

# 5세대 이동통신에서의 네트워크 이슈

한국전자통신연구원 | 정희영  
 경북대학교 | 고석주\*

## 1. 서론

최근 5세대 이동통신 개발이 정보통신 분야의 주요 연구 테마로 주목을 받고 있다. 5세대 이동통신은 흔히 LTE/SAE로 일컬어지는 4세대 이동통신 시스템 이후의 시스템을 의미하나 아직 그 정확한 비전이 확립되지 못한 상태로 세계적으로 그 비전에 대한 공감대 형성을 위한 논의들이 활발히 진행되고 있는 상황이다.

이동통신 시스템은 기술적 측면에서 크게 ‘무선’ 부분과 ‘네트워크’ 부분으로 나누어 볼 수 있다. 먼저 무선 측면의 비전으로는 새로운 무선 기술을 이용하여 4G에 비해 1,000배 빠른 데이터 전송률을 제공하고자 한다. 이를 실현하기 위해 스몰셀(small cell) 및 새로운 무선 스펙트럼 할당 기술 등에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있다[1]. 이에 비하여 네트워크 측면에서는 아직 초기 논의 단계에 있으며 세계적으로 공감대를 형성할 만한 비전은 제시되지 못하고 있다.

네트워크 측면에서 볼 때 현재의 4세대 네트워크는 3GPP Evolved Packet Core(EPC)에 규정된 바와 같이 일반적으로 All-IP 네트워크로 불린다. 이는 모든 통신이 인터넷 기반의 네트워크 기술인 TCP/IP 기술에 기반하고 있음을 의미하는 것이다. 이동통신 네트워크의 All-IP 네트워크로의 진화는 인터넷 기반 서비스의 활성화가 그 기폭제가 되었으며, 이러한 인터넷 기반의 네트워크 기술의 도입으로 CAPEX/OPEX 측면에서 이동통신 네트워크 구현에 많은 장점을 가져왔다.

이러한 긍정적인 측면에도 불구하고, All-IP 네트워크로의 진화로 인해서 이동통신 네트워크가 유선 기반의 컴퓨터 네트워크에서 유래한 TCP/IP 기술의 한계에 제한을 받게 되는 점도 주목할 필요가 있다. 따라서 만일 현재의 TCP/IP 기술이 5세대 이동통신의 기술적인 목표를 달성하는데 한계가 있다면 현재의 TCP/IP를

개선하거나 대체할 수 있는 새로운 네트워크 기술에 대한 연구가 시급하다고 할 수 있을 것이다. 이러한 작업을 위해서는 무선 및 이동 환경에서 현재의 TCP/IP가 가지는 한계와 문제점에 대한 분석이 그 첫걸음이 될 수 있을 것이다. 또한 현재 인터넷 분야에서 활발히 이루어지고 있는 미래인터넷 연구에서도 이동 환경의 효율적인 지원이 주요 요구사항 중의 하나이기 때문에 5세대 네트워크 기술은 미래인터넷과도 밀접한 관련성이 있다고 할 수 있다.

본 고에서는 이동 환경에서 현재의 TCP/IP 기술이 가지는 문제점을 분석하고 이를 토대로 5세대 이동통신 네트워크 설계를 위한 요구사항을 제시하고자 한다. 이를 위해 본 고는 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 이동 통신 네트워크의 진화와 기술적 이슈를 간단히 정리한다. 3장에서는 무선 및 이동 환경에서 현재의 TCP/IP가 가지는 다양한 문제점을 분석하고 5세대 이동통신 네트워크를 위한 설계 고려 사항을 제시하며, 각 문제점을 해결하기 위한 종래의 기술들을 간단히 살펴본다. 마지막으로 4장에서는 결론을 논한다.

## 2. 이동통신 네트워크의 진화

그림 1은 2세대 이동통신 네트워크에서 4세대 이동통신 네트워크로의 진화 단계를 간략히 보여준다.

GSM으로 대표되는 2세대 이동통신 네트워크는 음성 서비스를 위한 회선교환(circuit-switched) 방식을 사용한 반면에, UMTS 기반의 3세대 네트워크에서는 데

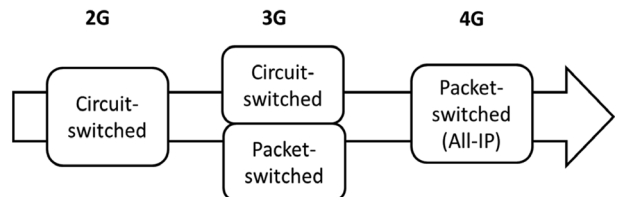


그림 1 이동통신 네트워크 기술의 진화

\* 종신회원

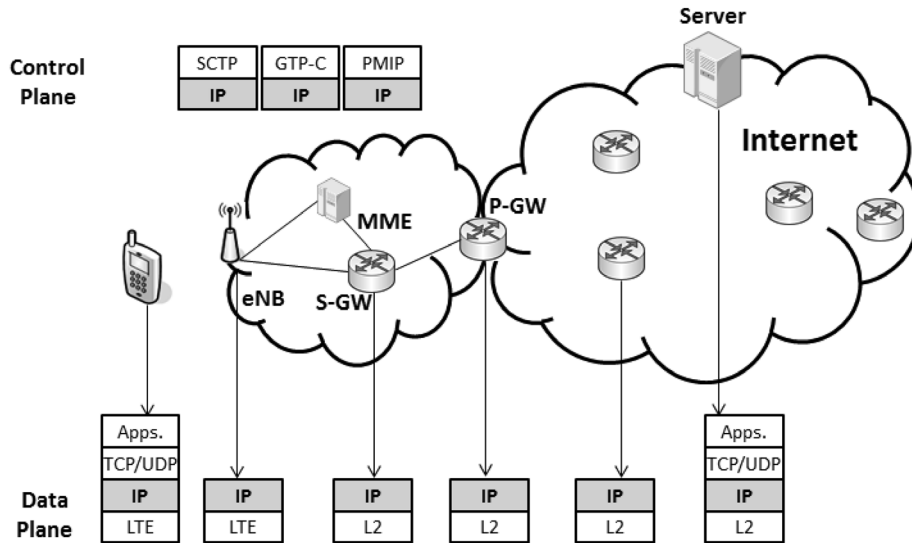


그림 2 4세대 이동통신의 All-IP 네트워크 구조

이더 서비스 제공을 위해 GPRS를 통한 패킷교환(packet-switched) 방식을 추가적으로 도입하였다. 그러나 3세대 이동통신은 아직 데이터 통신보다는 회선 기반의 음성 통신 위주의 네트워크라고 할 수 있을 것이다.

최근 서비스가 시작된 SAE(System Architecture Evolution) 기반의 4세대 이동통신 네트워크는 전술한 바와 같이 'All-IP' 네트워크로 통칭된다. 이는 그림 2에서 보이듯이 이동 단말뿐만 아니라 eNB, MME(Mobility Management Entity), S-GW(Serving Gateway), P-GW(PDN Gateway) 등의 모든 네트워크 요소들이 IP(Internet Protocol) 기술에 기반하여 통신을 수행함을 의미한다. 3세대에서 4세대로의 진화에서 가장 큰 변화는 3세대까지 유지되었던 회선 기반 네트워크가 사라지고 네트워크가 패킷, 즉 IP 기반의 네트워크로 통합된 것이다. 4세대로의 진화의 동인은 여러 가지가 있을 수 있겠지만 가장 큰 원인 중의 하나는 '스마트폰의 활성화'와 더불어 발생한 '무선 인터넷에 대한 수요의 폭발적인 증가'라고 할 수 있을 것이다.

4세대 All-IP 네트워크는 기존의 이동통신 네트워크 구조에 인터넷의 네트워크 기술인 TCP/IP가 도입된 형태의 네트워크이다. 그런데 기존의 전화 네트워크에서 기원한 이동통신 네트워크와 컴퓨터 네트워크에서 기원한 인터넷 기술은 그 목표가 서로 달랐기 때문에 기본적으로 서로 다른 설계 원칙 하에서 개발되었다는 것을 주목할 필요가 있다. 이로 인하여 두 가지 서로 다른 종류의 네트워크가 결합된 현재의 4세대 네트워크에서 다양한 문제점들이 제기되고 있다. 이 문제점들은 크게 이동통신 측면과 인터넷 측면에서 제기되는 것으로 나누어 볼 수 있다.

먼저 이동통신 네트워크 관점에서 가장 시급한 이슈는 스마트폰으로 대표되는 스마트 이동 단말기 사용자들의 인터넷 접속으로 인한 '데이터 트래픽 폭증' 문제이다. Morgan Stanley 보고서에 따르면 이동통신을 통한 데이터 트래픽은 매우 빠른 속도로 증가하고 있으나[2] 4세대 이동통신은 이러한 상황을 적절하게 해결하지 못하고 있다. 이로 인하여 이동통신 네트워크 사업자들에게는 데이터 폭증에 따른 설비 투자 및 수익 모델에 대한 고민을, 사용자들에게는 '요금폭탄(billing shock)'에 대한 고민을 던져주고 있다. 현재 이동통신 관점에서 데이터 폭증에 대한 대응 방안으로는 크게 '데이터 오프로딩(off-loading)' 방식과 '분산 구조로의 네트워크 진화'가 대표적이다. 데이터 오프로딩은 데이터 트래픽의 일부를 무선랜 등으로 우회시켜 코어(core) 네트워크로 진입하는 데이터 트래픽의 양을 줄이는 방법으로 3GPP에서 표준화한 SIPTO(Selected IP Traffic Offload)와 LIPA(Local IP Access) 방식이 대표적인 기술이라고 할 수 있다[3]. 분산형 네트워크 구조 기술에서는 현재 중앙집중형 앵커(anchor)로 사용되고 있는 P-GW로의 데이터 집중 현상을 막기 위해, 네트워크 구조를 분산형으로 진화시켜 데이터 전송량을 종단(edge) 쪽으로 분산시키고자 한다. 이를 통해 코어 네트워크로 진입하는 데이터의 양을 줄일 수 있으며, 분산형 네트워크 구조 및 이와 관련된 기술에 대한 논의는 현재 IETF DMM(Distributed Mobility Management) 그룹에서 진행 중에 있다[4].

인터넷의 관점에서든 현재의 인터넷 기술이 이동 환경에 어떻게 적절하게 대처할 것인가가 주요한 논의 이슈로 부각되고 있다. 이와 관련하여 2010년에 ISOC

(Internet Society)는 “Handheld, Wireless, and Open: Priorities for the Mobile Future Internet”라는 주제로 패널 토의를 개최하였다[5]. 이 토의를 통해 “현재 무선 네트워크를 이용하는 기존 호스트의 수와 인터넷 호스트로 사용되는 이동 단말들의 수가 빠른 속도로 증가하고 있어 20여 년 전에 표준화된 RFC 1122, 1123(Requirements for Internet Hosts)에서 정의된 요구사항들을 벗어나고 있으며 이로 인하여 미래인터넷의 개발에 있어 새로운 도전과 기회를 만들고 있다”는 이슈가 제기되었다. 이 토의의 결론으로서 미래인터넷은 스마트 이동 단말과 단순 센서에 대한 지원을 중요하게 고려해야 하며, 관련하여 ‘전원 관리’ 문제와 ‘요금 폭탄’ 문제가 해결되어야 될 주요 기술적인 이슈라는 것에 합의가 이루어 졌다. 또 다른 주목할 만한 회의로는 2011년에 열린 스마트 오브젝트(Smart Object)에 대한 IAB(Internet architecture Board) 워크샵으로 그 토의 결과는 IETF RFC 6574로 발간되었다[6]. 이 워크샵에서 “에너지, 대역폭, 메모리, CPU 등에서 제한을 가지는 디바이스를 어떻게 인터넷에서 효율적으로 지원할 것인가?”라는 주제를 논의하였다. 이와 관련하여 IETF에서 연구되어야 할 연구 항목으로 네트워크구조 설계원칙, 에너지 설계, 혼잡 제어, 데이터 모델, 보안 이슈 등이 제안되었다.

### 3. 이동 환경에서 TCP/IP의 문제점과 5세대 네트워크 요구사항

앞서 기술한 바와 같이 이동통신 네트워크와 인터넷 네트워크 기술은 서로 다른 설계 원칙하에 설계되었으며, 이로 인하여 현재의 All-IP 이동통신네트워크에서 기존의 TCP/IP 기반 네트워크와 이에 기반한 응용들은 많은 한계점과 문제점을 가진다. 따라서 5세대 이동통신 네트워크의 기술적 이슈를 도출하기 위해서는 무선과 이동 환경 관점에서 현재의 TCP/IP를 다시 한번 검토하는 것이 필수적이다.

이 장에서는 무선 및 이동 환경에서 현 TCP/IP 기술의 문제점을 1) 제한된 식별자 구조, 2) 부가적이고 중앙집중형방식의 이동성 지원, 3) 무선 링크, 4) 제한된 성능의 이동 호스트, 5) 종단 호스트 기반 프로토콜의 다섯 가지 관점에서 재검토하고 각 관점에 대한 5세대 네트워크에서의 기술적인 요구사항 및 현재의 대응 기술들을 정리한다.

#### 3.1 제한된 식별자(identifier) 구조

현 TCP/IP의 제한적인 식별자 구조는 가장 원천적인

문제점으로 이로 인해 발생하는 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 현 인터넷은 주소(address) 기반의 네트워크로 TCP/IP 프로토콜의 전 계층에 걸쳐 토폴로지 주소를 의미하는 IP 주소를 가장 기본적인 식별자로 사용한다. 즉, IP 주소는 통신 객체를 식별하기 위해 사용하는 식별자임과 동시에 해당 호스트가 위치한 서브넷의 위치자(locator)를 의미하게 된다. 이와 같이 식별자 기능과 위치자 기능이 통합되어 있음으로 인하여 새로운 네트워크 환경에서 문제점을 발생시킨다. 그 대표적인 예가 이동성과 컨텐츠 네트워크이다.

이동 환경에서 호스트의 이동은 일반적인 상황이다. 만일 호스트가 다른 서브넷으로 이동하게 된다면 위치자로서의 IP 주소는 변경되어야 하지만 식별자로서의 IP 주소는 동일하게 유지되어야 하는 딜레마가 발생한다. 만일 이동한 위치로의 라우팅을 위해 IP 주소를 변경하는 경우 통신 중인 세션(session)이 중단되는 것을 피할 수 없게 되므로 이동 호스트에 대한 세션의 연속성을 보장할 수 없다.

모바일 데이터 폭증에 따라 이동통신 네트워크에서도 컨텐츠 기반의 네트워크의 필요성이 증가하고 있다. 컨텐츠 네트워크의 경우 동일한 컨텐츠를 여러 곳에 분산시켜 액세스할 수 있어 네트워크 전체의 트래픽을 분산시킬 수 있다. 그러나 현재의 IP 주소 기반의 네트워크는 IP 주소를 기반으로 통신을 하므로 특정 위치의 단일 호스트에 트래픽이 집중될 수밖에 없는 한계를 가진다.

따라서 5세대 이동통신 네트워크에서는 호스트와 같은 통신 객체에 IP 주소와는 독립된 식별자가 할당되고 통신은 이 식별자에 기반하여 이루어져야 될 필요가 있다. 현재 식별자 기반 네트워크의 대표적인 기술로는 다양하게 제안되고 있는 ID-LOC(identifier-locator) 분리 기술들이 있다. LISP(Locator-Identifier Separation Protocol)[7], HIP(Host Identity Protocol)[8], ILNP(Identifier-Locator Network Protocol)[9] 등이 IETF에서 표준화가 이루어지고 있는 대표적인 ID-LOC 분리 기술들이다. ID-LOC 분리 구조에서는 패킷의 전달을 위해 사용되는 위치자 외에 종단간 통신을 위한 식별자가 추가적으로 할당된다. 컨텐츠 네트워크를 위해 사용되는 대표적인 기술인 CDN(Contents Delivery Network)[10], CCN/NDN(Contents-Centric Network/Named Data Network)[11]도 컨텐츠에 식별자를 할당하는 일종의 식별자 기반 통신 기술로 간주될 수 있다.

또 다른 심각한 문제는 다중 네트워크 인터페이스

지원 문제이다. 인터넷 호스트를 나타내는 식별자인 IP 주소는 호스트 자체에 할당되지 않고 사실상 그 호스트의 네트워크 인터페이스에 할당된다. 만일 해당 호스트가 다수의 네트워크 인터페이스를 가지고 있다면 그 수만큼의 IP 주소를 필요로 하게 된다. 또한 각각의 인터페이스가 서로 다른 IP 주소로 식별이 되므로 호스트가 다중 인터페이스를 통해 패킷을 수신하는 경우 호스트가 이를 하나의 세션으로 처리하고자 하는 경우에도 이를 다중 세션으로 처리할 수밖에 없는 문제가 발생하게 된다. 현재와 같이 무선랜, 블루투스, LTE 등 다수의 네트워크 인터페이스를 구비한 호스트가 활성화되고 있는 상황에서 이는 반드시 해결되어야 할 비효율성이라고 할 수 있다.

따라서 5세대 이동통신을 위한 식별자는 네트워크 인터페이스가 아닌 통신 객체 자체에 할당될 필요가 있다. 멀티홈잉(multi-homing)과 관련하여 현재 제안되고 있는 기술은 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)[12], MP-TCP(Multi-Path TCP)[13] 등을 들 수 있으며, SCTP는 새로운 전송계층 프로토콜로서 동일 세션에 다중 IP 주소를 지원하는 기능을 제공하며, MP-TCP는 네트워크 중간에 프락시(proxy) 에이전트를 도입하여 멀티호밍을 지원한다.

### 3.2 부가적이고 중앙집중형의 이동성 지원

현재의 TCP/IP 프로토콜은 주로 고정 호스트를 가정하고 설계되었기 때문에 이동 호스트의 이동성에 대한 지원은 특별한 예외 경우로 간주하여 부가적인 이동성 지원 에이전트를 도입하는 형태로 처리하고 있다(이를 ‘patch-on’ 기법이라 한다). 그러나 이동 호스트가 다수를 차지하는 5세대 환경에서는 이동성을 예외적인 경우로 지원하는 것은 ‘라우팅 경로의 비효율성’과 ‘프락시 기능 추가로 인한 오버헤드’ 등 심각한 문제를 초래할 수 있다.

따라서 5세대 이동통신에서의 이동성 지원은 ‘예외 경우’가 아닌 ‘기본 동작’으로 간주되어야 하며 이를 구조적으로 지원할 필요가 있다. 구조적으로 이동성을 지원하고자하는 기술은 주로 미래인터넷 연구의 일환으로 이루어지고 있으며 한국에서 제안된 MOFI[14], 미국 과학재단 후원으로 이루어지고 있는 MobilityFirst[15] 등이 대표적인 기술이다.

MOFI(Mobile Oriented Future Internet)는 기본적으로는 GSM-MAP이나 IS-41과 같은 기존 회선 기반의 셀룰러 네트워크 시그널링 기술을 패킷 통신네트워크에 적용함으로써 효율적으로 이동성을 지원하고자하는 기술이다. MOFI에서는 네트워크 인터페이스에 할당

된 IP 주소를 사용하는 기존의 TCP/IP와는 달리, 이동 호스트 자체에 네트워크 인터페이스와 무관한 호스트 식별자를 할당하고 이를 기반으로 하는 ‘식별자 기반 통신(ID-based communication)’을 추구한다. 따라서 다양한 인터페이스 및 IP 주소를 가지는 이중 네트워크 환경에서도 유연한 이동성 지원이 가능하다. Mobility-First의 경우 비연결성이 존재하는 무선 환경을 위한 네트워킹 구조를 제안하고 있으며 이를 위해 대규모의 맵핑 시스템을 통한 레이트 바인딩(late binding) 기능을 지원한다.

또한 현재 인터넷에서 대부분의 이동성 지원 기술은 Mobile IP의 HA(Home Agent)나 Proxy Mobile IP의 LMA(Local Mobility Anchor)와[16] 같은 중앙집중형 포워딩 앵커에 기반하고 있다. 이러한 중앙집중형 앵커의 존재는 여러 가지 문제점을 유발할 수 있다. 가장 큰 문제점은 4세대 이동통신 네트워크에서도 볼 수 있는 바와 같이 모든 트래픽이 중앙집중형앵커를 경유함으로써 코어 네트워크에 불필요한 트래픽을 유입되어 ‘모바일 데이터의 폭증 문제’를 더욱 심화시킨다는 것이다. 또한 성능 측면에서도 중앙집중형 앵커는 삼각라우팅(triangular routing)과 같이 라우팅 경로를 비효율적으로 만들어 성능 저하를 가져올 수 있으며 앵커 서버의 고장이나 악의적인 공격에 취약하다는 단점을 가진다.

따라서 5세대 이동통신 네트워크는 이동성 지원을 위해 중앙집중형 앵커를 이용하는 방식이 아닌 분산형 앵커를 가지는 네트워크구조로 진화할 필요가 있다. 분산형 이동성 제어와 관련된 기술적인 논의는 현재 IETF의 DMM(Distributed mobility management) 그룹에서 진행 중이다[17].

### 3.3 무선 링크

현재의 TCP/IP 프로토콜은 안정적인 유선 링크를 가정하고 설계되었기 때문에 유선에 비하여 상대적으로 불안정하고 낮은 데이터 전송율을 제공하는 무선 링크에서는 여러 가지 문제점을 발생시킨다. 이 문제점은 특히 전체 데이터 전송경로 상에 무선 구간이 포함되어야 하는 종단간 통신에 큰 영향을 끼친다.

이러한 문제점의 가장 대표적인 경우가 인터넷의 대표적인 종단간 통신 프로토콜인 TCP이다. TCP는 무선 구간의 에러 등으로 인한 낮은 성능을 네트워크 혼잡이 발생한 것으로 간주하기 때문에 잦은 재전송을 유발시키며 이는 종단간 성능을 악화시키는 원인이 된다.

따라서 5세대 이동통신에서의 종단간 통신 프로토

콜은 유선에 비해 상대적으로 낮은 성능을 가지는 무선 구간을 고려하여 재설계될 필요가 있다. 이와 관련된 대응 기술로는 불안정한 무선 링크 환경에서 TCP 전송의 효율성을 극대화하고자 하는 Wireless TCP 기술이 있다[18].

한편, TCP/IP 프로토콜 기반의 통신에서의 기본적인 유지관리 동작이 무선 링크의 성능에 영향을 줄 수도 있다. 일반적으로 무선 통신 환경에서는 무선 자원 사용과 전력 소모를 줄이기 위해 대기 모드 사용 등의 최적화 기능을 사용한다. 그런데 TCP/IP 기반의 통신에서 유지관리를 위해 빈번하게 전송되는 keep-alive 등의 메시지는 무선 링크의 최적화에 큰 악영향을 줄 수 있고, 심한 경우에는 네트워크 전체를 다운시킬 수도 있다[19].

따라서 5세대 이동통신에서의 무선 네트워킹 기술은 무선 통신 기술과의 조화를 고려하여 설계될 필요가 있다. 최근 SKT는 이러한 문제점을 해결하기 위한 연결유지 신호를 별도 서버에서 통합 관리하는 네트워크 솔루션인 ‘Smart Push’와 같은 해결방안을 제안하기도 하였다.

또한 무선 자원은 유선 자원에 비하여 허가 주파수 자원 구매 등으로 인하여 고비용을 필요로 한다. 만일 무선 구간에 대용량의 데이터 트래픽이 발생하는 경우 이는 사용자에게 ‘요금 폭탄’ 문제를 발생시킬 수 있다.

따라서 5세대 이동통신 네트워크는 무선 구간에 전송되는 트래픽 양을 최소화하기 위한 구조를 고려하여 설계될 필요가 있다. 현재 이동통신 네트워크로 유입되는 트래픽을 줄이기 위해 사용되는 대표적인 기술은 데이터 오프로딩 기술이라고 할 수 있으며 앞서 기술한 3GPP LIPA 및 SIPTO 기술이 이에 해당된다. LIPA는 가정 또는 사무실 환경에서 동일 H(e)NB에 연결된 기기들 간의 직접 통신을 지원하며, SIPTO는 H(e)NB이나 셀룰러 네트워크에 대한 데이터 트래픽을 지역 네트워크로 분산시켜주는 기능을 제공한다.

모바일 데이터 폭증에 따라 무선랜과 같은 핫스팟 기술이 활성화 되면서 사용자는 이동 중에 네트워크 상황에 따라 안정적인 연결성이 보장되지 않을 수도 있다. 이 경우 만일 패킷 손실을 막기 위한 적절한 수단이 제공되지 않는다면 많은 패킷 손실이 발생할 수 있다. 특히 이 패킷이 손실되어서는 안 되는 중요한 패킷인 경우에는 문제가 심각해 질 수 있다. 또한 실시간성을 필요로 하지 않는 트래픽의 경우 사용자가 허용하는 범위 내에서의 지연을 가지고 전달함으로써 네트워

크 비용을 줄이는 방안도 고려되어야 한다.

따라서 5세대 이동통신 네트워크는 네트워크의 불안정성과 지연을 허용하는 ‘지연 감내형(delay tolerant)’ 통신 방법의 도입을 고려할 필요가 있다. 지연 감내를 지원하는 대표적인 기술로는 DTN(Delay Tolerant Network)을 들 수 있다. DTN은 지연 감내형 통신을 위해 데이터 캐쉬 기능과 레이트 바인딩 기능을 지원한다[20].

### 3.4 제한된 성능의 이동 호스트

현재의 인터넷은 암묵적으로 호스트는 항상 활성화되어 있으며 항상 패킷을 수신하고 처리할 수 있을 정도로 충분한 능력을 보유한 것으로 가정하고 있다. 그러나 이는 특정 무선/이동 환경에서는 적합하지 않을 수 있다. 예를 들어, 이동 호스트는 전력 소모를 줄이기 위해서 즉각적인 응답이 불가능한 휴지 모드에 들어갈 수 있으며 이로 인하여 수신되는 패킷을 즉각적으로 처리하지 못할 수 있다.

따라서 5세대 이동통신 네트워크의 설계 시 이동 호스트의 휴지 모드 지원 방법이 고려될 필요가 있다. 휴지 모드 호스트 지원을 위해서 다양한 기술들이 고려될 수 있으며 현재 제안된 기술 중에서 지연 감내형 통신 기술인 DTN이 이러한 목적을 위해 사용될 수 있을 것으로 보인다.

또한 전력 소모를 줄이는 것은 대부분의 이동 호스트에 필수적인 요구사항이다. 그러나 인터넷은 이러한 부분에 대한 특별한 고려 없이 설계되었다. 이로 인해 이동 호스트에서의 전력 제어에서 비효율성을 유발할 수 있다. 더불어 스마트폰 등의 이동 호스트에 대한 CPU의 성능과 메모리 크기가 빠른 속도로 증가하고 있지만 이는 데스크탑과 같은 고정형 호스트에 비해서는 여전히 큰 제약을 가진다. 또한 센서 기반의 사물 통신의 경우 TCP/IP 프로토콜을 처리하기에 충분한 능력을 가지지 못할 수도 있다.

따라서 5세대 이동통신 네트워크는 에너지 효율적인(energy-efficient) 네트워킹 기술에 대한 고려가 필요하다. 에너지 효율적인 네트워킹 기술에 대한 연구가 IETF에서 다양하게 이루어지고 있으며 대표적인 기술로는 6LOWPAN[21], LWIG[22], EMAN[23] 등을 들 수 있다.

### 3.5 종단 호스트 기반 프로토콜

‘종단간 원칙(end-to-end principle)’은 인터넷의 성공을 이끈 가장 큰 원동력이다. 그러나 이 원칙이 네트워크 실제 운영 측면에서는 약점을 가질 수 있다. 이러

한 약점의 대표적인 예가 보급(deployment), 성능, 자원의 공유, 지역적인 처리(locality)의 보장 등에서의 문제점이다. 종단간 원칙에서는 대부분의 주요 기능들이 종단 호스트에 구현되므로 기능의 추가나 변경 시 엄청난 개수의 호스트에 대한 변경이 필요한데 이는 현실적으로 어려움이 있으며, 각 호스트별 관리에 따른 자원의 공유에도 문제점을 가진다. 또한 현재의 TCP와 같이 네트워크상의 트래픽에 대한 제어를 종단 호스트에서 하는 경우 네트워크 자체에서 처리하는 것보다 성능과 에러 및 고장 처리에 비효율성과 제한을 가지게 된다.

따라서 5세대 이동통신 네트워크에서는 현 인터넷의 종단간 트래픽 제어와 더불어 네트워크 기반의 제어도 함께 고려되어야 한다. 이러한 접근 방식의 대표적 예로서 호스트 기반의 이동성 기술인 Mobile IP 대신에 제안된 네트워크 기반의 Proxy Mobile IP 기술을 들 수 있다. Proxy Mobile IP에서는 이동 단말에서의 이동성 관리의 제한성을 고려하여 네트워크가 호스트를 대신하여 이동성 지원 기능을 수행한다.

#### 4. 결론

4세대 이동통신 네트워크는 기본적으로 인터넷 기술인 TCP/IP를 기반으로 하는 All-IP 네트워크를 그 특징으로 한다. 이동통신 네트워크에 TCP/IP 기술 도입은 효율적인 인터넷 서비스 제공의 측면에서 많은 장점을 가져다주었다. 하지만 TCP/IP 기술은 근본적으로 유선 및 고정 네트워크 환경을 고려하여 설계되었기 때문에 무선 및 이동 환경에서 다양한 문제점들이 나타나고 있다. 따라서 사물 인터넷(Internet of Things)까지를 포함하는 혁신적 5세대 이동통신 네트워크 설계를 위해서는 이러한 기존 TCP/IP의 한계를 극복할 수 있는 새로운 네트워크 기술에 대한 연구가 필수적이다.

본 고에서는 이러한 관점에서 무선 및 이동 환경에서 현 인터넷 프로토콜 기술의 문제점을 분석하고 5세대 네트워크 설계를 위한 요구사항을 제안하였으며, 이 기술 이슈에 대한 현재의 대응 기술들에 대하여 간단히 설명하였다.

5세대 이동통신이 단순히 대용량 데이터 전송을 위한 무선전송기술만을 의미하는 것이 아니고 접속/코어 네트워크를 모두 포함하는 전체 시스템 기술이라는 것을 고려할 때, 5세대 이동통신에서 요구하는 서비스를 제공하기 위해 무선 전송 기술뿐 아니라 5세대 네

트워크 기술에 대한 연구도 반드시 함께 고려될 필요가 있다.

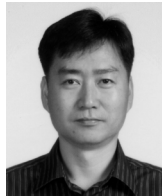
현재 이동통신 네트워크의 기반 기술로 사용되고 있는 인터넷 프로토콜 기술에 대한 문제점 분석은 새로운 5세대 네트워크 설계를 위한 첫 단계 작업이라 할 수 있을 것이며, 본 고에서 기술된 내용 외에도 차후 다양한 측면에서 보다 깊은 분석 작업이 요구되는 연구 분야라고 할 수 있다. 또한 현재 TCP/IP의 문제점을 해결하기 위해 개발된 대응 기술들이 각 기술적 이슈에 대한 단편적 해결 방안에 머물고 있다는 것을 고려할 때 이러한 문제들을 구조적으로 해결할 수 있는 새로운 네트워킹 기술에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다. 이와 관련하여 혁신적 인터넷 구조를 연구하고 있는 미래인터넷 연구과 밀접한 관련성을 가진다고 볼 수 있으며 차후 두 연구 그룹 간의 보다 밀접한 협력 연구가 필요하다고 할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- [ 1 ] 김동기 등, “5G 이동통신 기술 전망 및 동향,” PM Issue Report, 제 1호 이슈 2, 2013.3.12.
- [ 2 ] Morgan Stanley report, “Internet trends,” April 2010.
- [ 3 ] 3GPP, “Local IP Access and Selected IP Traffic Offload(LIPA-SIPTO),” TR.23.829 Release 10, August 2011.
- [ 4 ] R. Kuntz, et al., “A Summary of Distributed Mobility Management,” IETF draft-kuntz-dmm-summary-01.txt, August 2011.
- [ 5 ] Leslie Daigle, “Handheld, Wireless, and Open: Priorities for the Mobile Future Internet,” ISOC panel discussion, 2010.
- [ 6 ] H. Tschofenig, J. Arkko, “Report from the Smart Object Workshop,” IETF Request for Comments: 6574, April 2012.
- [ 7 ] <http://datatracker.ietf.org/wg/lisp/>.
- [ 8 ] <http://datatracker.ietf.org/wg/hip/>.
- [ 9 ] IRTF, “Identifier-Locator Network Protocol(ILNP) Architectural Description,” RFC 6740.
- [ 10 ] <http://datatracker.ietf.org/wg/cdni/>.
- [ 11 ] <http://http://named-data.net/>.
- [ 12 ] IETF, “Stream Control Transmission Protocol,” RFC 4960, September 2007.
- [ 13 ] <http://datatracker.ietf.org/wg/mptcp/>.
- [ 14 ] <http://www.mofi.re.kr>.
- [ 15 ] <http://http://mobilityfirst.winlab.rutgers.edu/>.

- [16] <http://datatracker.ietf.org/wg/mip4/>.
- [17] <http://datatracker.ietf.org/wg/dmm/>.
- [18] Ratnam Karunaharan and Ibrahim Matta, WTCP: An Efficient Mechanism for Improving Wireless Access to TCP Services, 2002.
- [19] 디지털타임즈, “NTT도코모-구글 트래픽 협의 주목,” 2012년 2월 24일.
- [20] Jorg Ott, “Delay tolerance and the future Internet,” The 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications(WPMC'08), 2008.
- [21] <http://datatracker.ietf.org/wg/6lowpan/>.
- [22] <http://datatracker.ietf.org/wg/lwig/>.
- [23] <http://datatracker.ietf.org/wg/eman/>.

## 약 력



### 정희영

1991~현재 한국전자통신연구원 근무, 유무선융합 제어연구실장  
 2004 충남대학교 공학박사  
 2011~현재 미래인터넷포럼 Architecture WG 의장  
 관심분야: 미래인터넷, 차세대 이동통신 네트워크, 이동성 지원

E-mail : [hyjung@etri.re.kr](mailto:hyjung@etri.re.kr)



### 고석주

1988~1998 KAIST 공학사, 공학석사, 공학박사  
 1998~2004 ETRI 표준연구센터 선임연구원  
 2004~현재 경북대학교 컴퓨터학부 교수  
 관심분야: 미래인터넷, 이동성 지원, SCTP, 멀티캐스트

E-mail : [sjkoh@knu.re.kr](mailto:sjkoh@knu.re.kr)