

네트워크 연구개발 이슈 및 추진 방향

임용재

방송통신전파진흥원

요약

네트워크는 사람, 사물, ICT 장비, 정보 등이 현실세계와 가상세계에서 서로 연결되는 소통의 통로이다. 네트워크 연구개발이 다루는 기술의 범위는 다양한 서비스를 빠르고 안전하고 저렴하게 언제 어디서나 끊김 없이 제공하는 인프라의 구조, 주소체계, 제어관리 등의 기반 기술과 네트워크를 구성하는 장비, 부품 및 소재 등 인프라 구현기술, 그리고 망관리, 보안, 서비스 전달 플랫폼 등 네트워크 기반 지식 서비스 전달 기술을 포함한다. 본고에서는 네트워크 분야에서 2014년도 정부가 바라보는 중점 이슈와 이에 대한 연구개발 추진 방향에 대해 알아본다.

I. 서론

무한 진화를 하고 있는 인터넷의 한계는 우리의 상상을 초월하고 있다. 64Kbps로 시작한 인터넷의 전송 속도의 진화는 100Mbps의 전송 속도를 제공하게 되었고 머지않은 미래에 개당 1Gbps의 속도를 제공하는 기가인터넷 서비스가 보편화 될 것이다. 더 빠른 네트워크에 대한 수요가 없다고 주장하는 것은 30년 전 PC memory가 64Kbyte일 때 512Kbyte Memory space가 충분하다고 주장하던 DOS 설계자들의 실수를 반복하는 것과 다르지 않다는 것을 우리는 과거의 경험을 통해 잘 알고 있다.

소비자의 입장에서 볼 때 이제까지 네트워크의 발전은 속도 또는 용량의 증가였다고 표현 할 수 있다. 통신 사업자들은 고객들에게 만족스러운 품질을 제공하기 위하여 복잡한 관리의 문제를 해결하기 보다는 단순히 전송 용량이나 전달 속도를 늘리는 방법을 택해왔다. 인터넷을 통한 정보전달이 이루어진 이후 지난 40년 동안 전송기술의 발전 속도는 상대적으로 기대치가 높지 않은 네트워크에 대한 수요에 대응 하기에 충분하였다. 최근 들어 급속하게 증가하는 다양한 인터넷 서비스는 용량과 속도에 의지해 오던 이제까지의 단일한 대응에 한계를 가져

오고 있다. 실감통신, 사물인터넷, 클라우드 서비스, Big Data 등 인터넷 데이터 가치에 기반을 두는 새로운 경제 구조는 기하급수적으로 네트워크 traffic을 증가시키고 있고 이를 충족하기 위한 네트워크의 용량 증설은 경제적으로 그 한계에 도달했다.

우리나라는 1995년 시작한 “초고속 정보통신망 구축사업”을 필두로 2004년 “광대역 통합망 구축 기본 계획”, 2009년 “방송통신망 중장기 계획”, 2011년 “미래를 대비한 인터넷 발전계획”, 그리고 2013년 “범부처 기가코리아 사업” 등 지속적인 네트워크 인프라 구축 사업을 추진하였다. 이번 정부가 추구하는 창조경제 기조 하에서도 2017년까지 기가인터넷을 전국 90% 지역에 보급하고, 공공장소 무료 Wi-Fi존 1만 개소 구축 등 다양한 네트워크 인프라 구축을 추진하고 있다. 다양하고 지속적인 정책에 힘입어 우리나라의 정보통신 인프라는 전세계 최고 수준을 자랑하고 있다. 반면에 네트워크 구현을 위한 통신 장비, 부품 및 소재 산업은 취약한 기술 및 산업 경쟁력으로 생존을 위협받고 있다. 최근 들어 정보통신 인프라의 해외 의존도가 높아감에 따라 사회적으로 위기 의식이 높아가며 정부는 2012년 “ICT 장비 산업 경쟁력 강화 전략”을 수립하고 네트워크 산업 육성방안을 제시하기 시작했다.

정부는 ICT 기술을 기반으로 창조경제의 실현을 통해 국민의 행복과 경제적 성장을 도모하고 있다. 네트워크 장비산업은 대표적인 자본, 기술, 지식 집약적 시스템 산업으로서 산업적인 측면에서는 거대 자본, 대규모 R&D, 독과점 시장이라는 3대 특징을 가지고 있다. 네트워크 장비간 상호 호환성, 종단간 네트워크 전체에 대한 설계 역량, 그리고 제품의 Full-Lineup을 갖추는 것은 매우 중요한 핵심 경쟁력이며 이러한 역량은 거대 자본을 기반으로 글로벌 기업이 시장을 석권하고 있는 현상이 잘 대변하고 있다. 또한 네트워크 장비 제조사 중 Top 3인 에릭슨, 시스코, 화웨이의 2012년 R&D 투자는 각각 49억 달러, 55억 달러, 48억 달러에 달한다. 2014년 우리나라 정부의 ICT 분야 R&D 투자비가 3억6천만 달러 (3936억 원)인 것과 비교하면 그 규모를 실감할 수 있다. 그리고 거대한 자본과 대규모 R&D를 기반 글로벌기업은 경쟁력 우위로 진입장벽을 높이는 기술 및 자본의 우위에 기반한 전형적 독과점 산업이다.

전세계 네트워크 장비시장은 매출을 기준으로 2013년 약 1200억 달러로 추정되며, 2017년에는 연평균 5.1%의 성장이 예상되어 총 1500억 달러가 예상되는 거대한 산업이다. 네트워크 산업 분야에서 국내 기업으로는 삼성전자를 제외하고는 연 매출 2000억 원이 넘는 기업을 찾아보기가 힘들다. 인터넷이 사회 전반에 파급되어 정보 중심으로 진화하는 사회에서 네트워크 산업이 차지하는 역할은 경제적인 측면뿐 아니라 정부의 정보 주권에서도 매우 중요해 지고 있다. FTA 등 자유 무역 정책이 국제사회에서 확산하는 환경에서 미국과 영국은 정보 보안을 이유로 중국 Huawei 사의 장비를 자국의 주요 기간 인프라에 도입을 견제하고 있다. 그 결과 Huawei는 2013년 미국 시장에서 실질적인 철수를 할 수 밖에 없었다. 이에 맞서 중국 또한 “去IOE” 바람이 국가적인 이슈로 확산되고 있다. “去IOE”는 IBM, Oracle, EMC를 중국에서 배격하자는 의미이다. 국제사회에서 확산되는 정보인프라 보호주의 환경에서 국내는 네트워크 인프라에 대한 높은 해외 의존도는 향후 정보기반 사회에서 국가의 경쟁력 측면에서 심각한 우려를 자아낸다.

21세기에 접어들어 폭발적으로 증가하는 인터넷 수요는 이동성, 보안, 품질보장에서 IP 기반 패킷 네트워크의 한계 등에 도전하는 기술이 연구가 활발하게 진행되었다. 연결 중심에서 콘텐츠 기반의 네트워크로 진화를 시도하는 NDN, ICN 그리고 ID based network 등이 나타났고, 서비스 맞춤형 전달 방식을 적용한DTN, 그리고 지식을 기반으로 네트워크를 관리하기 위한 SDN 등 다양한 새로운 기술이 시도 되고 연구되었다. 네트워크 분야는 사회의 인프라 기술이라는 특성 때문에 혁신적인 기술의 도입에 대해 매우 보수적이다. VoIP 기술은 TDM 기반 전송망 기술인 MPLS 또한 1997년 working group이 구성된 후 상용 네트워크에 본격적으로 적용 되기까지 10년 이상의 시간이 소요되었다. 특히 네트워크의 구조, 주소체계, 제어관리 등 기반기술에 대한 진화 측면에서는 아이디어 도출에서부터 상용화까지는 많은 시간과 검증을 필요로 하는 분야로 단기적인 성과를 목표로 추진하기 보다는 장기적이고 지속적으로 추진해야 할 필요가 있다.

II. 본론

2014년 정부의 네트워크 분야에 대한 R&D는 인프라 고도화, 산업 진흥, 미래 선도라는 방향성을 기반으로 추진 된다.

대부분의OECD 국가에서 기가급 서비스를 제공하는 사업자들이 이미 다수 등장했다. 2011년 Goggle Fibre 발표 이후 이

러한 현상은 선진국을 중심으로 경쟁적으로 확산하고 있으며 특히 기업고객을 대상으로 수요가 증가하고 있다. 차세대 기술로는10G EPON과 XG-PON의 표준화가 2009년과 2010년에 완료됨에 따라 차세대 가입자망 기술에 대한 방향성을 제시하고 있다. 동시에 60Km 이상의 장거리 지원과 1:1024의 고분기 PON에 대한 요구가 발생할 것으로 예상된다.

국내에는 광가입자망 분야에서 시스템 통합 기반의 제조 경쟁력은 확보하였으나 핵심 기술인 MAC 칩과 광모듈 등 핵심 부품은 해외에 의존하고 있다. Alcatel-Lucent나 Huawei 등 글로벌 기업은 핵심 부품에 대해 자체 기술 확보를 추진하며 시장 요구에 빠르게 대응하려 준비하고 있으며 이는 향후 국내 광통신 산업의 지속적인 발전을 위해서도 해결해야 할 과제가 되고 있다. 특히 중국은 최근 들어 제조기술력의 향상으로 국내 광모듈산업을 위협하고 있는 상황에서 광 모듈 부품의 국산화를 높이고 저전력 등 기술력으로 중국의 저가 공세를 극복하는 부품 분야에서의 연구개발이 시급하다.

기반 기술로는 차세대 코히런트 QAM 구현에 필요한 고효율 전송을 달성하기 위한 DSP 기술은 전적으로 해외 기술에 의존하고 있다. 기술의 난이도를 고려할 때 단기간 내에 국제적인 수준의 기술이 확보가 어려울 것으로 예상되나 이 분야에 대한 정부의 투자가 필요하며 이를 통한 국내 연구의 활성화를 기대한다.

전달망의 경우 가입자의 대용량 콘텐츠를 효율적으로 분배할 수 있는 네트워크 기술이 요구된다. 단기적으로는 용량 증대를 목표로 파장당 100G급 기술에 대한 요구가 증가할 것으로 예상된다. Port-Agnostic 기술은 현재의 Tunable 모듈 기술에서 진일보한 기술로 불필요한 네트워크 관리 비용을 절감하여 TCO를 획기적으로 개선하는데 기여하는 기술이다. 이와 병행해서 CFP2는 현재 표준 제정이 진행중인 광모듈 규격으로 소형화와 저전력화를 요구하고 있어 모듈 산업의 경쟁력 확보를 위해서는 이에 대한 상용 목표의 개발이 필요하다.

SDN은 기존 네트워크의 효율이 저조한 것을 개선하여 네트워크의 활용을 극대화하는 것으로 관심이 시작되었다. 기존에 분산된 네트워크 관리 기능을 중앙 집중 방식으로 구성하여 지식기반 관리기법을 도입하여 네트워크의 관리를 동적으로 그리고 유연하게 하는 기술이다. 이와 관련해서 ONF외에 다수의 표준 단체가 표준 제정을 위한 활동을 시작하였다. 한편 장비업체들을 중심으로 실용적인 구현을 우선으로 추구하고 있는 OpenDaylight연합체가 조직되어 실질적인 구현을 앞세운 framework 선점을 추진하고 있다. 기술적으로는 OpenFlow 기반의 SDN, Compiling SDN, Broker 기반 SDN, Hybrid 형태의 End-to-End SDN 등 다양한 개념이 연구 개발되고 있

다. SDN의 성공은 SDN을 기반으로 하는 응용서비스의 발굴에 있다고 판단한다. 단순 중앙집중식 장비 제어 방식으로는 SDN이 추구하는 지능적 네트워크의 구현이라는 방법론이 제공하는 보편적인 가치는 한계를 가지고 있다.

이동통신은 폭증하는 수요를 대비하기 위하여 이제까지 전파기술의 혁신을 통한 진화를 반복했다. 4세대 이동통신인 LTE-A에 이르러 전파 기술의 진화를 기반으로 하는 진화에서 한계를 도출하였고 차선책으로 소형 기지국이나 광대역 주파수 응용 기술 등 다양한 형태의 병렬 처리기술을 기반으로 진화를 도모하고 있다. 한편 이동통신의 코어 네트워크는 급격한 트래픽 폭증에 구조적으로 효율적으로 설계 되지 않아 병목현상이 발생하는 등 구조적이 취약성을 노출하고 있다. 이러한 구조적인 문제를 해결하기 위해서는 이동통신 코어기능의 가상화와 지능적인 관리 기술이 필요하다. 현재 이동통신의 코어기능은 Middleware로 구현되어 확장성이 지원되지 않으며 폐쇄적인 장비구조로 제조업체 의존도와 제품 가격이 높다. 그리고 표준을 기반으로 하고는 있으나 현실적으로는 제조업체간 장비의 상호 연동이 지원되지 않는 상황이다. 유럽에서는 차세대 이동통신으로 모바일 코어네트워크를 SDN 기반으로 구현하려는 노력을 경주하고 있다. 전 세계적으로 시작되는 5G 기술의 진화에서 무선 기술에 대한 투자 이외에도 5G 무선 특성에 맞춘 5G를 위한 코어네트워크 기술의 주도적 확보를 위한 연구 투자가 필요하다.

SDN 기술은 초기 도입을 데이터센터 네트워크를 중심으로 점차 확산이 되고 있다. 최근 들어서는 전통적인 네트워크 분야에서는 사업자를 중심으로 전송망에 대한 SDN 기술 도입이 논의되고 있다. 특히 광, 회선, 패킷 다계층 통합으로 발전이 예상되는 차세대 사업자의 네트워크에서 광 전송 네트워크에서의 관리와 전송 분리 및 망 가상화와 지능화는 향후 응용서비스망으로의 발전에 핵심 기술로 예상이 되며 SDN은 이러한 기술의 구현에 매우 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. 한편 Optical SDN이 기존 사업자 네트워크에 조속히 도입되기 위해서는 기존 사업자 네트워크와 호환성이 지원되어야 하며, 이러한 연동 기술이 함께 표준과 연계하여 개발되어야 한다.

SDN이 기술 도는 장비 제조업체들의 제안 기술이었다면 NFV는 통신사업자들 중심으로 기술 소비자들이 요구하는 장비 제조 기술이라고 볼 수 있다. NFV는 하드웨어 중심으로 구현되고 유통되는 네트워크의 많은 기능들을 장비에서 분리하여 Cloud 환경에서 Software로 구현하고, 가상화 기법을 이용하여 필요에 따라 유연하게 제공하고 관리하는 개념이다. 대상으로 하는 네트워크의 기능은 단순 Switching과 Routing 이외에 VPN, DPI, QoS Monitoring, Load Balancer, AAA, Policy Server,

Firewalls, IPSec 등 기존 유선네트워크에 적용하던 기능 이외에 SGSN, GGSN, PDN-GW, MME, PGW, SGW emd 다양한 이동통신 기능도 포함하고 있다.

네트워크 산업이 진입장벽이 높은 독과점 사업의 특성을 가지고 있는 배경에는 장비 제조업자들의 폐쇄적인 기술 전략 또한 매우 큰 이유가 되고 있다. 기술의 폐쇄성은 혁신을 통한 진화를 저해하고 건전한 산업 생태계의 조성을 방해하여 장기적으로는 산업 전반에 악영향을 끼친다는 것은 과거 경험을 통해 알 수 있다. 특히 산업기반이 취약한 국내 산업의 관점에서 보면 이러한 기술의 폐쇄성은 시급히 타파해야 할 문제점이다. 특히 수요제기가 기술 소비자인 사업자들로부터 제기된 NFV 기술은 건전한 산업 생태계를 기반으로 하는 구현 방법론으로 분류할 수 있으며, 이러한 경우 사업적인 성공이 Time-to-Market의 경쟁이 될 것으로 예상된다. 물론 네트워크의 기능을 software로 구현할 경우 예상되는 성능 저하와 확장성 등은 기술로 풀어야 할 문제로 예상된다.

NFV는 기존의 네트워크 산업 구조의 paradigm의 전이를 일으킬 수 있는 기술로 예상된다. NFV 기술을 기반으로 기존의 폐쇄적인 장비산업 구조가 보편적인 Hardware를 기반으로 기술 개방이 시작되고, 궁극적으로는 표준화와 Platform 기술을 기반의 새로운 산업 생태계가 형성될 것으로 예상된다. 기술 환경은 급속하게 변하고 있으며 복잡한 산업 내의 기업간의 이해관계가 얽혀있는 Platform 분야는 국제적 합의에 의한 표준화를 기반으로 하는 진화보다는 사실상 표준(de Facto Standard)이 산업을 선도해 왔으며 NFV의 platform도 이와 상이하지 않을 것으로 예상된다. 따라서 Paradigm의 변화기가 제공하는 시기에 우리에게 조기 상용화와 다양한 네트워크 기능의 구현을 통해서 도전해 볼 만한 기회를 제공하고 있다.

정보기반 사회로 진화하며 정보통신 인프라의 보안에 대한 중요성이 대두되고 있다. 2013년 에드워드 스노든씨가 미국 정보기관의 상습적인 도청행위를 폭로한 사건은 정보통신 인프라에 대한 보안의 심각성을 잘 대변하고 있다. 인터넷에서의 보안 문제는 예방책의 한계로 신속한 사후 대처가 더욱 현실적이라고 인식되고 있다. 양장암호통신은 대칭키 기반 네트워크 보안 방식에서 대칭키 분배를 가장 안전하게 구현할 수 있는 기술로 평가되고 있다. 양장 상태의 중첩, 불확정성, 복제 불가능성 등 양자 역학적 원리에 기초하여 암호기를 배분하고 공유하여 암호화 된 키 정보를 도정이 불가능하도록 통신하는 기술이다. 미국, 스위스, 영국, 호주 등에서는 많은 연구가 진행되어 일부 특수 목적으로 상용화 제품이 판매되고 있다. 양자암호 프로토콜, 안정성 모델링, 고속 암호화 기술, 광원 및 소자 기술, 그리고 보급을 위한 대규모 망 구현 기술 등이 연구되어야 할 분야

이다. 다가올 정보기반 사회에서 네트워크 인프라의 보안은 반드시 해결해야 할 국가 차원의 문제로서 단기간의 집중 투자를 통해 선진국과의 기술 격차를 줄이고 동시에 기술 선진국으로의 도약이 필요하다.

미래의 네트워크는 IoT, USN, MANET 등 다양한 종류의 구성 노드들이 현재 대비 수백 내지는 수천 배 규모의 대형 네트워크로 발전할 것으로 예상된다. 유무선 네트워크 간의 연동, 단말의 이동 및 생성과 소멸, 콘텐츠의 위치 이동, 실시간 TE 등 예측 불가능한 수준으로 네트워크 상태가 동적으로 변화하는 환경이 예측 된다. 자율제어 네트워킹 및 관리는 2000년대 이후 Adhoc과 USN 개념과 같이 연구가 활발하게 진행되는 분야로서 아직 초기 연구가 진행되는 분야이다. IBM에서는 생체 자율신경 조절체계를 모방한 MAPE-K라는 제어시스템을 개발하여 컴퓨터 시스템의 상태 진단에 활용 하고 있다. ECODE project는 인간 인지 모델을 이용하여 네트워크 라우팅 기능을 연구하고 있다. 아직은 안정성이나 확장성 등의 관점에서 연구 결과에 대한 검증의 어려움으로 상용화로 이루어지기까지 상당한 기간이 소요 될 것으로 예상된다. 다가올 미래에 이러한 기술이 완성될 경우 그 파급효과를 고려하면 대학을 중심으로 추진하는 원천 연구는 인력 양성 및 미래에 대한 투자로써 정부가 지원할 가치가 있다고 판단된다.

앞서 언급한 기술 이 외에도 열악한 국내 네트워크 산업의 발전을 위한 연구개발에 대한 투자도 필요하다. 대기업 중심의 폐쇄적인 네트워크 산업의 건전한 발전을 위해서는 기술의 개방화를 통한 생태계 조성은 중요한 과제이다. 네트워크 장비의 Hardware와 Software의 공통 플랫폼에 대한 개발 및 표준화는 기업과 연구소에서 반복적으로 발생하는 중복 개발에 소모되는 경비와 노력을 절감하는 동시에 산업계가 기술을 공유하여 상호 협력을 가능하게 하는데 매우 중요하다. 단 공통플랫폼이 성공적으로 기술의 개방화를 이루는데 기여하기 위해서는 표준 제정과 이를 준용하는 다양한 플랫폼과 네트워크 기능 개발이 중요할 것으로 예상된다. 국내 네트워크 산업계를 위해 정부가 앞으로 지속적으로 지원해야 할 과제이다.

III. 결론

본고에서는 2014년 네트워크 분야에 대한 정부의 R&D 과제 기획 방향에 대해 기술하였다. 인프라 고도화를 위한 기술로 차세대 광통신 부품개발과 관련 원천 핵심 기술 개발에 대한 투자를 기획 중이다. 산업 진흥을 위해서는 가격 경쟁력 확보를 위한 광모듈 핵심 부품 개발, 소프트웨어 기반 네트워크 스위칭

시스템과 플랫폼 개발, 차세대 분산형 모바일 코어기능 개발, 그리고 공통 플랫폼 개발에 대한 투자를 기획하고 있다. 미래 대비 신기술로는 양자암호 통신 핵심 기술과 창의성적 연구를 지원하려는 목적으로 생체모형 모방을 기반으로 하는 자율 네트워크 관리 기술 개발에 대한 투자를 기획하고 있다.

정부의 R&D 투자는 궁극적으로 이를 기반으로 경제 발전의 기반을 제공하고 이를 통해 생산된 부의 재분배를 하는데 목적이 있다. 네트워크 분야는 경제적인 목적 이외 미래 정보사회에서 모든 산업의 기반인 정보통신 인프라에 대한 우위를 확보하고 정부의 국제 경쟁력에서 우위를 차지하기 위해서 지속적으로 확대 지원해야 할 분야이다. 특히 침체한 국내 네트워크 분야의 산학연 Community를 활성화 하고 재도약의 발판을 마련하기 위하여 정부는 특별한 관심과 지속적인 노력을 경주하려 한다.

참고 문헌

- [1] 미래창조과학부 정보통신방송정책실, 2013. 8. " ICT 장비 산업 경쟁력 강화전략"
- [2] 미래창조과학부 정보통신방송정책실, 2013. 10. " 미래부 ICT R&D 중장기 전략"
- [3] 미래창조과학부 정보통신방송정책실, 2013. 10. " 소프트웨어 혁신 전략"

약 력



임 용 재

1982년 연세대학교 공학사
 1986년 오스틴 텍사스 주립대 공학석사
 1989년 오스틴 텍사스 주립대 공학박사
 1990년~1996년 IBM, TX 차세대 CPU 연구소, 수석연구원
 1996년~1998년 Motorola, CA 컴퓨터사업부, 수석연구원
 1998년~2004년 Cisco Systems, Inc., 개발 부장
 2004년~2008년 삼성전자 네트워크사업부 상품기획그룹 상무
 2002년~2002년 명지대학교 전자공학과 교수
 2010년~2010년 Cisco Systems, Inc., 전락사업부/GM
 2010년~2013년 방송통신위원회 미래인터넷 PM(Project Manager)
 2013년~현재: 미래창조과학부 CP