

# 5G 코어망 기술: 소프트웨어와 콘텐츠 지향 관점

김철훈, 이성원  
경희대학교

## 요약

최근 발표된 5G PPP(Public-Private Partnership) 에서도 나타나듯이, 차세대 네트워크의 변화는 소프트웨어와 IT분야에서 발전된 기술이 Telco 사업자의 네트워크로 전이되는 현상을 보여주고 있다. 특히 망의 중립성에 대해서도 “추가적인 망 투자를 수행한 콘텐츠 제공업자의 콘텐츠를 차별적으로 지원하는 것은 정당하다”는 개념도 확산되면서, 콘텐츠를 인식하고 차별화된 서비스를 네트워크에서 제공하는 것이 수익 증가의 수단으로 부각되고 있는 상황이다. 이에 본고에서는 5G 코어망 기술의 발전을 소프트웨어와 콘텐츠 지향적인 관점에서 알아본다.

## I. 서론

국내에서는 네트워크의 자원관리와 이를 제공하는 SDN(Software Defined Networking)컨트롤러 및 SDN 테스트베드 플랫폼을 개발하는 연구가 대학과 기업들을 통해 진행 중이다. 그리고 국내뿐만 아니라 국외에서도 기업들이 모바일 환경에서 네트워크 가상화를 통해 자원관리를 하는 솔루션들의 개발이 활발하게 이뤄지고 있다.

대부분 SDN에서 다루어지는 기술 및 제품은 미래 모바일 코어 네트워크에서 예상되는 트래픽과 시그널링 폭증을 수용하기 위하여 OpenStack 및 SDN 기술을 활용한 개방제어 기반 분산 구조 모바일 코어 네트워크를 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 또한, 이동통신 네트워크의 고비용 구조개선 및 유연성 강화를 위해 NFV(Network Function Virtualization) 기술을 활용하여 모바일 네트워크의 EPC(Evolved Packet Core)의 MME(Mobility Management Entity), S-GW(Serving Gateway), P-GW(PDN Gateway) 기능을 표준 하드웨어 플랫폼 상에서 가상화 하는 것을 추진하고 있다.

본고에서는 OpenFlow와 가상화 기술이 촉발한 소프트웨어 지향 이동통신 코어 기술의 현재 이슈와 향후 발전 방향을 5G

PPP 기술 개발 목표와 산학연의 연구 추이를 통하여 알아본다.

## II. 5G PPP

5G PPP는 EU(European Union)에서 주관하고 있으며, 유럽을 중심으로 5G 기술 표준을 주도하고 5세대 통신시장을 선점하기 위해 결성한 기관이다. 5G PPP에서는 소프트웨어를 고려하지 않던 이전 세대의 이동통신과는 다르게 SDN, NFV, 클라우드와 ICN을 5G PPP의 중요한 기술로 결정하여 <그림 1>과 같이 네트워크 재디자인, 즉 네트워크 가상화와 소프트웨어 네트워크를 목표로 다양한 관점에서 논의하고 있다 [1][2].

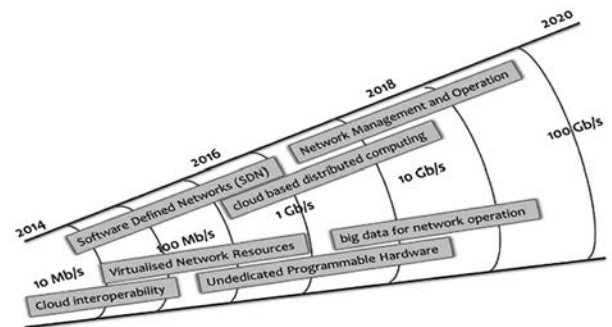


그림 1. 5G PPP의 네트워크 재디자인 로드맵

첫째로 NFV는 표준화된 인프라에서 소프트웨어 네트워크 장비에 의해 제공되는 유연성을 제공하고 잘 정의된 North Bound Interface의 관리 및 통합을 빠르게 조정하며 사양을 추상화하는 것을 가능하게 한다. 이는 네트워크 사업자의 운영 환경에 새로운 가상 기기를 통합하는 비용과 시간을 줄이게 해줄 것이다.

둘째로 SDN은 NFV에서 더 나아가 시스템의 패킷과 광 스위치 통합의 간소화로 이어진다. 예를 들면 NFV 통합 시스템의 가상 장치는 SDN을 사용하여 물리적 스위치의 전달 동작을 제어할 수 있다. 그리고 모바일 및 유선 네트워크에 SDN을 도입

함으로써 네트워크 자원 공유와 새로운 네트워크 기능의 빠른 도입과 테스트를 가능하게 할 것이다.

셋째로 클라우드는 backhaul과 fronthaul을 클라우드 기반 네트워크로 새롭게 디자인할 수 있게 하고, RAN과 fronthaul, backhaul 레벨에서 단말 트래픽을 제어하여 같은 FAP(Femto Access Point)에 연결된 단말 및 홈네트워크와 직접 통신을 가능하게 하는 기능을 포함한 중앙 집중식 및 분산 구조를 지원하게 한다. 특히 3장에서 설명할 제어평면(Control Plane)과 전달평면(Bearer Plane)의 분리 구조에 중요하게 고려되고 있다.

넷째로 ICN(Information-Centric Networking)은 생산과 소비, 사용자의 흥미와 일치하는 정보의 변화를 중심으로 한 통신으로 구성된 새로운 네트워크 구조이다. ICN은 모든 패치와 중간 계층을 피하기 위해 현재의 고전적인 통신 모델에서 단순하고 일반적인 모델로의 변화를 목적으로 한다. ICN은 노드가 필요하거나 처리하는 방향으로 이름에 기반한 네트워크로 라우팅되고 사용자의 요청이 지정된 개체의 관심에 의해 표현되는 비연결의 수신기 중심 모델이다. 이러한 디자인 덕분에 ICN 통신 모델은 미래의 콘텐츠 전송 구조 최적화 및 단순화를 가능하게 한다.

이처럼 NFV와 SDN, 클라우드, ICN은 5GPP의 네트워크 재디자인 관점에서 중요한 기술이다.

### III. 전달/제어 평면의 분리

현재 시스템 구축에서 코어 네트워크 노드는 일반적으로 MME와 HSS(Home Subscriber System), S-GW, P-GW, PCRF(Policy Charging and Rules Function), OCS(Online Charging System)과 같은 전용 장비가 각각의 특성에 최적화된 하드웨어를 활용하여 배치된다. 그렇기 때문에 EPC에 있어서 공용 하드웨어 기반 통신 장비 플랫폼의 공용화 및 재사용을 목표로 한 NFV의 적용은 장비를 증설하거나 관리하는 목적에서 운용비용과 투자 측면에서 매력적이다. NFV에서는 OF(OpenFlow)기반 SDN도 고려하며, OF의 역할은 제어평면과 전달평면의 분리를 개방형 인터페이스로 지원한다는 측면에서 중요하게 고려되고 있다.

EPC에서 S-/P-GW는 이동성 관리와 QoS (Quality of Service) 제어, 트래픽 감시를 포함한 제어평면과 전달평면의 처리를 책임지는 중요한 역할을 수행하기 때문에 이를 초점으로 SDN과 NFV를 적용하게 된다. 참고문헌[3]에서, 저자들은 제어평면과 전달평면으로 나누어 SDN을 현실화하는 방법들을 제시하였다.

첫째로 제어평면 관련 기능이다. 일반적으로 제어평면 관련 기능 측면에서 OF 컨트롤러 프레임워크를 통합하고 준수하는 것은 비교적 간단하다. 시그널링 제어 기능을 시작으로 모듈은 시그널링 관리를 수행하는 OF 컨트롤러가 추가될 필요가 있다. 따라서 트래픽을 전달하는 스위칭 모듈에 Floodlight 혹은 Nox Controller와 같은 중앙 집중화된 OF 컨트롤러의 핵심 기능인 자원 관리 로직을 매핑할 수 있다는 점에 주목할 수 있다. 기존 스위칭 모듈은 사용자 정보 및 정책을 포함하고 자원 관리 결정에 이를 활용하기 위해 수정될 필요는 있다.

둘째로 전달평면 관련 기능이다. 전달평면 기능은 데이터 트래픽에 매우 의존적이기 때문에 OF 스위치와 그 특성을 이용한다. 먼저 전달평면 규칙 및 전달 모두 기본 OF 스위치의 주요 동작이고 추가적인 노력이 요구되지 않는다. 그러나 S-/P-GW 모두 신호와 데이터 트래픽을 보내기 위해 GTP(GPRS Tunneling Protocol) 터널링 프로토콜을 사용한다. 최신 OF 사양에서조차 OF 스위치 실행은 TCP/UDP 포트 필드의 추가와 함께 오직 2/3계층으로 제한되어 있다. 그러므로 GTP 헤더 매칭과 함께 S-/P-GW 데이터 전송은 현재 실현 불가능하다.

그리하여 추가로 <그림 2>에 나타난 것처럼 SDN을 통해 GTP와 같은 기능을 실현하기 위해 4가지의 다른 프레임워크가 필요하다[3].

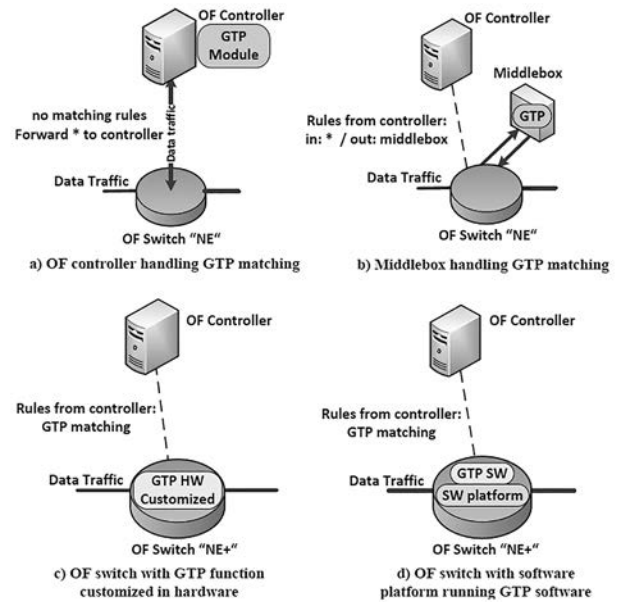


그림 2. GTP 매칭 기능을 위한 SDN 프레임워크

첫째로 컨트롤러 모듈로 GTP 기능을 수행하는 프레임 워크이다. <그림 2a>에 나타난 이 방법은 현재 OF 구현과 유사하다. 그럼에도 불구하고 모든 플로우 패킷마다 컨트롤러로 전달을 지시한다.

둘째로 GTP기능을 호스팅하는 미들박스의 예처럼 추가적인 기능을 수행하는 미들박스를 활용하는 것이다. <그림 2b>에 나타난 것과 같이, 데이터 플로우에 추가적인 처리를 위한 미들박스에 의해 전달될 필요가 있다. 그러나 이전에 제안된 프레임워크와의 주요 차이점은 OF 스위치 근처의 전송 네트워크에서 미들박스를 배포하는 유연성이다.

셋째로 하드웨어에서 정의된 GTP 매칭 기능의 경우처럼 특정한 부가 기능을 포함하는 OF 스위치를 보강하는 방법이다. <그림 2c>에 나타난 것처럼, NE+가 더해진 OF 네트워크 요소를 고려할 수 있는데, 이러한 접근은 현재 OF 사양으로는 제공될 수 없거나 스위치의 구현이 성능상 이유로 유리한 기능을 필요로 한다. 또한 NE+에서의 하드웨어 구현이 필요한데 이는 유연성이 제한적일 수 있음을 의미한다.

넷째로 프로그래밍이 가능한 플랫폼을 각 스위칭 요소에 공급하는 프레임워크이다. <그림 2d>처럼 이러한 플랫폼은 전달평면과 상호작용하는 소프트웨어 기능을 가능하게 하여 OF 스위치 기능을 확장한다. 기본 OF 스위치 기능을 확장하는 증가된 유연성이 장점이다.

EPC 기능을 배치하는 곳을 고려하는 측면에서도 생각해볼 수 있다. 추가적으로 클라우드와 같은 데이터 센터 또는 OF 스위치와 같은 전송 네트워크 요소의 기능 배치에 대한 일반적인 배치 구조도 고려할 수 있다.

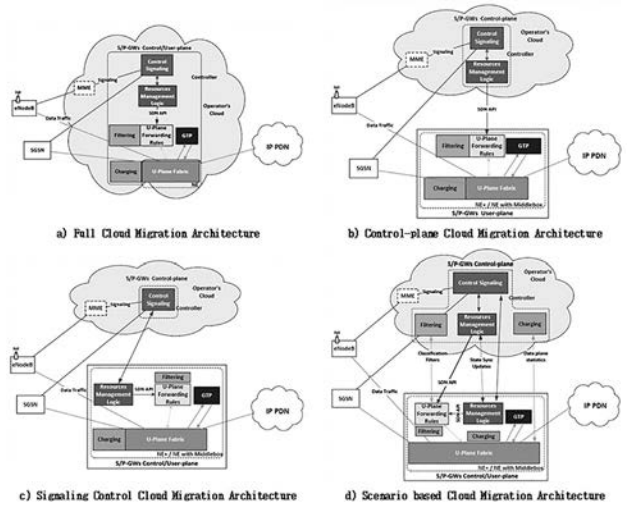


그림 3. SDN 기반 Migration 구조

첫째로 전체 클라우드 Migration 구조이다. <그림 3a>에서와 같이, 운영자 소유의 클라우드 안에서 S-/P-GW가 가상화되어 배치된다. SDN 기술은 클라우드에서 수신 및 발신한 시그널링과 데이터 트래픽을 다루는데 사용된다.

둘째로 제어평면 Migration 구조이다. <그림 3b>처럼, 성능

고려사항을 해결하고 전달평면의 유연한 배치를 가능하게 하기 위해 S-/P-GW 기능의 분할을 사용한다. 제어평면 관리는 클라우드에서 시그널링 제어 및 리소스 관리 로직 기능으로 계속된다. 전달평면은 전체 코어 전송 네트워크를 커버하는 분산 구조를 포괄한다. 그러므로 전달 규칙 기능은 GTP와 필터링 기능과 같은 다른 방대한 데이터 처리 기능과 함께 전달평면 요소에 있어야 하는 것이 중요하다.

셋째로 시그널링 제어 클라우드 Migration 구조이다. <그림 3c>처럼, 전달평면 요소에 다른 기능들을 할당하는 동안 클라우드에서 시그널링 제어 기능을 이동시킨다. SDN의 관점에서 이 구조는 하드웨어에서 정의되거나 소프트웨어에서 구현된 여러 기능들과 함께 NE+를 가지는 것을 요구한다. 또한 이러한 기능들은 성능 요구사항 때문에 미들박스로 떠넘겨질 수 있다. 가상화된 S-/P-GW 구조가 전달평면에서 응답시간을 감소시키는 가능성을 가진다.

넷째로 시나리오 기반 Migration 구조이다. <그림 3d>처럼, 이전 구조를 바탕으로 시나리오에 기반한 기능 배치를 혼합하고 일치하기 위한 S-/P-GW 구조로 클라우드 구조와 전달평면 노드 모두에 배치된다. S-/P-GW의 기능별로 나눈 EPC 시나리오는 시나리오 잠재 요구사항에 따라 배치된 기능 또는 도착 주파수에 따라 부여된다. 이는 클라우드와 전달평면 노드들 간에 교환된 데이터 양에 영향을 미친다. 이러한 접근은 중복 할당 또는 결정이 충돌하는 것을 방지하기 위한 기능이 배치된 클라우드와 전달평면 사이의 상태 동기화와 결합이 필요하다.

## IV. 광네트워크에서의 SDN 기술 지원

새로운 광대역 어플리케이션은 인터넷을 콘텐츠 중심 클라우드 네트워크와 데이터 센터의 증가, 관련 인프라 및 데이터 센터간의 연결로 변화시켰다. 데이터 센터 규모 컴퓨팅으로의 새로운 트렌드는 에너지 소비에 대한 엄격한 요구조건을 부과함과 동시에 전례없는 장비의 밀도를 요구하는 고속 데이터 센터 네트워크의 기준을 올리고 있다. 대규모의 데이터 센터의 등장으로 인하여 차세대 처리량 및 지연 시간 요구사항을 해결하기 위한 광 네트워크 기술이 널리 사용된 근본적으로 새로운 아키텍처 방식이 요구되고 있다 [4].

SDN은 전달평면으로부터 분리된 중앙 집중식 제어평면을 기반으로 한다. 전달평면은 이기종이 될 수도 있고 여러 벤더의 네트워크 장비로 구성될 수 있어 서로 다른 특성과 구성, 패킷 및/또는 광학 계층에서의 제어와 함께 별개의 서비스를 제공할 수 있다. 현재 SDN 구현은 데이터 센터 자원 최적화를 위해 주

로 인터넷 스위칭에 초점을 맞추고 있다.

광 네트워크에서 SDN은 전기 및 광학 도메인 사이를 최적화하기 위해 다중 계층 제어를 제공할 수 있다. SDN 컨트롤러는 유연한 송수신기를 사용함으로써 어플리케이션 요구 기반 송신 파라미터를 선택하여 용량 및 효율을 최적화할 수 있고 토폴로지 정보를 이용하여 연결과 회로, 파장 제한 조건을 만족하는 네트워크의 경로를 계산할 수 있다. 또한 IGP(Internet Gateway Protocol) 구역 또는 지연 제약 조건을 만족하는 경로를 계산하는 것과 같은 어플리케이션 요구사항을 만족시키기 위해 분산 제어 평면의 결함을 보상할 수 있다.

〈그림 4〉는 다중 네트워크에서 SDN의 역할을 나타내는 시나리오이다. 라우터 노드와 전송 노드 간의 어떠한 프로토콜 상호작용 요구없이 동작한다.

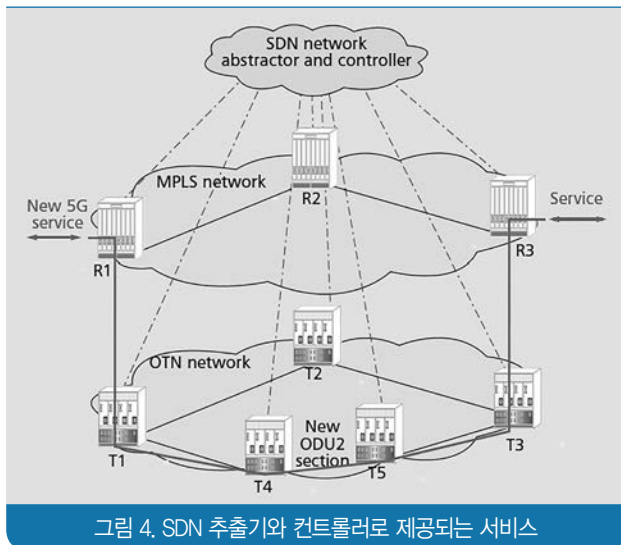


그림 4. SDN 추출기와 컨트롤러로 제공되는 서비스

## V. 이동성 제어 기술

모바일 네트워크의 트래픽 수요가 꾸준히 증가하고 있으며, 개별 사용자에게 필요한 전체 트래픽 양과 비트 전송률 측면도 향후 몇 년 동안 크게 증가할 것으로 예상된다. 하지만 새로운 전송 케이블 구조의 설치와 새로운 기지국의 대규모 배치 등의 방법은 비용과 에너지 소비 측면에서의 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 이동성 제어 기술을 보다 소프트웨어 적으로 유연하게 처리하고, 콘텐츠를 지향하는 입장에서 망 부하를 줄이고자 하는 노력들이 진행되고 있다.

특히, 참고문헌[5]의 저자들은 이러한 현재의 한계를 해결할 수 있는 유일한 솔루션은 매우 밀집하고 이기종인 무선 네트워크를 효율적으로 사용하는 것이라 생각하여 이를 위

한 프로토콜과 알고리즘을 설계하는 CROWD(Connectivity management for energy Optimized Wireless Dense networks) 프로젝트를 진행하고 있다.

CROWD에서는, 〈그림 5〉와 같이, 제한되지만 미세 범위에서 빠르고 짧은 시간에 결정을 내리는 CLC(CROWD Local Controller)와 더 큰 범위에서 속도가 느리고 비교적 긴 시간 동안에 결정을 내리는 CRC(CROWD Regional Controller)라는 2가지 유형의 동적인 SDN 컨트롤러를 제안하였고 좁은 범위의 지구와 좀더 넓은 범위의 지역으로 구분하였다.

첫째로 좁은 범위의 지구는 LTE(Long Term Evolution) eNB와 WiFi AP(Access Point) 뿐만 아니라 상호 연결된 backhaul 링크로 구성되어 있다. 지구 안에서의 운영은 SDN 기술의 NB(North Bound)인터페이스라고 불리는 일련의 API(Application Programming Interface)를 통해 CLC에 연결된 응용프로그램에 의해 최적화되어 있다.

어떤 어플리케이션은 최적화 목표의 요구 사항에 따라 하나 이상의 API에 연결할 수 있다. 지구에서 제시된 기술을 기반으로 CLC는 무선 동작과 backhaul 네트워크 제어를 위한 OF를 제어하기 위해 LTE와 WiFi를 위한 다른 SB(South Bound) 인터페이스에 접속할 수 있다.

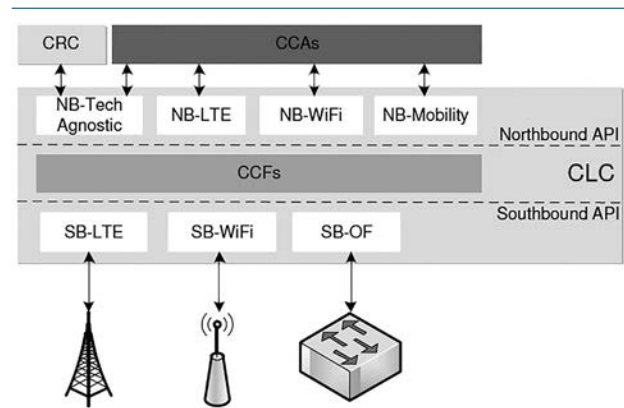


그림 5. CROWD 프로젝트에서의 CLC 구조와 인터페이스

지역은, 〈그림 6〉에 나타난 것과 같이, CLC와 비교하여 비교적 긴 최적화를 수행하는 어플리케이션이 존재하고 여러 지구가 포함된 논리적 도메인으로 정의된다. 지역 최적화는 지구의 컨트롤러의 근시안 적인 동작 때문에 지구 수준에서 수행할 수 있는 차선의 선택을 보완하기 위해 제안되었다. 따라서 CRC는 CCAs(CROWD Control Applications)를 위한 NB API의 TA(Technology-Agnostic) 인터페이스만을 노출한다. CRC의 SB는 지역 안의 CLC를 제어하고 네트워크 운영자 인프라와 정보 교환을 위한 특정 인터페이스를 포함한다.

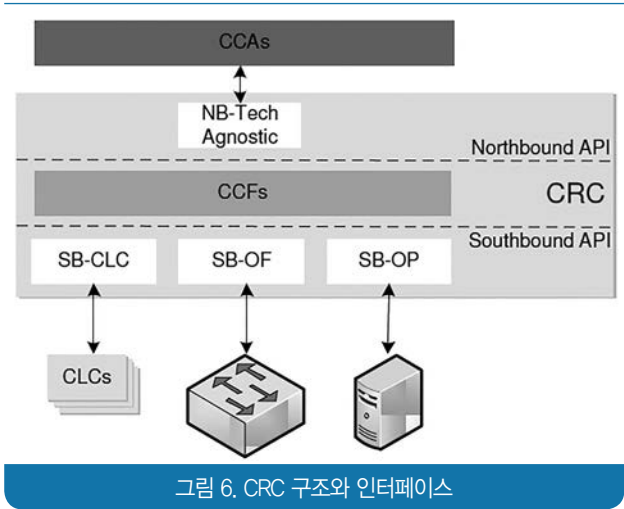


그림 6. CRC 구조와 인터페이스

## Ⅵ. 네트워크 서비스 체이닝

SDN의 OpenFlow는 단순히 트래픽의 경로를 제어하는 Traffic Engineering의 tool로서 제안되었지만, 현재 가장 큰 관심을 받는 분야 중의 하나는, 네트워크에 지능을 부여하여, 해당 지능을 필요시 파이프라이닝 형태로 연결하는 서비스 체이닝이라고 할 수 있다.

일반적인 관점에서 동적 NSC(Network Service Chaining)는 네트워크 기능의 연결을 기반으로 한 지속적인 서비스 제공을 위한 carrier급 과정으로 정의한다. 여기서 carrier급은 전체 과정이 모든 단계에서 통합되고 신뢰할 수 있는 테스트 기능과 함께 고가용성과 빠른 장애 복구를 위해 설계되었음을 의미한다[6].

〈그림 7〉은 동적 NSC 구조의 도입 또는 미도입시에 데이터가 소스에서 목적지로 어떻게 이동하는지를 나타낸다. 오늘날 각각의 데이터 패킷은 사전에 정의된 DPI(Deep Packet Inspection)와 FW(Firewall)과 같은 서비스를 통해 전해지게 된다. NSC의 원칙은 동적이고 소프트웨어로 구성된 시스템으

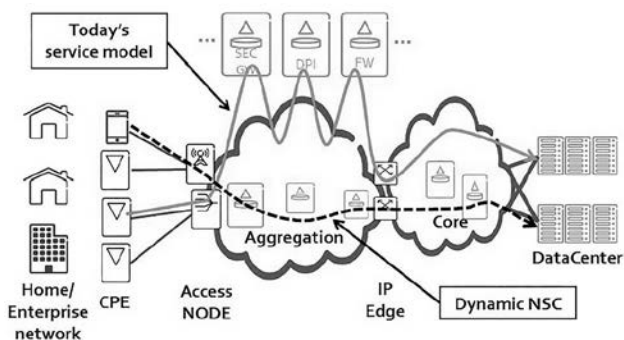


그림 7. 동적 NSC 모델

로 수행한다는 것이다. 네트워크 서비스는 각 플로우가 다양한 서비스 기능에 의해 처리 되는 동적 체인의 일부로 구현될 수 있다.

〈그림 8〉은 동적 NSC적용의 이점을 보여주는 또 다른 사례이다. 데이터가 같은 네트워크에서 이동할 때 네트워크의 크기와 복잡성에 따라 소프트웨어 또는 하드웨어일 수 있는 다른 정책 집행 지점과 보안 게이트웨이, 트래픽 스케줄러를 통해 통과하게 된다. 이로 인해 최종 사용자에게 더 나은 보안 및 공정성을 제공한다. 트래픽이 다른 네트워크 도메인을 통과할 때 트래픽의 라우팅과 전달을 위한 소프트웨어와 하드웨어로 구성된 PE(Provider Edge)와 같이 소프트웨어와 하드웨어 측면에서의 추가 프로세싱 지원이 필요하다.

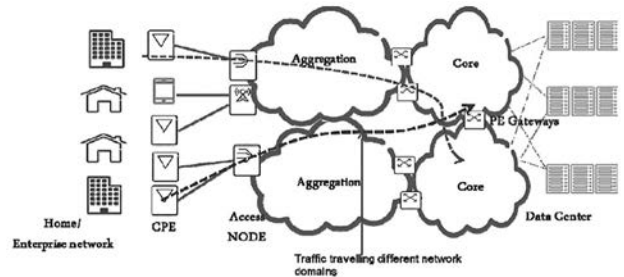


그림 8. 서비스 공급자 네트워크 상호접속 개념

참고문헌[6]의 저자들은 미래의 운영자 네트워크에서 동적 NSC를 활성화하기 위해 해결해야 할 과제들을 제시하였다.

첫째로 NSC 서술 및 프로그래밍이다. 동적 서비스 체인 환경은 체인 링크의 패킷 처리 능력에 따라 복잡한 정책을 해결하는 프로그래밍 언어를 필요로 한다. 예를 들어 캐싱 또는 침입 탐지와 같은 복잡한 기능은 플로우 테이블 및 주소 처리의 간단한 조작을 넘어서는 프로그래밍 구조를 필요로 한다. 서비스 체인은 물리적 및 가상 인프라 구조에 배치될 수 있는 것처럼 가상 스위치가 출시 주기의 유연성과 기능 복잡성 측면에서 물리적 대응의 범위를 벗어나는 특성을 개발할 수 있다고 생각하는 것이 합리적이다.

정확하게 서비스 특징을 기술하는 방법도 NSC 구축 및 최적화를 가능하게 하기 위해 필요하다. 서비스 설명은 서비스 레벨과 포함된 자원 모두 다뤄져야 한다.

둘째로 서비스 인스턴스 배포 기술이다. 데이터 센터 네트워킹은 일반적으로 균일한 플랫폼을 기반으로 한다. 현실적으로 네트워크 장비 제조업체가 아닌 누군가가 물리적 장비 위에 소프트웨어를 제작과 설치, 배포하는 것은 어렵기에, 이를 보다 쉽고 편리하게 제공하는 방안이 필요하다.

셋째로 지속적인 네트워크 서비스 제공 방안이다. 서비스 체인은 새로운 알고리즘이 개발되어, 보다 빠른 시간과 용이한

배포 방법으로 네트워크에 도입되는 것을 의미한다. 특히 개방형 인터페이스를 통해서 수동으로 또는 동적으로 제공될 수 있다. 어느 쪽이든 운영자는 새로운 서비스와 변화를 도입하기 전에 광범위한 현장 시험을 감당할 수 있다. SDN은 첨단 장비를 사용하는 네트워크 기능을 해결하기 위해 상당히 복잡하고 소모적으로 구성된 작업과정을 필요로 한다. 동적 서비스 체인은 자신의 필요에 맞게 조정하는 것과 같은 작업과정이 필요하다. 따라서 문제 해결 프로세스와 도구의 변화를 추적하고 통합할 수 있는 매커니즘이 필요하다. NSC는 서비스 인스턴스가 활성화되어 고객에게 전달되기 전에 테스트가 반드시 수행해지는 것처럼 현대 모델 검사 방법도 또한 요구 한다. 체인의 동적 속성 때문에 오늘날 사용되는 정적 방법은 정확하지 않다.

넷째로 보안 고려사항이다. 오늘날 사용자 도메인에 코어로 연결하는 레거시 액세스 네트워크에 의존하고 있다. 만약 가입자의 액세스 네트워크 뿐만 아니라 방문자 네트워크에도 이러한 서비스의 배포를 취한다면 보안 수요는 증가한다. 동적 NSC를 위한 보안 구조는 레거시 및 현재의 액세스 네트워크에 사용되는 하층 프로토콜을 다뤄야할 뿐만 아니라 사용자 신원에 기초하여 장비 기반 인증 모델로부터 시작해야 한다. 이를 지원하기 위해 동적 NSC에서 예상되는 사용자와 상호 작용의 엄청난 수를 대처할 수 있는 공개/개인 키 구조의 연구가 수행되어야 한다. 공급자 도메인에서 고유 장비의 정적 서비스 사용은 보안의 관점에서 유리했다. NSC의 동적 양상은 새로운 노력이 배포 설계에 필요하다는 것을 의미한다.

## Ⅷ. 결론

본고에서는 SDN, NFV, Cloud Computing과 같은 기술이 이동통신 네트워크에 촉발하고 있는 소프트웨어 중심과 콘텐츠 지향의 변환에 대해서 간략하게 알아보았다.

이를 위하여 5G PPP에서 공식적으로 ICN, SDN, NFV, Cloud Computing을 5G 이동통신 네트워크의 핵심 기술로 명명하고 있는 것을 살펴보았으며, 가장 기초적으로 EPC 코어망을 가상화하고 제어/전송 영역을 분리하는 작업을 알아 보았다. 이와 상응하여 활발한 연구가 진행중인 광네트워크에서의 SDN 지원 방안에 대해서 살펴보았으며, 이제 연구가 시작되고 있는 분야 중에서 향후 많은 관심을 받을 것으로 예상되는 이동성 기술의 발전과 네트워크 서비스 체이닝 기술에 대해서 살펴보았다.

이제 네트워크는 과거 “네트워크 장비를 만들기 위하여, 일부 소프트웨어를 사용”하던 시대에서 벗어나 “소프트웨어 개발

의 한 영역으로서의 네트워크 장비 개발”의 시대로 접어 들어가고 있다. 특히 망 중립성의 훼손으로 인하여 차별적인 네트워크 서비스와 품질은 사업자에게 수익을 제공하는 추세로 변모하고 있다. 결국 소프트웨어와 콘텐츠는 5G 이동통신 망의 개발에서 가장 중요한 키워드로서 자리매김을 하고 있다.

## 참고 문헌

- [1] 5G PPP, “EC H2020 5G Infrastructure PPP Pre-structuring Model RTD & INNO Strands – Working Document” (Version v1.0), March 2014.
- [2] 5G PPP, “Advanced 5G Network Infrastructure for the Future Internet – Public Private Partnership in Horizon 2020.”, November 2013.
- [3] Arsany Basta, Wikfgang Kellerer, Macro Hoffmann, Klaus Hoffmann, and Ernst-Dieter Schmidt, “A Virtual SDN-enabled LTE EPC Architecture: a case study for S-/P-Gateways functions”, IEEE SDN for Future Networks and Services (SDN4FNS), pp.1~7, November 2013.
- [4] Steven Gringeri, Nabil Bitar, and Tiejun J. Xia, “Extending Software Defined Network Principles to Include Optical Transport”, IEEE Communications Magazine, pp. 32-40, March 2013.
- [5] Hassan Ali-Ahmad1, Claudio Cicconetti, Antonio de la Oliva, Martin Draxler, Rohit Gupta, Vincenzo Mancuso, Laurent Roulet, and Vincenzo Sciancalepore, “CROWD: An SDN Approach for DenseNets”, European Workshops on Software Defined Networks (EWSN), pp.25~31, October 2013.
- [6] Wolfgang John, Konstantinos Pentikousis, George Agapiou, Eduardo Jacob, Mario Kind, Antonio Manzalini, Fulvio Risso, Dimitri Staessens, Rebecca Steinert, and Catalin Meirosu, “Research Directions in Network Service Chaining” IEEE SDN for Future Networks and Services (SDN4FNS), pp.1~7, November 2013.

## 약 력



김 철 훈

2013년 경희대학교 전자전파공학과 공학사  
2014년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
관심분야: SDN, 이동 통신, 클라우드 컴퓨팅



이 성 원

1998년 경희대학교 전자계산공학 박사 (정보통신 전공)  
1998년~1998년 (주)미디어콤 전임연구원  
1999년~2008년 2월 (주)삼성전자 책임연구원  
2008년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 교수  
관심분야: 이동통신네트워크, MAC계층프로토콜, SDN, CCN, 클라우드컴퓨팅