

主 題

IP 기반 위성통신을 위한 프로토콜 접속 및 제어

덕성여자대학교 장 영 민

차 례

- I. 서 론
- II. 위성망의 비전과 구조
- III. 핵심 기술 연구 사항
- IV. 결 론

I. 서 론

IMT-2000 이후의 이동통신관련 기술 분야로는 단말기 기술, 기지국 기술, 핵심망 기술 관련 핵심기술이 있다. 이 분야의 기술로 고속모뎀, 스마트 안테나, All IP기술, TDD mode, Diversity 및 다수 사용자 검출 기술 등의 핵심기술 연구를 한국을 포함한 세계 주요 각국에서 중점적으로 연구하고 있다. 현재 Future Development of IMT-2000로 간주되는 HSDPA(High-speed downlink packet access)는 3GPP에서 WCDMA의 진화로 고려 중이고 또한 3GPP2에서도 CDMA 2000 1X-DO 및 1X-DV의 표준화를 진행 중이다. HSDPA는 Downlink에서 Best-effort packet data service를 위해 최대 8~10Mbps의 범위의 Data rate를 2000년 이미 상용 서비스 중이며, 적은 지연과 향상된 용량으로 패킷 데이터 전송능력을 증가시키는 것이 그 목표이다. HSDPA 기술은 기존의 DSCH에 AMC(Adaptive Modulation and

Coding), Hybrid ARQ, FCS(Fast Cell Selection), MIMO(Multiple Input Multiple Output) Antenna Processing과 같은 성능 향상 기술을 적용하여 HS-DSCH를 구현한다.

IMT-2000 이후의 시스템인 4세대 기술은 Software Defined Radio(SDR), Seamless IP Packet Transmission, Advanced Adaptive Array Antenna(AAAA) 및 Multimode와 Multi-system terminal을 통한 Advanced Terminal 방향으로 연구 개발하는 추세이다. Variable-rate Code의 동적 사용, Mobile terminal의 Nomadic /Local Area Access으로의 지능적 동작, 3세대 Cellular를 기반으로 한 Network과 위성부분 사이에서의 Vertical Handover, QoS 지원, Security, 분할된 MAC 프로토콜과의 동적인 Routing 기술도 제공되어야 한다. 또한 이동성을 보장과 에너지 효율을 고려한 프로토콜 기술이 된다. 점차 고속 패킷 데이터, 동영상 및 인터넷 멀티미디어 서비스 수요의 증대에 따라

초고속화 및 광대역화 되어갈 향후의 첨단 이동통신 기술을 실현하기 위해 요구되는, 유연성과 효율적 관리를 위한 성능 및 용량 증대 기술, All-IP core망 및 Radio access network를 포함한 기술, 초고속 광대역 패킷 전송기술, 멀티모드 멀티서비스 구현기술 및 응용 서비스가 연구되고 있다.

따라서 앞으로 표준화 될 IMT-2000 이후의 이동통신 중에 위성 통신 부분은 IP기반으로 시간과 주파수 그리고 공간영역에서 주파수의 효율을 최적화하게 될 것이다. All-IP 망을 기본으로 한 Adaptive radio system은 각 개인의 Soft QoS 만족을 통한 완벽한 고속의 멀티미디어 서비스를 사용자에게 저렴하게 제공할 뿐만 아니라 제한된 채널 용량을 최적으로 이용하게 될 것이다. 또한 위성의 특징인 Global service coverage, Fast deployment, Flexible usage 면과 위성 채널의 특성을 고려한 IP기반의 차세대 위성통신 기술을 제시해야 할 것이다. 지상 부분 이동통신과 비교했을 때, 위성의 단점으로는 Lower channel bandwidth, Poor performance in urban area, Long propagation delay, Rain attenuation 등이 있다.

본 논문은 제 3세대 이후의 이동통신 시스템 중에 위성 부분을 위해 다양한 무선 시스템의 QoS를 지원하기 위한 IP 기반의 환경 하에서 무선 멀티미디어 위성 접속 망을 제시하고, 이동 위성채널 환경과 간섭에 대해 각 서비스의 품질을 보장하기 위한 무선 접속 프로토콜인 RRM, RRC, RLC 및 MAC 기능을 연구하고자 한다. 본 논문은 다음과 같이 구성 되어 있다. 2장에서는 위성을 적용한 IP기반의 4세대 이동통신시스템에서 위성의 몇 가지 제약과 특성을 살펴본다. 3장에서는 RRM을 포함한 각 Layer 별 특징 및 연구방향을 제시하고 마지막 4장에서 종합적으로 결론을 내린다.

II. 위성망의 비전과 구조

1. 4세대 이동통신에서 위성 부분의 역할

IMT-2000 이후의 이동통신 시스템은 아래 그림 1과 같은 단계로 발전될 것이다. 즉 Enhanced IMT-2000와 Systems beyond IMT-2000으로 구분된다. 또한 IP-based network은 DAV, DVB 및 HAPS를 포함하며 이 기종의 Medium Access system을 고려한 4세대 이동통신 시스템을 아래 그림 2와 같이 제시한다.

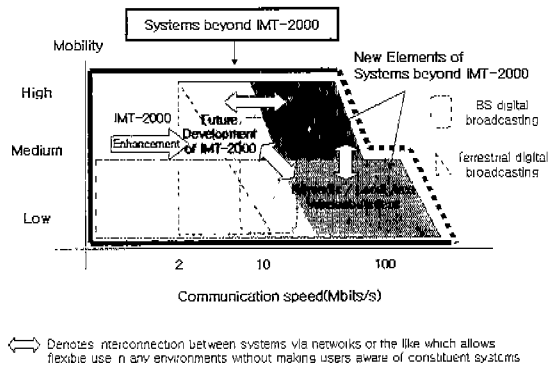


그림 1. Vision framework for IMT-2000 and Systems Beyond.

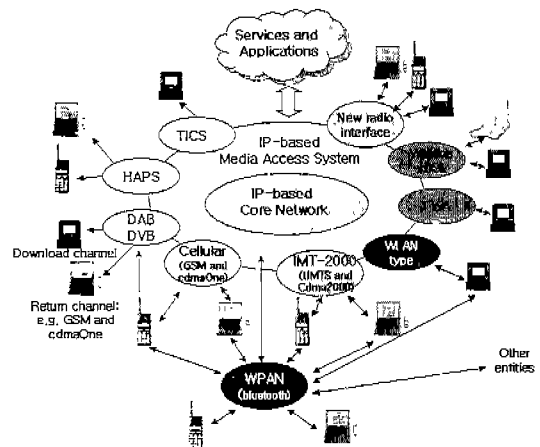


그림 2. Seamless future IP-based network including a variety of interworking access systems.

가. 위성통신 기술 동향

많은 위성관련 연구소 및 회사들이 Bandwidth와 Spectrum 효율을 위해 ATM switch를 이용한 OBP(On-board Processing) 개념을 제안하여 현재 field trial 마무리 단계에 있다. 또한 최근에 Gigabit Ethernet switch 기반의 IP routing 기법을 이용한 여러 논문 및 연구 보고서 제안되고 있다. 위성 망도 지상 망과 같이 IP 기반의 망으로 진화될 것이다. 그러나 해결해야 할 문제들이 많이 존재한다. 이는 기존의 지상 망에서 사용하는 방식과는 많은 차이가 있으며, 알고리즘이 간단해야 하고 긴 전송 지연을 고려해야 한다. 그 중에 OBP switch에서의 Congestion and traffic control 문제도 해결해야 할 중요한 문제이다.

ITU-R WP8F는 Future Development of IMT-2000과 "Systems Beyond IMT-2000"의 전반적인 시스템 관점에 대한 작업을 위해 2000년 3월 새롭게 결성된 그룹으로, 현재 5개의 WG (Vision, Radio technology, Developing, Spectrum, and Satellite coordination)로 구성되어 있으며, PDNR (Preliminary Draft New Recommendation)내에 Satellite부분의 포함 여부도 고려 중이다. HAPS 및 SAT-CDMA 분야의 많은 회사들이 현재 2005년을 IMT-2000 위성 서비스를 개시 시점으로 고려 중이다. WG Satellite coordination은 주파수 대역 결정, WP8F 내의 각 WG간의 내부 협력 및 WP8F와 WP8D의 인터페이스 기능을 한다. ISL을 가진 LEO constellation에 근거한 Single-hop satellite sys-

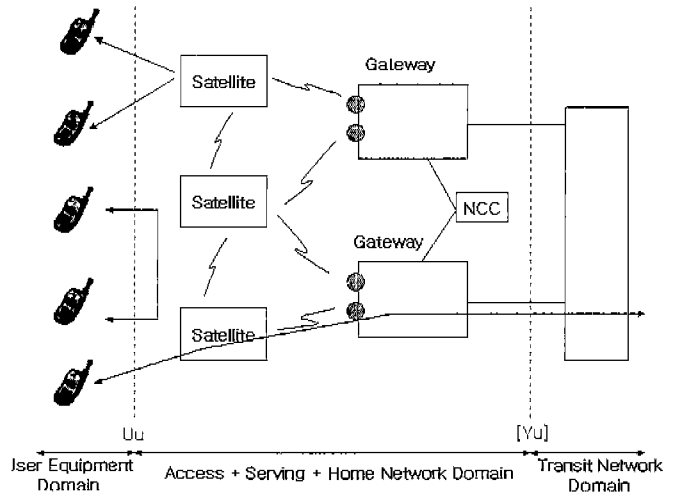


그림 3. Single-hop, regenerative, ISL, LEO model for S-UMTS.

tem을 그림 3에 제시했다.

나. 3GPP 기반 Radio Access Protocols

IMT-2000 위성 서비스를 위해 제안된 Proposal 중에는, 위성 당 빔 개수는 37개이며 위성간 링크 및 OBP를 사용한다고 제안되어 있다. 기저대역의 핵심적인 특징으로 다중접속방식으로 CDMA/

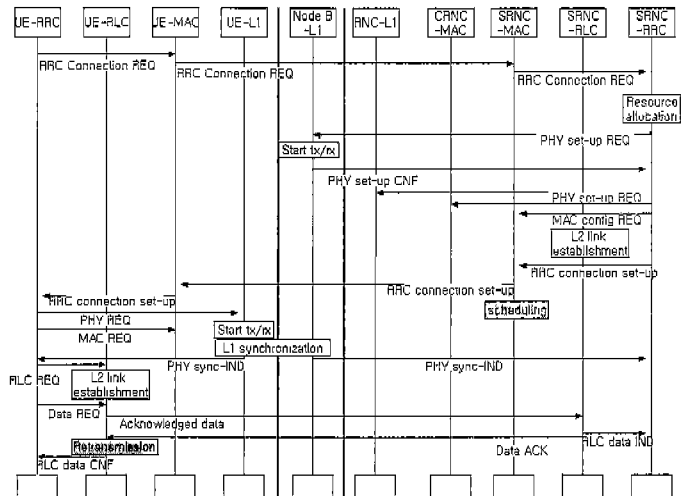


그림 4. 3GPP 근간 위성에서의 Call Procedure 예.

FDMA를 사용하고, 변조방식으로는 QPSK와 OCQPSK를 제시하였으며, 동적 채널 할당 방식을 사용한다. PHY layer는 강우에 대비한 Adaptive modulation and coding 방식이 제안되고 있으며, QoS 보장, 우선 순위 보장 및 Scheduling을 고려한 MAC protocol이 제시되고 있다. RLC의 기능으로 ARQ와 FEC를 이용한 Hybrid ARQ를 사용하고, RRM의 기능은 Handover control, Power management, CAC, DCA, Radio Access Bearer Control 및 Radio link surveillance 등이 있다. 그림 4는 Acknowledged mode를 채택한 Uplink에서 일어나는 Call procedure를 제시한다.

2. 위성 망에서의 제약과 QoS 적용

위성통신에는 다음과 같은 문제점들을 가지고 있다.

가. Propagation Channel Characteristic

위성을 사용한 무선 통신 시스템은 Fading의 영향으로 위성에서의 Round trip delay가 존재한다. 이러한 지연을 방지하기 위해 위성의 Diversity를 통해 지구국의 수신호 Power 범주를 최소화하면서 지연시간을 단축하는 기술이 제공된다. 채널 상태 예측을 통한 피드백 정보를 보유하고, 적응형 알고리즘과 Signaling 방법을 사용할 것이다.

나. Doppler Effect

위성의 Doppler와 Delay 현상은 Gateway station과 위성의 이동성에 의해서 생성된다. 이러한 현상은 위성궤도를 추정할 수 있는 정밀한 위성기반의 궤도 예측장치를 통해 보완할

수 있다. 한 예로 위성의 Downlink Doppler 현상은 각 안테나 Beam들 사이에 위치한 Feed-forward 기능을 제거하는 특징이 있다. 따라서 위성의 Doppler 현상을 예방하는 방법으로는 사용자 터미널의 복조기에서 또 다른 Doppler 현상을 예측할 수 있도록 Downlink에서 미리 측정하는 기능을 두고, Uplink에서는 정확한 Doppler 계산을 통한 효율적인 데이터 할당방법을 모색해야 한다.

다. Satellite Diversity

Satellite diversity는 시스템의 성능을 증가시킨다. Satellite diversity를 이용하는 방법 중 하나는 고속의 Directive antenna를 채택하는 것이다. 한편 Physical layer control 대안으로는 Processing Gain과 Equalizer를 적용하여 Physical layer의 성능을 보완한다. 그림 5은 적응적인 Radio 관리를 위한 하나의 예를 제시한다.

III. 핵심 기술 연구 사항

본 연구에서 IP 패킷 전송 및 접속 기술은 Spot

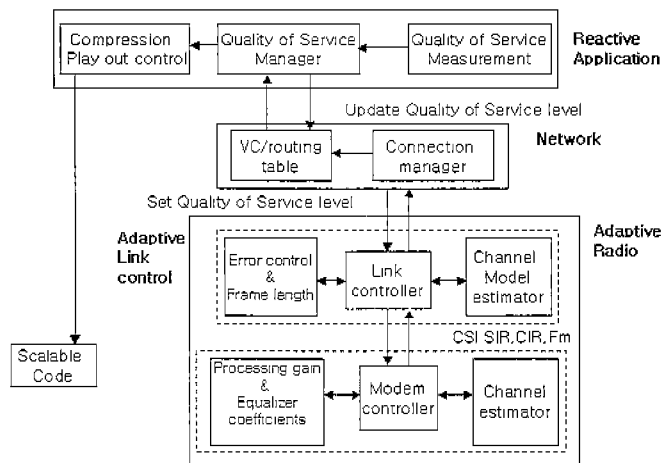


그림 5. Adaptive radio management.

beam을 갖는 비 정지궤도 위성을 이용한 시스템에서 유리하고 통계적 다중화에 의해 패킷 교환 방식에 적합한 CDMA 접속 방식을 기반으로 한다. IP 패킷 전송 및 접속 기술을 위한 적응형 신호 형성 기술은 초고속 위성통신 시스템에서의 적응형 전송에서 개발된 적응형 변조 및 코딩 기술과 알고리즘을 적용한다. 이동위성시스템에서 IP 패킷 서비스 시에 가장 핵심적으로 고려해야 하는 사항은 위성 링크 상에서의 전송 지연 시간이다. 따라서 피드백에 의해 루프와 더불어 개방 루프에 의한 상태 정보 획득과 다음 시점에서의 채널 상태 예측을 통하여 피드백 정보의 유효성 부족이라는 단점을 보완하고 지연 시간에 민감하지 않는 적응형 또는 예측적인 알고리즘과 Signaling 방법을 도출하도록 한다. 위성 망에서의 IP 패킷 전송 환경이 지상 망과 다르기 때문에 위성 망 고유의 전송 및 접속 기술이 요구되나 차후의 이동통신시스템은 위성과 지상의 분리된 시스템이 아닌 통합된 시스템으로 발전될 것이므로 통합화된 위성망과 지상망을 고려하여 시스템을 고려하여 설계하고 구현해야 한다.

1. PHY Layer

제4세대 이동통신의 Satellite 부분에 있는 물리계층에서 사용될 기술은 아래와 같은 특징을 가진 기술이 적용될 것으로 전망된다.

- 주파수 자원을 효율적으로 사용하는 TDD 방식의 무선 접속 방식
- 채널 용량을 증대시키는 MUD 및 스마트 안테나 기술
- 적응형 변복조 및 채널 코딩 기술
- 고품질 QoS의 패킷 데이터 서비스 구현을 위한 통신방식
- 저 전력형/저 복잡도로 단말기를 구현하기 위한 통신 방식
- SDR 기반으로 물리계층을 구현하는 방향

- adaptive channel estimation 기술을 고려한 Physical 계층의 자원 최적화 기술

시스템 용량 증대를 목적으로 한 CDMA 이동통신 시스템에서 용량 증대에 지배적인 영향을 주는 중요한 요소는 전력제어다. Interference를 효과적으로 극복하여 시스템의 성능을 향상시키기 위한 방법으로 신호의 송수신시 빔의 각도 또는 감도를 조정하여 간섭의 세기를 줄이는 스마트 안테나 기술과 다중 사용자 신호를 검출하거나 필터를 사용하는 다중사용자 신호제거기술이 있다. 그러므로 실시간으로 송수신 시스템의 파라미터를 변화시킬 수 있는 구조가 되어야 하며, 단일 단말기를 사용하면서 망 환경에 따라 시스템의 구성을 소프트웨어로 환경 설정하는 SDR 기술이 필수적이다.

제4세대의 물리계층은 수많은 데이터의 종류와 환경 하에서 다양한 요구품질을 만족시키기 위하여 보다 적극적이고 유연한 구조의 시스템으로 변화할 것으로 예상된다. CDMA 및 TDMA/FDMA를 결합한 혼합적인 다중접속방식이 될 것이다. 4세대에서 사용될 변조방식기법으로는 현재까지 제안된 기법 중에서 OFDM기법이 가장 유력하다. 채널코딩으로서는 Turbo coding 방식이 현재까지 개발된 코딩 방식 중 가장 유망한 방식으로 볼 수 있으나, 비교적 낮은 음성의 경우에 대해서는 Convolutional coding도 적합하다. 제4세대에서는 Turbo 부호화기가 데이터의 형식에 무관한 채널코딩방식으로 사용될 것이다.

2. MAC Scheduling

MAC 프로토콜은 여러 가지 중요한 기능을 제공한다. 첫 번째로 MAC은 채널 상태를 제어한다. 두 번째로는 "Best effort"전송을 담당한다. 세 번째는 Multiplexing과 QoS 제어를 제공한다. 네 번째는 짧은 Bursty data를 고려한다. 마지막으로 복잡한

Reservation access를 수행한다. 이것은 높은 속도와 낮은 Common channel access를 제공하기 위한 특성이라고 볼 수 있다. 여기서 중심으로 다뤄질 MAC의 기능 중에는 Data traffic을 효과적으로 전송할 수 있는 Scheduling 부분이다. Scheduling에서 크게 문제가 되는 점은 전송 채널에 있어서 Deep fading를 미리 알고 대처하기 어렵다는 점이다. Bursty한 Traffic을 전송하게 되는 위성에서는 신중히 고려되어야 할 부분인데, 지금까지 보아왔던 Scheduling 기법들은 Long-propagation delay가 없는 단순 무선망에서 쓰이는 것들이었다. 앞으로 더욱 연구해야 할 과제는 이러한 것들을 고려한 최적의 Scheduling을 제안하는 것이다. 이 방법에서는 각 데이터가 Classifier를 거쳐 나간 데이터들이 Real time traffic과 Non real time traffic로 나뉘어 각 큐로 들어가서 Scheduling을 기다림으로써 전송이 공평하게 보장이 되도록 하는 방법을 채택하였다. Delay에 민감한 RTT는 데이터의 크기가 대부분이 크기 때문에 Longer queue size를 이용하고, NRTT의 큐의 크기는 가능한 작게 하여 지연 민감도를 최대한 만족시켜주는 방법이다. 앞으로의 연구방향은 기존의 Voice 위주의 대칭적인 전송방식에서 벗어나 비대칭적이고 또한 Web 트래픽을 위한 방식으로 바뀌어가고 있기 때문에 그에 적합한 알고리즘을 제시하는 것이다. 또한 Bit rate이 낮은 것에서 높은 것까지 효율적으로 전송할 수 있도록 고려한다.

3. Hybrid ARQ Type-II 기법

위성 채널의 특성을 극복하기 위해 RLC(Radio Link Control)의 기능 중 Error correction 기법을 살펴보고 효과적인 Hybrid ARQ 기법을 제시한다. 기존의 ARQ 기법과 FEC 기법을 혼합한 기법으로서 수신기의 요구에 따라 송신하는 채널 부호율을 변화하여 전송함으로써 성능을 향상시킬 수 있

을 것으로 기대되는 기법이다. 해결책으로 Stop-and-Wait 프로토콜을 병렬화 하여 채널이 Idle상태에 있을 때에는 독립된 H-ARQ protocol을 구동시키는 N-channel Stop-and-Wait 프로토콜을 HDR에서 이용하고 있다. 그러나 위성 환경에 맞는 다양한 멀티미디어 데이터를 Service하면서 Throughput을 증가시키기 위해서는 Turbo coding과 Selective Repeat ARQ에 기반을 둔 Hybrid ARQ type-Ⅱ를 사용하는 것이 좋다. 또한 QoS를 만족시킬 수 있는 level에 따라 데이터를 구분하여 적응적으로 재전송과 Coding기법을 달리 하여 성능을 증대시킬 수 있다. 재전송 버퍼의 내부를 다중 버퍼로 구성하여 데이터 형태별로 우선순위를 두어 Scheduling을 통해 서비스를 해준다. 비교적 Size가 작은 Background class (FTP traffic 및 E-mail traffic)는 재전송 횟수에 비해 하여 2R multi-copy기법을 사용하여 효율을 증대시킨다. 공정성도 만족시켜 줄 수 있는 WRR (Weighted Round Robin) scheduling 기법을 쓰기로 한다. Fading channel 상태에 적응적인 FEC coding기법과 효율적인 Scheduling 기법의 도입을 통해 더 향상된 성능을 보일 수 있을 것이다. 이러한 것을 위성에 적용하기에는 알고리즘이 너무 복잡한 단점이 있으나 하드웨어는 꾸준히 발전하고 있고, 큰 대역폭을 지원하는 위성통신에서 보다 나은 QoS의 제공이 초점이 될 것이라 생각된다.

4. Resource Allocation

Resource allocation은 Resource의 소비량과 제공 가능한 Resource의 양을 상호 조절하고 Resource의 낭비를 제거함으로써 질을 높이고 용량을 증가시킬 수 있고, Network의 신뢰성 및 성능을 향상시킬 수 있다. 시스템의 Resource으로써는 Code, Channel, Bandwidth, Rate, Traffic 등이 있다. 여러 Resource 중에 Code, Channel

및 Bandwidth에 대한 Allocation scheme들과 앞으로 어떤 Allocation scheme들이 사용되어 질 것인지에 대해 알아 보도록 하겠다.

Bandwidth allocation 방법으로 Reservation의 여부에 따라 구분해 보겠다. Reservation을 하는 이유는 점점 시스템의 Cell range가 작아지고 사용자의 움직임이 많아짐에 따라 Handover가 많아지게 되는데, 이러한 Handover로 인해 감소되는 QoS를 Bandwidth reservation 방법으로 향상시킬 수 있기 때문이다. 우선, Reservation을 하지 않는 방법은 Multimedia traffic을 지원하기 위한 방법으로 Reservation과 같은 Control이 없는 방법이다. 이 방법은 높은 Bandwidth의 이용률과 새로운 Connection에 대한 낮은 Blocking 확률이 특징이다. 그 대신 Handover connection에 대한 Dropping 확률이 높다는 것이 단점이다. 두 번째로 Reservation을 사용하는 방법으로 Bandwidth Reassignment 방법이 있는데, 이 방법은 Traffic을 RT와 NRT로 구분하여 Reservation시 RT connection을 위해 충분한 Bandwidth가 없다면 Active한 NRT connection의 Bandwidth를 빌려와 RT connection을 위해 사용한다. 이 방법으로 Handover의 Dropping 확률을 줄일 수 있다. 앞으로는 시시각각 변화하는 Network의 상태에 따라 Bandwidth reservation의 양을 조절하는 Adaptive 방법과 Soft QoS 방법을 이용한 Bandwidth allocation 방법이 사용될 것이다. 이 방법이 시스템의 성능과 Network 이용률을 증가시킬 수 있기 때문이다. 앞으로의 Resource allocation은 상황에 맞게 Dynamic하고 Adaptive한 Allocation scheme들을 사용하면서 시스템의 용량과 사용자에게 만족할 만한 QoS를 제공하게 될 것이다.

5. Power Allocation 및 Control

CDMA system에서는, 발생하는 Interference와 Battery consumption의 문제 때문에 Power control의 중요성이 매우 커진다. 위성에서 추적이 가능한 Slow power level의 변화는 위성의 Pass loss의 변화, 위성과 사용자 Antenna gain의 변이, Shadowing, 사용자 MT speed 변동, Time varying co-channel interference 등 다양한 원인이 될 수 있다. Power control은 크게 두 방식으로 Open-loop power control과 Closed-loop power control이 있다. Closed-loop power control은 Inner-loop power control과 Outer-loop power control으로 구성된다.

Power control의 Step size를 기존의 3GPP에서 보다 더 높여주는 방법이 필요하게 될 것이고, TPC command를 기존 1-bit에서 2-bit로 증가시켜 더욱 다양하게 Power를 조절하는 방법이 Long round trip delay 때문에 겪게 되는 Power control의 어려움을 극복하는 방안으로써 고려될 수 있다. 뿐만 아니라 Fading channel에서 Received power를 일정한 Level로 유지하기 위해 Channel gain variation을 Prediction하여 그에 따른 적절한 Power control을 수행한다면 더욱 효과적인 대안이 될 수 있을 것이다. Deep fading을 극복하기 위해서는, Error가 지속되는 시간에 비례하여 Step size를 적응적으로 증가시키는 방법을 생각해 볼 수도 있을 것이다. 또한 무엇보다도 Satellite에는 복잡하게 구현된 알고리즘이 적용되는 것이 불가능하기 때문에 단순하면서도 큰 효율성을 가지는 알고리즘 개발이 필요하다. Adaptive하고 Predictive한 기법을 위해 Control system theory, Fuzzy theory, Kalman filtering, Neural network 및 Time series analysis 기법 등을 이용하여 위성 Channel에 적합한 전력제어 문제를 많이 풀고있는 실정이다. 근래에는 Pricing 및 Utility 개념과 최적화 이론을 이용한 Multimedia traffic을 위한 Power control 기법에 많

이 적용되는 경향을 보이고 있다.

6. Call Admission Control

Multimedia 환경 하에서는 복잡한 트래픽이 생성될 것이다. 정확한 트래픽 모델링 기술 및 성능분석방법을 개발하는 것이 Correlated 및 Burst한 트래픽을 모델링 및 해석하는데 중요하다. Real-time CAC application을 위해 근사화 방법과 Bounded approach를 사용하며, Fluid Flow Model, Central Limit Approximation, Chernoff Bound 및 Refined Large Deviation theory를 이용하여 Transient outage probability를 유도해 낸다. QoS requirement에는 Outage probability, Frame loss ratio, Delay, Jitter 등이 있지만, Uplink에서 Outage probability가 QoS measure로 사용된다. Outage probability의 Transient analysis에 기반을 둔 Control scheme은 link의 효율성을 높이는 데에 기여하게 된다. Queuing model의 해결 방법에는 Matrix analytic method, Probability generating function 및 Fluid-flow approximation가 있다. 그러나 Connection setup 시간에 제한이 있어서 New connection의 수락 여부가 빨리 결정지어져야 하기 때문에 간단하고 다루기 쉬운 Fluid-flow approximation을 사용한다. 지금까지의 연구에서는 Steady-state scheme을 사용해 왔지만, 큰 Round-trip delay가 존재하는 Satellite IMT-2000에서는 적절한 방법이 아니기 때문에, Round-trip delay 이후의 Outage probability를 예측하는 Transient/predictive scheme을 사용해야 한다.

7. Handover Control

미래의 다양한 멀티미디어 요구를 만족시키기 위

해서는 고속의 패킷 교환과 효율적인 Routing 기법을 요구한다. LEO satellite system의 Handover의 종류는 크게 3가지로 나눌 수 있다. Inter-beam handover, Inter-satellite handover, Inter-FES handover(Inter-Fixed Earth Station Handover)가 그것이다.

Inter-beam handover는 Mobile Terminal (MT)가 MT의 이동 혹은 SAT의 이동으로 인해 한 SAT에서 어떤 빔이 커버하는 영역에서 다른 빔의 영역으로 들어섰을 때 요구된다. MT는 근접한 빔의 Pilot signal level을 계속 모니터링하고 이 세기가 특정 Threshold 이상이 되거나 Pilot crossing이 발생하면 Network에게 알린다. Network는 이것과 Satellite의 위치 정보를 바탕으로 같은 Data의 두 Beam을 통한 송신 여부를 결정하고 MT에게 부가된 Signal의 변조를 요구한다. MT는 Maximum Ratio Combining (MRC) 방법으로 다른 빔으로 날라온 두 Data를 결합한다. 단말이 HO의 성공 응답을 Network에 보내면 Network은 그 전 채널의 자원을 해제한다.

Inter-satellite handover는 MT 혹은 FES가 SAT의 영역이 겹쳐진 곳에 위치하고 통신을 Seamless하게 서비스하기 위해 한 Satellite에서 다른 Satellite로 이동하여야 할 경우 발생한다. MT는 Satellite의 Resource를 할당 받으며 근접한 빔의 Pilot signal level을 계속 모니터링하고 이 세기를 Network에게 알린다. Network는 이것과 Satellite의 위치 정보를 바탕으로 같은 Data의 두 Satellite을 통한 송신 여부를 결정하고 MT에게 부가된 Signal의 변조를 요구한다. 이 경우 Satellite의 Path diversity가 적용된다. 첫 Satellite의 Visibility를 잃었을 때 Inter-satellite HO가 발생하고 그리하여 새로운 Satellite와 연결된 경우 처음의 채널은 해제된다.

Inter-FES handover는 Satellite HO 시에 HO 전 Satellite의 FES(Old FES)와 HO 후

Satellite의 FES(New FES)가 서로 연결될 수 없을 때에는 Satellite HO와 동시에 FES 간의 HO도 필요하다. Inter-FES handover는 FES 사이를 협상한다. New FES가 MT에게 Carrier를 전송하기 시작하면 MT는 Old FES의 요청에 따라 New FES의 Signal을 찾는다. MT가 New FES의 Signal을 찾고 그 사실을 Old FES에 알리면 Old FES는 MT에게 전송하는 것을 멈춘다.

8. TCP/IP

위성은 Congestion 발생을 막기 위해 Window size를 늘리고 RTT의 Burst error를 줄이는 방법이 있다. GEO 위성 Link의 경우 End-to-end delay가 증가되고, Traffic congestion 과 Rate control의 기능이 감소시킨다. 이는 Throughput에 영향을 미친다. LEO 위성 Link의 경우 Dynamic topology로 생기는 RTT 때문에 심각한 유동성 문제를 앓고 있다. RTT는 재전송과 Timeout을 유발할 수 있다. 따라서 Window의 값을 증가시키는 방법으로 이를 보완해야 한다. 위성 Link에서 TCP의 경우 Congestion으로 인한 Packet 손실인지 Channel error로 인한 Data 손실인지 판별할 수 없기 때문에 위성 및 TCP 성능 측면에서 우수한 IETF TCP, SACK, TCP splitting, Web caching, TCP spoofing 등의 Protocol 개발이 요구되고 있다. 또한 RLC, MAC 등의 lower layer들과의 Interaction을 고려한 Wireless TCP/IP 구현에 많은 연구가 필요하다.

IV. 결 론

IMT-2000 이후의 제4세대 이동통신시스템은 다양한 QoS 서비스 요구와 다양한 채널 특성을 고려할 뿐만 아니라 지상 시스템들과 위성 시스템을 통한

Converged 이동통신 시스템이다. ITU-R WP8F는 IP 기반의 패킷 서비스 제공을 목표로 위성 부문을 포함한 Vision 관련 부분을 현재 표준화 중에 있다. 본 논문에서는 3GPP, 3GPP2, ETSI, ITU-R WP8D 및 ITU-R WG8F에서 수행 중인 3세대 및 4세대 이동통신 기술에서 무선 액세스 프로토콜 분야의 표준화 동향 및 기술을 검토한 후 무선 접속 부분에서 새로운 핵심 기술을 제시하였다. 즉 IP 기반의 새로운 패킷 접속 및 제어 기술을 MAC, RLC, RRC, RRM, Power control algorithm, CAC Algorithm 및 Handover control 측면에서 제시하였다. 이동통신기술과 더불어 위성통신기술도 Bluetooth 및 WLAN과 함께 4세대 이동통신 분야에서 중요한 부분이 될 것이다.

※ 감사의 글

본 연구는 한국전자통신연구원의 지원에 의해 수행된 결과입니다.

※참고문헌

- [1] ITU-R, "SAT-CDMA Project; MAC protocol specification(Release A Compatible with 3GPP Release 1999)", SAT-CDMA TS 25.321 v1.0.0, 2001.
- [2] 3GPP, "Radio resource management strategies", TR 25.922 v3.5.0, Mar. 2001.
- [3] 3GPP, "UTRA high speed downlink packet access", TR 25.950 v4.0.0, Mar. 2001.
- [4] 차세대이동통신기술개발협의회, 3세대 이동통신 이후의 기술개발에 관한 기획 연구, 2001. 5월.
- [5] ITU-R WP8F, "PDNR: Vision framework and overall objectives of the

future development of IMT-2000 and of systems beyond IMT-2000”, Oct. 2001.

- [6] ESTI, “Satellite Earth Stations and System (SES): Satellite component of UMTS/IMT-2000”, TR 101 865 v1.1.1, July 2001.



장영민

1985년 경북대학교 전자공학과 학사, 1987년 경북대학교 전자공학과 석사, 1999년 University of Massachusetts 컴퓨터과학과 박사, 1987년~2000년 한국전자통신연구원 무선방송기술연구

소 선임연구원, 2000년 9월~현재 덕성여자대학교 컴퓨터 과학부 전임강사, 2001년~현재 정보통신부 IT 표준 전문가(4세대 이동통신 분야), <관심분야> 4세대 이동통신(Physical Layer, Link Layer, and Network Layer), Radio Resource Management, Bluetooth, and OBP Satellite Networks.