특 집

IP 기반 무선 접속 네트웍 기술 동향 분석

박 형 준*, 장 문 수*, 성 홍 석**

한국전자통신연구원*, 부천대학**

요 약

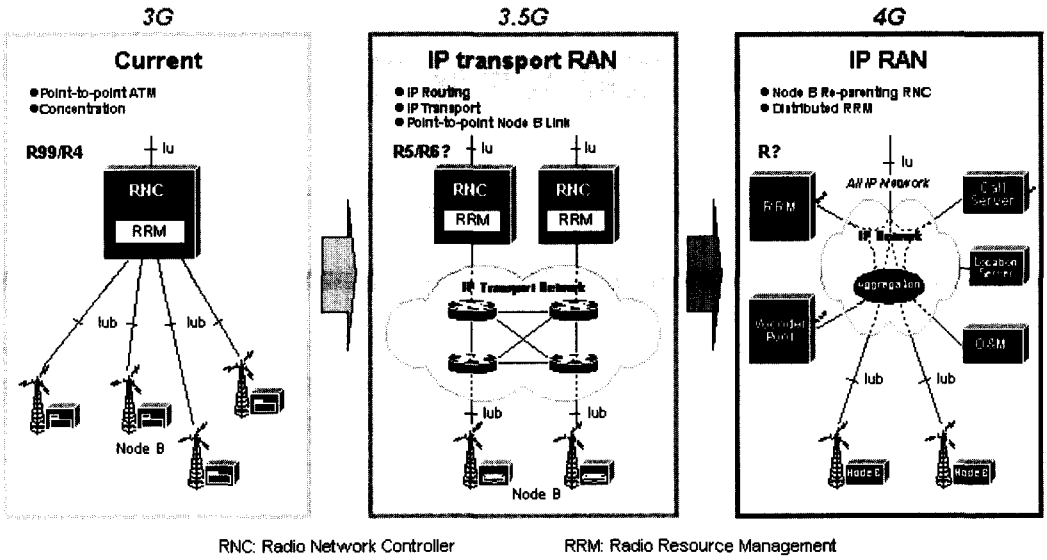
본 논문은 IP 기술의 발전과 보급에 따라 활발히 논의되고 있는 이동통신망에서의 IP 기반 RAN 기술에 대해 기술한다. 먼저 IP 기반 RAN에서 IP 전송을 위해 고려되어야 하는 주요 기술 내용에 대해 알아보고 RAN이 가지는 단점을 극복하기 위한 OpenRAN 구조에 대해 고찰하면서 현재 여러 기관에서 제안하고 있는 IP 기반 RAN 구조에 대해 살펴본다.

I. 서 론

IP 기반 RAN(Radio Access Network)은 무선 접속망의 기반 구조가 IP 전송을 지원하고, 각 기능 객체들이 "인터넷에 기반한 개방 구조"로 구성된 무선 접속망을 의미한다고 볼 수 있다. IP 전송의 주요 이점은 가용 잠재성을 갖는 IP 전송 기반 구조를 재사용 할 수 있고, 전체 이동망에서의 전송 기술로서 IP를 사용함으로서 기반 구조의 공유가 가능하고, 전송 기능을 위한 유사 망관리 기술을 적용하기가 용이하다는 점을 들을 수 있다. 그리고 IP 기반 RAN은 여러 망 기능에 대하여 유연하고 독립적으로 스케일링이 가능한 특징을 가지고 있고, 무선 접속 망의 유연성과 견실성 그리고 기능성을 향상시키기 위하여 이미 존재하거나 새로 규격화된 IETF 프로토콜을 채용하며, 무선 접속 망 내에서 IP 기반 망 응용과 서비스를 지원하기 위한 기반을 제공하고 장기간의 3GPP All IP 버젼을 향한 결정적인 단계로서의 역할을 할 것이다.

All IP는 이동통신망에서 모든 데이터와 시그널링의 전송을 IP 패킷화 하여 효율적으로 IP 망을 통해 전달 할 수 있는 구조로 바꾸고, 동시에 실시간 IP 패킷을 완벽하게 구현하여 유무선 망의 통합을 이루고자 한다. 현재의 인터넷 발전 과정을 보면 앞으로 모든 응용이 IP를 기반으로 인터넷 상에서 제공될 것이고, 특히 IP 멀티미디어 응용을 비롯하여 유선상에도 Voice over IP가 활성화되는 추세이어서 이동통신망도 이러한 IP기반의 응용을 수용할 수 있도록 하고자 하는 것이 All IP의 장점으로 여겨진다. 또한 유무선 통합 응용을 쉽게 구축할 수 있다는 점, 유무선 Contents를 서로 공유할 수 있다는 점 등도 All IP에서 추구하는 점이다[1].

<그림 1>은 IP 기반 RAN의 진화 단계를 나타내고 있다. IP RAN의 진화는 2 단계로 구분될 수 있다. 첫 번째 단계는 현재 3G의 RAN에서 3.5G IP 전송 RAN으로의 진화 단계로서, 3G에서 규정한 ATM 기반의 망 하부 구성과 각 RNC에 fixed nesting된 Node B의 집중화 구조로부터, 3.5G에서 제시하는 L1/L2를 규정하지 않는 IP 전송 망 구성과 IP 라우팅, 그리고 임의의 RNC와 Node B간 point-to-point link 구조의 RAN으로 진화하는 단계이다. 두 번째 단계는 3.5G RAN으로부터, RNC의 각 기능 요소가 IP 네트우크상에 분산된 구조로 구성되는, 즉 분산 무선 자원 관리, 분산 Vocoder Pool, 분산 Call Server 및 Location Server



〈그림 1〉 IP 기반 RAN의 진화 단계

의 기능 요소가 IP 망에 직접 연결되는 4G RAN으로의 진화 단계로 볼 수 있다. 따라서 본 논문의 2장에서는 IP 전송의 주요 기술 내용을 설명하고 3장에서는 OpenRAN의 구조에 대해 기술한다. 4장에서는 현재 제안되고 있는 여러 가지 IP 기반 RAN에 대해 알아보고 5장에서 결론을 맺는다.

II. IP 기반 RAN

본 장에서는 UTRAN의 진화에 있어서 IP 전송에 대한 요구사항과 IP 전송의 주요 기술 내용을 살펴본다[2]. 먼저 IP 전송의 요구사항을 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 이미 표준화된 프로토콜(IETF 프로토콜의 IP와 관련된 부분)을 사용해야 한다.
- 무선 망 계층(RNL: Radio Network Layer)은 전송 망 계층(TNL: Transport Network Layer)과 독립적이기 때문에 RNL 상의 주소 등과 같은 몇 가지 사소한 변경 사항을 제외하고는 TNL에서 변경이 이루어져야 한다.
- ATM 기반 전송과 IP 기반 전송 Option의 공존을 지원하여야 한다.
- QoS 인수, timing aspect, 패킷 손실을 보장하기 위한 메카니즘이 고려되어야 한다.
- 프로토콜 오버헤드를 감소시키는 헤더 압축, 다중화 등을 통해 전송망의 대역폭에 대한 효율적인 사용이 고려되어야 한다.
- 상위 계층는 계층 1과 계층 2 기술과 독립적인 구조를 가져야 한다.
- IP 전송의 유연성 측면에서 여러 가지 Iur, Iub 및 Iu 상의 프로토콜 스택에 대한 정의가 가능하여야 한다.
- 사용자 평면과 시그날링 평면 모두에서 개별적인 흐름에 대하여 유일하게 주소 부여가 가능하여야 한다.
- UTRAN Node(RNC, Node B 등)는 한 개 이상의 IP 주소로 구분될 수 있어야 한다.
- 시그날링 전송 프로토콜에 있어서, UTRAN Node는 동시에 다른 전송 기술의 여러 개의 시그날링 베어러를 지원할 수 있어야 한다.

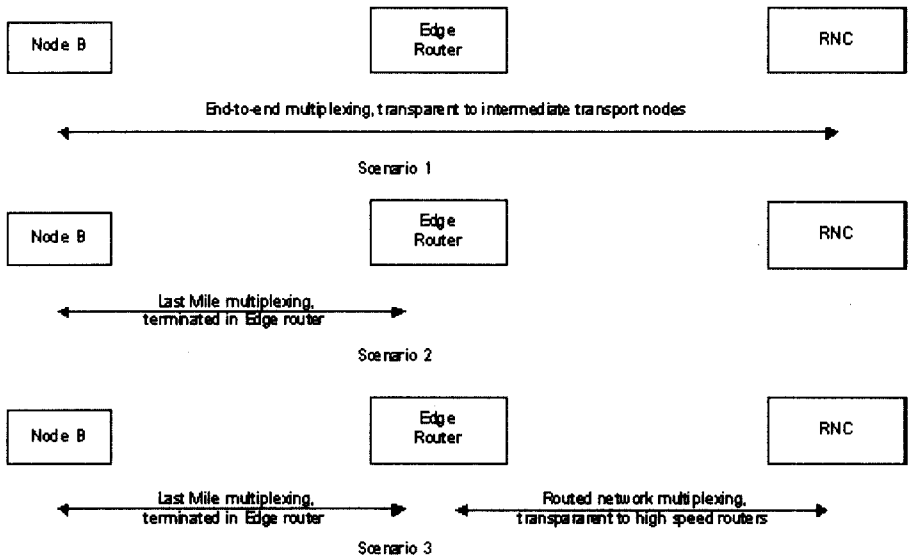
1. 다중화 기법

UTRAN의 전송 층에서 IP를 사용하면 개방형 전송 구조, 간단한 네트워크 관리, 트래픽 집중화와 효율적인 전송, 감소된 시그날링, 값싼 해결 방법, 빠른 표준화 등 몇 가지 이득을 얻게 된다. 이러한 이득 중에서 극대화된 대역폭 사용율을 위해서는 트래픽 집중화와 효율적인 전송 측면이 고려되어야 한다. 효율적인 전송과 IP 전송 환경은 프로토콜 오버헤드를 줄이기 위한 적합한 사용자 데이터 다중화 기술을 적용 할 수 있다. 수없이 많은 작은 패킷이 각자의 UDP/IP 헤더와 같은 수의 하위 층의 헤더를 가지고 전송된다면 효율적인 대역폭을 제공한다고 기대할 수 없을 것이다. 이러한 수많은 작은 패킷들을 하나의 패킷으로 묶어서 전달하는 수단을 다중화라 한다.

전송망에서 다중화의 위치에 따라 〈그림 2〉와 같은 세 가지 시나리오가 가능하다. 시나리오 1은 다중화가 중간 전송 노드에 투명하게 end-to-end에서 행해진다. 이 해법은 중간 전송 노드가 다중화를 의식할 필요가 없다는 점에서 간단한 이점은 있으나 모든 패킷이 같은 경로와 QoS를 가지며 응용 계층 다중화인지 그 하위 계층 다중화인지 구별할 수 없다는 한계성이 있다. 시나리오 2는 고속의 인터페이스가 필요치 않고 대역폭의 제한을 받는 저속 링크에서의 다중화이다. 이 시나리오는 edge router가 다중화를 끝낼 수 있는 기능이 추가되어야 하고, edge router를 통과한 이후의 패킷들은 서로 다른 QoS와 경로를 선택 할 수 있는 장점은 있으나 고속의 인터페이스를 지원하지 못한다는 단점이 있다. 시나리오 3은 이러한 문제점을 극복하고자 고속의 인터페이스를 지원하는 확장된 구조이다. Node B와 edge router 사이에서는 시나리오 2와 같은 구조를 지니고 있으며 edge router 이후에는 고속의 인터페이스를 지원하므로 충분한 대역폭을 가지고 다양한 다중화와 그에 따른 QoS를 실현할 수 있다.

1) PPP MUX 기술

PPP-MUX(point-to-point multiplexing)는 저속의 링크에서 음성 프레임과 같은 작은 패킷의 전송을 위해 사용되는 PPP 프레임의 오버헤드를 줄이는 방법을 제공한다. PPP-MUX는 PPP로 encapsulate된 여러 개의 패킷들을 단일 PPP 프레임으로 보내고 이것은 결과적으로



〈그림 2〉 다중화 위치에 대한 시나리오

하나의 패킷에 대한 PPP 오버헤드를 줄이게 한다. 또한 HDLC(high-level data link control)와 같은 링크계층의 프로토콜과 연동하여 point-to-point 링크를 위한 효율적인 전송 수단을 제공한다. PPP-MUX의 기본적인 개념은 PPP로 encapsulate된 여러 개의 프레임들의 시작부분 앞에 delimiter를 삽입, 각각을 연결하여 다중화된 단일 PPP 프레임으로 만드는 것이다. 이것을 PPP 서브 프레임이라 부르고 PPP 프레임 캐릭터들을 제거함으로써 각 패킷에 대한 오버헤드를 줄이게 된다.

2) MPLS 기술

MPLS는 패킷 헤더의 레이블(label)에 따라 네트워크의 집합에 대해서 대역폭 관리를 제공하는 프로토콜이다. 현재의 인터넷은 IP 패킷이 전달되는 모든 라우터에서 IP 헤더의 모든 필드를 확인하여 전송하는 메커니즘을 이용하기 때문에 라우터에서 일어나는 전송지연이 원인이 된다. MPLS는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 레이블을 이용한다.

MPLS의 기본 개념은 IP 헤더 처리과정을 거치지 않고 기존의 ATM 스위칭 기술을 결합하여 라우터의 패킷 처리속도를 높이고 IP의 확장성을 유지하면서 QoS 지원 능력을 획기적으로 높인 IP 계층 스위칭기술이다. 이러한 IP 계층 스위칭기술은 IPOA(IP over ATM)나 LANE (ATM-LAN emulation) 등과 같이 프로토콜에 의한 처리방식들보다 고속처리가 가능하기 때문에 라우터의 고속화와 이를 통해 인터넷 성능 향상의 핵심기술이 될 것으로 기대되고 있다. 또한 현재 인터넷 서비스의 한계로 지적되고 있는 QoS 보장 서비스를 위한 해결방안으로도 활발히 연구가 진행 중인데 MPLS의 가장 큰 특징은 레이블 스와핑 (swapping)을 통하여 패킷을 전달하게 되어 있다. 이것은 기존의 인터넷의 IP 헤더를 판별하여 전달하는 것과 ATM의 고정적인 셀 헤더를 판별하여 전달하는 것의 장점을 합쳐 놓은 것이다.

3) LIPE 기술

LIPE(lightweight IP encapsulation)은 UDP/IP 혹은 IP를 전송 프로토콜로 사용하며 각 LIPE에 encapsulation된 payload들은 여러 개의 MDP(multimedia data packet)로 구성되어 있다. 이들 각각의 MDP에 대해서는 다중화 헤더(MH : Multiplexing Header)들이 포함되어 관련 프로토콜과 정보들을 전달한다. MH는 확장 비트와 MDP 길이 필드로 구성된다. 확장 필드는 E 비트를 통하여 선택적으로 지원된다.

4) AAL2 기술

ATM(asynchronous transfer mode)은 음성, 영상, 데이터등과 같은 여러 타입의 정보를 53-byte의 작고 고정된 크기의 셀로 전송한다. ATM의 기술은 데이터 트래픽의 형태에 따라 다른 AAL을 통해 서비스를 제공한다. 이런 ATM 기술은 음성데이터 전송과 이동통신환경의 특성에 따른 데이터 트래픽에 서비스 제공을 위한 새로운 AAL 기술이 필요하게 되었다.

AAL type 2는 다른 이용자들로부터의 음성, 데이터 패킷들을 하나의 ATM 채널로 다중화할 수 있도록 하여 망 자원의 효율성을 높일 수 있게 하였다. AAL type 2는 ATM 기반의 이동전화망과 같은 낮은 대역폭을 요구하고 지연에 민감한 데이터전송을 필요로 하는 망을 지원하기 위해 개발되었다. AAL type 2는 동시에 많은 이용자들이 하나의 채널을 공유하여 다양한 크기의 실시간 데이터들을 효율적으로 ATM 셀들로 패킷화 할 수 있도록 한다.

5) CIP 기술

CIP(composite IP)는 UTRAN Iub, Iur에서의 사용자 평면을 위한 IP 전송 서비스를 제공하기 위해 제안된 프로토콜이다. FP PDU는 음성과 같은 아주 작은 패킷과 데이터와 같은 큰 패킷 등 다양한 크기로 전송된다. 이 경우 작은 패킷은 IP/UPD 헤더의 오버헤드를 가져오며, 큰 패킷은 전송 지연을 초래할 수 있다. 이러한

문제점을 해결하기 위해 CIP라는 패킷 다중화 방법이 필요하게 된다.

효율적인 대역폭의 사용을 위하여 하나의 CIP container는 다양한 크기의 여러 CIP 패킷을 담아 전송한다. 이것은 상당한 IP/UDP 패킷 헤더를 줄이는 효과를 가져온다. 분할/조립 메카니즘은 큰 FP PDU를 작은 여러 개의 세그먼트로 나누어준다. 세그먼트의 크기는 헤더의 오버헤드와 전송지연 사이의 관계에 따라 고려되어야 한다. 큰 데이터 패킷은 IP fragmentation을 피하기 위해 작은 패킷으로 세그먼트 될 수 있으나 이는 전송 지연을 초래 할 수도 있다.

2. QoS

UTRAN에서 사용자/제어/관리 평면 등 세 가지 평면을 포함한다. 이들 평면에서 사용자의 특성이 다를지라도(PDU 크기, QoS 요구사항 등) 그것들은 모두 같은 메카니즘을 공유하고 잠재적으로 서로 인터페이스 된다. 추가적으로 non-UTRAN 트래픽도 전달 망을 공유한다. 따라서 QoS 지원은 이러한 모든 상황이 고려된 메카니즘이 적용되어야 한다. QoS 메카니즘으로는 IP 계층에서 Diffserv, RSVP, over-provisioning 등이 사용될 수 있다.

UTRAN에서 QoS를 지원하는 방식은 크게 Hop-by-hop QoS 접근 방식과 End-to-end QoS 접근 방식으로 구분할 수 있다. Hop-by-hop QoS 접근 방식은RAB traffic, NBAP Signaling 등의 UTRAN 내부 flow들이 IP 백본에서 제공하는 QoS differentiation과 mapping되어 처리되는 방식이지만 Edge router에 필요한 quality class를 알려 주도록 정의하는 문제와 표준 설계가 어느 edge router의 functionality에 의존하게 할 것인가에 대한 정의 문제, Multiclass-PPP와 함께 PPP-Mux의 연동이 정의되어야 하는 문제점을 가지고 있다.

End-to-end QoS 접근 방식은 UTRAN Network Entity들 내에서 UTRAN traffic flow의 QoS가 처리되도록 하게 하는 방식으로서, CIP나 LIPE와 같이 사용자 평면 프로토콜과 PPP와 L2TP를 사용하여 터널링시키는 TCRTP가 이러한 방식에 포함된다. 이 방식은 IP 백본에서 Diffserv의 Expected Forwarding Class와 같이 UTRAN 트래픽을 위하여 하나의 QoS class만을 사용하고, NE에서 Quality class가 잘 알려져 있으므로 IP 망에 QoS 인수를 분산시키기 위한 복잡한 관리 기능이 필요하지 않아 Hop-by-hop QoS 접근 방식보다 간단하게 처리될 수 있는 특징을 가진다.

3. 대역폭 활용

다중화, 헤더 압축, 자원관리, 분할 사용 등에 의해 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다. E1과 같은 저속 링크나 공유 고속 링크는 dedicated 고속 링크와 다른 기술(헤더 압축, 다중화)을 요구한다.

다중화는 패킷에서 UDP/IP 헤더의 크기에 대한 영향을 감소시키기 위한 수단을 제공한다. 이것은 작은 패킷을 가지고 더 좋은 대역폭 효율을 얻기 위해 중요하다. 다중화는 응용 계층이나 하위 계층에서 수행될 수 있다. 또한 수락제어와 Policing 및 자원 예약에 대한 제어 기법과 자원 할당을 위한 방법을 고려하여 자원관리를 통하여 대역폭의 이용율을 높인다. 자원할당 방법으로는 Over-provisioning, Flow 집단에 할당하는 방법, Flow별로 할당하는 방법, 집중화 또는 분산된 admission control 방법 등이 있으며 분산 admission control 방법이 적용될 경우 RSVP 등과 같은 시그날링 문제 등이 고려되어야 한다.

대역폭 이용율을 높이기 위한 또 다른 방법으로 헤더 압축이 고려되어야 한다. 헤더 압축은 differential coding을 사용하느냐 아니냐에 따라 두 가지로 분류할 수 있다. 사용하지 않는 경우를 compressed_non_tcp라 하며 differential coding을 사용하는 경우를compressed_udp라 한다. Differnetial coding은 같은 헤더 패킷에 속해 있는 그 전 헤더의 같은 필드의 값과 현재 필드의 값 사이의 차이를 이용하는 압축 기술이다. Decompressor는 이런 기술을 통해서 압축된 헤더에 추가된 값을 알아낼 수 있다.

- Compressed_non_tcp : 각각의 압축된 패킷은 압축된 헤더의 임의로 변화하는 헤더 필드를 보낸다. 그래서 압축된 내용은 오직 완전한 헤더 패킷에 의해서만 갱신된다.
- Compressed_udp : 각각의 압축된 패킷은 constant first order differences를 가지는 필드를 보내지 않는다. 그래서 Decompressor는 각 압축된 패킷의 내용 정보를 갱신하는데 사용한다.

4. 사용자 평면의 전송 시그날링 방안

사용자 평면을 위한 IP 기반 프로토콜의 사용은 제어 평면에서 호환되는 시그날링을 준다. 시그날링은 가상 회선/연결에 대조하여 IP 스트림을 지정, 설정, 관리하는 적당한 메커니즘을 수반해야 한다. IP 베어러를 위한 시그날링은 베어러 스트림의 각 종단을 위해 전송 베어러 구별자(예, IP 주소와 UDP 포트 번호)를 교환해야 한다. 사용자 평면 연결을 위해 필요성이 있다면 UMTS 노드들 사이에 연결이 어떻게 처리되는지 조사되어야 한다.

1) ALCAP을 사용하지 않는 해법

Iu-CS와는 다르게 Iu-PS 도메인에서 사용자 평면의 전송 베어러를 설정/유지/릴리즈 시키기 위하여 어떠한 TNL 시그날링 프로토콜이 요구되지 않는다. PS 도메인에서 ALCAP을 사용하지 않는 것은 IP 계층의 비연결 속성과 관련된다. CN과 UTRAN 측에서의 전송 베어러에 대한 termination point가 RANAP 메시지에 의해 운반되는 정보 요소에 의하여 지정될 수 있다. 여기서, Transport Layer Address IE는 사용자 평면의 전송을 위해 사용된 IP 주소로서, 설정될 RAB를 위하여 GTP-U를 처리하는 보드의 IP 주소에 대응되고, Iu Transport Association IE는 GTP Tunnel의 Endpoint 식별자로서 무선 망 계층에 투명하면서 전송 망 계층 상에서만 보여진다.

2) LIPE 해법

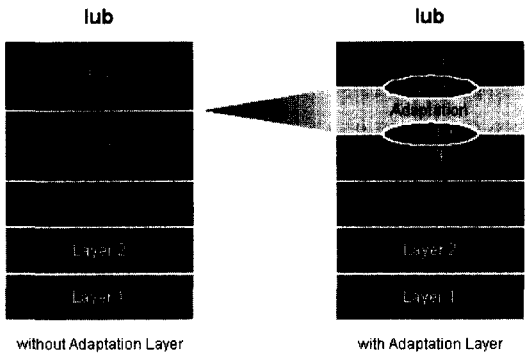
LIPE가 Iub/Iur의 사용자 평면 트래픽을 위하여 사용될 때에는 사용자 평면의 전송 시그날링을 위한 2 가지의 대안이 존재한다. 대안 1은 존재하고 있는 RNSAP와 NBAP 절차에 대하여 어떠한 변경도 요구하지 않지만 lightweight ALCAP 같은 절차만이 요구되는 방식이고, 대안 2는 RNSAP와 NBAP의 Radio Link Setup 메시지에 새로운 정보 요소를 도입하지만 ALCAP은 요구되지 않는 방식이다.

5. 계층 1/계층 2의 독립성

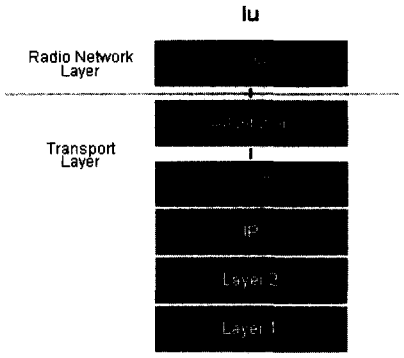
QoS 측면과 전송 자원의 효율성 측면에서도 계층 1과 계층 2가 고려되어야 한다. 특히 계층 2에서는 QoS differentiation을 위해서 다양한 큐잉 기법과 분할 그리고 scheduling functionality를 제공하는 Multilink PPP와 Multiclass PPP가 요구될 수 있고, 효율성 향상을 위해서 헤더 압축 등이 고려되어야 한다. 그리고, 어느 특정 L2를 표준으로 하지 않을 경우 운영자로 하여금 자유롭게 자신의 전송 망을 구축 가능하게 하지만, 결국은 효율적인 UTRAN의 TNL service function이 제공되는 것을 보장하기 위한 L2 선택의 요구사항이 필요하고, multi-vendor scenario에 대한 논의가 존재할 수 있다. 하나의 L2만을 표준으로 할 경우에는 point-to-point link에 대한 multi-vendor issue는 해결될 수 있지만, 운영자로 하여금 전송 망 구축을 위한 유연성을 제한하는 요소로 작용하는 문제점이 있다.

6. 무선 망 시그날링 베어러

UDP의 신뢰할 수 없는 속성과 TCP의 byte-oriented transaction 속성 때문에 시그날링 전송 프로토콜로서 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)를 사용하여 처리한다. Iub RNL 시그날링 베어러를 처리하기 위한 프로토콜 스택은 〈그림 3〉과 같이 Adaptation Layer 없이 NBAP와 SCTP가 직접 연결되는 프로토콜 구조와 Adaptation Layer를 통하여 NBAP와 SCTP간 통신을 연결하는 프로토콜 구조로



〈그림 3〉 Iub RNL Signaling Bearer



〈그림 4〉 RANAP Signaling

구성될 수 있다. RNS 시그날링은 SUA 또는 SCCP/M3UA 프로토콜을 사용하여 구현할 수 있고, 각각 NBAP/SUA/SCTP/IP 또는 NBAP/SCCP/M3UA/SCTP/IP의 프로토콜 스택을 통하여 처리될 수 있다.

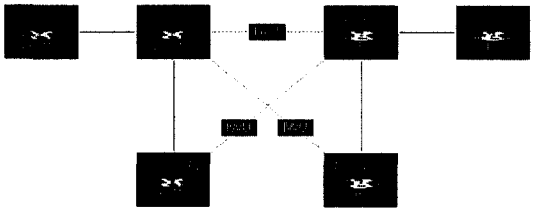
RANAP 시그날링은 UTRAN RNL상의 변경을 최소화 하고 응용 시그날링 프로토콜의 여러 가지 많은 변경을 줄이기 위해서 또한 SCTP를 사용합니다. 〈그림 4〉과 같이 Iu 인터페이스상의 RNL 시그날링 베어러는 Adaptation Module이 적용된 프로토콜 스택으로 처리될 수 있다. 그리고, SCCP/M3UA 구조를 선택하던지 SUA를 선택하던지 결국은 두 프로토콜 스택간의 연동이 요구된다.

7. IP 전송과 라우터 구조

IP 구조의 유연성 관점에서 보면 IP 기반구조의 광범위한 적용과 비용측면의 효율성이 UTRAN에 전송 오션으로서 IP를 도입하는 주요 이유이므로, 선정된 구조는 IP 기술과 기반구조의 이점이 최대한으로 반영된 구조이어야 한다. IP 전송 망의 호스트와 라우터 관점에서 보면 IP 패킷을 전달하는 라우터는 IP와 같거나 더 낮은 계층에서 사용자 평면과 제어 평면의 데이터를 처리하고, Transport Network O&M 또는 형상 구성 목적을 위하여 상위 계층 정보를 처리할 수 있어야 한다. 그리고, GRE, MPLS, L2TP, IPSec 등과 같은 터널링 메카니즘과 RSVP와 같이 모든 흐름에 관한 상태 정보의 저장을 요구하는 메카니즘을 지원하여야 한다. IPv6 주소 관점에서는 IPv6를 사용하여 성능 향상을 도모하고 자동구성을 위한 주소 관리 기법을 사용하여 낮은 운용 비용, 용이한 번호 재 할당, 용이한 주소 관리 기능을 수행할 수 있어야 한다. 또한, IPv6와 IPv4간의 연동을 위한 IP 터널링 메카니즘의 사용을 고려하여야 한다.

8. Backward Compatibility

IP Node가 R99의 ATM Node와 공존하는 경우를 고려하여 Backward Compatibility가 지원되어야 합니다. 즉, 단지 AAL2/ATM 인터페이스만을 지원하는 노드와 IP 인터페이스를 지원하는 노드간의 사용자 평면과 제어 평면에서 연동을 어떻게 할 것인가에 대한 문제가 고려되어야 한다. 〈그림 5〉에 연동하는 경우를 나타내었다. 우측의 IP 기반 UTRAN과 좌측의 R99 UTRAN이 연동되기 위해서는 Iur 및 Iub에 대한 IWU (InterWorking Unit)이 필요하다.



〈그림 5〉 연동의 경우

전송 망 계층에 있어서 IWU은 두 연결 노드 사이에 놓일 수 있고, 어느 한 노드 내에 통합될 수 있다. IWU은 ATM과 IP 전송 포맷뿐만이 아니라 QoS 요구사항에 대한 것까지도 전달시킬 수 있어야 한다. 순수한 IP TNL은 TNL 제어 프로토콜 없이 동작하지만, TNL의 IWU은 TNL 제어 프로토콜을 불가피하게 요구한다.

9. 보안

현재 Rel. 5 IP UTRAN에서 사용될 IP 망은 UTRAN 전송을 위해 사용되는 물리 인터페이스와 전송 링크에 타 망으로부터의 접근이 없는 폐쇄 망으로 가정하고 있다. 이와 같은 상황하에서 폐쇄 망의 내부 보안 취급 문제는 다소 감소될 수 있다. 보안 제공을 위한 IPSec 구조에서 인증과 무결성을 제공하기 위한 프로토콜로, IPSec은 복잡성이 호스트에 가해지는 호스트간의 end-to-end security provisioning 구조와 망의 sub-part에 있는 데이터를 보호하기 위해 중간 노드(라우터)에서 끝나는 gateway-to-gateway 구조를 가질 수 있다. 보안이 host-to-host로 제공될 때에는 전송 모드 또는 터널 모드의 적용이 가능하다.

SCTP의 보안기능 측면에서, SCTP는 신뢰성 있는 전송 서비스를 제공하면서 Association 설정 단계에서 쿠키 교환 메카니즘을 사용하고, 전송 레벨에서 비정상적인 권한의 연결이 설정되는 것을 막기 위해 사용될 수 있다.

10. Iu-CS/Iu-PS Harmonization

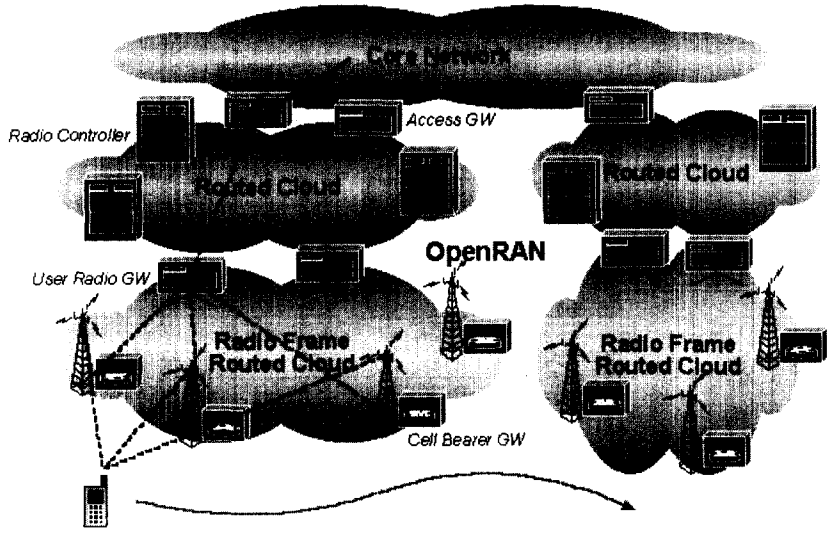
IP Transport RAN은 사용자 평면과 제어 평면에서 Iu-CS와 Iu-PS의 구분을 없애고 상호 harmonization 될 수 있는 구조가 되어야 한다. 현재 Iu 사용자 평면에서는 GTP-U가 고려되고 있고, Iu-CS 인터페이스를 위하여 RTP가 고려되고 있다. Iu 사용자 평면를 위한 GTP-U는 Iu-PS domain에 있어서 R99와 같이 GTP-U가 Iu-PS 인터페이스상에 사용될 수 있지만, 실시간 응용이 고려되고 IP 헤더 압축이 사용되면 GTP-U의 헤더는 상대적으로 크기 때문에 GTP'과 같은 좀 더 작은 변형된 헤더가 고려되어야 한다. Iu-CS 도메인에 있어서 IP 전송을 위해 GTP-U를 사용하는 것은 실시간 Iu-PS 응용과 실시간 Iu-CS 응용에 대한 요구사항이 기본적으로 같아 harmonization 전략에 따라 동일하게 적용될 수 있다.

III. Open RAN

본 장에서는 OpenRAN의 구조적인 특징과 개념 모델에 대하여 살펴 본다. MWIF(Mobile Wireless Internet Forum)에서 주도적으로 연구하고 있는 OpenRAN 구조는 현재의 RAN이 가지는 단점을 극복하기 위한 방향으로 연구가 진행되고 있다. 현재의 RAN은 Node B와 무선 기술에 따른 기능 종속성이 강하고, 모든 기능들이 RNC에 집중되어 있으며, 새로운 무선 기술을 도입하고자 할 경우 기존의 RNC와 Node B가 수정되어야 하지만 RAN의 복잡성으로 인하여 해당 기술의 수용이 곤란한 구조를 가지는 단점이 있다. 따라서 OpenRAN을 통하여 접근망과 핵심망의 독립 구조를 실현하고, 하나의 RAN에서 여러 무선 기술을 지원 할 수 있게 하며, 제어 평면과 사용자(베어러) 평면의 기능을 분리하여 상이한 서버에 수용하게 하고, 분산 구조를 통한 RAN의 신뢰성과 확장성을 향상시키면서, 다양한 네트워크 성능 요구를 수용할 수 있는 망 구조의 유연성을 확보하기 위하여 연구가 진행되고 있다.

OpenRAN의 구조적 특징은 크게 개방 구조로서 유연성를 가지며 분산 구조로서 확장성을 지원할 수 있는 구조로 볼 수 있다. <그림 6>은 OpenRAN의 개념 모델로서 OpenRAN이 여러 IP 서브-망으로 구성되고, 사용자 IP 패킷이 Access Gateway와 User Radio Gateway간에 전송됨을 나타낸다[3,4].

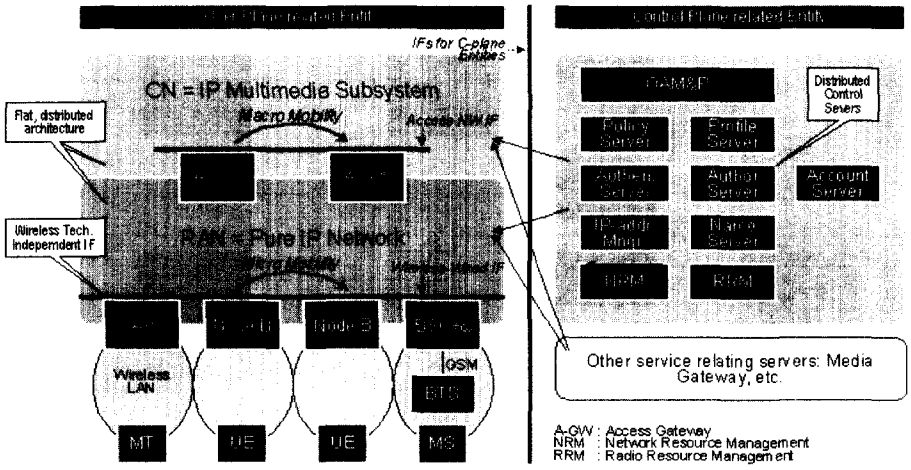
<그림 7>은 NEC가 제안한 OpenRAN 구조의 한 예를 나타내고 있다. OpenRAN 구조에서



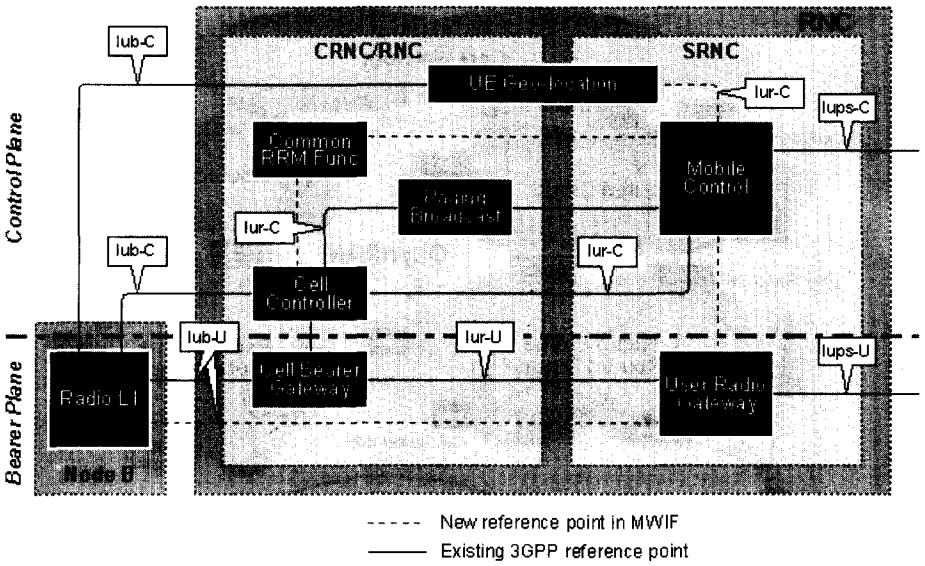
〈그림 6〉 OpenRAN의 개념 모델

는 Node B를 RNC로부터 분리하여 무선 프레임을 Node B에서 처리하도록 설계되었으므로, 새로운 무선 기술 도입이 요구될 경우 해당 기술의 Node B를 추가함으로서 쉽게 구축될 수 있는 특징을 가진다. 그리고 RAN의 기능요소들을 분산된 다중화 구조로 구성하고, 사용자 평면과 제어 평면 기능요소를 분리시킴으로써 확장성와 유연성 및 이용성을 극대화 시키는 특징을 가지고 있다. 또한, IP 기반의 패킷 전송 방식을 사용하여 IPv6는 물론 기존의 IPv4를 지원하고, IP 기반의 이동성 관리와 QoS를 지원할 수 있도록 설계되고 있다.

〈그림 8〉은 OpenRAN 구조를 갖도록 기존의 UTRAN 구조를 진화시키기 위한 방법 중 한 예를 나타내고 있다. 점선은 OpenRAN으로 진화하기 위해 기존의 3GPP RAN에 존재하는 인터페이스 외에 추가로 적용되어야 하는 인터페이스를 나타낸다. 기존 CRNC의 기능은 Open-



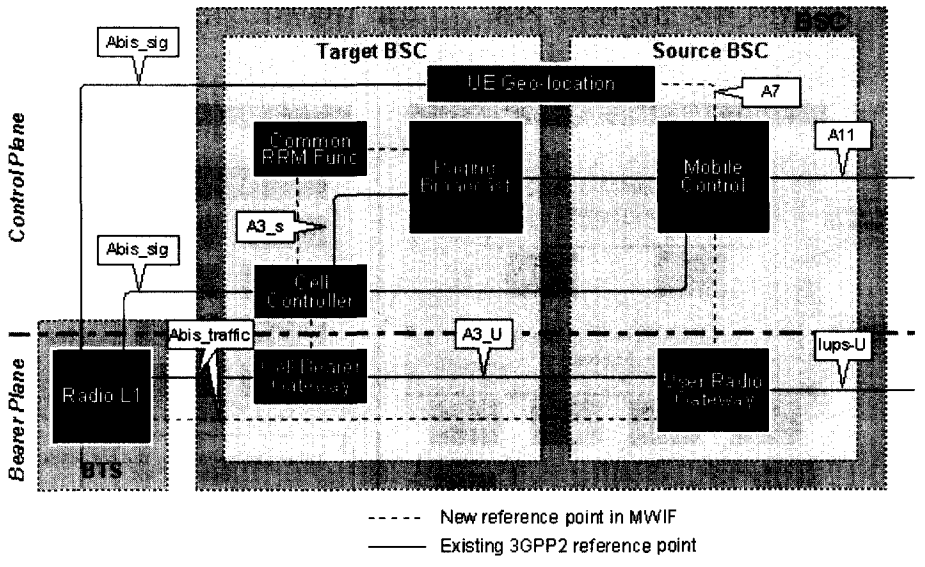
〈그림 7〉 NEC가 제안한 OpenRAN 구조



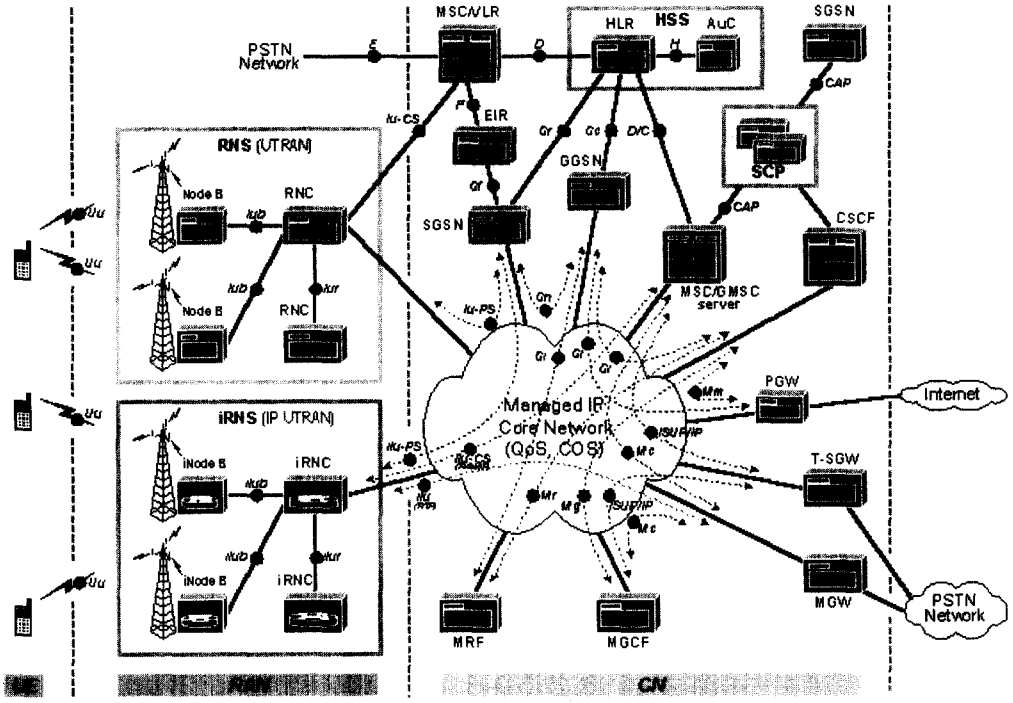
〈그림 8〉 기존 UTRAN 구조를 진화시킨 OpenRAN 구조

RAN에서 셀 제어, 셀 베어러 Gateway, 공통 무선자원 관리, 페이징/방송 등의 기능블록에서 역할을 분담하여 수행되고, UE에 관련된 기능을 제공하는 SRNC의 기능은 OpenRAN에서 이동성 제어와 사용자 무선 Gateway 기능블록에서 분담하여 수행된다.

〈그림 9〉는 OpenRAN 구조를 갖도록 기존의 3GPP2 cdma2000 RAN 구조를 진화시키기 위한 방법 중 한 예를 나타낸다. 점선은 OpenRAN으로 진화하기 위해 기존의 3GPP2 RAN에 존재하는 인터페이스 외에 추가로 적용되어야 하는 인터페이스를 나타낸다.



〈그림 9〉 기존의 cdma2000 RAN 구조를 진화시킨 OpenRAN 구조



〈그림 10〉 Legacy RAN과 IP 기반 RAN이 공존하는 3GPP 이동통신망

Ⅳ. IP-based RAN

앞에서 언급한 것처럼 IP 기반 RAN을 구현하기 위한 기본 원칙은 사용자 평면 기능과 제어 평면 기능 및 전송 평면 기능을 완전히 분리하고, 유연하고 부하 공유가 가능한 구조 및 분산 구조가 적용되어야 하며, 기본적으로 IP 전송을 수용하고, 이미 표준화된 IETF 프로토콜들을 재사용하는 것이다.

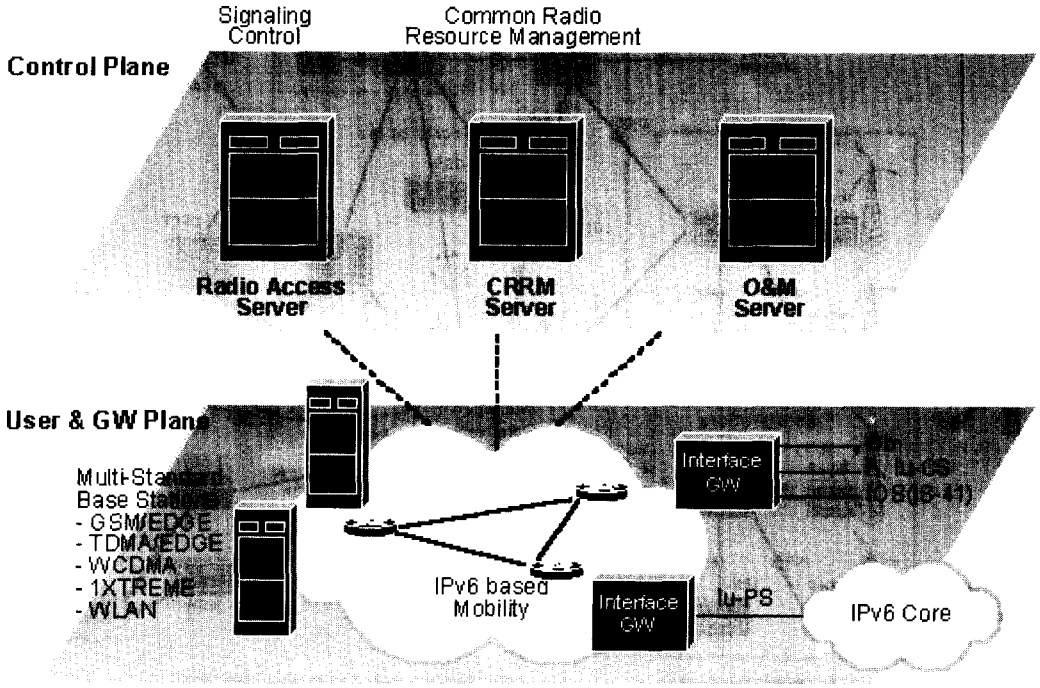
〈그림 10〉은 Legacy RAN과 IP 기반 RAN이 공존하는 3GPP 이동통신망을 나타낸다. RNS는 현재 존재하는 Non-IP 기반의 무선 망 서브 시스템을 나타내고, iRNS는 IP 기반 RNC와 IP 기반 Node B로 구성된 무선 망 서브 시스템을 나타낸다. 현존하는 RAN과 IP 기반 RAN간의 연동을 위한 여러 Gateway들은 〈그림 10〉에는 나타나 있지 않다[5].

〈그림 11〉은 Nokia에서 제시한 IP 기반 Radio Access Network 구조를 나타내고 있다[6].

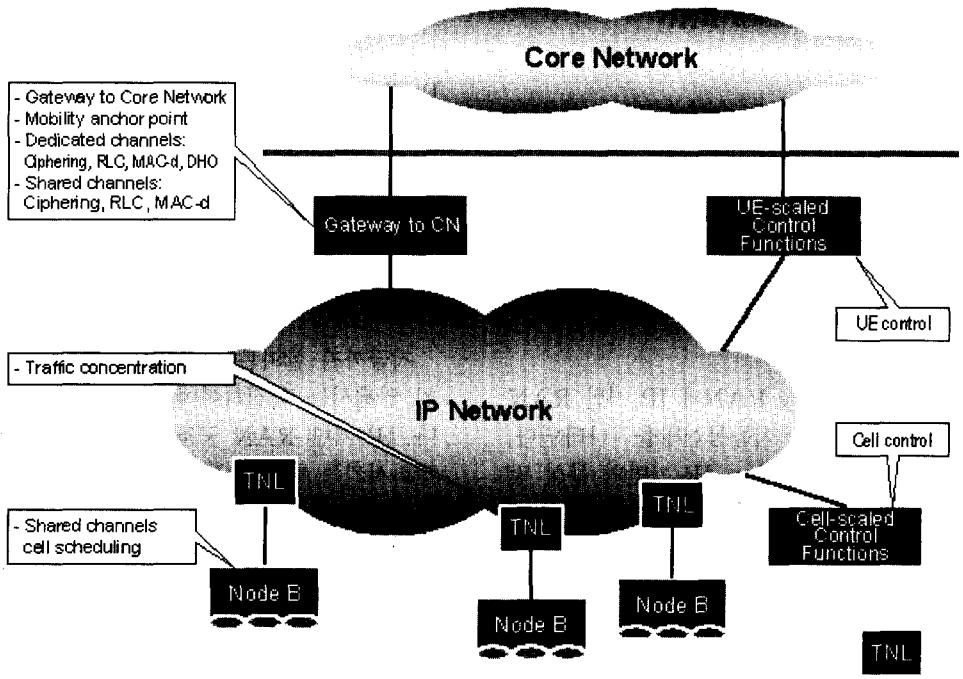
〈그림 12〉는 Alcatel에서 제시한 IP 기반 Radio Access Network 구조를 나타내고 있다[7].

Ⅴ. 결 론

지금까지 살펴본 바와 같이 RAN을 진화시키기 위해서는 해결하여야 할 많은 문제점들이 있다. IP 기반 RAN 구조는 기존의 RAN 구조를 진화시키는 형태인 IP TRansport 방식과 기존의 RAN 구조를 변화시키는 형태인 OpenRAN 방식으로 나눌 수 있다. 현재 UTRAN에서의 IP Transport 구현은 3.5G 기술로 간주될 수 있고, OpenRAN과 같은 완전 분산 구조이면서 개발 구조를 갖는 Radio Access Network은 4G 이동통신 시스템 기술로 볼 수 있다.



〈그림 11〉 Nokia에서 제시한 IP 기반 RAN 구조



〈그림 12〉 Alcatel에서 제시한 IP 기반 RAN 구조

참 고 문 헌

〔1〕 연철흠 외 3, "All IP 망에서의 IP 기반 RAN기술", Telecommunication Review, 제11권 6호, 11. 2001.

〔2〕 3GPP TSG RAN TR 25. 933, "IP Transport in UTRAN Work Task Technical Report", V1. 5. 0, Dec. 2001.

〔3〕 MWIF Technical Report MTR-007, "OpenRAN Architecture in 3rd Generation Mobile Systems", V1. 0. 0, Sep. 4, 2001.

〔4〕 MWIF Technical Report MTR-006, "IP in the RAN as a Transport Option in 3rd Generation Mobile Systems", V2. 0. 0, June 18, 2001.

〔5〕 3GPP TSG RAN W010001, "IP based RAN Architecture", Feb. 5-6, 2001.

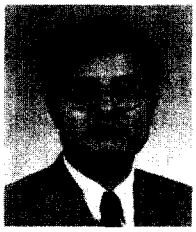
〔6〕 IP-Radio Access Network, Nokia's White Paper, 2000.

〔7〕 3GPP TSG RAN RPW010010. Status of IP-Transport in UTRAN Work Item, Alcatel, Feb. 2001.

저 자 소 개

朴 亨 濬

1987년 2월 한양대학교 전자통신공학과 졸업(공학사). 2001년 2월 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1987년 2월~현재 : 한국전자통신연구원 이동통신연구소, 〈주관심 분야 : 디지털 이동통신, 전자교환기, 무선전송, IMT-2000 등임〉



張 汶 洙

1982년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1984년 2월 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1984년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 이동통신연구소. 〈주관심 분야 : 디지털 이동통신, 전자교환기, 디지털 전송, IMT-2000 등임〉

成 弘 晳

1986년 2월 서강대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1988년 2월 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1997년 2월 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1988년 2월~2000년 2월 : 한국전자통신연구원. 2000년 3월~현재 : 부천대학 전자과 조교수. 〈주관심 분야 : 이동통신, 적응제어, 비선형 시스템 제어, 지능제어 등임〉