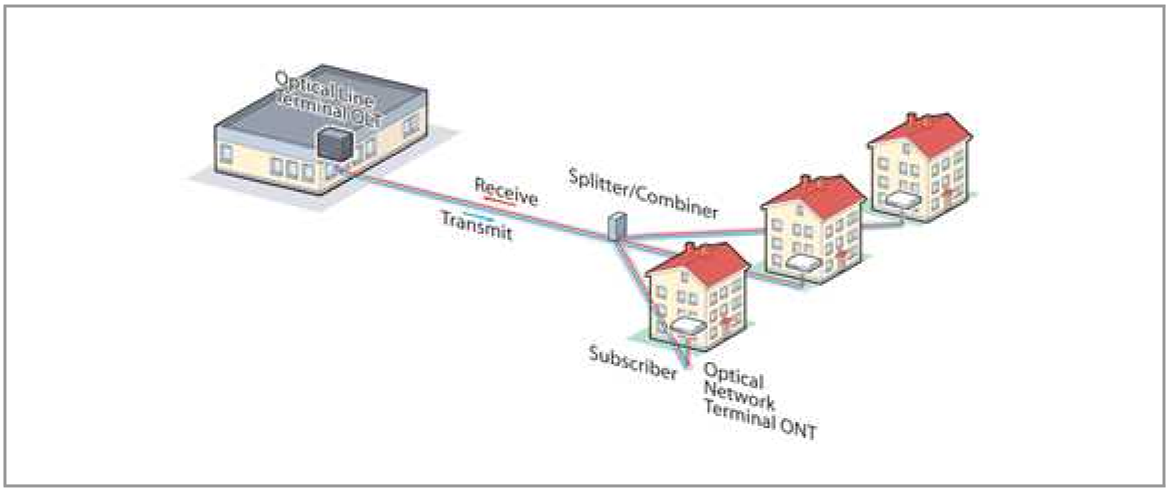
- 확장성(네트워크 내 무선 노드를 가상으로 구축)에 강점을 지니고 있는 능동형 DAS의 가상화는 5G로의 업그레이드에 중요한 요소로 부각될 전망

3 PON(Passive Optical Network)

가. 개요

■ (개념) 광케이블을 통해 최종 사용자에게 신호를 전달하는 점대 다점 구조를 가진 광 가입자 망으로 광 스플리터를 사용하여 단일 광케이블로 다수의 사용자에게 서비스를 제공

(그림-23) PON 구성도



* 출처 : Multimedial over Coax Alliance

- PON은 통신회사(전화국)에 설치되어 있는 하나의 OLT(Optical Line Terminal)와 가입자 근처에 설치되어 있는 다수의 ONU(Optical Network Unit) 또는 ONT(Optical Network Terminal)로 구성

■ 높은 신뢰성과 전원 공급이 불필요한 수동 소자를 사용한다는 장점이 있으며, 통신 사업자는 광케이블 사용량을 줄일 수 있어, 점대점 구조의 단점을 보완

※ 대도시 등 인구 밀집 지역에 적합하며, 국사 측의 광섬유 1개에 최대 16~64 가입자와 공유하는 네트워크 구조로 국사 측은 OLT를 사용하고, 가입자 측은 ONU/ONT를 사용

- 또한 저가의 스플리터만으로 광 신호를 분기시킬 수 있어, 확장성 및 관리에 유리

■ PON 장비 시장은 최근 중국의 FTTx 시장의 영향으로 크게 성장하고 있으며, 중국은 2020년까지 전체 가구 98%를 광대역화할 계획

나. PON 장비 시장 현황

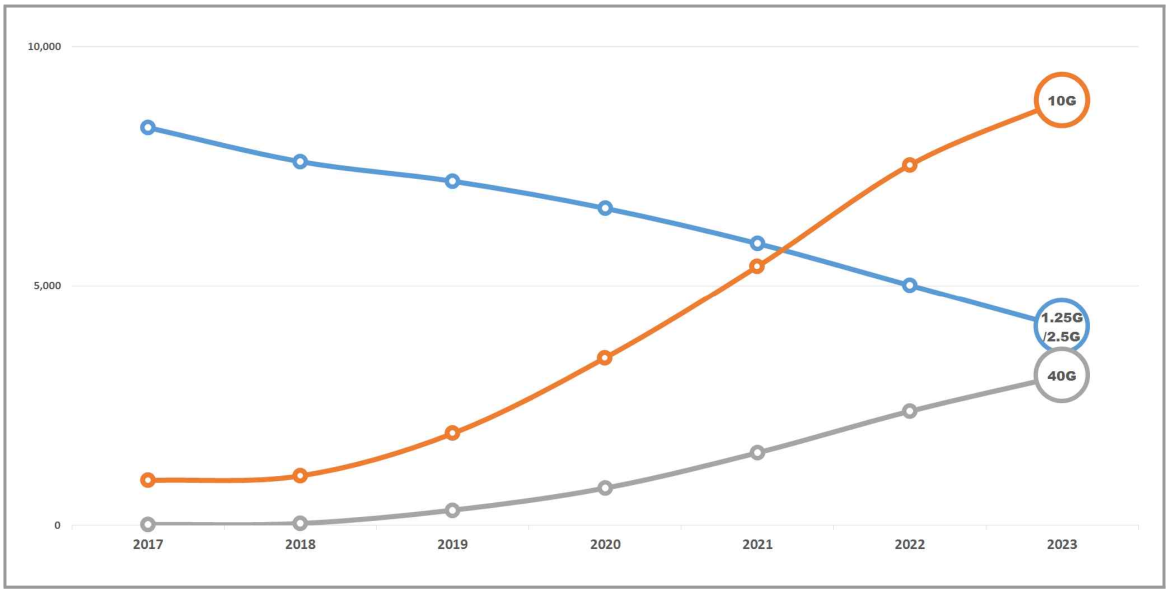
■ 2018년 전 세계 PON 장비 시장 규모는 약 87억 달러로 연평균 13.2%의 성장률로 증가하여 2023년에는 161억 달러에 달할 전망

< 표-29 > 전 세계 PON 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2023)
OLT	3.9	18.1%
ONT/ONU	4.8	8.5%
합계	8.7	13.2%

* 출처 : Broadband Aggregation Equipment and Components Market Tracker(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

(그림-24) PON 속도별 시장 현황 및 전망



* 출처 : Broadband Aggregation Equipment and Components Market Tracker(IHS, 2019) 데이터 기반으로 도출

■ 2017년을 기점으로 주요 국가들의 10G-PON 도입이 검토되면서, 본격적으로 시장이 형성되기 시작하였으며, 2019년 이후에는 40G-PON 장비가 상용화되어 시장이 점차 확대될 전망

- 광 가입자 망은 고속화, 광역화, 고품질화 방향으로 기술이 진화되고 있으며, TDM 방식에서 품질 보장이 가능한 WDM, TWDM에 이어 Hybrid PON 기술로 진화될 전망

다. 시장 경쟁 현황

■ 2018년 전 세계 PON 장비 시장 1위 사업자는 중국 업체인 Huawei이며, 상위 3개 사업자는 약 82%의 매우 높은 시장 점유율을 기록

< 표-30 > 전 세계 PON 장비 주요 사업자

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Vendor</th><th colspan="2">시장 집중도(2018)</th></tr>
<tr><th>CR3</th><th>CR5</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Huawei</td><td rowspan="3">81.8%</td><td rowspan="5">89.9</td></tr>
<tr><td>2</td><td>ZTE</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Nokia</td></tr>
<tr><td>4</td><td>FiberHome</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Sercomm</td></tr>
</table>

* 출처 : Broadband Aggregation Equipment and Components Market Tracker(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

■ 아시아 태평양 지역은 Huawei와 ZTE 두 업체가 시장을 주도하고 있으며, ZTE는 2017년 이전 1.25G/2.5G GPON 장비의 시장 점유율이 Huawei보다 높았으나, 2018년 현재 비슷한 수준

※ Huawei 및 ZTE 두 업체는 아시아 태평양 지역 PON 장비의 74% 이상 시장을 점유

- Huawei와 ZTE는 중국뿐만 아니라 중남미, 동남아시아 및 러시아 시장에도 제품을 공급 중이며, 중국 시장에서의 입지를 강화한 Nokia는 2018년 시장 3위 사업자를 차지
- 10G PON 장비의 역시 Huawei가 제품을 선행 개발, 초기 시장의 50% 이상을 선점하면서, 시장 선두

■ 글로벌 PON 장비 시장은 최근 중국 정부의 보조금 및 규제 지침에 따라 China Telecom, China Unicom, China Mobile 등 중국 서비스 사업자들이 매우 높은 투자를 진행하면서, 중국내 투자 영향력이 매우 높음

- 글로벌 업체의 주요 생산 지역 역시 Huawei 및 ZTE의 생산 지역인 중국이 압도적으로 높은 비중을 차지하고 있으며, 수요 지역 역시 FTTx의 최대 시장인 중국이 50% 이상을, 그 외 북미 지역이 두 번째 비중을 차지

라. 주요 현안

■ 10G 인터넷 서비스, 5G 이동통신 등 최근 인터넷 트래픽의 증대로 광 가입자(액세스) 분야 역시 급격한 변화가 진행 중

- 5G 서비스의 주파수가 높아짐에 따라 무선 구간은 짧아지고, 음영 지역은 넓어지면서 광 가입자(액세스) 구간의 중요성 부각
- 모바일 트래픽 수용을 위해 대용량/초저지연 광액세스 기술에 대한 관심이 고조되면서 대역폭 및 속도, 저지연을 위해 기존 유선 가입자 구간 뿐 아니라 무선 가입자 구간을 광으로 활용하는 기술 및 장비가 시장에 등장

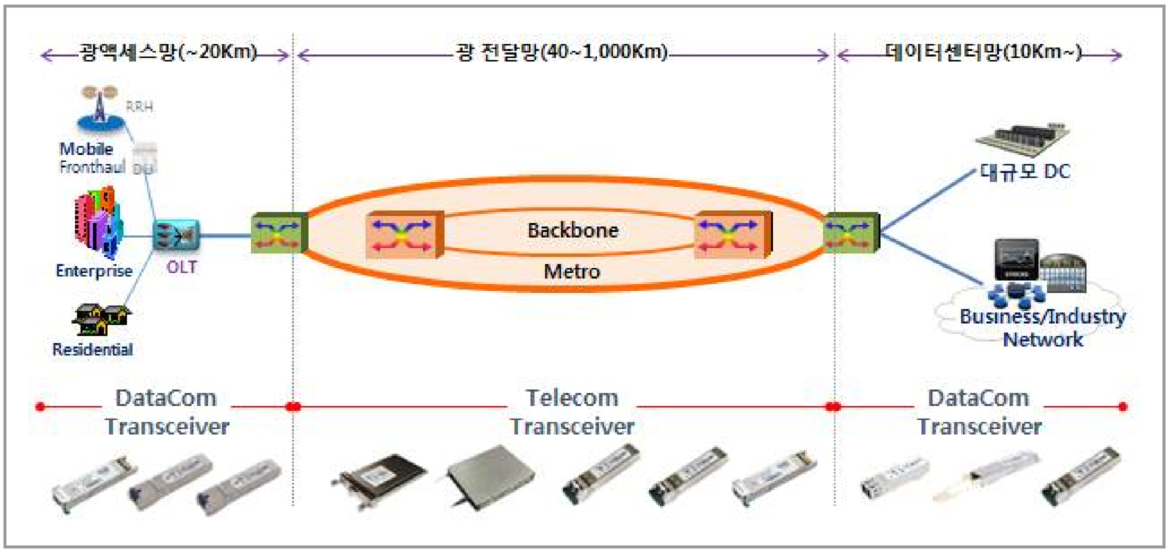
※ 최근 중국은 모바일 트래픽 수용을 위해 파장당 50Gbps 광액세스의 전략적 연구를 시작하였으며, ITU 국제 표준에도 적극적으로 참여 중

4 Optical Transceiver

가. 개요

■ (개념) 광전송 시스템, 대용량 라우터 및 스위치 등의 광통신 장비에서 전기 신호를 광신호로 전환하여 광섬유를 통해 송신하고, 송신된 광신호를 수신 및 다시 전기 신호로 전환, 즉 광송신과 광수신의 기능을 담당하는 모듈

(그림-25) 거리 및 용도별 광 트랜시버



- 초창기 광송수신 모듈은 광송신기와 광수신기가 분리되어 있는 구조였으나, 2000년 이후 송신기와 수신기가 하나의 패키지 안에 구현된 지금의 모듈로 진화

■ 광전송 시스템 및 대용량 라우터 등의 끝단에서 광 인터페이스를 담당하는 광트랜시버는 전송 시스템의 가격과 성능을 결정하는 핵심 부품

- 이러한 광트랜시버는 모듈 업체를 중심으로 시스템 및 부품 업체들의 모여 산업체 표준 MSA(Multi Source Agreement)을 정하면서 개발 비용, 시간 단축효과를 거두고 있으며, 고속화, 소형화, 고성능화, 저가격화 방향으로 발전 중

■ 본 고에서는 광트랜시버를 광전달망(장거리)에 쓰이는 Telecom용과 가입자 및 데이터 센터 시스템 등 40Km 이하 단거리에 쓰이는 DataCom용으로 구분

나. 광트랜시버 시장 현황

■ 전 세계 광트랜시버 시장은 2018년 기준 약 42억 달러로 추정되며, 연평균 14.5%('17~'22)로 성장하여 2022년에는 84억 달러에 달할 전망

< 표-31 > 전 세계 광트랜시버 시장 (단위:$B)

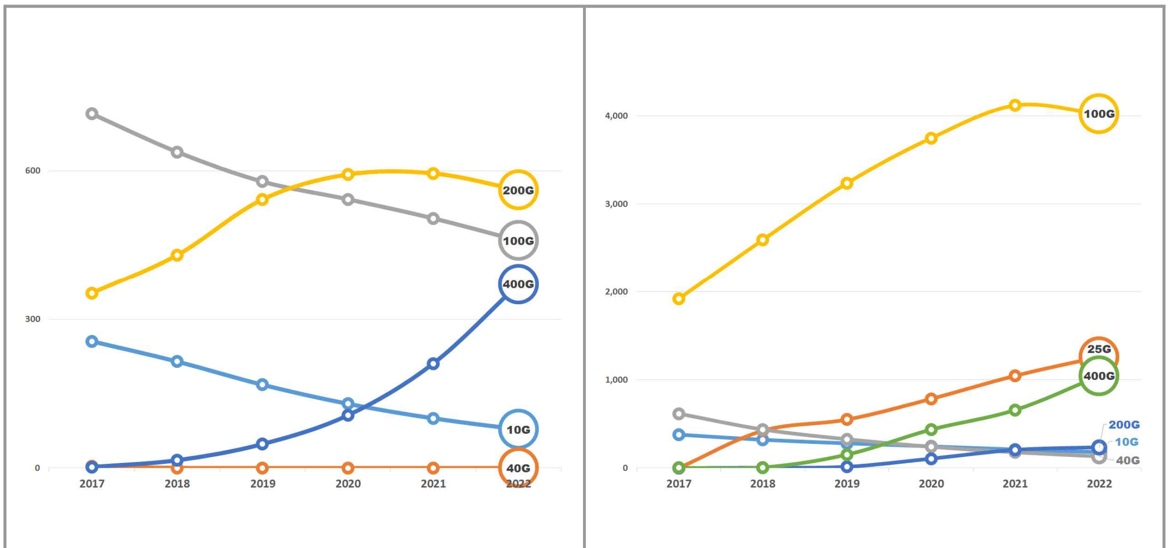
구분	시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2022)
Telecom	1.3	2.0%
DataCom	2.9	18.7%
합계	4.2	14.5%

* 출처 : Telecom Optics and Components Market Tracker(IHS, 2018),
Data Center Optics Market Tracker(IHS, 2018) 데이터를 기반으로 도출

- 2017년 시장의 69%를 차지하던 DataCom 광트랜시버는 2022년 82%의 비중을 차지하며, 시장 성장을 견인할 것으로 예상

■ 2016년부터 미국 등 북미 지역을 중심으로 데이터센터를 위한 수요가 급증하고 있으며, 향후에도 데이터센터 수요를 중심으로 지속 증가할 전망

(그림-26) 광트랜시버 속도별 시장 현황 및 전망



Telecom 광트랜시버 | DataCom 광트랜시버

* 출처 : Telecom Optics and Components Market Tracker(IHS, 2018)
Data Center Optics Market Tracker(IHS, 2018) 데이터를 기반으로 도출

■ Telecom 광트랜시버는 현재 100G 제품이 주류를 이루고 있지만, 데이터센터, FTTx, 무선 백홀 등의 DataCom의 데이터 트래픽 증가로 향후 200G 및 400G 등 대용량 광트랜시버가 대체할 전망

- 40G 광트랜시버의 경우, 100G 제품의 확대로 2016년부터는 거의 출하되지 않고 있으며, 수요 감소로 제조업체 역시 제품 혁신을 고려하지 않음

■ DataCom 광트랜시버 시장 역시 100G 제품이 주류이며, 2018년 이후에는 400G 제품의 성장률이 두드러질 전망

- DataCom용 200G 광트랜시버 역시 400G와 비슷한 시기에 출시되었지만, 400G 제품 확산 전 과도기적 제품으로 주목
- 25G 광트랜시버의 경우, 5G 서비스 상용화에 따라 이동통신 기지국 용도로 제품 수요가 증가할 것으로 기대

다. 시장 경쟁 현황

■ 2016년 전 세계 광트랜시버 시장 선두 업체는 Finisar이며, 상위 3개 사업자의 시장점유율은 28.7%로 비교적 높지 않은 시장 점유율을 기록

- 광트랜시버 시장은 속도, 거리, 사양 등 매우 다양한 제품과 많은 업체들이 시장에서 경쟁 중

< 표-32 > 전 세계 광트랜시버 주요 사업자

Vendor		시장 집중도(2016)	
		CR3	CR5
1	Finisar	28.7%	37.0%
2	InnoLight		
3	Foxconn		
4	Oclaro		
5	Acacia Communication		

* 출처 : 光通信関連市場総調査(Fujichimera, 2017) 데이터를 기반으로 도출

- 100G 이상 Telecom 시장은 168pin, CFP DCO, CFP2 ACO 등 폭넓은 라인업을 갖춘 Acacia Communication이 선두 업체이며, 특히, CFP DCO(CFP2 DCO 포함) 시장에서 높은 점유율 차지
  - 168pin 제품 시장의 선두 업체인 후지쯔 옵티컬 컴포넌트는 2016년 이후 CFP2 ACO에 주력 중이며, NEC는 168pin과 CFP2 ACO이 주력 제품
  - 업계 최초 CFP2 ACO 제품화에 성공한 Oclaro는 CFP2 ACO 제품만 공급, 이외 Finisar, Neophotonics 등의 업체가 존재
- 100G 이상 DataCom 시장의 선두 업체인 InnoLight는 세계 최초 QSFP28을 제품화하여 Google의 데이터 센터에 공급 중이며, Finisar 및 Oclaro는 100G 제품의 모든 폼팩터 갖추는 등 기술 경쟁력을 보유
  - 스미토모는 CFP, CFP4, QSFP28을 생산 중이며, Foxconn은 Avago Technologies (현 Broadcom)의 광 트랜시버 부문을 인수하였고, 후지쯔 옵티컬 컴포넌트는 CFP, CFP2, QSFP28을 생산
  - 기타 업체로 Mellanox, NeoPhotonics, Ranovus 등의 미국 업체와 Accelink, Hisense 등 중국 업체가 있으며, 특히 QSFP28 제품 시장에 많은 업체가 참여

라. 주요 현안

- 5G 이동통신 상용화, FTTx 확산 및 10G 인터넷 서비스, 대용량 데이터센터의 확대 등 인터넷 트래픽의 증대로 통신 장비의 성능을 결정하는 광트랜시버(모듈)의 대용량, 고속화, 저가화, 저전력 및 소형화 등에 대한 니즈 증가
  - 전달망의 200G급 광전송 시스템이 본격적으로 보급되고, 400G급 시장이 확산될 조짐에 따라 상면적과 에너지 소모를 감소시키는 방향으로 기술이 진화될 전망
  - 5G 프론트홀/백홀 구축을 위해 25G/50G급 고속 디지털 광전송 기술과 데이터 저감을 위한 저지연 압축 기술이 지속적으로 요구
  - 데이터센터 역시 통신량 증가로 에너지 소비가 급증할 것으로 전망되고 있어, 이를 위한 저전력, 초소형화로 발전 예상

Ⅵ 4차 산업혁명 대응 데이터 기반 Knowledge-Ware

1 클라우드 & 엣지 컴퓨팅

가. 개요

■ (클라우드 컴퓨팅 개념) 정보를 로컬 컴퓨터가 아닌 인터넷에 연결된 다른 컴퓨터에서 처리하는 컴퓨팅 기술로, 컴퓨팅 자원의 공유 및 협업, 접근 보장을 위해 높은 컴퓨팅 파워, 가상화 기술 이용, 고확장성, 응용 프로그램을 통한 다양한 서비스 구현이 특징

- 클라우드 컴퓨팅에서는 자료 및 데이터가 한 곳으로 집중되어 저장, 처리 및 연산이 이루어지므로, 자료 및 데이터양이 많아질수록 컴퓨팅 자원 소모가 많아져 효율성이 저하(지연 발생, 성능 저하)되는 단점

※ 시장의 주목을 받고 있는 NFV 기술은 클라우드 컴퓨팅을 기반 인프라로 활용하고 있어. 네트워크 가상화 기술과 클라우드 컴퓨팅 기술은 상호 밀접하게 결합하는 추세

■ (엣지 컴퓨팅 개념) 중앙 집중식 데이터 처리가 아닌 데이터가 생성되는 네트워크 엣지에 인접하여 데이터를 처리하는 컴퓨팅 기술로, 클라우드로 정보나 데이터가 직접 전송되는 대신 엣지 컴퓨터에서 처리

- 1차적으로 엣지 컴퓨팅에서 데이터를 처리하므로 클라우드 연산 부하를 경감시키고, 클라우드 기능을 담당하는 중앙 데이터 센터로의 백홀 트래픽을 경감시킴

- 데이터나 정보가 중앙의 데이터 센터까지 전송될 필요가 없이 엣지컴퓨터에서 바로 처리되기 때문에 데이터 흐름을 가속화하고 지연을 줄여줌

- 다만, 물리적으로 여러 곳에 엣지 컴퓨터를 배치하므로 투자비 증가의 문제 발생

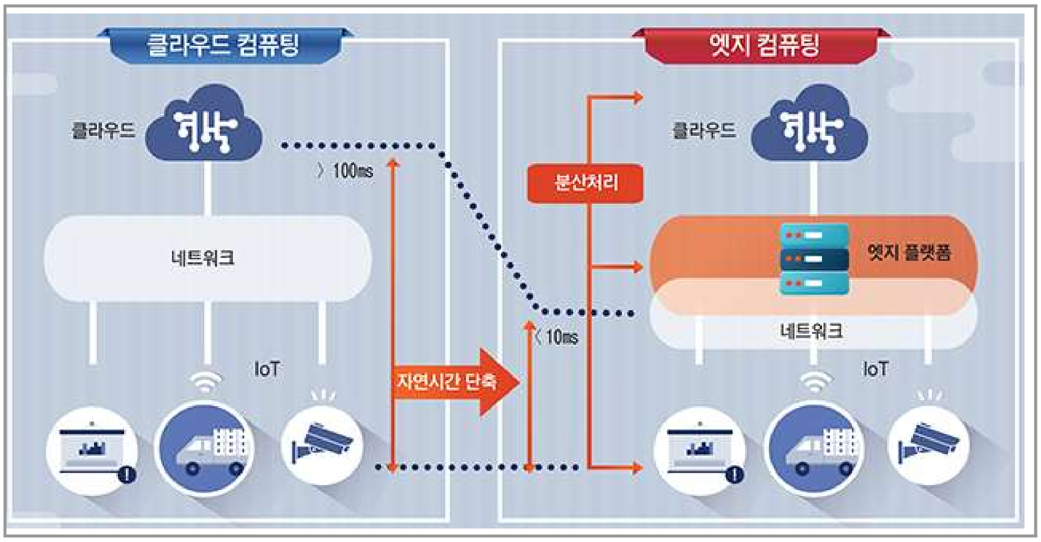
※ 자율주행자동차, AR/VR, 드론 등 네트워크의 엣지단에서 데이터가 생성되고 실시간의 데이터 처리가 필요해지면서 중앙집중형 클라우드 컴퓨팅은 부적합

■ (상호 보완 모델) 클라우드 컴퓨팅 및 엣지 컴퓨팅은 경쟁 관계이기보다는 상호 보완적으로 사용됨으로써 컴퓨팅 자원의 효율적 사용이 가능해짐

- 엣지 컴퓨팅은 다양한 센서 및 디바이스에서 전송되는 원시 자료(raw data)의 집계 및 1차 연산 처리를 담당하여 디바이스에 신속하게 정보 전달

- 클라우드 컴퓨팅은 엣지 컴퓨팅에서 1차 처리된 자료를 종합적으로 분석하여 서비스 혹은 플랫폼 전반에 대한 insight를 제공할 뿐만 아니라 엣지 컴퓨팅 시스템을 제어하는 지능의 중추를 담당

(그림-27) 클라우드 컴퓨팅과 엣지 컴퓨팅의 개념 비교



* 출처 : 정보통신신문(2018.08)

나. 클라우드 & 엣지 컴퓨팅 시장 현황 및 전망

■ (클라우드 컴퓨팅) 개인 및 기업의 클라우드 컴퓨팅 수요 증가로, 시장규모는 2017년 1,297억 달러 규모에서 2022년 1,808억 달러로 연평균 20.1%의 고도성장이 예상

- 컴퓨팅 자원을 서비스 형태로 제공하는 IaaS(연평균 27.8%)와 플랫폼 형태로 서비스를 제공하는 PaaS(27.5%) 시장이 SaaS(15.7%)보다는 빠른 성장이 예상

< 표-33 > 전 세계 클라우드 컴퓨팅 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2022)
IaaS	24.9	27.8%
PaaS	17.4	27.5%
SaaS	87.4	15.7%
합계	129.7	20.1%

* 출처 : Worldwide and Regional Public IT Cloud Services Forecast, 2018-2021(IDC, 2018) 데이터를 기반으로 도출

* IaaS : Infrastructure as a Service *PaaS : Platform as a Service *SaaS : Software as a Service

■ (엣지 컴퓨팅) 다양한 산업분야에서 수요가 증가하고 있는 엣지 컴퓨팅 시장규모는 2018년 12.7억 달러에서 2022년 49.1억 달러로 연평균 40.1%의 고도성장 전망

- 산업부문에서의 이용이 가장 많을 것으로 예상되는데, 산업부문에서의 엣지 컴퓨팅 시장규모는 2018년 4.7억 달러에서 2022년 17.5억 달러로 연평균 38.7%의 성장 예상
- 5G 이동통신·산업용 IoT 등 통신분야(연평균 45.2%)와 드론·자율주행자동차 등 차량·이동체분야(연평균 42.0%)에서 가장 빠르게 활용이 증가할 전망

< 표-34 > 전 세계 엣지 컴퓨팅 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2022)
산업부문	0.5	38.7%
통신부문	0.2	45.2%
차량·이동체부문	0.1	42.0%
정부·공공부문	0.1	38.0%
기타	0.4	39.5%
합계	1.3	40.1%

* 출처 : Global Edge Computing Market(Technavio, 2019)

다. 클라우드 컴퓨팅 인프라 시장 현황 및 전망

■ (하드웨어 인프라) 서버, 스토리지, 네트워크 장비로 구성되는 하드웨어 인프라 시장 규모는 2017년 1,119억 달러에서 2022년 1,538억 달러로 연평균 6.6% 성장 전망

- 클라우드 서비스 사업자의 투자증가로 공개 클라우드용 하드웨어 인프라 시장은 2017년 310억 달러에서 2022년 587억 달러로 연평균 13.6% 증가할 전망
- 사설 클라우드용 하드웨어 시장은 일반 기업이 클라우드 기반의 IT환경을 구현하면서 2017년 165억 달러 규모에서 2022년 299억 달러 규모로 연평균 12.6% 성장 전망

< 표-35 > 전 세계 클라우드 컴퓨팅 하드웨어 인프라 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2022)
공개 클라우드	31.0	13.6%
사설 클라우드	16.5	12.6%
전통 IT	64.4	0.3%
합계	111.9	6.6%

* 출처 : Worldwide Cloud IT Infrastructure Hardware Spending Forecast, 2019-2022(IDC, 2019) 데이터를 기반으로 도출

■ (소프트웨어 인프라) SDC(Software Defined Compute) 소프트웨어[4)]와 클라우드 관리 소프트웨어[5)]로 구성되는 클라우드 컴퓨팅 소프트웨어 인프라의 시장 규모는 2018년 102억 달러에서 2022년 195억 달러로 연평균 17.8%의 성장이 예상됨

- SDC 소프트웨어 시장은 2018년 46억 달러에서 2022년 57억 달러로 연평균 5.6%의 성장이 예상되는데, 세부시장 중 가상머신 소프트웨어 시장이 가장 큰 시장을 형성하고 있으나, Container 시장이 급속히 성장중
- 클라우드 관리 소프트웨어 시장은 2018년 56억 달러에서 2022년 138억 달러로 연평균 25.5%의 높은 성장이 예상되며, 세부시장 중에서는 운영 관리 시장이 최대 시장을 형성할 전망

< 표-36 > 전 세계 클라우드 컴퓨팅 소프트웨어 인프라 시장 (단위:$B)

구분		시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2022)
SDC S/W	Cloud System S/W	1.1	12.1%
	가상머신 S/W	3.5	4.2%
	Container S/W	0.4	39.5%
	소계	4.6	5.7%
클라우드 관리 S/W	자동화 및 설정관리	1.8	19.0%
	운영 관리	2.3	29.2%
	서비스 관리	1.5	26.6%
	소계	5.6	25.5%
합계		10.2	17.8%

* 출처 : Worldwide Cloud System Software Forecast, 2019-2022(IDC, 2019)
Worldwide Virtual Machine Software Forecast, 2019-2022(IDC, 2019)
Worldwide Container Infrastructure Software Forecast, 2018-2022(IDC, 2018)
Worldwide Cloud System and Service Management Software Forecast, 2019-2023(IDC, 2019)
데이터를 기반으로 도출

■ (융합 인프라) 데이터 센터용 장비(서버, 스토리지, 네트워크 장비 및 관련 소프트웨어)가 단일 장비 set으로 이루어진 융합 인프라의 시장 규모는 2018년 101억 달러에서 2023년 187억 달러로 연평균 13.1%의 성장이 예상됨

- HCIS(HyperConverged Infrastructure System)는 융합 인프라 시장을 주도할 제품으로 관련 시장은 2018년 약 31억 달러에서 2022년 96억 달러로 연평균 29.6%의 성장이 예상되며, 2019년부터는 융합 인프라 세부시장 중 최대 시장을 형성할 전망

4) 서버·컴퓨팅 자원의 운영 및 가상화 기능을 제공하는 소프트웨어
5) 클라우드 컴퓨팅 시스템의 운영 관리 및 서비스 관리를 위한 프로그램

- Reference Architecture 시장은 기존 벤더들의 브랜드 효과로 연평균 7.2%의 지속성장이 예상돼, 시장 규모는 2018년 41억 달러에서 2023년 57억 달러에 이를 전망
- Integrated Infrastructure System은 HCIS로의 지속적인 대체로 2018년 15억 달러에서 2023년 7억 달러로 연평균 -13.2% 감소될 전망
- Integrated Stack 시장은 소비자들이 자체 요구에 맞는 어플리케이션 소프트웨어를 구매하기를 원하면서 역성장(연평균 -7.4%)이 예상되는 시장으로 2018년 15억 달러의 규모에서 2023년 10억 달러로 축소 전망

< 표-37 > 전 세계 융합 인프라 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2023)
HCIS	3.1	29.6%
Reference Architecture	4.1	7.2%
Integrated Infra System	1.5	-13.2%
Integrated Stack	1.5	-7.4%
Total	10.1	13.1%

주) Gartner Research의 다음 데이터를 기반으로 도표 작성
[Forecast Analysis: Integrated Systems, Worldwide, Naveen Mishra et al., 29 April 2019]
* HCIS : 스토리지 가상화기술(SDS), 컴퓨팅 가상화 기술(SDC)을 이용하여 서버, 스토리지, 네트워크 장비를 단일 장비로 구현한 시스템
* Reference Architecture : 벤더가 사전에 정한 규격으로 제작된 단일 시스템
* Integrated Infrastructure system : 서버, 스토리지, 네트워크를 단일 장비로 구현하고 기본적인 시스템 소프트웨어도 함께 제공되는 시스템
* Integrated Stack : Integrated Infrastructure system에 어플리케이션 소프트웨어까지 포함

라. 클라우드 컴퓨팅 인프라 시장 경쟁 현황

■ (소프트웨어 인프라) SDC 소프트웨어 시장은 VMware가 압도적인 점유율 차이를 보이며 시장점유율 1위를 기록하는 독점시장을 형성하고 있으며, 클라우드 관리 소프트웨어 시장은 상위 5개 사업자 합산 점유율 57.5%로 독점경쟁시장 형성

- 가상화 기술에 우의가 있는 VMware가 관련 시장을 압도적으로 점유하고 있으며, 2위 IBM과 3위 Huawei 비슷한 한 자리 수의 점유율로 2위권을 형성
- 클라우드 관리 소프트웨어 시장은 컴퓨팅 부분의 VMware가 21.7%의 점유율을 보이며 점유율 1위를 차지하여 2위 IBM과는 7.6%p의 점유율 차이를 보임

< 표-38 > 전 세계 클라우드 소프트웨어 인프라 주요 사업자

구분			시장 집중도(2017)	
			CR3	CR5
SDC	1	VMware	85.4%	88.9%
	2	IBM		
	3	Huawei		
	4	HPE		
	5	Red Hat		
클라우드 관리 S/W	1	VMware	45.0%	57.5%
	2	Microsoft		
	3	IBM		
	4	BMC		
	5	Cisco/AppDynamics		

* 출처 : Worldwide Software-Defined Compute Software Market Shares, 2017(IDC, 2018), Worldwide Cloud System Management Software Market Shares, 2017(IDC, 2018) 데이터를 기반으로 도출

■ (융합 인프라) 시장점유율 상위 대부분은 컴퓨팅 분야 글로벌 대형 벤더가 차지하고 있는데, 상위 3개 벤더의 합산점유율(CR3)은 56.1%로 독점경쟁적 시장구조를 형성

- integrated stack 시장 부분을 제외하고는 Dell, Cisco/NetApp, HPE가 대부분의 세부 시장에서 비슷한 시장점유율을 기록

- Oracle은 전체 융합 인프라 시장에서 3위를 기록하고 있으나, 주력 분야인 Integrated Stack 시장이 역성장을 하고 있어 장기적으로 점유율 하락이 예상

< 표-39 > 전 세계 융합 인프라 주요 사업자

구분		시장 집중도(2018 2Q)	
		CR3	CR5
1	Dell	56.1%	70.9%
2	Cisco/NetApp		
3	Oracle		
4	Nutanix		
5	HPE		

* 출처 : Worldwide Converged System Market Shares, 2Q18(IDC 2018) 데이터를 기반으로 도출

< 표-40 > 전 세계 융합인프라 분야별 주요 사업자

구분			시장 집중도(2017)	
			CR3	CR5
HCIS	1	Dell Inc.	53.0%	61.2%
	2	Nutanix		
	3	Cisco		
	4	HPE		
	5	Lenovo		
Reference & Integrated Infra	1	Dell Inc.	91.3%	95.2%
	2	Cisco/NetApp		
	3	HPE		
	4	Hitachi		
	5	NetApp		
Integra-ted Stack	1	Oracle	69.7%(CR2)	77.1%(CR4)
	2	HPE		
	3	IBM		
	4	Hitachi		

* 출처 : Worldwide Converged System Market Shares, 2Q18(IDC 2018)

주) 시장조사 기관별 시장 정의에 따라 HCIS는 IDC의 Hvperconverged system과 매칭, Reference Architecture와 Integrated Infrastructure는 IDC의 Certified Reference System & Integrated Infrastructure와 매칭, Integrated Stack은 IDC의 Integrated System과 매칭하여 점유율 자료를 사용

마. 클라우드 컴퓨팅 인프라 시장의 성장 및 기회 요인

■ (클라우드 서비스 수요) 개인 이용자 및 기업의 클라우드 서비스 수요 증가는 클라우드 컴퓨팅 인프라 시장의 성장을 견인하는 가장 큰 요인

- 클라우드 서비스 수요에 대응하기 위한 클라우드 서비스 사업자의 지속적인 투자, 기업 IT환경이 클라우드 기반으로의 전환이 관련 인프라 시장 성장을 견인

■ (다중 클라우드 환경) 기업이 단일 클라우드 이용에서 벗어나 public + private cloud 형태의 다중 클라우드 환경이 구축되면서 관리 소프트웨어 수요 증가를 견인

- 하이브리드 클라우드로의 발전함에 따라 클라우드간 워크로드 전환, 자동화된 마이그레이션, 모니터링 SLA 확보 등 더 많은 관리 기능이 필요해짐

■ (on-demand 구축) 클라우드를 구축하려는 수요자들은 정형화된 시스템이 아닌 비즈니스 특성에 맞는 시스템 구축을 요구하여 3rd party 하드웨어 및 소프트웨어 수요

- 기존 벤더간 거래시장인 B2B 시장에서 벗어나 소비자가 소프트웨어와 하드웨어 인프라 요소를 선택할 수 있게 됨에 따라 B2C 시장이 형성되어 새로운 기회
- 특히, 운영 및 개발이 함께 이루어지는 DevOps가 가능해짐에 따라 수요자가 자가 수요에 맞춘 인프라 수요자 증가할 전망

바. 클라우드 컴퓨팅 인프라 시장의 저해 및 위협 요인

■ (가상화 기술시장 성숙) 소프트웨어 인프라 시장중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 가상머신 시장은 이미 포화되어 있으며, 시장성장은 콘테이너 소프트웨어 및 시스템 소프트웨어의 성장에 기댈 수밖에 없는 상황

- 시장 상황이 변화하여 클라우드 시스템 소프트웨어 및 콘네티어 소프트웨어 시장수요가 기대에 못 미치는 경우 시장 정체의 우려

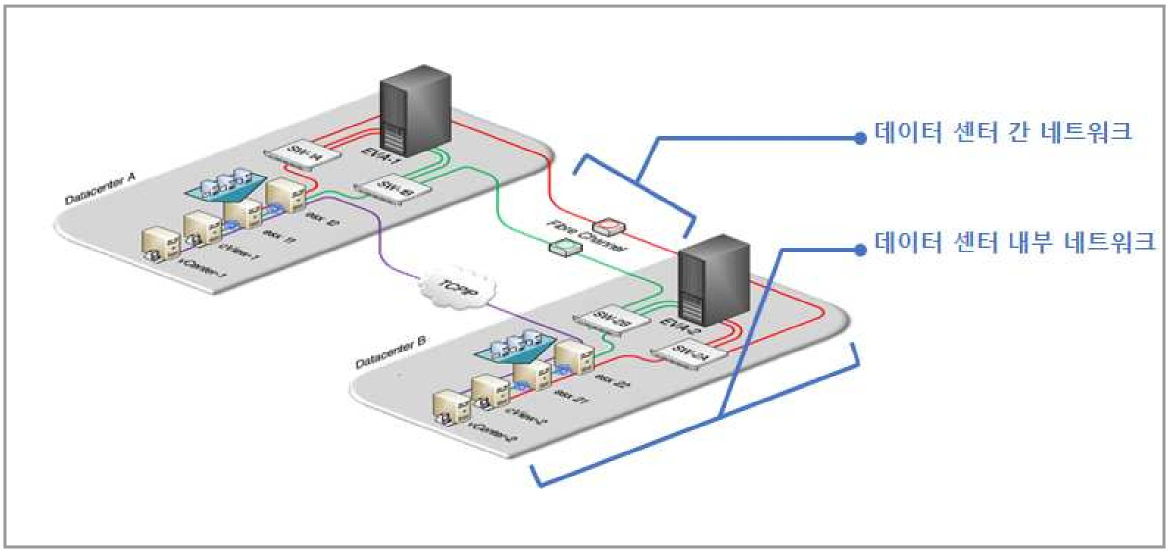
■ (사설 클라우드의 복잡성) 클라우드 환경이 복잡해지면서 private cloud 인프라의 지속적인 업그레이드나 운영이 어려운 기업은 public cloud로 전환이 예상돼 시장 성장 둔화 우려가 있음

2 Data Center Network

가. 개요

■ (개념) 슈퍼컴퓨터, 메인 프레임, 각종 서버 등 다양한 컴퓨터와 데이터 전송 장비를 구축한 데이터센터 내부 통신과 외부 통신망에 액세스할 수 있는 네트워크와 데이터 센터 간 통신을 위한 인프라

(그림-28) 데이터센터 네트워크



* 출처 : Hewlett-Packard Development Company & VMware, Inc.

- 정보 및 데이터를 처리하고 저장하는 집적화된 데이터센터를 구축하기 위한 내부 네트워크는 수많은 컴퓨팅 자원 간 혹은 컴퓨팅 자원과 스토리지 자원을 연결하는 네트워크
- 데이터센터 간 네트워크는 2개 이상 데이터센터 설비 간 고속·저지연 연결을 위해 필요한 네트워크로 기존 WDM 장비를 이용하거나 컴팩트한 전용 장비를 활용

※ 일반적으로 Point-To-Point 또는 Mesh/ROADM 구성을 통해 구축

■ 최근 4차 산업 혁명 등에 따른 요구사항 다양화, OTT 서비스의 확산, 4K/8K 등 신규 서비스의 고품질화로 발생하는 대용량 데이터 트래픽의 처리 능력 확대를 위해 데이터 센터 내부 및 센터 간의 광 네트워크화 진행 중

나. 데이터센터 네트워크 시장 현황

■ (데이터센터 서비스) 전 세계 데이터센터 서비스 시장은 2018년 약 2,000억 달러 규모로 추정되며, 2025년에는 2,807억 달러에 달할 것으로 전망

- 지역별 시장 규모는 Amazon, Apple, Facebook, Google, IBM, Microsoft 등 대형 OTT 서비스 업체의 데이터센터가 있는 북미 지역이 높은 비중을 차지

※ OTT는 전 세계에 서비스 중이며, 이에 따라 데이터센터 역시 전 세계에 확산 중, 특히 OTT 서비스를 위해 데이터센터 내 100G 광 트랜시버가 주류를 이루고 있으며, 최근 서비스 업체가 자체 코어망을 구축하는 사례도 늘고 있음

- 유럽 및 아시아의 경우, 각각 30%와 20% 정도의 서비스 시장 비중을 차지하고 있으며, 특히 아시아 지역의 시장 성장률이 상대적으로 높을 것으로 전망

※ 유럽의 경우, IT 인프라에 대한 아웃소싱이 활발하며, 아시아는 북미 및 일본 서비스 사업자의 데이터센터가 많지만, 최근 자국내 사업자도 늘어나는 추세, 40G 광 트랜시버가 주류

< 표-41 > 전 세계 데이터 센터 서비스 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2025)
북미	76.0	5.3%
유럽	53.0	5.3%
아시아	37.1	7.7%
기타	9.0	9.4%
합계	175.1	6.1%

* 출처 : 光通信関連市場総調査(Fujichimera, 2017) 데이터를 기반으로 도출

■ (데이터센터 내 네트워크) 전 세계 데이터센터 네트워크 장비 시장은 2018년 약 146억 달러 규모이며, 연평균 6.7%로 성장, 2023년에는 203억 달러에 달할 전망

< 표-42 > 전 세계 데이터 센터 내 네트워크 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2023)
Data Center Ethernet Switches	11.8	4.6%
Application Delivery Controllers	1.8	-4.6%
Software-Defined Enterprise WAN	1.1	30.9%
합계	14.7	6.7%

* 출처 : Data Center Network Equipment(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

- 데이터 센터 내 네트워크 장비 시장 중 70% 이상의 비중을 차지하는 스위치의 경우, 광 전송 관련 장비로 에지 스위치에서 발생한 트래픽은 코어 스위치를 통해 어그리게이션되어 ISP 또는 CP 등의 사업자에 연결
- 현재 100G 및 40G, 10G 등의 광 트랜시버를 통해 연결되고 있으며, 향후에는 200G 및 400G 광 트랜시버 사용이 본격화될 전망

※ 40G 및 10G 이하 광 트랜시버는 2018년 이후 시장이 축소될 것으로 예상되며, 100G의 경우, CFP 계열의 폼팩터는 QSFP28로 대체될 전망

■ (데이터센터 간 네트워크) 2018년 전 세계 데이터센터 간 네트워크 장비 시장 규모는 약 30억 달러이며, 2023년까지 연평균 12.1%로 성장하여 53억 달러에 달할 전망

< 표-43 > 전 세계 데이터 센터 간 네트워크 장비 시장 (단위:$B)

구분	시장규모 (2018)	연평균 성장률 (2018-2023)
Traditional WDM Equipment	1.9	6.7%
Compact DCI transport	1.1	20.1%
합계	3.0	12.1%

* 출처 : DCI, Packet-Optical, and OTN Equipment(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

- 세부 장비 중 Compact DCI transport는 ICP의 요구 사항에 최적화된 WDM 장비로 연평균 20.1%의 매우 높은 성장률로 증가하여 2018년 42%를 차지하던 비중이 2023년에는 약 50%까지 늘어날 전망

다. 시장 경쟁 현황

■ (데이터센터 내 네트워크) 2018년 전 세계 데이터센터 내 네트워크 장비 시장 1위 사업자는 Cisco로 전체 시장의 35.6%를 차지

- 장비 사업자는 주로 Cisco, Atrista 등 Switch를 제조하는 업체로 데이터센터 내 Ethernet Switch 매출 증가로 높은 시장 점유율을 차지
- 상위 5개 업체가 전 세계 시장의 약 68%를 차지하고 있는 과점 형태의 경쟁 체제를 형성
- 시장 1위 사업자지만, 전년 대비 약 6%p 하락하는 등 꾸준히 점유율이 하락하고 있는 반면, Arista, Huawei의 점유율은 지속적으로 상승 중

< 표-44 > 전 세계 데이터 센터 내 네트워크 장비 사업자

Vendor		시장 집중도(2018)	
		CR3	CR5
1	Cisco	56.8%	67.7%
2	Arista		
3	Huawei		
4	F5		
5	White Box		

* 출처 : Data Center Network Equipment(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

■ (데이터센터 내 네트워크) 2018년 전 세계 데이터센터 내 네트워크 장비 시장 1위 사업자는 Cisco이며, 상위 3개 사업자의 시장점유율은 56.8%에 달함

- Cisco는 시장 1위 사업자지만, 전년 대비 약 6%p 하락하는 등 꾸준히 점유율이 하락하고 있는 반면, Arista, Huawei의 점유율은 지속적으로 상승 중
- 장비 사업자는 주로 Cisco, Atrista 등 Switch를 제조하는 업체로 데이터센터 내 Ethernet Switch 매출 증가로 높은 시장 점유율을 차지

■ (데이터센터 간 네트워크) DCI 장비 사업자의 경우, 광전송 장비 시장에서도 높은 점유율을 기록한 Ciena와 Huawei, Nokia가 2018년 68%의 높은 점유율을 차지

< 표-45 > 전 세계 데이터 센터 간 네트워크 장비 사업자

Vendor		시장 집중도(2018)	
		CR3	CR5
1	Ciena	68.1%	84.0%
2	Huawei		
3	Nokia		
4	Cisco		
5	Infinera		

* 출처 : DCI, Packet-Optical, and OTN Equipment(IHS, 2019) 데이터를 기반으로 도출

- Compact DCI transport 장비의 경우 소형화, 저가화, 신속성 등의 ICP 니즈를 발 빠르게 충족시킨 Cinena, Infinera, Cisco 등이 시장을 선점

라. 주요 현안

■ 데이터센터 내 네트워크의 핵심 요구 사항은 속도와 가상화이며, 보안, 애플리케이션 성능 및 확장성 등과 함께 데이터센터에 대한 투자 동인

■ (속도) 25/100GE 포트 데이터센터용 이더넷 스위치는 기존 10/40GE 포트 제품을 대체하는 등 고속·대용량화 추세

- 시장 주력 제품으로 부상 중인 25/100GE 제품 역시 2019년 말 이후부터는 50/200GE 및 400GE 제품으로 대체될 전망

- 데이터센터 네트워크 장비의 고속·대용량화는 데이터센터가 처리할 데이터의 트래픽 폭증에 기인

※ 2021년 전 세계 데이터센터(내부 및 센터 간) 트래픽은 전체 인터넷 트래픽(데이터센터 제외)의 약 6배에 달할 전망(인터넷 트래픽 3.3ZBs, 데이터센터 트래픽 17.5ZBs)

< 표-46 > 전 세계 데이터 센터 트래픽 현황 및 전망 (단위:EB)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR
Datacenter to Datacenter	679	976	1,347	1,746	2,245	2,796	32.7%
Within Datacenter	5,143	6,831	8,601	10,362	12,371	14,695	23.4%
Total	5,822	7,807	9,948	12,108	14,616	17,491	24.6%

* 출처 : Cisco Global Cloud Index(Cisco, 2018)

■ (가상화) 기업 및 서비스사업자는 가상화를 통해 데이터센터 운영의 효율성을 확보하였으며, 초기 서버 최적화를 주도하던 가상화는 스토리지 및 네트워크까지 범위를 확장

- 데이터센터 내 네트워크 장비 시장에서 새롭게 형성되고 있는 SD-WAN은 기존 물리적 장비인 기업용 라우터를 대신할 것으로 예상

※ SD-WAN 기술 활용 시 기존 전용선 방식인 WAN에 비해 1/3 수준의 비용으로 구축 가능

3 Safe 인프라

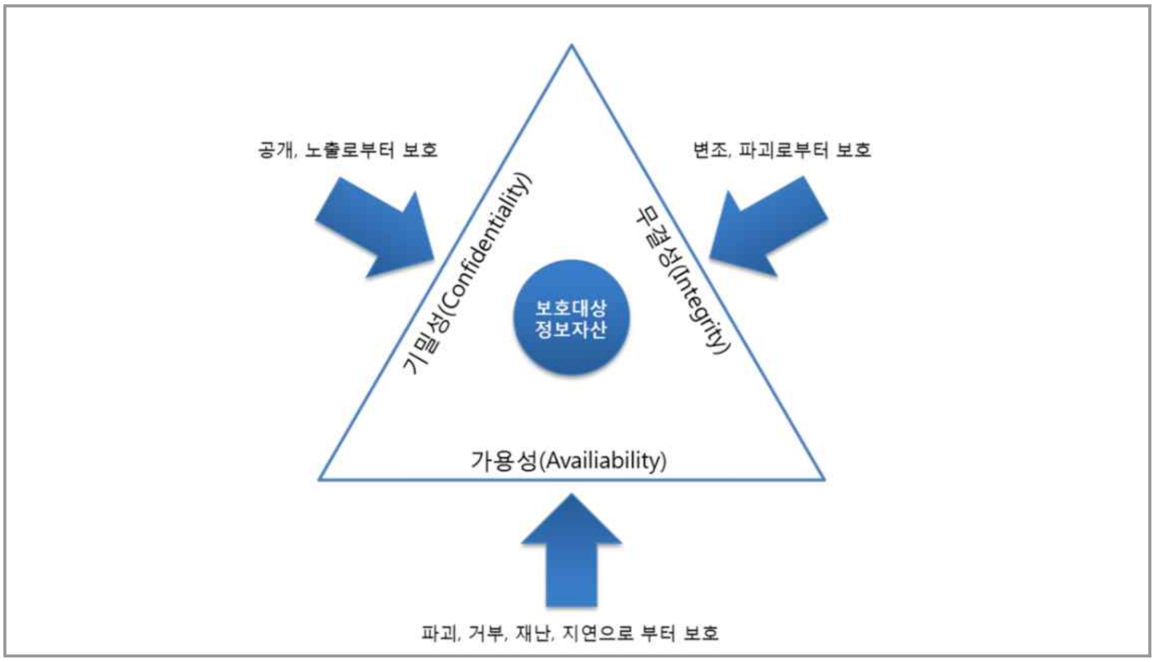
가. 개요

■ (개념) safe 인프라는 정보의 수집, 가공, 저장, 검색, 송신, 수신 도중에 정보의 훼손, 변조, 유출 방지를 목적으로 하는 정보 보안 中 네트워크 인프라의 안정성과 고신뢰성을 보장하기 위한 보안 요소

■ (보안 원칙) safe 인프라는 정보 보안중 네크워크 부분과 관련된 하위개념이므로 정보 보안의 원칙이 동일하게 적용되는데, 정보 보안은 ①기밀성, ②무결성, ③가용성을 기본 원칙으로 하고 있음

- 기밀성 : 인가받지 않은 사용자나 객체가 정보의 내용을 알 수 없도록 하는 성질
- 무결성 : 인가받지 않은 사용자나 객체가 정보의 변조나 수정을 할 수 없게 하는 성질
- 가용성 : 인가받은 사용자나 객체가 정보에 접근하고자 할 때 방해받지 않게 하는 성질

(그림-29) 정보 보안의 3 원칙



* 출처 : http://9chuck.blog.me

■ (유형) 정보 보안은 ① 종단 보안, ② 메시징 보안, ③ 네트워크 보안, ④ 보안 및 취약 관리', ⑤ 웹 보안, ⑥ 기타 보안으로 구분되는데, 특히 '네트워크 보안'과 '보안 및 취약 관리가 safe 인프라와 직접 관련성을 갖고 있음

- 종단 보안 : 종단(end point) 장비에 대한 공격으로부터 보호하거나 OS 유형(윈도우, 리눅스, iOS 등)에 상관없이 종단의 정보를 보
- 메시징 보호 : 이메일이나 인스턴트 메시지 등에 포함된 악성코드, 멀 웨어, 스팸메일 방지를 통한 데이터 손실방지를 목적으로 함
- 네트워크 보안 : 소프트웨어, 하드웨어 및 네트워킹 기술이 조합되어 기업내 네트워크 및 내장 리소스를 외부 위협으로부터 보호하여 네트워크 중단 방지
- 보안 및 취약 관리 : 기업/조직의 위험 상황을 파악, 해석 및 개선할 수 있도록 보안 정책 작성, 모니터링, 시행, 패치 관리 등을 수행하는 포괄적 솔루션
- 웹 보안 : 어플리케이션 S/W, 어플라이언스, SaaS 및 가상 플랫폼에 deploy 되며, URL 필터링, 웹 안티 멀웨어, 프로그램 방화벽 및 웹 콘텐츠 필터링 수행
- 기타 보안 : 상기 5가지 유형에 포함되지 않는 새로운 유형의 보안 제품

< 신뢰 네트워크를 위한 safe 인프라 >
■ 신뢰 네트워크란 사물-인간-데이터간 연결을 제공하기 위해 연결의 주체와 대상을 인가하고 데이터의 안전한 전달 및 유통을 보장하는 네트워크
■ safe 인프라는 고신뢰성과 고가용성을 보장하는 신뢰 네트워크의 구현 요소로서, **네트워크 보안, 보안 및 취약 관리, 웹 보안**은 네트워크 기술과 결합하여 네트워크 안정성을 제고

나. 시장 현황

■ (시장규모) 정보 보안 시장 규모는 2017년 366억 달러에서 2022년 549억 달러로 연평균 8.4%의 성장이 예상되며, 이중 safe 인프라 시장(네트워크 보안 + 보안취약 관리)은 2017년 198억 달러에서 2022년 320억 달러로 연평균 10.1%의 성장이 예상됨

- 종단 보안 시장 : IT 시스템 내부로의 공격을 사전에 차단하기 위한 엔드 포인트 보안의 중요성이 요구되면서 2017년 107억 달러에서 2022년 144억 달러 규모로 연평균 6.0%의 성장이 예상
- 메시징 보안 시장 : 정보 보안 시장중 작은 규모를 형성하고 있으며 2017년 23억 달러에서 2022년 29억 달러로 연평균 4.9%의 성장이 예상

- 네트워크 보안 시장 : 정보보안 시장 중 가장 큰 시장규모를 형성하고 있으며, connectivity의 중요성으로 2017년도 131억 달러 규모이던 시장이 2022년 205억 달러로 연평균 9.4%의 높은 성장이 예상
- 보안 및 취약 관리 : 내외부의 이상 징후의 감지 및 경보를 통해 위험을 사전에 탐지하고 위험 발생시 피해를 최소화할 수 있어 시장의 수요가 빠르게 증가하는 분야로, 2017년 67억 달러이던 시장규모는 2022년 115억 달러로 연평균 11.4%의 고속 성장이 예상
- 웹 보안 : 이용자를 기만하는 피싱 사이트 및 악의적 링크가 증가하면서 수요가 커지고 있는데, 2017년 29억 달러이던 시장규모는 2022년 46억 달러로 연평균 9.8%성장하여 '보안 및 취약성 관리 시장' 다음으로 높은 성장이 예상됨

< 표-47 > 전 세계 정보 보안 시장 (단위:$B)

구분	시장 규모 (2017)	연평균 성장률 (2017-2022)
종단 보안	10.7	6.0%
메시징 보안	2.3	4.9%
네트워크 보안	13.1	9.4%
보안 및 취약 관리	6.7	11.4%
웹 보안	2.9	9.8%
기타	0.9	2.8%
합계	36.6	8.4%

* 출처 : Worldwide IT Security Product Forecast 2018-2022(IDC, 2018) 데이터를 기반으로 도출

다. 시장 경쟁 현황

■ 전체 정보 보안관점에서 상위 5개 벤더 시장점유율은 32%('17년 기준)로 완전경쟁 시장에 가까운 경쟁체제를 형성하고 있어 특정 벤더가 시장을 주도하지 못하는 상황

■ 일반적인 보안 시장과는 달리 safe 인프라 시장은 Cisco, Palo Alto Networks, Check point, IBM, Dell 등 네트워크 및 컴퓨터 벤더가 시장 점유율 상위권을 차지

- 네트워크 보안 시장은 점유율 상위 5개 업체가 네트워크 벤더로 시장의 55.1%를 차지하고 있으며, 보안 및 취약 관리 시장은 점유율 상위 5개 업체 모두 가 클라우드 전문 하드웨어 및 솔루션 업체로 시장의 35.3%를 차지

< 표-48 > 전 세계 정보 보안 분야별 주요 사업자

구분			시장 집중도(2017)	
			CR3	CR5
전체	1	Symantec	22.4%	32.4%
	2	Cisco		
	3	Check Point		
	4	McAfee		
	5	Palo Alto		
종단 보안	1	Symantec	48.3%	60.6%
	2	McAfee		
	3	Trend Micro		
	4	Kaspersky Lab		
	5	Avast Software-AVG		
메시징 보안	1	Proofpoint	38.0%	52.2%
	2	Symantec		
	3	Microsoft		
	4	Cisco		
	5	Trend Micro		
네트워크 보안	1	Cisco	41.7%	55.1%
	2	Palo Alto Networks		
	3	Check Point		
	4	Fortinet		
	5	SonicWall		
보안 및 취약 관리	1	IBM	27.2%	35.3%
	2	Micro Focus		
	3	Dell		
	4	Splunk		
	5	Qualys		
웹 보안	1	Symantec	46.8%	57.1%
	2	Forcepoint		
	3	Cisco		
	4	Zscaler		
	5	Imperva		

* 출처 : Worldwide IT Security Products Market Shares, 2017 (IDC 2018)
Worldwide Endpoint Security Market Shares, 2017 (IDC 2018)
Worldwide Messaging Security Market Shares, 2017 (IDC 2018)
Worldwide Network Security Market Shares, 2017 (IDC 2018)
Worldwide Security and Vulnerability Management Market Shares, 2017 (IDC 2018)
Worldwide Web Security Market Shares, 2017 (IDC 2018) 자료의 데이터를 기반으로 도출

라. 시장 성장 및 기회 요인

■ (주요국의 정보보호 관련 법안 강화) EU의 개인정보보호법(GDPR : General Data Protection Regulation)과 중국의 사이버보안법(CSL : Cybersecurity Law)의 개정으로 기업의 정보보호에 대한 의무가 강화됨에 따라 시장 수요 증가 예상

- GDPR과 CSL은 모두 개인정보보호를 강화를 주 내용으로 하고 있어, 인프라 보호시장의 수요를 자극할 것으로 예상됨(특히 데이터 유출방지 시장)

■ (사이버 위협의 증가) 랜섬웨어가 새로운 위협으로 등장하고 美-中간 해킹 공방과 같이 국가단위/조직 단위의 사이버 공격이 이슈화되면서 보안 요구 증가

- 사회 중요 시설 및 공공시설이 랜섬웨어를 비롯하여 다양한 사이버 공격으로 기능장애가 발생하거나 및 중요 정보가 유출되면서 국제적 이슈화
- 첨단 산업 및 국방 기술의 유출은 사이버 공간의 피해를 넘어 실제 공간으로 피해가 확산되면서 기업 및 국가기관은 정보보안 체계를 강화

■ (네트워크의 이질성) 네트워크에 공공/사설 클라우드, 하이퍼바이저, 소프트웨어 콘테이너, 모바일 엑세스 등 다양한 요소가 mix되면서 보안 수요는 더욱 증가

- 네트워크 유형이 다양해지면서 취약성이나 공격루트 역시 다양하게 전개될 수 있어 클라우드, 가상머신 등에 대한 보안 강화 필요성 증가

라. 시장 저해 및 위협 요인

■ (시장의 성숙) 시장의 라이프 사이클상 성숙단계에 접어들었으며, 새로운 기술개발을 통한 신시장의 개척보다는 기존 장비의 성능 개선이나 기능을 추가하는 방향으로 제품을 출시하면서 혁신성이 부족해지고 있음

■ (대형 벤더 중심의 M&A) 글로벌 대형 벤더가 start up을 대상으로 하는 M&A가 활발히 이루어지고 있어 신규 유력 벤더의 출현이 어려워 짐

Ⅶ 결 론

1 Massive connectivity & Traffic Big bang, 네트워크 진화의 Driver

가. Connected Thing 증가로 인한 Massive Connectivity

■ 초연결사회·지능정보사회가 도래함에 따라 사물-사람-단말기-컴퓨팅 자원이 상호 유기적으로 연결되어 상시적 정보형성과 전달이 이루어지는 환경 도래

- 센서, 디바이스, 산업용 기기, 드론, 사회 및 공공인프라 자원이 상호 연결되고, 컴퓨팅 자원과 연결되면서 수많은 데이터와 정보가 상시적이고 지속적으로 전달

■ 네트워크와 연결되는 다양한 thing들을 수용하기 위한 massive connectivity의 필요성이 제기되고 있으며, 이에 대응하기 위해 기존 IPv6를 비롯하여 NDN(Named Data Network), ICN(Information Centric Network) 등 새로운 네트워크 기술이 연구

- 수십억 개에 이를 것으로 예상되는 connected thing의 connectivity 제공을 위해 기존 IP방식을 탈피한 새로운 네트워크 연결기술이 필요해지고 있음

나. Traffic Big bang

■ Connected device/thing의 증가에 따라 네트워크 트래픽은 단일 bulk traffic의 증가와 IoT에 의한 tiny but large traffic의 양상으로 나타나고 있음

■ 고화질·몰입형 콘텐츠 기술이 발전하고 있는 가운데 IPTV를 비롯한 Netflix, Youtube, Pooq 등 인터넷 기반의 방송·미디어 서비스 시장이 성장하면서, 비디오 트래픽은 단일 bulk traffic을 발생시키는 주요 원인이며, 향후에도 지속적인 증가 예상

■ Digital Transformation 이행으로 다양한 산업에서 사용되는 기계, 센서, 드론 등이 다양한 thing들이 네트워크와 연결되면서 M2M traffic의 급증이 예상

- 개별 thing들이 발생시키는 제어 및 센싱 신호 자체는 트래픽이 작으나 thing의 수가 급격히 증가하면서 집합적인 traffic은 많아지는 양상으로 전개될 전망

네트워크가 다중 서비스를 지원해야 하는 상황이 전개되고 다양한 connected thing의 증가로 트래픽 pattern과 volume이 변화하면서, 네트워크 기술의 변혁을 촉발

2 Network Transformation의 양상

가. 時空의 한계를 극복할 수 있는 네트워크

■ 네트워크의 속도와 지연의 한계를 극복하여 end-to-end 이용자간 시간과 공간을 초월하여 실시간으로 정보와 데이터를 전달하고 공유하는 네트워크로 진화

- 시간과 지리적 거리의 제약 없이 원격지의 end-to-end 이용자간 대용량의 정보와 데이터, 콘텐츠를 동시에 공유하고 실시간의 피드백(feed back)이 가능하여 시간과 공간의 제약을 극복한 네트워크로 진화

■ 저지연과 광대역을 통해 원격지 이용자가 대용량의 정보 및 데이터, 콘텐츠를 빠르게 전송하여 시간과 장소의 제약 없이 네트워크 이용자(B2C, B2B, P2P)간 실시간으로 정보 및 데이터, 콘텐츠의 공유를 가능케 하는 광 네트워크 기술이 확산

- 클라우드 서비스의 이용증가로 야기된 데이터 센터 간 혹은 데이터 센터 내 서버 간 폭증하는 대용량 트래픽을 빠르고 지연없이 전송하기 위해 광 네트워크 기술이 이용

- 유선 초고속·광대역 서비스 구현뿐만 아니라, 이동통신망의 액세스 네트워크(front-haul, back-haul, 중계기, DAS link 등)에 광 네트워크 기술을 활용함으로써 원격 이용자간 정보의 실시간 공유와 전송을 가능케 함

※ 광 네트워크 기술을 통해 access 구간에서는 수십 기가(Giga)급, 백본(back bone) 구간에서는 수 테라(Tera)급의 데이터 전송 기술이 개발

■ 엣지 컴퓨팅/클라우드 역시 가입자 최인근에서 네트워크 기능을 제공함으로써 네트워크의 지연을 최소화시키고 congestion을 최소화하는데 기여

- 기존의 집중형 클라우드와 비교하여 엣지 컴퓨팅은 지리적으로 가입자 최인근에 배치되기 때문에 트래픽 전달 거리를 최소화할 수 있어, 네트워크 경로 및 거리 단축에 의한 절대적인 지연시간을 감소

- 5G 이동통신에서 본격적으로 사용되는 엣지 컴퓨팅 및 엣지 클라우드는 NFV를 구현하기 위한 NFVI(Network Function Virtualization Infrastructure)로 활용되어 모바일 코어의 분산 배치로 네트워크 지연을 감소

나. Vertical 산업 맞춤형 서비스를 위한 네트워크 슬라이싱과 NaaS

■ 트래픽 유형과 connected thing의 증가로 네트워크 서비스에 대한 니즈는 분야별로 다양하게 분화될 것으로 예상되며, 이에 대응하기 위해 논리적 네트워크를 구성하고 서비스 속성을 차별화하여 제공하는 네트워크 슬라이싱에 대한 수요는 지속 증가 전망

- 5G 이동통신을 계기로 통신서비스는 기존 B2C 비즈니스 모델에서 벗어나 B2B 비즈니스 모델을 지향하고 있어 산업 요구에 맞는 네트워크 슬라이싱이 본격적으로 사용될 것으로 예상
- 방송/미디어, 보건/의료, 제조업, 자율이동체 등 개별 vertical 산업별로 요구하는 네트워크 특성에 따라 고대역폭형 슬라이싱, 저지연 강화형 슬라이싱 등 다양한 형태의 네트워크 슬라이싱 서비스가 등장할 전망

■ 네트워크 슬라이싱의 등장으로 네트워크는 수요맞춤형 서비스로 발전하고 있으며, 향후 네트워크 자원에 다양한 어플리케이션을 통합 제공하는 NaaS(Network-as-a Service)형태로 진화

- NaaS는 네트워크 인프라를 보유하고 있지 않은 고객에게 네트워크 인프라를 서비스 형태로 제공하는 것으로, 고객은 네트워크 자원과 서비스뿐만 아니라 관련 어플리케이션까지 정해진 계약 기간 동안 제공받게 됨
- NaaS는 가상화된 형태로 네트워크 서비스를 제공하는데, IaaS, PaaS, SaaS 등과 같은 가상화된 컴퓨팅 인프라를 제공하는 서비스와 함께 제공될 뿐만 아니라 보안(security) 등 어플리케이션도 함께 제공이 가능함

■ 네트워크 슬라이싱과 NaaS 제공을 위해 물리적 클라우드 및 엣지 컴퓨터를 기반으로 가상화 기술을 이용하여 자원(서버·컴퓨팅 자원, 네트워크 자원)을 제공해야 하므로 네트워크 기술과 컴퓨팅 기술 밀결합이 강화

- 네트워크 슬라이싱 및 NaaS 서비스를 구현하기 위해서는 물리적 자원인 클라우드 컴퓨팅 자원의 운용·관리 기술과 네트워크 가상화 기술이 결합이 필수적

※ NFV는 서버 가상화로 형성되는 가상머신(VM : Virtual Machine)dp NVF 어플리케이션이 오버레이(overlay) 되어 구현

다. 지능형 제어를 통한 Operational Agility와 Intelligent Automation 실현

■ 네트워크와 산업융합이 진행됨에 따라 vertical 산업별 요구에 맞는 네트워크 서비스를 제공하기 위해 동적인 네트워크 배치 및 운영이 가능한 SDN/NFV가 확산

- 산업 맞춤형 서비스(네트워크 슬라이싱/NaaS)를 제공을 위해 다양한 물리적 네트워크 장비의 통합적 운용, 가상화된 컴퓨팅/네트워킹 자원의 동적 할당, 네트워크 성능 최적화를 위해 많은 작업을 수반

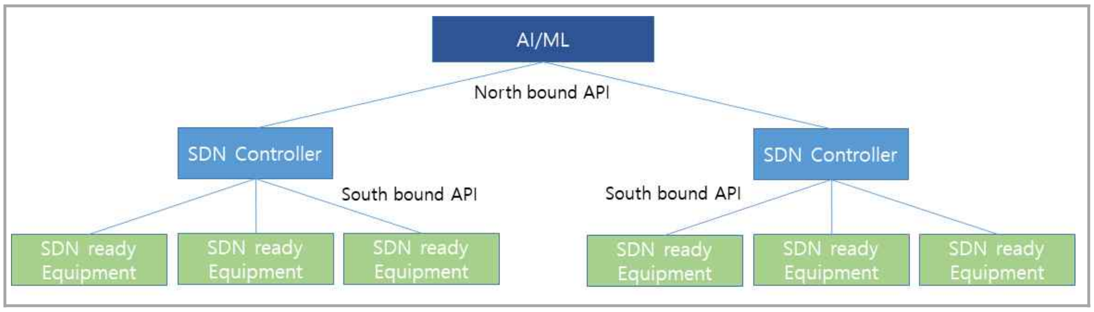
- 수요가 다변화하는 vertical 산업별 맞춤형 서비스를 위해 개별 component 단위의 관리·제어가 아닌 중앙집중형 일괄 제어·관리가 가능한 SDN 기술과 가변적이고 동적인 네트워크 기능 배치가 가능한 NFV기술이 확산 추세

■ 네트워크를 중앙집중형으로 제어·관리하는 SDN에 인공지능 기반의 자동화 tool이 결합하여 zero touch 혹은 one touch 운영이 가능한 자율네트워크로 발전

- 소프트웨어 콘트롤러로 네트워크 시스템 전반을 제어하는 SDN은 application 지원을 위한 north bound API를 제공하고, 인프라 제어를 위한 south bound API를 제공하는 자율네트워크 구현의 기반기술

※ SDN기술과 인공지능이 결합하여 네트워크 스스로 self-organizing, self-configuration, self-healing, self-optimization이 가능한 자율네트워크로 진화

(그림-30) 자율네트워크에서 SDN의 활용



■ 소프트웨어 기반 네트워크 아키텍처는 Programmability를 활용하여 네트워크 운영 과정에서 관리자가 필요한 기능을 개발·보완하는 DevOps가 가능하므로 민첩성 제고

- 필요한 네트워크 관리 솔루션이나 어플리케이션을 3rd party 사업자로부터 구매하지 않고, 운영자가 직접 프로그래밍을 통해 필요 부분을 제작·수정함으로써 네트워크 유연성과 민첩성을 제고할 수 있음

라. 무결성 보안을 위한 Security Aware Network의 실현

■ 정보 탈취 및 비인가 IT자원의 탈취를 목적으로 하는 해킹과 악성코드, 시스템을 담보로 경제적 대가를 요구하는 멀웨어 등은 네트워크의 안정성을 심각히 위협

- 사회 전분야의 산업·공공자원이 네트워크로 연결되고, 네트워크를 통해 주체들의 중요 정보와 데이터가 전달되는 지능정보사회에서 네트워크 안전은 핵심 보안요소
- 특히, 4차 산업혁명으로 다양한 산업 분야의 IT인프라가 네트워크로 연결되면서 기업이나 생산현장, 이용자가 생성하는 정보 및 데이터 자체가 높은 가치를 가지면서 해킹 및 악성 코드 감염 차단은 가상네트워크의 주요 이슈

■ Digital Transformation에 의해 급증하는 디바이스 및 connected thing은 역설적으로 외부침입의 경로와 양상을 복잡하게 하여 인공지능과 연계한 security aware network로 진화

- 인공지능이 학습을 통해 외부침입이나 내부의 인가받지 않은 접근의 예후를 감지하여 사전 대응체계 강화
- 외부로부터의 침입 및 공격, 정보유출, 악성코드 감염 등 보안 문제 발생시 사전에 정해진 policy에 따라 격리, 차단, 치료 등 대응을 자동화하여 신속한 대응 및 운영자에 대한 reporting을 통해 문제 최소화

■ 궁극적으로 네트워크를 통해 전송되는 정보·데이터를 암호화함으로써 외부 침입이나 정보유출을 원천적으로 차단할 수 있는 무결성 신뢰네트워크로 발전 전망

- 암호화가 가능한 네트워크 기술은 비록 정보 유출이 발생하더라도 정보의 해석이 불가능하므로 유출에 대한 위험을 회피할 수 있으므로 향후에는 양자 암호통신과 같은 고신뢰 네트워크 기술의 적극적 도입이 예상됨

※ SK텔레콤은 E2E서비스로 활용될 5G 이동통신에 양자암호통신을 도입하여 고객들의 정보의 안전성을 높이기 위한 양자암호통신기술을 개발하였으며, 2022년 글로벌 양자암호 네트워크 구축 계획을 수립

참고문헌

◆ 국외자료

VNI Global IP Traffic Forecast 2017-2022, Cisco, 2019.

Forecast Communications Service Provider Operational Technology Worldwide, Gartner, 2019.

Forecast Enterprise Network Equipment by Market Segment Worldwide 2016~2023, Gartner, 2019.

Market Share: Communications Service Provider Operational Technology Worldwide, 2018, Gartner, 2018.

Market Share: Enterprise Network Equipment by Market Segment Worldwide, 1Q19, Gartner, 2019.

SDN Hardware Software and Services, IHS, 2019.

NFV Hardware Software and Services, IHS, 2019.

Data Center & Enterprise SDN Hardware and Software Market Tracker, IHS, 2017.

Data Center & Enterprise SDN Hardware and Software Market Tracker, IHS, 2019.

5G Network Slicing and Industry Verticals, ABI Research, 2018.

Artificial Intelligence and Machine Learning, ABI Research, 2018.

Next Generation Networking for Artificial Intelligence : market Outlook for AI driven SDN, 5G, IoT and Network Analytics 2018-2020, Mind Commerce, 2018.

Artificial Intelligence-based Approach to Information Security, Frost&Sullivan, 2017.

Mobile Fronthaul Equipment Market Tracker, IHS, 2018.

Mobile Backhaul Market Database, IHS, 2018.

Indoor Outdoor and IoT Network Infrastructure 3Q 2018, ABI Research, 2018.

DAS Equipment Market Tracker, IHS, 2018.

Broadband Aggregation Equipment and Components Market Tracker, IHS, 2019.

Telecom Optics and Components Market Tracker, IHS, 2018.

Data Center Optics Market Tracker, IHS, 2018.

光通信関連市場総調査, Fujichimera, 2017.

Worldwide and Regional Public IT Cloud Services Forecast 2018~2021, IDC, 2018.

Global Edge Computing Market, Technavio, 2019.

Worldwide Cloud IT Infrastructure Hardware Spending Forecast 2019~2022, IDC, 2019.

Worldwide Cloud System Software Forecast 2019~2022, IDC, 2019.

Worldwide Virtual Machine Software Forecast 2019~2022, IDC, 2019.

Worldwide Container Infrastructure Software Forecast 2018~2022, IDC, 2018.

Worldwide Cloud System and Service Management Software Forecast 2019~2023, IDC, 2019.

Forecast Analysis: Integrated Systems, Worldwide, Gartner, 2019.

Worldwide Software-Defined Compute Software Market Shares 2017, IDC, 2018.

Worldwide Cloud System Management Software Market Shares 2017, IDC, 2018.

Worldwide Converged System Market Shares 2Q18, IDC, 2018.

Data Center Network Equipment, IHS, 2019.

DCI, Packet-Optical, and OTN Equipment, IHS, 2019.

Data Center Network Equipment, IHS, 2019.

Cisco Global Cloud Index, Cisco, 2018.

Worldwide IT Security Product Forecast 2018~2022, IDC, 2018.

Worldwide IT Security Products Market Shares 2017, IDC, 2018.

Worldwide Endpoint Security Market Shares 2017, IDC, 2018.

Worldwide Messaging Security Market Shares 2017, IDC, 2018.

Worldwide Network Security Market Shares 2017, IDC, 2018.

Worldwide Security and Vulnerability Management Market Shares 2017, IDC, 2018.

Worldwide Web Security Market Shares 2017, IDC, 2018.

Best Practices for the HP EVA Array using VMware vCenter Site Recovery Manager, Hewlett-Packard, 2009

◆ ETRI 내부 및 기타 자료

ETRI Insight Report(도메인분석서); 광 네트워크 장비, 모듈 및 부품, ETRI 미래전략연구소, 2017.

ETRI Insight Report(도메인분석서); 지능/신뢰 네트워크, ETRI 미래전략연구소, 2017.

정보통신신문. 2018.08.

Artificial Intelligence for Autonomous Networks

Multimedial over Coax Alliance

Open Network Foundation

인공지능 기반 네트워크 벤더별 press lease

www.argela.com

www.netmanias.com

http://9chuck.blog.me

저자소개

민대홍 ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 산업전략연구그룹 선임연구원
e-mail: dhmin@etri.re.kr Tel. 042-860-6499

신용희 ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 산업전략연구그룹 책임연구원
e-mail: syong@etri.re.kr Tel. 042-860-1147

안지영 ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 산업전략연구그룹 선임기술원
e-mail: ajy@etri.re.kr Tel. 042-860-1741

유선 네트워크 : 지능 및 광 네트워크 중심으로

발행인 한 성 수
발행처 한국전자통신연구원 미래전략연구소 기술경제연구본부
발행일 2019년 6월 28일

www.etri.re.kr

ETRI 한국전자통신연구원 미래전략연구소

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