



## 통신장비제조회사의 디지털 서비스

김명준·이애기·김진광·류근호\*

충북대학교 전기전자정보컴퓨터학부 데이터베이스/바이오인포매틱스연구실

## Digital Services of Telecom Equipment Suppliers

Myeong Jun Kim · Erdenebileg Batbaatar · Jin Kwang Kim · Keun Ho Ryu\*

Database/Bioinformatics Lab, School of Electrical & Computer Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

### [요 약]

전통적으로 독자 시장을 형성해 왔던 통신 업계에도 컴퓨터 통신으로 촉발된 디지털화의 바람이 몰아 닥쳤다. 통신업계에서 디지털화 또는 디지털 서비스라 함은 곧, 소프트웨어 정의 망의 지원을 받는 망 기능 가상화를 일컫는다. 통신업계의 디지털화는 기존 장비공급자와 서비스공급자라는 2원적 형태에서 전사회 구성원의 다원적 참여로 급변하고 있는 양상이다. 이 새로운 변화를 이해함에 있어서 전통적으로 그 변화 중심의 핵심에서 중추역할을 하여온 전통적 통신 장비 공급업자가 계속 그 역할을 할 것인가, 디지털화의 목표인 종단 간 디지털 서비스에 대해 얼마나 진행되고 있는가를 살펴봄으로서 현재 진행 중인 디지털화를 파악하고자 한다.

### [Abstract]

The telecommunication industry, which has traditionally formed its own market area, has also been affected by the after shock of the digitalization triggered by computer communications. In the telecommunications industry, digitalization or digital services refers to network functional virtualization supported by software defined networks. The digitalization of the telecom industry is changing rapidly, and the participants are not limited to the traditional equipment suppliers and service providers in established market, but includes virtually all social entities. To understand this new change, focusing on whether the traditional equipment suppliers that have traditionally played a pivotal role in the center of change will continue its role in this new era of digitalization or not, and how they are progressing toward end-to-end digital services, the goal of digitalization, will lead us to the good understanding of ongoing digitalization.

**색인어** : 전화회사, 망기능가상화, 디지털 서비스, 가상망(화), 소프트웨어 정의 망

**Key word** : TelCo NFV, Digital Service, Virtualization, Software Defined Network, Core, Access

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2018.19.7.1271>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 23 June 2018; Revised 15 July 2018

Accepted 25 July 2018

\*Corresponding Author; Keun Ho Ryu

Tel: +82-43-267-2254

E-mail: khryu@dblab.chungbuk.ac.kr

## I. 서론

통신회사(telecom)의 디지털 기술에 의한 스마트화 달성은 전 방위적 대대적 디지털 변환을 필요로 한다[1]. 2015년도 주요 산업 기업 고위 경영자에 의한 전 산업별 조사응답에 따르면 통신 업계는 향후 12개월 안에 중간 내지 대규모의 디지털 지각변동이 예상되는 분야로 꼽혔으며, 그 순위는 언론 매체를 바로 뒤이어 두 번째를 차지했다[2].

지난 5년간 통신 사업은 매출 성장률이 4.5%에서 4%로, EBITDA<sup>1)</sup> 마진이 25%에서 17%로, 현금 흐름 마진이 15.6%에서 8%로 각각 완만한 하락세를 보이고 있다<sup>2)</sup>. 소셜 미디어가 새로운 커뮤니케이션 채널을 열어 나가고 있기 때문에 핵심 음성 및 메시징 사업이 규제 압력에 부분적으로 위축됨에 따라 경쟁 경계가 바뀌고 있다. 예를 들어 미국의 통신 회사들의 유무선 음성이 차지하는 비중은 2016년 현재 총 액세스의 3분의 1도 안되며 2010년 55%에서 감소한 반면 데이터 매출은 2010년 총 매출의 25%에서 오늘날 65%로 증가했다. 동일한 통계 조사를 국내시장에 대해 실시한 적은 없으나 유사한 조사에서 유선통신서비스 매출의 지속적인 감소[3]를 볼 때 국내에서도 같은 현상이 진행되고 있다고 보아야 할 것이다.

표 1. 유선통신 서비스 매출현황

**Table 1. Annual sales revenue of land line**  
(Unit: 100 million, %)

Type	2011 yr	2012 yr	2013 yr	2014 yr	2015 yr	
Land line	56,810	53,080	47,398	42,218	36,810	(-12.8)
High speed network	44,013	41,681	40,844	40,281	39,248	(-2.6)
Leased line	22,160	23,340	23,695	23,573	21,893	(-7.1)
etc	13,118	11,784	12,647	13,367	13,606	(+1.8)
Sum of land line	136,100	129,885	124,583	119,439	111,557	(-6.6)

Remark: ( ) change of rate by years  
Data: 1) (2011 ~ 2014 year) Korea Association for ICT Promotion (2016)  
2) (2015 year ~ present) Korea Association for ICT Promotion (2017)

그러나 디지털화로 진행이 단순히 위협만을 가하고 있는 것은 아니다. 동시에 통신 회사에게 시장 지위를 재구축하고 비즈니스 시스템을 다시 구상하며 고객을 위해 혁신적인 서비스를 창출할 수 있는 기회를 낳게 할 수도 있다. 당연히 대부분의 경영진이 디지털화를 최우선 과제 중 하나로 간주하고 있지만 그 잠재력을 최대한 발휘하는 기업은 거의 없다. 매킨지 보고서는 사업자가 디지털화의 반사이익을 35%나 향상시킬 수 있는 것으로 평가했지만 평균 개선 효과는 겨우 9%에도 미치지 못했다고 계산했다[1].

최근의 ‘토이저러스(toys”R”us)’의 전 미국 800여개의 점포 폐업 소식과 같이 디지털화의 지각변동으로 인한 사회 전반에 대한 충격과 변화는 현재 진행형이다. 폐업의 원인은 디지털화

의 산물인 온라인 커머스의 활성화로 인한 수익악화이며, 시장에서 퇴출 대상이 된 것이다.

사회 전반적으로 진행되고 있는 디지털화에 있어서 통신사업자들의 디지털화가 주도적인 위치를 차지하고 있으며, 각 통신 장비 제작 업체는 기능적인 측면에서 핵심 당사자일 수밖에 없다. 디지털화 추진 이전 전통적 전화장비 공급업체의 선제안에 따른 통신사업자의 응답형태의 2원적 구조로 통신시장은 형성되어 있었다. 그러나 그런 사업 모델은 더 이상 작동하지 않게 되었다. 여기서 주목해야 하는 것은 이전 세대와는 다른 양상으로 진행되는 것으로서, 타 업계와의 합작 내지는 협업 또는 공동 협력형태로 이루어진다는 것이다. 더 자세히 말하자면 전통적 정보 장비 공급자들(computer & information equipment manufacturers)들과 협동이 근간이 되어, 다른 관련 소프트웨어 업체들과의 협업이 수반된다는 특징이다. 이러한 변화의 촉발은 컴퓨터회사들이 중심에 되어 발전시킨 컴퓨터통신의 사회 편재화에 의한 것이다. 이전에 존재했던 기존 통신과 컴퓨터 통신 사이의 벽은 허물어졌다. 컴퓨터 통신 발전의 또 다른 면은 컴퓨터통신이 추구해왔으며 이룩한 업적이기도 한 신조어로 집약된 소프트웨어화(softwarization)이다. 문제의 해결을 하드웨어가 아닌 소프트웨어로 하고자 하는 것이다. 그 특성과 효과는 여기서 논외로 하고, 소프트웨어화의 물결은 기존통신 회사들에 직접적으로 전파되었다. 전통적 통신장비제작회사들이 더 이상 하드웨어 제작회사가 아니라는 선언도 함께 등장하였다. 한 예로서, 에릭슨은 2010년도 결산 보고회에서 더 이상 통신장비 제작사가 아니라고 선언하며 서비스회사임을 공표하였다. 서비스는 가장 전형적인 소프트웨어이다. 이제 통신은 통일된 언어를 쓰게 되어 가고 있음을 뜻한다, 그것은 IP에 의한 것이다.

이러한 통신시장의 변화를 담아낸 최근 조사보고서는 통신 회사들이 구글이나 아마존과 같은 최상위 공급업체 급에 가까운 민첩성과 유연성을 갖추어야 한다는 엄청난 압력을 받고 있는 것을 밝혀냈다. 다시 말해서 디지털화를 즉시 이루어야 하며, 그 수준이 최상위 업체와 동급의 서비스가 요구된다는 것이다. 그리고 통신회사들에 새로운 시스템을 제안하고 설계하는데에 핵심적 역할을 해온 통신장비제작업체들은 이러한 변화에 대응하는 제안을 이루어 내어야 한다.

이와 같이 통신과 디지털화는 거의 같은 의미를 갖게 되었다. 이러한 디지털화의 중심에 있으며 통신의 진화를 담당했던 통신장비제작업체가 계속 통신의 디지털화를 이끌어 가고 있는지, 갈 것인지를 확인하는 것은 통신 산업 전체의 디지털화의 바로미터로 작동하여 그 현황을 적확하게 보여 줄 것이다.

## II. 디지털화 경쟁의 배경

장비 공급업자 또는 통신장비 제작업자들에 대한 관찰에 앞서 디지털화를 이끌어가는 통신사업자들이 소프트웨어 정의 망/망기능가상화를 어떻게 진행하고 있는지를 먼저 들여다보

1) 기업가치/영업력 배수(企業價值/營業力 倍數)  
2) 2010년부터 2014년 사이의 수치

기로 한다. Skype, Netflix 등 공중 인터넷을 통해 대규모로 운영되고 있으며 급성장하는 조직들은 통신 서비스 경쟁이 치열해짐에 따라 서비스 제공 업체로서 현상 유지에 급급한 전통업체의 틀에서 벗어나 보다 주도적 지위와 방법을 모색하게 되었다. 그 결과 고안된 것이 클라우드 컴퓨팅이며, 그것은 곧 소프트웨어 정의 망(SDN)에 의한 가상화의 도입이었다. 이 기존 틀을 깬 새로운 개념이 결국 통신회사의 디지털화의 추동력으로 작용한 것이다.

2012년 10월 표준규격 그룹 "망기능가상화/Network Functions Virtualization"는 독일 다름슈타트에서 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN) 및 오픈플로우(OpenFlow)에 관한 회의를 하며 백서를 발행하였다. 이 그룹은 유럽 통신 표준 기구 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)의 일부로서 유럽 및 기타 통신 업계 대표들로 구성된 단체이다. 그룹은 표준 용어 정의와 망가상화 채택을 고려중인 공급 업체 및 운영 업체를 위한 참고 자료로 사용되는 망가상화 적용 사례를 포함한 심층적 자료를 계속 배포해 오고 있다.

디지털화, 곧 망가상화 체계에서 전통적 전화 통신 장비공급업체의 기술은 주변/외곽부분, 액세스부분에 편중 되어 있다. 망가상화 시스템의 중추부분은 전통적 비 통신 장비 업체들로 대부분 구성된 다른 선발 업체들이다. 따라서 전통적인 전화통신 장비제작업체는 망가상화를 하는데 있어서는 수용자로 역할하며, 비 전통 통신 IT 업체 특히 IP 망 시스템 제작업체 또는 그 기능을 갖춘 기구와의 협력이 필수적인 양상이 된다.

통신장비 업체는 더 이상 독자 시스템으로 종단간 서비스를 책임 질 수 없게 된 것이다. IP로 대변되는 컴퓨터통신의 편제화에 의한 결과의 한 단면인 것이다. 디지털화 진행 이전 통신 프로토콜로서 독자성과 독특성을 인정받아온 전통적 연결지향 기반 통신프로토콜은 비 연결 지향 프로토콜인 IP에 그 역할을 넘겨주게 된 것이다.

이 급변이 통신 장비 제작사에게는 돌발 사태로 받아들여졌지만, 바깥세상에서는 이미 널리 인지된 변화의 한 사건으로 여겨졌다. 적어도 통신 장비 제작업체의 예상을 훨씬 앞선 사건으로 받아들여졌다. 결과적으로 통신 장비 공급업자는 디지털화에 있어서 코어부분에 대해 독자적 표준규격 제안자로서의 지위를 상실한 채 제 4세대(LTE) 무선 통신부터 기술적 독립성을 상실하는 상태가 된다. 통신회사의 디지털화를 융합의 대표적인 전형적 형태로 보는 것도 역사적으로 전통적 전화 통신장비제작업체의 독점이 무너졌음을 시사하고 있다고 볼 수 있다. 기존 통신규격에서 전통적 전화 통신설비공급회사는 특별한 규격을 유지 발전시켜왔다는 특징이 있었다. 그러나 인터넷의 출현과 급속한 보급, IP의 범용화 및 편제성이 근원이 되어 활성화 된 어플리케이션의 성장 및 광범위한 기능 적용은 사회 전 분야의 기능을 대체해 가며 그 동안 독자적 지위를 인정받아 왔던 통신도 포함 되게 된다. 전통적 통신 장비 업체는 코어망 공급에서 결국 특화규격으로서의 기술적 지위를 누리지 못하고 독자표준으로 채택되지 못하게 된다.

공학의 궁극적 목표는 최소비용에 대한 최대효과이다, 곧 경

제성이다. 기존 전화 통신 장비 공급업체의 차세대 기술은 IP에 대해 그 기술의 우수성을 논하기에 앞서 경제성 측면에서 비교조차 되지 못할 만큼 현저한 격차를 보인 것이다.

4세대 무선 통신의 코어망은 IP망으로 대체 된다. 비 독자통신 규격인 것이다. 현시점에서 VOLTE(voice over LTE)의 상용화는 대표적 IP어플리케이션이며 기존 통신망 대체의 완성을 극적으로 보여준다. 전통적 독자 통신 프로토콜 지지자들의 마지막 보루는 오랫동안 음성통신의 실시간성을 그 근거로 내세웠다. 음성의 무절단 교환을 보장하기 위해선 기존 연결 지향적 프로토콜이 비교우위의 경제성이 있을 것이며, 당분간 지속될 것이라며 든 근거는 VOLTE의 상용화로 이미 깨어졌다. 코어 망에 있어서는 IP전문장비공급자들(전통적 비 통신 장비 공급업체)에 의해 선도적으로 제안 채택된 표준을 전통적 컴퓨팅 업체와 함께 차세대 통신 규격으로 IP표준규격을 정한다는 것을 의미한다. 전통적 통신장비 제작 기업은 이제 자신들의 고유 기술이며 남은 영역인 액세스분야의 개발에 몰두하는 것으로 자연스럽게 축소되고 있는 양상이다. 액세스는 곧 모바일로도 통용되는 분야이다. 남은 액세스분야마저도 이제 망기능가상화가 활발히 진행 중이다. 종단간 어느 부분도 디지털화의 영역밖에 존재 할 수 없게 됨을 반증하는 것이다.

## 2-1 SDN 과 NFV (소프트웨어 정의 망 과 망 기능 가상화)

SDN 및 NFV 는, 망 기능, 망 설계, 서비스 플랫폼과 데이터 콘텐츠에 적용되는 이종(異種) 기능을 통합하는, 새로운 망 구조 전형으로 떠오르고 있다. 망 자동화, 제어 와 데이터 편(面) 분리, 클라우드 컴퓨팅, 가상화, 그리고 개방형 소스가 기민하고, 유연하며, 확장성 있도록, 효율적 망을 구성하여 미래의 변화에 대비할 수 있도록 개발된다. 이러한 가상화의 노력은 개방형을 표방하며 그 발전의 속도를 높이며 영역을 넓혀 나가고 있다.

2011년 개방망 재단(Open Networking Foundation (ONF))이 세계적 ICT회사를 대표하는, 구글, 페이스북, 마이크로소프트를 포함한, 회사들이 주축이 되어 비영리단체로 태어난다. 해를 거듭하며 급속한 성장을 거치며 150개 이상의 가맹기업을 확보하고 있다. ONF의 목적 및 설립취지는 개방 SDN의 개발과 채택을 가속시키는 일이다.

NFV는 2012년에 통신사업자들의 산업표준화그룹인 ETSI NFV ISG (Industry Specification Group)에 의해서 출발하였다. 이 그룹은 NFV의 기술사양을 위한 합의를 이끌어내는 책임을 지는 동시에 상용화사례를 확보하는데 주요 목적이 있다, 하지만, NFV표준을 제정하는 것과 같은 의무는 없고 도출한 합의를 바탕으로 구축된 권고를 출판하는 것에 머문다.

소프트웨어 정의망 및 망기능가상화에 관련된 협회와 그 밖의 주요회사들의 관계를 생태계 형태로 나타내보면 다음 그림 1과 같다.

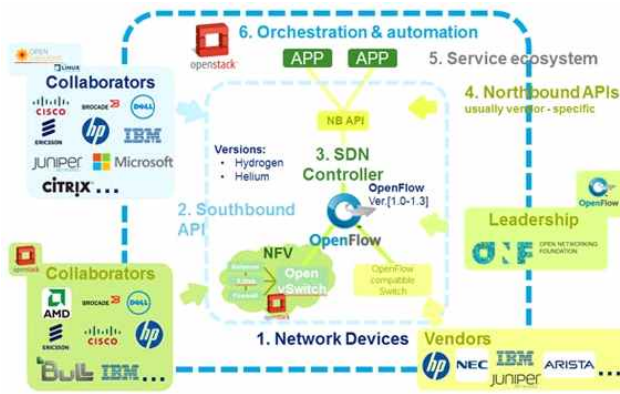


그림 1. SDN 과 NFV 생태계  
Fig. 1. Informgraphic of SDN & NFV

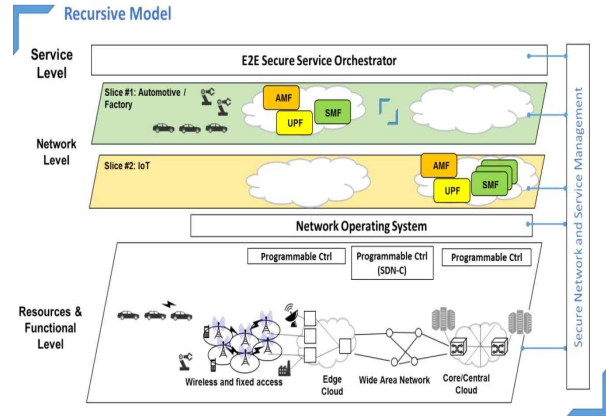


그림 2. 5G 아키텍처 개요  
Fig. 2. Overall 5G architecture

### III. 통신 장비 업체의 디지털화

통신 사업자에 통신장비를 공급해 오고 있는 업체들이 디지털화에 있어 어떤 준비와 제안을 하고 있는지에 대해 알아본다. 디지털화는 한마디로 클라우드 와 망기능가상화를 갖추는 것으로 대변된다.

전화 사업자들의 클라우드 및 망기능가상화 적용에 있어 현재 상태는 조심스러운 낙관론이 지배하는 수준으로 최근조사는 보여준다. 그러나 5G 프로젝트에 관련해서는 다른 양상이다. 북미 최대의 무선 사업자인 AT&T와 버라이즌(Verizon)도 여기에 대해선 둘 다 이견이 없다. 버라이즌의 핵심 네트워크 계획 담당자의 "소프트웨어 정의망 과 망가상화는 실제로 5G가 어떻게 도입될지에 대한 기초가 되는 것이다. 제어면과 사용자 면의 분리는 모든 웹 기반 환경에서 관찰되는 것으로서 5G의 구조를 예시 해 주는 부분이다." 라는 증언과 같이 통신장비공급업체도 이 추세를 그대로 따르게 됨을 시사 해 주고 있다. 이러한 추세는 곧 표준화로 나타난다.

다수 5세대 통신 규격 가운데 4세대까지 중심 표준인 3Gpp를 모체로 하는 5Gpp3도 아직 5G 표준규격을 완성 시켜나가는 중이다. 따라서 각 통신 장비 제작업체간의 표준 선점 경쟁 또한 치열하다. 가상화는 최종 사용자 경험의 성능 및 품질 상의 희생 없이 더 많은 유연성, 향상된 효율성 및 실질적 비용 절감을 약속한다. 이는 위에서 언급한 바와 같이 웹기반환경에서 이미 실증적으로 보여주고 있기 때문에, 5G에서도 일찌감치 표준 채택되는 의견의 일치를 보여준다. 일단 5G표준에는 디지털화를 소프트웨어 정의기반의 망기능가상화의 도입이라 정의하며 그 당위성을 다음과 같이 설명하고 있다[5].

그림 2는 5G 구조 설계사상의 근간으로, 반복적으로 적용될 수 있는 디자인, 규칙 또는 절차로 정의 된, 재귀 구조를 놓는다.

네트워크 서비스 측면에서 이 재귀 구조는 네트워크 서비스의 특정 부분이거나 배포 플랫폼의 반복 된 부분 일 수 있으며 기존 서비스로부터 서비스를 구성 할 수 있는 기능으로 정의된다. 또한, 특정 서비스가 재귀 적으로 확장 될 수 있다. 즉, 특정 패턴이 자체의 일부를 대체 할 수 있다. 재귀 서비스 정의와 마찬가지로 소프트웨어로서의 5G 아키텍처의 재귀 구조는 인스턴스화 되고 반복적으로 연결될 수 있다. 동일한 인스턴스를 여러 번 배포 할 수 있으므로 동시에 여러 위치에서 확장성이 향상된다. 재귀성은 또한 탄력성, 확장성 및 변경 관리를 용이하게 한다. 동일한 소프트웨어 블록의 여러 인스턴스에 서비스의 일부를 위임하여 재귀를 수행하면 복잡하고 큰 작업 부하 또는 서비스 그래프를 자연스럽게 처리 할 수 있다. 이러한 재귀성을 5G 개발 초기부터 고려하므로 서 이 접근법의 장점인 최소한의 비용발생을 목표로 한다.

가상 기반 측면에서 재귀 구조는 슬라이스 인스턴스가 아래의 슬라이스 인스턴스에 의해 제공되는 기반 리소스 위에서 작동한다. 테넌트(슬라이스 인스턴스의 소유자)는 실제 기반에서 작동하면서 가상 기반을 운영하여 리소스의 일부를 다른 테넌트에게 할당 및 재판매 할 수 있다. 즉, 각 테넌트는 자체 MANO 시스템을 소유하고 배치 할 수 있다. 재귀를 지원하려면 각 슬라이스를 관리하고 테넌트가 작동하는 계층 구조의 수준에 투명하게 기본 가상 리소스를 제어하기 위해 추상화 계층을 제공하는 동종 API 집합이 필요하다. 다른 테넌트들은 이 API를 통해 슬라이스 작업을 요청한다. 템플릿, 청사진 또는 SLA를 방편으로 하여 각 테넌트는 슬라이스 특성(토폴로지, QoS 등)뿐만 아니라 원하는 탄력성, 관리 및 제어 수준과 같은 확장 된 속성을 지정한다. 공급자는 요구 사항을 충족시키고 사용 가능한 리소스를 관리해야 한다.

#### 3-1 네트워크 슬라이싱

5G 시스템은 (i) 초광대역[超廣帶域] 이동 통신 (eMBB), (ii) 초고신뢰저지연[超高信賴低遲延] 통신 (URLLC), (iii) 대규모 사물 통신 (mMTC) 으로 분류되는 모바일 및 무선통신의 역사

3) 5th Generation Infrastructure Private Partnership

상 가장 광범위한 서비스 및 적용에의 대응이란 야심찬 목표를 지향한다. 이러한 서비스 및 적용의 요구 사항에 부응하기 위해 5G 시스템은 자동차, 제조, 에너지, 스마트헬스 및 엔터테인먼트와 같은 수직적으로 분포되어있는 산업을 통합하는 새로운 비즈니스 사례 및 모델을 포용하는 유연한 플랫폼으로 제공되는 것을 목표로 한다. 이를 위해 네트워크 슬라이싱 기법이 각기 다른 산업의 기술 및 비즈니스 요구 사항을 준수하는 미래 지향적인 유망한 프레임 워크로 부상하고 있다. 이러한 목표를 달성하려면 관리 및 오케스트레이션을 비롯한 다양한 기술 도메인 (예: 코어, 전송 및 액세스 네트워크) 및 관리 도메인 (예: 다 모바일 네트워크 운영 업체)을 관통하는 중단간 관점으로 네트워크 슬라이싱을 설계해야 한다. 이 슬라이싱 철학을 실현 하므로 서, 곧, 5G 네트워크의 뛰어난 이동성과 완벽하게 연결된 사회의 요구 사항을 충족시키는 구현이 된다. 코넥티드 사물의 확산은 다양한 산업 분야 및 수직 시장 (예: 에너지, 스마트헬스, 스마트 도시, 코넥티드 카, 산업 생산 등)에서 자동화를 가능하게 하는 광범위한 새로운 서비스 및 관련 사업 모델로의 길을 열어 줄 것이다. 가상 및 증강 현실 증대, 4k 비디오 스트리밍 등과 같은 보다 보편적인 인간 중심 적용 외에도 5G 네트워크는 우리의 삶을 더 안전하게 만들어주기 위해 기계-대-기계 및 기계-대-인간 유형의 통신 요구 사항을 지원할 뿐 아니라 편의를 도모해 주게 된다. 자율적 통신 가능 장치가 만들어내는 트래픽은 현재의 사람-과-사람위주의 트래픽과는 현저히 다른 특성을 가진 모바일 트래픽을 보여 주게 된다. 인간 중심적 시스템 유형과 기계 유형 응용 프로그램의 공존은 5G 네트워크가 지원해야 하는 매우 다양한 기능 및 주요 성능 지표 (KPI) / 성능 요구 사항을 담아내야 한다.

산업계는 2020년까지 미래 5G 네트워크가 여러 교차 도메인 네트워크의 통합뿐만 아니라 5G 시스템이 여러 도메인 및 기술 전반의 논리적 네트워크 파티션을 사용하여 테넌트 또는 서비스별 네트워크로 구축 되는 것을 목표로 설정하였다. 네트워크 슬라이싱이 모바일 에지에서 시작해서 Fronthaul(FH) 및 Backhaul(BH) 세그먼트를 포함하여 모바일 전송을 거쳐 코어 망(CN) 까지 관통하는 중단간 (E2E) 비전을 실현해야 한다. 이 같은 맥락으로, 네트워크 슬라이스와 5G 통합 환경 개념 사이는 밀접한 관계에 놓이게 되는 것이다.

이와 관련하여 연결성 자원을 파티션으로 분할하는데 관한 여러 정의가 분산 및 통합 테스트 베드 형태, 그리고 미래 인터넷 연구 활동을 통하여 지난 10 년 간 응용[4]되어왔다. 최근에는 연구 및 SDO[표준개발기구]에서 수정 된 정의가 사용된다 [5].

네트워크 슬라이스는, 특정 적용 케이스, 예를 들어, 대역폭, 대기 시간, 처리 및 복원력을 비즈니스 목적과 결합시켜, 요구 사항을 충족시키기 위해 한 묶음 하여, 적절히 구성된 네트워크 기능, 네트워크 응용 프로그램 및 기본 클라우드 인프라 스트럭처 (물리적, 가상 또는 에뮬레이트 된 리소스, RAN 리소스 등) 로 구성된다. 네트워크 슬라이스의 동작은 네트워크 슬라이스 인스턴스를 통해 실현된다. 네트워크 슬라이싱의 모든 측면에

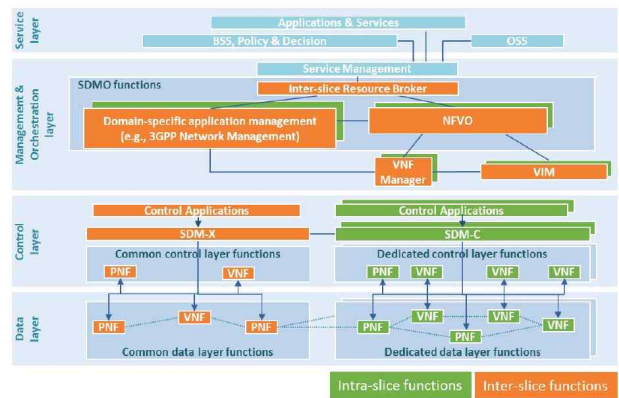


그림 3. 아키텍처 기능 계층  
Fig. 3. Architecture function layer

서비스를 제공하기 위해 5G 아키텍처는 그림 3과 같이 서로 다른 계층으로 구분된다. 또한 모든 기능 계층에 대한 변경 사항은 네이티브 소프트웨어화를 통해 네트워크 세그먼트의 모든 네트워크 요소인 무선 네트워크, 와이어 액세스, 코어, 전송 및 엣지 네트워크를 통해 통신 및 계산의 효과적인 통합을 통해 실현시킨다. 이렇게 네트워크 슬라이스 동작원리와 운용을 설계한 결과, 슬라이스 적용/구현을 위한 주요 기술로서 적합한 소프트웨어 정의망에 의해 지원되는 망기능가상화가 선택된다.

### 3-2 5G의 망기능가상화(NFV)

NFV는 가상 망 기능으로 가상화 되는 방식으로 구현된 슬라이스 또는 서비스를 형성하는 네트워크 기능으로 이루어진다. VNF를 구현하는데 완전 VM을 기반으로 하는 전통적 NFV 인 프라는 5G 네트워크의 모든 요구 사항을 충족시키기기에 적합하지 않을 수 있다. 소프트웨어 가상화 잠재력을 최대한 활용하려면 다양한 유형의 가상화 기술이 함께 공존해야 한다. 이는 완전한 VM과 컨테이너 기반 가상화의 공존으로 이미 진행되고 있다. 또한 유니커널(Unikernels)은 매우 가벼운 가상화 기술로서 일부 특정 응용 프로그램 시나리오에 대한 추진력을 얻고 있다. 유니커널은 메모리 량 및 인스턴스화 시간이 적어 매우 우수한 성능을 제공하며 컨테이너보다 우수한 격리 및 보안 속성을 제공한다. 초전도상태 에서 진행된 최근의 기술발전은 Xen 기반 하이퍼 바이저 인 유니커널이 작은 메모리 량 (실행 중 약 5MB의 메모리)에 도달 할 수 있고 약 30 밀리 초 내에 인스턴스화 될 수 있으며 최대 10Gb/s의 트래픽을 처리 할 수 있으며 영구 디스크 드라이브가 작동할 필요가 없다.

이 세 가지 기술 (전체 VM, 컨테이너 및 유니커널)은 서로 다른 속성을 가지며 동일한 인프라에서 공존해야 하며 시나리오 및 작업 부하의 요구 사항에 따라 기회주의적으로 사용해야 한다. 이렇게 SDN/NFV는 전통적 통신 기업에 있어서 다음세대를 담당하는 중추적 기술로 다시 말해서 디지털화의 핵심으로 자리 잡았다.

IV. 세계 각 사별 디지털 화 사업 진척 현황

통신업계는 지난 20년 격변의 시간을 거치면서 심한 부침을 겪었다. 이러한 격변의 동인이 디지털화에 기인했다는 것과 함께 상호 깊은 연관성은 앞장에서 간단히 살펴보았다. 현존 통신 장비 공급업체의 세계 강자들은 이 격변의 시기를 극복해 생존한 회사들이 분명 하다고 인정해야 할 것이다. 또한 디지털화를 적어도 순조롭게 진행시켜온 기업들이 분명 할 것이다. 그러므로 통신 장비 업체의 디지털화 척도로서의 충분한 표본을 제시하여 줄 수 있다고 볼 수 있다. 첫 번째 검토의 대상은 기존 최대 시스템공급자인 에릭슨이며, 뒤이어 노키아, 삼성 순이다. 이는 세계시장 점유율과 브랜드 이미지 순과도 일치한다.

에릭슨과 노키아는 유럽을 근거지로 한 통신 기업이다, 노키아는 전통적으로 북미통신 시장을 독점했던 AT&T 알카텔-루슨트를 인수 합병하므로써 북미 시장의 최대 강자로 등극했다. 두 기업 모두 중국 및 기타 시장에서 지배적 지분을 갖는 기업이기도 하다. 삼성은 자타가 공인하는 한국 최대 통신 장비 공급자이며, 세계 최대의 모바일 핸드 셋 공급 회사로서 최첨단의 무선 표준을 선도 상용화 해온 기업, 통신표준을 앞서가는 공인 기업이란 시각에 초점을 맞추었다. 이 세 회사의 현황을 통해서 통신회사의 디지털화를 살펴보면 디지털화 전체 윤곽을 파악하는데 한걸음 더 다가 갈 것이다.

4-1 에릭슨

지난 2년여의 연속적 영업이익감소(earning shock)에 도 불구하고 아직까지 가장 큰 세계 시장 지분을 가진 회사로서, 우리의 첫 번째 주목의 대상은 최대 통신시스템공급자인 에릭슨이다. 북미에서 태동한 전화교환기를 유럽대륙에서 독자적으로 전파 발전시킨 전통적 전화 시스템 공급업체의 세계강자이다. 디지털화에 있어서는 늦은 출발을 보여 온 것 또한 에릭슨도 예외는 아니다. 늦은 출발을 극복할 일환으로 지난 20여 년 동안 인터넷 관련 교환망장비 주요 제작자로서의 지위획득을 위해 인수 합병<sup>4)</sup>을 통해 자체 시스템을 확보하기 위한 노력을 기울여 오고 있다. 그러나 현재까지 목적을 이루어 내진 못하고 있다.

디지털화체계 공급은 시스코나 주니퍼와 같은 IP 장비 공급업자와의 협력을 통해서 이룬다. 디지털화는 IP가 기반이며 오픈 아키텍처 하에 놓인다. 에릭슨의 디지털화는 이 오픈 아키텍처를 충실히 이행하는데 에 있다.

에릭슨의 디지털화의 슬로건은 «디지털 서비스»로 표방된다. 주로 세계 전화회사에 통신 인프라를 공급하며 시대적 요구에 맞는 디지털화를 달성시켜 주기 위해 노력한다. 이 노력의 일환으로 등장시킨 것이 NFVi (Ericsson Cloud and NFV

infrastructure)솔루션이다. 이는 오케스트레이터, 실행환경, Cloud SDN, ONAP (공개형 망 자동화 플랫폼), OPNFV (망가상화를 위한 공개형 플랫폼), 오픈스택, 오픈Daylight(공개소스 SDN), 오픈vSwitch(오픈소스가상스위치), OCP(공개컴퓨터프로젝트), ODCC (공개데이터센터위원회)의 아키텍처로 고객들에 다가가는 것이다.

이와 같이 에릭슨의 디지털화 전략은 공개형 소스 정책에 가담하여 협력을 경주하는 것이다. 적용사례로서는 2017년 여름 스위스컴에 cloud & nfv를 적용한 것을 들 수 있다.

4-2 노키아

최근 IHS Markit 보고서에서 시스코, 노키아, 시에나가 최고의 소프트웨어-정의-망 공급 업체로 조사 되었다<sup>[6]</sup>. 노키아가 독자 브랜드의 소프트웨어 정의망 및 망기능가상화에 쓰이는 코어 장비를 갖추고 있는 것은 에릭슨 및 삼성과 비교하여 큰 상대적 우위를 차지하는 것이다. 뿐만 아니라 해당 시장에서도 시스코에 이어 2위라는 것에서 향후의 발전가능성에 있어서도 매우 좋은 전망을 보여주고 있다. 또한 북미시장을 전통적으로 독점해왔던 AT&T Bell의 후신인 알카텔-루슨트를 인수 합병함으로써 단일 규모 최고시장이며 선도 기술이 조기 적용되는 북미에 우호적 사업자지위를 유지하는 것도 지속성장의 가능성을 갖추는데 플러스요인으로 작용할 것으로 주목받고 있다.

노키아의 최근 알카텔 합병은 이전 지이멘스 & 노텔 합병과 궤를 같이하여 IP제품군을 강화 한 것이 위에 보이는 상승 효과를 가져 왔다고 평가 받는다. 우리가 주목해야 할 것은 이전 알카텔의 MPLS 스위치가 전통적 통신회사들에 대해 최대의 시장지분을 지켜 오고 있다는 것이다. IP시장의 최강자인 시스코도 이 부분에 있어서는 아직 노키아를 추월하진 못한 상태이다. 이 특성과 시장 우위를 계속 지켜나가기 위한 노력을 계속 하고 있는 것 또한 앞으로의 결과를 지켜볼 일이다. 노키아 또한 5G를 중심으로 통신회사의 디지털화를 정의 하는 프로젝트

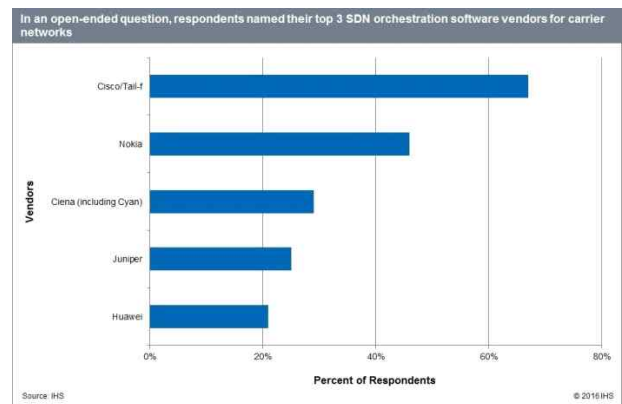


그림 4. 망사업자향 상위 3 SDN 오케스트레이션 소프트웨어 벤더 순위

Fig. 4. 3 SDN orchestration software vendors for carrier networks

4) 2007년1월 Redback 인수, 2010년 1월 합병완료. SmartEdge 라우터.

를 수행하고 있다. 2017년 10월의 스위스콤과의 클라우드 및 망기능가상화, 북미의 버라이즌 5G 프로젝트참여가 주요 사업이다.

### 4-3 삼성

최근 몇 년 동안 굵직한 인수 합병을 통하여 디지털화조성에 필요한 소프트웨어 자산을 확보해 오고 있다. 그 가운데 조이언트(Joyent)가 가장 무게 있는 관련회사로 열거 될 수 있겠다. 기타 다수의 기업들, HARMAN과 같은 기업을 합병하여 앞으로의 사물인터넷에 대한 준비를 하였을 뿐만 아니라, 다른 여타 기업들도 인수를 해오고 있다. 특히, 디지털화의 기반을 이루는 소프트웨어가 될 수 있는 플랫폼을 독자적으로 마련할 수 있다는 면에서 조이언트의 흡수는 매우 주목해 야할 사건이었다. 퍼블릭 클라우드 컴퓨팅(및 하이브리드 클라우드)의 개척자 인 조이언트는 합병당시에도 기술혁신에 앞서 가고 있었다. 단지 피나는 경쟁을 하는 클라우드 컴퓨팅 시장에서 몸집을 키우기 위해 삼성과 손을 맞잡게 되었다. 삼성은 드디어 소프트웨어 및 서비스 공여에서 자신이 주도를 할 수 있고 따라서 비용절감의 효과를 볼 수 있는 고유의 자체 플랫폼을 점진적으로 사용하게 되었다. (삼성은 이전엔 AWS: 아마존 웹서비스를 썼다.) 삼성과 조이언트는 함께 조이언트의 혁신의 몸집을 키우게 되었을 뿐 아니라, 한국의 장비 제작자가 소프트웨어 및 클라우드 제공자로 탈바꿈할 수 있게 되었다. 인수당시에 가트너는 클라우드로의 전환으로 인해서 향후 5년 안에 1조 달러 이상의 IT 지출이 직 간접적으로 발생할 것이라고 예측하였다.

소프트웨어의 인수 합병과 병행하여 디지털화에 수반되는 망 시스템 업체와의 전략적 제휴도 또한 함께 진행하고 있다.

삼성은 미국 버라이즌과 함께 고정망 5G에 vRAN 을 시연해 보이고 있다. 가상RAN은 액세스 계통이며 코어계통의 디지털화가 주요 성과로 여겨지는 통신 디지털화에서도 혁신에 가까운 주제이다. 한국에서는 KT와 2018평창올림픽에서 5G시연을 통해 망가상화를 시범 서비스하였다. KT가 개발한 네트워크 가상화 통합 제어체계 'E2E 오케스트레이터(Orchestrator)'는 5G가 플랫폼으로 발전하는데 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.

삼성의 디지털화의 전략은 좀 더 능동적인 형태를 취한다. 공급자 인 삼성이 운영사업자 망의 각 구성 요소 및 가상화 적 합성을 면밀히 검토 한 후 삼성 엔지니어가 운영사업자의 망 팀에 적절한 전략을 수립하고 타당성을 보장하며 최선의 사업방침을 결정하도록 하는 조건 및 권고를 포함 시킨다는 것이다. 이러한 권고는 삼성 망 가상화 솔루션으로 제공되며, AdaptiV 플랫폼을 기반으로 한다. 이 플랫폼은 삼성 특화 장비 위에 강력하고 유연한 KVM 기반 하이퍼바이저를 실행하여 운영자에게 최고의 성능과 효율성을 제공한다. 필요에 따라 AdaptiV는 범용 COTS (상용 기성품:Commercial Off-the-Shelf) 하드웨어 장비에서 실행시켜 최대한의 호환성을 보장 할 수 있다.

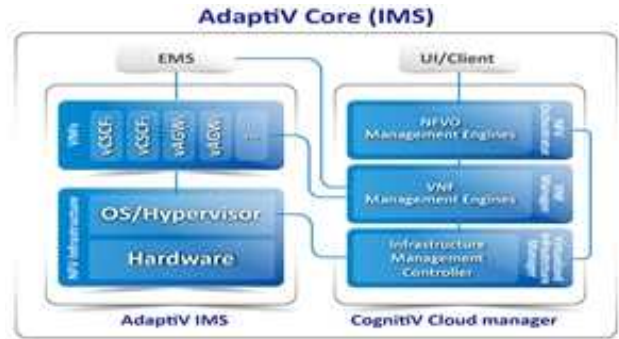


그림 5. 삼성 어답티브 코어  
Fig 5. Samsung Adaptiv Core

AdaptiV 솔루션은 프로세싱, 스토리지, 네트워크 리소스를 유연하고 확장 가능한 방식으로 관리하기 위해 삼성의 CognitiV Cloud Manager 시스템에서도 지원된다. 이를 통해, 1. 종단간 망기능가상화 솔루션으로서 CognitiV Cloud Manager에서 지원되도록 하고, 2. 점진적 추가를 통해 장기 망 성장 (pay-as-you-grow) 모델 지원을 통한 비용절감을 꾀할 수 있고, 3. 데브옵스(DevOps): AdaptiV의 가상화 환경에서 네트워크 서비스에 거의 영향을 미치지 않으며 새로운 애플리케이션과 서비스를 신속하게 시험, 배치 또는 업그레이드 할 수 있도록 해준다. 이를 통하여 시장 출시 시간이 단축되고 최초 발매사에 게는 상당한 이점을 누릴 수 있도록 해줄 수 있다.

2018년 2 월에 망 기능 가상화 기능을 제공하기 위해 SK 텔레콤에 가상화 된 AdaptiV Core 솔루션을 성공적으로 공급 배치했다. 주요 고객은 SK 텔레콤, HPE 이다. 삼성 또한 리눅스 파운데이션 프로젝트에 CORD 및 OPNFV의 주관사로 관여하고 있다. 따라서 지원체제 역시 LINUX를 채용하며, 지원 하이퍼바이저로 KVM을 채택한다. 지원 VIM으로서 OpenStack을 사용한다.

## V. 결 론

본 연구를 통하여 통신장비공급업체의 디지털화 목표가 종단간 전 서비스임을 확인할 수 있었다. 디지털화의 첫 번째 시도 대상인 코어계통이 모든 공급자 공동으로 오픈 아키텍처에 기반하고 있음도 파악하였다. 모두 리눅스 파운데이션의 제안과 기타 오픈 소스 정책을 충실히 이행 하고 있다는 점, 리눅스 지원의 KVM과 Openstack을 지원하는 것도 같다. 이러한 오픈 시스템 정책선택은 시대적 대세와 함께 추동되었음도 확인할 수 있었다.

두 번째 디지털화 대상인 액세스계통에서는 다소 각사 고유의 체계를 갖추게 됨을 예고한다. 액세스의 대명사로도 통하는 RAN은 각 장비공급자의 특장적 아키텍처임이 역사적으로 실증된다. RAN은 각사의 고유한 설계사상을 갖추고 있으므로 가상화에 있어서도 동일 표준의 디지털화 출력인터페이스에 대하여 체계는 각사 고유의 기초기반설계에 중속될 것이다. 이

것은 독립된 연구 주제가 된다. RAN 가상화에 대한 실험실 수준이나, 시범시험단계의 성공의 발표가 이루어지고 있다. 이러한 디지털화가 수요자인 통신 서비스 업체의 적극적 5G로의 진화와 맞물려 활발한 개발이 진행됨을 확인할 수 있었다. 2020년 이후의 5G에서는 가상화된 RAN이 표준이 되어 있을 것이다. 송/수신 단말(핸드 셋)의 디지털화와 함께 궁극적 목표인 송신 단말에서 수신단말까지의 종단간 완전한 ALL.IP를 실현하게 됨이 머지않음을 본 연구를 통하여 확인할 수 있었다.

[12] 5GPPP Architecture Working Group, "View on 5G Architecture", 5G PPP, ver 2.0, 2017.

## 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2018-2013-1-00881).

## 참고문헌

- [1] P. Caylar and A. Ménard, "How telecom companies can win in the digital revolution", Digital McKinsey, McKinsey & Company, 2016.
- [2] R. Grossman, "The industries that are being disrupted the most by digital", Harvard Business Review, 2016.
- [3] Information Telecommunication Industry Trends, Research Institute of Information Telecommunication Policy, 2016.
- [4] GENI Key Concepts - Global Environment for Network Innovations (GENI) [Internet]. Available: <http://groups.geni.net/geni/wiki/GENIConcepts>.
- [5] 5GPPP Architecture Working Group, "View on 5G Architecture", 5G PPP, ver 2.0, p. 18, 2017.
- [6] D. Meyer, "Cisco, Nokia and Ciena seen as top SDN vendors", 2016.
- [7] E. K. Baek, "SDN/NFV Importation Issue per Telcos' point", *KT Convergence Tech Infrastructure Research Division, OSIA Standards & Technology Review Journal*, vol. 28, no. 2, pp. 54-61, 2015.
- [8] D. Baek and B. Lee, "SDN/NFV issues based on LTE toward 5G", *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, ETRI*, pp. 152-153, 2015.
- [9] E. K. Baek, and K. T. Jeong, "IETF standardization efforts on SDN & NFV", *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 31, no. 9, pp. 52-56, 2014.
- [10] T.S. Choi, and S.H. Yang, "Carrier-grade NFV over SDN: Technology and Standardization Trend and Forecase", *A Trend Analysis on Telecommunications*, vol. 28, no. 6, 2013.
- [11] M. Howard, "2016 2nd Half Outlook for Service Provider Routers and Switches", IHS Markit Ltd. survey of global service providers, 2016.



### 김명준(Myeong Jun Kim)



1979년 : 숭실대학교 전산과(공학사)  
1990년 : Illinois Institute of Technology 이학부  
컴퓨터과학 전공(이학석사)  
2017년 : 충북대학교 대학원  
컴퓨터과학과(박사수료)

1979년~1980년: Fujitsu Korea Ltd. (시스템 엔지니어)  
1980년~1987년: 한국전자통신연구원 (연구원)  
1990년~2013년: AT&T Bell Labs, Alcatel-Lucent (연구원)  
2014년~2017년: 한국산업기술대학교, 청운대학교 (부교수)  
※관심분야 : 멀티미디어, 데이터마이닝, 데이터베이스

### 이애기(Erdenebileg Batbaatar)



2013년 : 몽골 국립 대학교 컴퓨터과학과 (공학사)  
2013년~2015년 : Unitel Group in Mongolia (소프트웨어 엔지니어)  
2015년~2016년: Indiana University, Purdue University Indianapolis (교환 학생)

2015년~현재: 충북대학교 대학원 컴퓨터과학과 (박사과정)  
※관심분야 : 데이터마이닝, 데이터베이스, 기계학습, 딥러닝, 바이오 인포메틱스 및 바이오 메디칼

### 김진광(Jin Kwang Kim)



2000년 : 충북대학교 안전공학과(공학사)  
2006년 : 강원대학교 정보과학대학원 지리정보전공(정보과학석사)  
2017년 : 충북대학교 대학원 정보산업공학과(박사수료)

2001년~2007년: ㈜티지더블유 (연구원)  
2007년~2011년: ㈜지오맥스소프트 (기획/PM)  
2011년~2013년: 동림건설기술(주) (GIS사업부장)  
2014년~2015년: ㈜지명 (GIS사업부장)  
2016년~2017년: ㈜에스제이데이터 (GIS사업부장)  
※관심분야 : 공공GIS, 도시계획관리, 데이터베이스

### 류근호(Keun Ho Ryu)



1976년 : 숭실대학교 전산과 (공학사)  
1980년 : 연세대학교 공학대학원전산전공 (공학석사)  
1988년 : 연세대학교 대학원 전산전공(공학박사)

1976년~1986년 : 육군군수 지원사 전산실(ROTC 장교),  
한국전자통신연구원 (연구원),  
한국방송통신대학교 전산학과 (조교수)  
1989년~1991년 : Univ. of Arizona Research Staff  
1986년~현재 : 충북대학교 소프트웨어학과 교수  
※관심분야 : 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, Temporal GIS, 지식기반 정보검색 시스템,  
유비쿼터스 컴퓨팅 및 스트림데이터 처리, 데이터 마이닝, 데이터베이스 보안, 바이오 인포메틱스 및 바이오 메디칼