

4세대 이동통신의 국내외 표준화 연구

*정영식 **오행석 ***박기식 ****박치항

*한국전자통신연구원 표준연구센터 표준기획연구팀

**한국전자통신연구원 표준연구센터 표준기획연구팀, 팀장

***한국전자통신연구원 표준연구센터, 센터장

****한국전자통신연구원 정보화기술연구본부, 본부장

(Tel : 042-860-4930, FAX : 042-861-5404)

E-mail: *jys@etri.re.kr, **hsohs@etri.re.kr, ***kipark@etri.re.kr, ****chpark@etri.re.kr

A Local and International Standardization Survey on Forth Generation Mobile Communication

*Jeong, Young Sic , **Oh, Haeng Suk, ***PARK, Ki-Shik, ****Park, Cheehang

*Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

다양한 종류의 데이터 서비스를 다양한 무선환경에서 다양한 요구품질을 만족시키면서 제공하는 이동통신 기술이라면 일차적으로는 제4세대 이동통신기술로 분류할 수 있다. 4세대 이동통신기술은 이동통신 시스템을 구성하는 각각의 구성 요소들이 현재까지의 제 2세대 및 현재 개발중인 제3세대 이동통신 기술과는 차별화 된 형태를 가져야 하며 3세대까지의 이동통신 기술에 비하여 보다 발전적이고 통합적인 형태를 띠어야 할 것이다. 제4세대 이동통신의 핵심기술은 다음과 같은 기술을 포함하고 있다 : Adaptive coding and modulation, Smart antenna, Interference cancellation, Advanced mechanism between various networks

본 논문에서는 이와 같은 기술들의 개발현황 및 표준화 현황에 대해 기술하고자 한다.

Abstract

The mobile communication technology which provides various data service and satisfies the required quality in wireless environment can be classified as the forth generation mobile communication technology. the forth generation communication technology must has diferece with the 2nd and 3nd generation mobile communication technology. It must has the more advanced and more united shape than 3nd generation mobile communication. The forth generation mobile communication technology include following technology: Adaptive coding ar modulation, Smart antenna, Interference cancellation, Advanced handoff mechanism between networks. In this study, I represent the development and standardization of this technology.

I. 서 론

다양한 종류의 데이터 서비스를 다양한 무선환경

에서 다양한 요구품질을 만족시키면서 제공하는 이동통신 기술이라면 일차적으로는 제4세대 이동통신기술로 분류할 수 있다. 이러한 요구조건을 만족시키기 위해서는 이동통신 시스템을 구성하

I. 서 론

다양한 종류의 데이터 서비스를 다양한 무선환경에서 다양한 요구품질을 만족시키면서 제공하는 이동통신 기술이라면 일차적으로는 제4세대 이동통신기술로 분류할 수 있다. 이러한 요구조건을 만족시키기 위해서는 이동통신 시스템을 구성하는 각각의 구성 요소들이 현재까지의 제 2세대 및 현재 개발중인 제3세대 이동통신 기술과는 차별화 된 형태를 가져야 하며 3세대까지의 이동통신 기술에 비하여 보다 발전적이고 통합적인 형태를 띠어야 할 것이다. 따라서 이러한 관점에서 제 4세대의 이동통신은 cellular 통신을 근간으로 하는 이동통신망과 Wireless LAN (WLAN) 및 Wireless Personal Area Network (WPAN) 등과의 통합된 환경에서 상호 연동할 수 있는 구조를 가지게 될 것이다. 이를 위하여 제 4세대 이동통신에서는 이러한 여러 복합 망들 상호간의 연동을 위한 노력들이 경주되고 있다. 이러한 노력들의 일환으로 고려되고 있는 것이 backbone network을 IP 기반으로 하자는 all IP network에 대한 구상이며 IMT-2000의 일부로서 현재 논의가 진행되고 있는 과정에 있다.

망 측면에서의 복합망사이의 연동에 더하여 다양한 서비스를 사용자가 원하는 만큼 제공해 주기 위해서는 기본적으로 제공 가능한 데이터 전송률이 기존의 이동통신 방식에 비하여 현저히 증가하여야 한다. 즉, 제 3세대 이동통신 서비스인 IMT-2000에서는 2Mbps 정도의 데이터 전송률을 indoor 또는 pedestrian 환경에서 얻을 수 있을 정도의 서비스를 가정하고 있으나 제 4세대 이동통신에서는 그 이상의 데이터 전송률을 제공하여야만 원활한 서비스의 제공이 가능해 질 수 있는 것이다. 현재 WLAN의 경우에는 10Mbps 이상의 데이터 전송률을 제공할 수 있는 표준이 존재하고 있으나 단말의 이동성에 대한 고려가 cellular 기반의 이동통신 방식에 비하여 떨어지는 편이다. 또한 WPAN의 경우에는 최근에 Bluetooth 및 home RF 등의 등장과 함께 개인의 활동 영역에서의 제한된 이동성을 보장할 수 있는 spec을 갖는 제안들이 나타나고 있으나 이들의 경우에는 아직 고속의 데이터 전송률을 만족하지는 못하고 있는 실정이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 제 4세대 이동통신의 개발에는 복합적인 망의 연동과 관련되는 부분과 무선접속 성능의 개선을 하여야 한다는 부분이 모두 포함되어 있다. 이들 중에서도 제 4세대 이

동통신 부분에서 더 큰 부분을 차지하고 있는 것은 복합 망의 연동과 관련되는 부분이며 이러한 연동과 관련되는 부분의 연장선상에서의 무선접속 기술의 개선이 필요한 부분이다. 현재 제3세대 이동통신인 IMT-2000에 대해서도 아직 표준이 확립되지 않은 단계이기 때문에 제4세대의 이동통신과 관련해서는 전세계적으로도 공식적인 언급이 없는 상태이다. 따라서 본 절에서 다루게 될 내용의 주는 현재의 제3세대 이동통신 및 WLAN, WPAN 계열에서의 표준화 과정과 연계하여 이들 표준 제안에서 다루고 있는 내용들 중에서 제4세대에 적합한 기술들에 대한 것을 주로 다루는 것으로 하고자 한다.

II. 4세대이동통신의 핵심기술

제4세대 이동통신의 데이터 전송률 개선을 위한 무선접속 기술로는 다음과 같은 기술들을 생각할 수 있다.

- Adaptive coding and modulation
- Smart antenna
- Interference cancellation
- Advanced retransmission schemes
- Ad-Hoc network and their coexistence
- Advanced handoff mechanism between various networks
- 기타

각각의 기술에 대하여 알아본다.

1) Adaptive coding and modulation

이동통신의 환경은 multipath와 fading으로 특징 지을 수 있으며 이러한 channel 환경은 전송 가능한 데이터의 전송률에 제한 요인으로 작용하게 된다. 이러한 이동 채널 환경에서의 효율적인 데이터 전송을 위해서 전력제어와 같은 기법을 이용하여 항상 일정한 통화 품질이 유지되도록 하는 방식이 지금까지의 이동통신에서 이용되고 있던 기법이었다. 그러나 보다 효율적인 데이터의 전송을 위해서는 채널의 상태에 대한 정보를 이용하여 적응적으로 데이터 전송률을 변경시키는 것이 throughput 측면에서 유리하다는 연구 결과들이 발표되고 있다. 즉, 채널의 상태가 좋지 않을 경우에는 데이터 전송률을 낮추고 오류정정 부호기법을 더욱 강하게 적용하고, 채널의 상태가

좋은 경우에는 오류정정 부호기법을 약하게 적용하면서 데이터 전송률을 높이는 방법을 사용할 수 있는 것이다. 이러한 연구를 통하여 제4세대 이동통신이 요구하는 고속의 데이터 전송률을 달성할 수 있을 것으로 생각된다.

2) Smart antenna

일반적인 무선통신 시스템의 경우 송신 및 수신 안테나는 일정 범위의 수신각도와 일정 방향으로부터의 신호를 송수신 하는 용도로 사용되었다. 그럼으로써 시스템 영역내의 여러 단말들로부터의 신호들이 모두 특정 단말의 수신 신호에 섞이게 되어 간섭으로 작용하게 되었다. Smart 안테나는 이러한 간섭의 효과를 배제하기 위하여 특정 단말로부터의 신호에 대하여 안테나의 수신각도를 집중함으로써 다른 단말로부터의 간섭신호의 양을 최소화 하기 위하여 개발되었다. 이동통신 시스템의 경우 간섭에 의하여 용량의 제한이 되므로 smart antenna 기법을 도입하게 되면 간섭의 양을 최소화 할 수 있어 이동통신 시스템의 용량을 증대 시키는 효과를 얻게 된다.

3) Interference cancellation

Smart antenna가 공간적으로 분포되어 있는 간섭을 줄이기 위하여 특정 신호에 대한 localization을 이용하는 방식이라면 interference canceller는 간섭이 섞여 있는 신호에서 적극적으로 간섭을 추정하여 이를 제거함으로써 순수한 신호만을 수신하고자 하는 방식이다. Smart antenna와 같이 간섭의 양을 최소화 할 수 있어 이동통신 시스템의 용량을 증대 시키는 효과를 얻게 된다.

4) Advanced retransmission schemes

데이터의 전송에 있어서 중요한 성능평가의 척도 중의 하나는 순간에서의 데이터 전송률뿐만 아니라 데이터의 throughput이 어떤가 하는 것이다. 데이터의 전송을 오류 없이 하기 위해서는 전송되는 신호의 품질을 일정 수준이상으로 유지시켜야 한다. 이는 이동통신 시스템의 전체 용량 측면에서는 큰 minus 요인이 된다. 오히려 일정 수준의 전송 오류가 발생되더라도 이를 retransmission을 이용하여 보정하는 방식이 시스템 전체의 용량을 보다 효율적으로 사용하면서

시스템 전체의 throughput을 높이는 방식이 될 수 있다. 이러한 기법이 보다 효율적으로 이용되기 위해서는 retransmission에 의한 delay를 최소화 하면서 retransmission 되는 데이터의 양을 최소화 할 수 있는 방안에 대하여 연구하여야 한다.

5) Ad-Hoc network and their coexistence

WLAN 또는 WPAN 계열의 network에서는 단말들간의 임시 network이 구성되며 이러한 network들이 여러 개가 구성되기도 한다는 것을 가정한다. 또한 이러한 ad-hoc network들이 cellular 시스템과 같은 지역에 overlay로 존재하는 상황도 발생하게 될 것이다. 이러한 상황에서의 단말의 시스템 선택에 대한 issue는 서비스의 효율성 및 경제성과 관련하여 반드시 해결되어야 할 과제이다.

6) Advanced handoff mechanism between various networks

여러 종류의 복합적인 network을 구성함에 있어서 앞에서 언급한 단말에서의 시스템 선택과 더불어 이들 시스템간의 handoff 와 관련되는 issue 또한 해결해야 할 과제 중의 하나이다. 통화의 연속성과 통화품질과의 관계로부터 seamless handoff는 통화품질의 유지를 위하여 반드시 필요한 과정이며 이를 서로 다른 network 사이에서 해결해 주어야만 한다. 또한 이러한 과정의 주체가 되는 시스템에서는 handoff 로 인한 과부하상태가 발생하면 곤란하므로 handoff에 의한 부하의 경감을 위한 handoff mechanism도 연구에서 같이 고려 되어야 한다.

III. 제4세대 이동통신의 시장 현황

제4세대 이동통신의 경우에는, 아직 제3세대 이동통신인 IMT-2000의 시장도 도입단계이기 때문에 제 4세대라는 이름으로 공식적으로 언급할 만큼의 시장은 형성되어 있지 않은 실정이다. 다만 제 4세대 이동통신을 구성하게 될 것으로 생각되는 다양한 종류의 복합망들 중에서 Bluetooth와 IEEE802.11을 중심으로 한 WLAN, WPAN 계열의 시장이 점차로 형성되어 가고 있는 과정에 있는 것으로 보인다. 특히 bluetooth의 경우 현재의 단계는 여러 제조업체들의 consortium이 중심이 되어 de-facto standard의 형태로 보급이 이루어

지고 있으나 IEEE802.15에서 WPAN의 표준으로 확립하기 위한 표준화 작업이 진행되고 있어 이러한 과정을 거쳐 표준으로 확정되고 나면 보급이 더욱 확대될 것이라고 생각된다.

이동통신망의 경우에는 아직 IMT-2000에 대한 투자도 이루어지지 않은 상태이기 때문에 시장에 대하여 속단할 수는 없으나 하나의 이동통신 표준이 새로이 시장을 주도하기 까지 10년의 주기로 이루어져 왔던 사실에 비추어 2005년까지의 시장은 크지 않을 것으로 생각된다.

따라서 이러한 관점에서 볼 때 제 4세대 이동통신의 시장은 초기에는 WPAN 또는 WLAN을 중심으로 한 보급이 주를 이룰 것으로 보이며 이러한 부분에 대한 보급이 이루어진 이후에 all IP 등의 backbone 망을 이용하여 3세대의 이동통신 시스템과 WPAN, WLAN 사이의 통합이 이루어지고 그 이후에 이동통신망이 4세대로 발전해 나가는 형태를 띠는 것으로 생각된다.

이러한 시장에 대한 예측의 어려움은 국내와 국외를 통틀어 제4세대 이동통신에 대한 논의가 구체적으로 진행되고 있는 것이 공식적으로는 없기 때문이며 제3세대의 이동통신에 대한 시장이 어느 정도는 성숙된 이후에야 공식적인 제4세대 이동통신에 대한 발표가 나오기 시작할 것이기 때문이다.

IV. 제4세대 이동통신의 기술개발 현황

앞에서 언급한 바와 같이 제4세대 이동통신의 경우에는, 아직 제3세대 이동통신인 IMT-2000의 기술도 개발단계이기 때문에 제 4세대라는 이름으로 공식적으로 언급할 만큼의 기술개발은 공식적으로 발표되지 않고 있는 실정이다. 다만 IEEE를 비롯한 저명 학회지 등의 기사나 논문을 통하여 WLAN, WPAN과 관련된 망의 구성과 현재의 표준화 노력, 그리고 표준의 개략적인 설명 등이 4세대 기술이라는 이름 없이 간혹 발표되고 있는 형편이다[1, 2].

기사나 논문 등을 통하여 알려진 연구의 내용에 따르자면 현재 개발되고 있는 4세대 관련 기술들은 주로 WLAN, WPAN 계열의 망과 이동통신망들이 overlay 되어 있는 상황을 가정하여 이들 사이의 연동을 어떻게 할 것인가 하는 분야에 상당히 많은 노력을 기울이고 있음을 알 수 있다.

무선 접속 분야에 있어서는 앞의 4세대 이동통신의 핵심기술 section에서 언급한 기술 분야들에 대하여 학계와 산업계를 통하여 많은 연구가 진행되고 있으며 어느 정도의 가시적인 성과들도 보이고 있는 실정이다. 즉, Smart antenna와 interference canceller 기술에 있어서는 기존의 이동통신 시스템과 접목시키기 위한 구현기술로 일부는 이미 상용화의 노력도 보이고 있으며 비동기 IMT-2000 표준에서는 이 기술들을 보다 쉽게 시스템 개발에 적용할 수 있도록 표준을 작성하고 있다[3, 4, 5, 6, 7, 8]. 이외에도 adaptive coding and modulation 과 advanced retransmission scheme 등에 대한 연구가 진행되어 일부는 3GPP2 와 3GPP의 IMT-2000 표준에 포함되어 있다.

이러한 기술들의 개발은 Ericsson, Nokia, Lucent, Qualcomm, Motorola 등의 주요한 통신장비 제조업체들을 중심으로 하여 이루어지고 있으며 이들 기술들 중에서 표준으로 확립되어야만 하는 기술 분야 들에 대해서만 공식적인 발표가 이루어지고 있다. 국내에서도 삼성전자, LG정보통신, ETRI 등을 중심으로 3세대의 뒤를 이룰 4세대의 기술에 대한 모색이 이루어지고 있으나 아직은 모색의 단계인 것으로 판단되며 실제의 구현은 아직 이루어지지 않고 있다.

현재 국내외를 막론하고 기술개발의 중심은 IMT-2000 이라는 3세대의 이동통신 시스템 개발에 초점이 맞추어져 있으며 국외의 주요 통신장비 제조업체들이라고 하여도 4세대 기술에 대한 개발은 연구소를 중심으로 하여 이루어지고 있는 것으로 보이며 이렇게 선행연구의 성격으로서 개발된 기술들을 이후의 4세대 이동통신에 대한 표준개발 과정에서 포함시킬 것으로 생각된다.

V. 제4세대 이동통신의 표준화 현황

현재 공식적으로 4세대 이동통신의 표준화를 추진하고 있는 단체나 표준화 기구는 없다고 해도 과언이 아니다. 다만 각국의 표준화 기구 또는 대표적인 연구기관에서 비공식적으로 차세대의 이동통신 기술에 대한 협의를 진행하고 있으나 협의내용이나 결과에 대해서는 거의 알려진 것이 없다. 현재까지 알려진 비공식적인 4세대 관련 움직임들을 요약해 보면 다음과 같다.

- 북미 : NSF (National Science

Foundation)에서 차세대 이동통신 시스템에서 필요한 기술들에 대한 워크샵을 개최하고 있음.

- 유럽 : ACTS (Advanced Communication Technologies and Services) 프로그램내의 FRAMES (Future Radio wideband Multiple access Systems)에서 ACTS Mobile communication summit을 통해 제 4세대 이동통신 시스템에 대한 관한 논의가 이루어지고 있으나 자료는 공개하고 있지 않음.

- 유럽 : PCC (Personal Computing and Communication)에서는 제 4세대 무선통신 인프라스트럭처에 관한 프로젝트를 여러 해 동안 해 오고 있으나 세부 관련 기술에 대해서는 공개하고 있지 않음.

- 일본 : NTT Docomo에서 제4세대 이동통신에 대해 Post IMT-2000이라는 이름으로 연구를 수행하고 있으나 아직 공개된 자료가 없는 상황임.

이처럼 4세대의 이동통신과 관련해서는 거의 자료가 없는 상황이나 현재 3GPP2를 중심으로 하여 새로이 부상되고 있는 동기식 IMT-2000에 대한 개선방향으로써의 1X evolution version은 4세대 이동통신의 형태가 어떤 형태를 가질 것인가에 대한 방향성을 제시해 주고 있다고 보여진다. 즉, 무선 접속기술의 핵심기술 항목에서 언급한 내용들 중의 대부분, 즉 adaptive coding and modulation, advanced retransmission scheme 등이 이 표준제안 (아직 표준으로 확정되어 있지는 않음.)에는 포함되어 있는 것이다. 또한 이동통신 시스템으로서 circuit data 보다는 packet data service에 중점을 둬으로써 all IP를 표방하고 있는 차세대의 backbone 망과의 연동도 보다 수월하게 이루어 질 수 있는 구조를 제안하고 있는 점도 역시 4세대 이동통신이 가져야 할 복합 망에서의 연동이라는 측면을 보다 수월하게 지원할 수 있는 구조를 갖고 있다고 볼 수 있다. 이러한 점에서 비록 3GPP2라고 하는 3세대의 이동통신 표준을 다루는 기구에서 토의되고 있는 표준제안이기는 하나 4세대 이동통신이 추구하고자 하는 기본 방향과 일치 할 수 있는 형태를 띠고 있는 점이 강점이라고 할 수 있다.

종합해 보면 현재 제4세대라는 공식적인 명칭으로써 활동을 하고 있는 표준화 기구는 전세계적으로 찾아 볼 수 없으며 현재로서는 network 분야에서는 all IP를 다루는 3GPP 및 3GPP2, 무선

접속 분야에서는 동기식 IMT-2000의 개선안으로서 제안된 1X evolution version을 다루는 3GPP2 등이 실질적으로는 가장 4세대에 근접한 표준을 다루고 있는 기구들이라고 할 수 있다.

VI. 결론

4세대이동통신은 아직 시장은 형성되어 있지 않지만 중요성은 점차 증가되고 있으며 이에 따라 세계적으로 표준화가 추진중이다. 국내 통신업계가 세계적인 경쟁력을 가지고 앞서 나아가기 위해서는 표준화가 선행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] IEEE Personal Communications, Connectivity and Application Enablers for Ubiquitous Computing and Communications, Feb. 2000, Vol.7 No.1
- [2] K. Pahlavan et al., Handoff in Hybrid Mobile Data Networks, IEEE Personal Communications, Apr. 2000, Vol.7 No.2, pp.34-47
- [3] 3GPP TSG RAN, 3G TS 25.201 : Physical layer general description (Release 1999), March 2000
- [4] 3GPP TSG RAN, 3G TS 25.211 : Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels (FDD) (Release 1999), March 2000
- [5] 3GPP TSG RAN, 3G TS 25.212 : Multiplexing and channel coding (FDD) (Release 1999), March 2000
- [6] 3GPP TSG RAN, 3G TS 25.213 : Spreading and modulation (FDD) (Release 1999), March 2000
- [7] 3GPP TSG RAN, 3G TS 25.214 : Physical layer procedures (FDD) (FDD) (Release 1999), March 2000
- [8] 3GPP TSG RAN, 3G TS 25.215 : Physical layer Measurements (FDD) (FDD) (Release 1999), March 2000