

FPLMTS 무선 관련 기술 및 공통성

洪仁基

韓國移動通信 PCS 推進本部

I. 서론

현재 우리나라의 이동 무선 통신은 1세대인 아날로그 방식(FDMA)을 거쳐 CDMA 방식을 근간으로 한 2세대 이동 통신으로 발전하여 상용화에 성공하였다. 이밖에 2세대 이동 통신으로 TDMA 방식을 근간으로 한 유럽의 GSM(High Tier)과 DECT(Low Tier), 일본의 PDC(High Tier)와 PHS(Low Tier)등이 상용 서비스 되고 있다. 그러나 이처럼 세계 여러 지역에서 각기 다른 시스템을 운영하고 있는 관계로 자신의 단말기로는 다른 지역에서 서비스를 받을 수 없다. 이러한 1, 2세대 이동통신의 불편함을 제거하기 위하여 ITU에서는 전 세계 어느 지역에서나 동일 단말기로 통신 가능한 차세대 이동 통신에 대한 표준화를 추진하기로 결정하고 이를 위한 작업을 진행 중이다. 즉, 이동 통신 시스템은 점점 더 발전하고 있지만 각기 나름대로의 방식을 채택하여 발전한다면 전세계적인 Roaming과는 점점 더 멀어지게 되므로 조기에 표준화를 진행하여 이를 방지하고자 함이다.

1985년에 시작된 Future Public Land Mobile Telecommunication Systems(FPLMTS)에 관한 표준화 작업은 2000년 경에 2000MHz 대역 부근에 FPLMTS 도입을 목표로 하고 있고 이러한 시간적 의미와 사용 주파수 대역을 강조하기 위하여 IMT-2000(International Mobile Telecommunications 2000)로 불리기도 한다. 그러나 표준화 작업이 진행된 지 10여년이 지났지만 가시적인 성과는 미미하고 현재에 이르러서는 전세계적인 표준화에 대한 기대 보다는 지역 별(예를 들면 아시아 지역, 유럽 지역, 미주 지역 등) 표준화가 보다 더 현실적이라는 의견도 대두되고 있다.

FPLMTS의 여러 가지 특징 중 가장 많이 인용되어 지며 모든 FPLMTS 권고안에서 공통적으로 발견되는 특징은 다음과 같다.

- 시스템 설계에 있어서 전 세계적으로 높은 공통성(commonality) 보장
- FPLMTS내의 서비스와 고정망의 서비스간의

호환성(compatibility) 보장

- 고 품질 서비스 제공
- 하나의 단말기를 통한 전세계 roaming 구현

이 밖에도 향후 개발될 발전된 기술과 서로 다른 응용 서비스를 쉽게 도입할 수 있는 개방형 구조(open architecture) 및 가능한한 작고 단순한 구성에서 서비스 요구 증가에 따라 보다 크고 복잡한 시스템으로 구성할 수 있도록 모듈화된 구조 등을 특징으로 꼽을 수 있다.

또한 2세대 이동 통신 시스템에서는 음성과 저속 데이터를 이동 차량과 보행자 환경에서 제공하고 있지만 실제 환경이나 외진 지역에서는 서비스 되지 않고 있는데 반하여 FPLMTS에서는 실내, 실외 환경 및 사용자 밀집 지역에서 외진 지역의 서비스가 가능해야 하며, 육·해·공 모든 상황에서 서비스가 이루어 져야 한다. 또한 모든 응용 서비스 즉 가정용 무선 전화, 이동 전화, 무선 호출, 무선 데이터 등의 모든 서비스를 포함하여야 한다.

또 한가지 FPLMTS 개발에 있어서 활발히 논의되고 있는 것 중의 하나는 이러한 FPLMTS가 도입되었을 때 FPLMTS가 어떻게 전개 되어야만 성공적으로 정착할 수 있을 것인지에 대한 논의이다. 주된, 성공 여부는 FPLMTS 시스템이 기존의 시스템 보다 얼마나 더 많은 편리함과 우수한 성능을 제공하는가에 달려 있다고 보고 있다. 즉, 2세대 이동 통신 시스템이 이제 막 상용화되는 시점에서 FPLMTS가 2000년 경에 도입되어 질 경우 기존의 시스템과 차별화 되어지지 않으면 성공하기 어렵다고 보고 있다. FPLMTS가 도입될 시기에는 기존의 이동 시스템과 광범위한 영역에서 경쟁을 하게 될 것이고 최근 ITU 회의에서는 FPLMTS가 기존의 시스템과 차별화되기 위해서는 다음과 같은 특징과 기능을 지녀야 한다고 논의 되어진 바 있다.

- 고속 데이터 처리
- 높은 서비스 품질(특히 음성에서)
- 전세계적인 표준화
- 단말기 이동성을 이용한 전세계적인 roaming
- 지능망을 기반으로 한 서비스 창출 및 ITU-

T Q.1200을 기반으로 하는 서비스 profile 관리능력

- 멀티미디어 지원
- 다양하고 넓은 동작 환경
- 넓은 시장 확보를 통한 낮은 가격 유도
- 전세계적으로 쉽게 얻을 수 있는 장비
- 전세계적으로 공통의 주파수 대역
- 보안성 향상
- 진화를 위한 유연성(flexibility)
- ITU-T M.3000을 기본으로 하는 시스템 운영
- 개발도상국 요구 수용
- 보다 쉬운 운영
- 주파수 효율과 가격 경쟁력을 높여주기 위한 유연한 무선 운영

아직까지는 FPLMTS에 대한 구체적인 권고안이 작성되지 않았고 따라서 FPLMTS에 대한 명확한 위상이나 개념이 정리되지 않은 상황에서 무선 접속 방식을 개발 하고자 할 때, 앞서 열거한 항목중 전세계적인 표준화가 이루어 져야 구현 가능한 항목(전세계적인 roaming등)과 유선 관련 부분을 제외 한다면 FPLMTS 무선 접속 방식 구현 시 고려해야 할 사항으로 고속 데이터 처리, 고 품질 서비스 제공, 멀티미디어 지원, 다양하고 넓은 동작 환경 지원, 주파수 효율과 가격 경쟁력을 높여주기 위한 유연한 무선 운영 등을 들 수 있다.

본 논문에서는 이를 구현 하기 위한 FPLMTS를 목표로 개발되고 있는 CDMA 시스템들의 설계 방안을 항목별로 살펴보고자 한다. FPLMTS 구현에 있어 가장 유력시 되고 있는 다중 접속 방식은 CDMA 방식이다. FPLMTS에서는 약 20Mbps까지의 데이터를 처리 할 수 있어야 한다고 권고하고 있고, 그 첫 번째 단계로 2Mbps정도까지의 서비스를 목표로 하고 있다. 이처럼 광대역 서비스를 제공하기 위해서는 CDMA 방식이 가장 적절하며 특히 같은 이유에서 광대역 CDMA 방식이 유력시 되고 있다.

아울러 본 논문에서는 FPLMTS에서 강조되고 있는 공통성(commonality)에 대하여 알아보고 무선 관련 기능(radio related function)들을 언급하

고자 한다.

II장에서는 FPLMTS 무선 접속의 목표 및 무선 접속 구현에 있어 강조되고 있는 공통성에 관하여 살펴보고, III장에서는 무선과 관련된 기능들을 열거하고 그 기능들의 역할을 정의하였다. 마지막 IV장에서는 현재 CDMA 방식으로 FPLMTS를 목표로 개발되고 있는 개발되고 있는 시스템들(CODIT, NTT DoCoMo 시스템, KMT 시스템)의 특징을 고찰하고 특히 한국 이동 통신에서 FPLMTS를 목표로 개발하고 있는 광대역 CDMA 시스템을 소개하고자 한다.

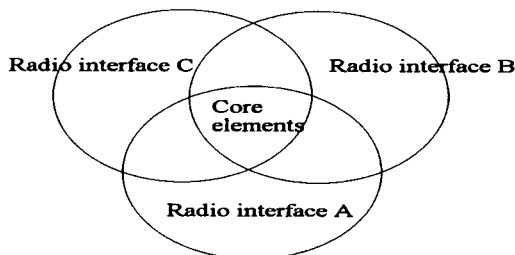
II. FPLMTS 공통성(commonality)

FPLMTS에서는 다양한 동작 환경에서 이동 무선 환경에서 제공하는 서비스 및 유선에서 제공하고 있는 모든 응용 서비스 제공을 목표로 하고 있고 이를 수용하기 위해서는 하나 이상의 무선 접속 방식이 필요할 것으로 여겨지고 있다. 따라서 FPLMTS 무선 접속의 목표는 가능한 한 무선 접속의 수를 줄이는 것과 이들 무선 접속들 간의 공통성을 최대로 하는 것이다. 또한 이러한 무선 접속 방식(들)을 제공하고자 하는 서비스에 따라 유연하게 적용할 수 있도록 하는 것이다. 이를 통하여 다양한 환경의 모든 서비스에 대하여 하나의 저가의 단말기로 접속하려는 것이 FPLMTS 무선 접속의 최종 목표이다.

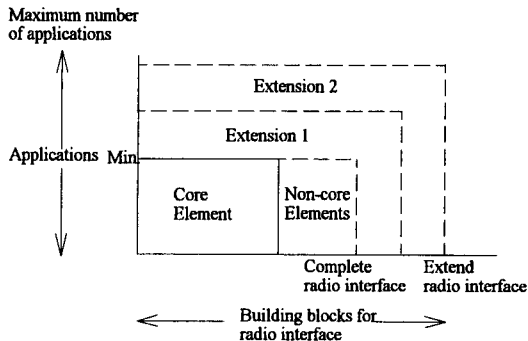
공통성이란 그림 1과 같은 무선 접속들의 핵심 요소들의 공통 그룹으로 정의할 수 있다^[1].

핵심 요소의 개념은 다양한 동작 환경과 서비스 사용 요구사항에 쉽게 대응할 수 있는 공통된 플랫폼을 정의할 수 있게 하여준다. 또한 다양한 동작 환경이나 서비스 요구 사항에 대한 대응 능력은 전송 흐름 상의 다양한 모듈들을 “소프트웨어” 적으로 재구성 함으로써 실현 가능하다.

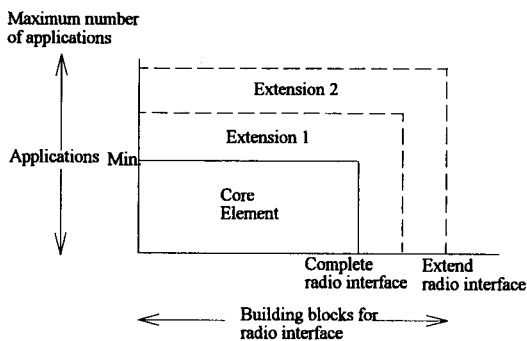
공통성을 최대로 하기 위한 FPLMTS 무선 접속 구성 절차는 우선 핵심 요소를 정의하고 그림 2나 3에 나타난 것 처럼 모든 응용 서비스를 지원하기



〈그림 1〉 핵심 요소 개념



〈그림 2〉 무선 접속 방법 I



〈그림 3〉 무선 접속 방법 II

위한 나머지 요소를 핵심 요소에 추가하는 행렬 방법에 의해 구현되어 진다. 그림 2는 핵심 요소만으로는 어떤 응용 서비스도 제공할 수는 없지만 나머지 요소의 적절한 첨가를 통하여 전체 서비스를 제공하는 방법을 나타내고 그림 3은 그림 2의 특별한 경우로 핵심 요소가 어떤 특정 무선 접속을 정의할 수 있는 경우를 말한다.

FPLMTS.RC(Radio Commonality)에 관한 권고안을 작성하는 것은 무선 접속 관련 기능과 파라미터가 여러 가지 동작 환경에서 공통적으로 사

용될 수 있도록 정의하고 이후에 작성하게 될 FPLMTS 무선 접속 권고안 등에 활용하기 위해서이다.

공통성에는 Type 1,2,3의 3가지 종류가 있고 그 구분은 다음과 같다.

Type 1: 비화 알고리즘(ciphering algorithm)과 같이 자연적으로 공통이 될 수 있는 기능

Type 2: 측정값 보고(measurement reporting)와 같이 단지 기능의 일부분만이 각각의 무선 환경에서 사용될 지라도 모든 무선 운영 환경에서 같은 방식으로 설계 될 수 있는 기능

Type 3: 정보 프레임밍 구조(information framing structure)와 같이 다른 요소에 다소간의 제한 요소로 작용하더라도 모든 무선 동작 환경에 공통 요소로 지정하는 것이 유리한 기능

현재 상태로는 FPLMTS에서 요구하는 무선 접속의 갯 수가 몇 개나 될 지, 또 그것이 어떤 형상 일지에 대해 알 수 없으므로 공통성에 대한 정의는 무선 접속 방식들에 대해 고려할 수 없고 무선 동작 환경들을 기준으로 정의하여야 한다. 무선 접속 환경에 대해서는 네트워크 요소(공중 셀룰라 응용, 가내용 무선 전화 응용, 무선 호출 응용 등), 물리 요소(실내/외, 도심/준도심/시외, 육상/위성 등), 사용자 요소(집/사무실에서 사용, 정지/보행자/차량 등)를 고려하여 총 13개의 환경(9개의 육상 환경과 4개의 위성 환경)이 정의 되어져 있다^[2].

또한 이러한 여러 환경에 대한 공통 기능으로 판정하기 위한 기준(criteria)을 설정하고 이에 따라 공통성을 정의하는 것이 효과적이라 생각되지만 이 기준을 설정한다는 것 자체가 매우 어렵기 때문에 기준에 의한 공통성 정의 방법은 고려되지 않고 있고, 대신 특정 기능이 공통 요소가 되기 어려운 이유를 찾는 방식과 공통성을 해치는 요소(commonality killer)를 찾는 방식을 취하여 공통성을 정의하려 하고 있다.

현재 FPLMTS.RC에 관하여는 그다지 진행되어

진 상황은 없지만 1992 World Administrative Radio Conference(WARC-92)에서 FPLMTS 주 파수 대역으로 1885-2025MHz와 2110-2200MHz 대역을 할당 한 바 있다.

그 밖에 현재까지 고려되어진 공통성은 앞에서 공통성 type3에서 예로 들었던 정보 프레임 크기에 대한 것이다. 음성, 비디오, 패킷 서비스가 모두 다른 비트율을 요구하기 때문에 프레임 크기를 비트 단위로 정의한다. 고속의 비트 율을 요구하는 서비스는 대부분 실시간 처리가 중요시 되기 때문에 시간 지연을 적게 하는 것이 중요하고 저속의 비트 율을 요구하는 서비스는 오버헤드를 적게 해주는 것이 중요하기 때문에 두가지 경우를 모두 고려하여 적절히 정의하여야 한다. 현재 한 프레임 크기로는 80비트가 적절할 것으로 여겨지고 있다. 이는 향후 4kbps 음성 부호화(codec) 기술이 개발 될 경우 프레임 지연이 20msec로 부적절하게 여겨지나, 32kbps의 경우 프레임 지연이 2.5msec이고 8kbps의 경우 10msec로 현재 ITU SG15의 음성 부호화기의 요구 조건에 맞기 때문이다. 또한, 비디오 서비스는 현재의 기술과 향후 발전 가능성을 고려하여 picture-frame 율을 10frames/sec으로 고려하고 있다. 그밖에, 앞으로 ATM 형태의 패킷 네트워크가 유력시 될 것이고 다양한 비트 율을 수용하기 위해서 사용자 요구에 따라 대역폭을 할당해 줄 수 있는 기술(bandwidth on-demand)이 필요 시 될 것이라 권고하고 있다.

III. FPLMTS 무선 관련 기능

FPLMTS에서 무선과 관련된 모든 기능을 열거하는 것은 공통성을 정의하려 할 때 기본 자료로 활용하려는 목적과 이러한 무선 관련 기능들을 특정화하는 것은 실제 FPLMTS 무선 접속 권고안 작성의 일부가 될 수 있기 때문이다.

무선 관련 기능은 크게 Radio Bearer Control (RBC), Mobile Radio Bearer Control(MRBC), Radio Resource Control(RRC), Mobile Radio

Resource Control(MRRC), Radio Frequency Transmission and Reception(RFTR), Mobile Radio Transmission and Reception(MRTR)의 6 가지 부류로 구분되어 진다.

1. RBC와 MRBC에 속하는 기능들

- 무선 베어러 연결 및 해제(radio bearer connection set-up and release) :

종단간(end-to-end) 연결 및 해제 과정에 관련된 기능이며 종단간 연결 상의 요소들을 관리하고 유지한다

- 매크로 다이버시티 제어(macro-diversity control) :

요구되는 서비스 평가 기능(service assessment function)의 질에 따라, 여러개의 채널을 통하여 동일 정보를 전송하기 위한 정보의 복제등을 제어한다.

- 무선 전송 적응 제어(radio transmission adaptation control) :

무선 매체의 특성(low bit rate, high BER, etc.)에 따라 사용자 정보를 적응시키는 과정을 제어하며, 이 적응 기능은 지원하고자 하는 서비스 종류(음성, 데이터 등)에 따라 서로 다른 무선 전송 기능들(source transcoding, rate adaptation, delay adjustment, etc.)을 선택 함으로써 구현되어 진다.

2. RRC 와 MRRC에 속하는 기능들

- 물리 채널의 할당과 수거(allocation and deallocation of physical channels) :

RBC로 부터의 연결 및 해제 요청을 물리 채널의 요청으로 바꾸어 주고, 거기에 상응하여 물리 채널을 할당 혹은 수거하며 그 결과를 RBC에 보고 한다. 또한 핸드오버 시에 물리 채널을 재할당 하고, 통화중 요구되어지는 무선 자원의 양이 변화 할 경우 이에 맞게 물리 채널을 할당하는 역할을 한다.

- 물리 채널 선택(physical channel selection) : 적절한 물리 채널을 선택하는 기능.
- 물리 채널 설정(physical channel establishment) :

물리 채널을 무선 자원에 매핑하는 역할 및 제어를 수행하고 필요한 모든 멀티플렉싱과 디멀티플렉싱 기능 뿐 아니라 RFTR과 MRTR로의 정보의 듀플렉싱을 제공한다. 이 기능은 또한 동적 채널 할당, 불연속 전송(discontinuous transmission), 주파수 호핑(frequency hopping)의 구동 및 제어와 연관이 있다.

- 가용 물리 채널의 갱신(updating available physical channels) :

가용 물리 채널 목록을 갱신하는 기능을 수행하고 이 목록은 가용 채널의 특징(비트 율과 관련된 항목 등)을 포함한다.

- 서비스 질 평가(quality of service assessment) :

전체 서비스 질과 무선 채널의 질에 대한 평가 값들을 모으고, 이 값들을 RBC에서 요구하는 값과 비교하여 매크로 다이버스티 조절 기능이나 핸드오버 시작등과 같은 기능을 수행한다.

- 핸드오버 시동(handover initiation or escalation) :

핸드오버를 필요로 하는 적절한 상태가 나타날 때마다 핸드오버를 시행한다.

- 데디케이트 모드에서 셀 선택(cell selection in dedicated mode) :

데디케이트 모드에서 네트워크나 이동 단말기에 존재하는 무선 채널의 질에 대한 평가 보고를 이용하여 이동 단말기가 다른 셀로 이전할 것인지의 여부를 결정하는 셀 선택 과정을 실행한다.

- 시스템 정보 방송(system information broadcasting) :

하나의 셀에 접속하거나 연결을 설정할 때 필요로 하는 정보들(access right, network identification, frequency band used, etc.)을 방송한다.

- 채널 코딩 제어(channel coding control) :

채널 코딩 및 디코딩 기능에 관련된 제어 정보를 생성한다.

- 인터리빙 제어(interleaving control) :

인터리빙 및 디인터리빙 기능에 대한 제어 정보를 생성한다.

- RF 전력 제어(RF power control) :
이동국과 기지국의 전송 전력 크기를 제어한다.
- 주파수 보정 제어(frequency correction control) :

수신 신호의 중심 주파수로부터의 주파수 편이 값에 대한 보정을 수행한다. 이러한 주파수 편이는 송 수신단간의 상대 속도 차이에 의한 Doppler shift에 의해 발생한다.

- 불연속 전송 제어(discontinuous transmission control) :

예를 들면, DTX on/off와 같은 불연속 전송과 관련된 제어 정보를 생성한다.

- 페이징 실행(paging execution) :

이 기능은 이동국과 관련된 특정 사건이 네트워크에서 발생했을 경우, 네트워크가 이를 특정 이동국에 알려주려 할 때 구동되고, 이 기능은 이동국이 idle 모드(이동국이 active상태이기는 하지만 네트워크와 양방향 통신은 수행하고 있지 않는 상태)에 있을 때 수행되어 진다.

- 초기 접속 시도(initial access initiation) :

이동국에서 네트워크로 전송되어지는 초기 접속 메시지를 요구하는 것과 같은, 이동국이 네트워크로 초기 접속을 시도하도록 하는 기능이다.

- idle모드에서 셀 선택(cell selection in idle mode) :

이 기능은 idle 모드에서 수행되며, 이동국의 active 셀 추적(tracking)을 제어한다.

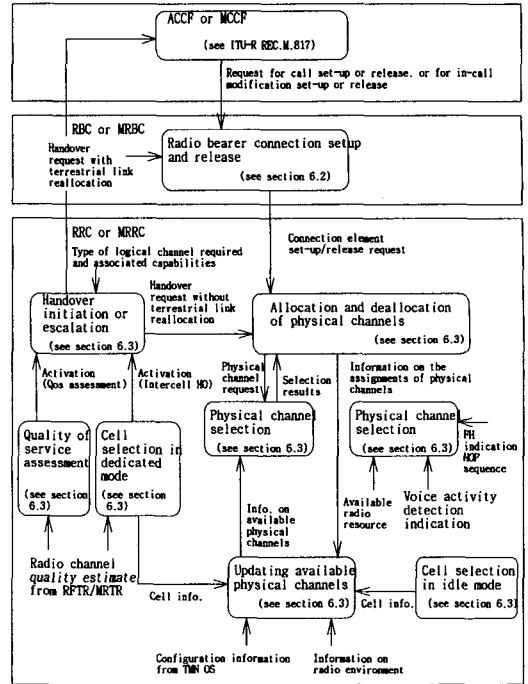
- 타이밍 제어(timing advance control) :

전송 타이밍을 제어하려 할 때 요구되어지는 제어 정보를 생성한다.

- idle 모드에서 순방향 타이밍 제어(downlink timing control in idle mode) :

페이징과 방송의 전송을 위한 적절한 시간을 결정하고 배터리 수명 연장을 위해 관련된 시간 제어 과정을 제어한다.

그림 4에 채널 설정과 해제에 관련된 RBC/MRBC와 RRC/MRRC간의 연관성을 나타내었다. 그림 4에서 ACCF와 MCCF는 각각 Access and Call Control Function과 Mobile Call Control Function을 의미한다.



(그림 4) 채널 설정 및 해제에 관련된 상호 관계

3. RFTR와 MRTR에 속하는 기능들

- 소스코딩/디코딩(source coding/decoding) :
소스 코딩은 무선 접속에 있어서 정보를 효율적으로 전송하기 위하여 입력 신호를 디지털화(digitise)하여 주고 특정 전송 환경(e.g. pre-emphasis)에 맞추어 신호를 변환하고 주파수 효율을 높여주기 위해 redundancy를 줄여 주거나 없애 준다.

- 트랜스 코딩(transcoding) :
특정 전송 매체에서 다른 전송 매체로 옮겨갈 때(예를 들면, 유선에서 무선으로의 전이) 신호를 새로운 매체에 맞추어 주는 기능 과 전송을 정합 기능이 이에 속한다.

- 흐름 제어(flow control) :
전송단 및 수신단의 버퍼 및 처리 용량을 초과하지 않도록 전송하려고 하는 정보의 흐름을 제어한다.

- 프레임링 및 세그멘테이션(framing and segmentation) :

포매팅 정보(formatting information : time

synchronisation patterns, guard bits/bands and training sequences to help estimate the channel distortion, etc.)를 삽입하여 입력 bit-stream을 프레임으로 쪼개주는 기능을 수행한다. 또한 전송 메시지가 프레임 길이 보다 길 경우에도 몇 개의 프레임으로 나누어 주는 기능도 포함한다.

- 메시지 재결합(message reassembling) :

메시지 세그멘테이션 및 전송시에 포함되는 메시지 재결합 방법에 대한 정보 등을 이용하여 몇 개의 프레임에 분산되어 있던 메시지를 재 결합하는 기능을 수행하며 프레임 동기 기능도 수행한다.

- 재 전송 오류 정정(backward error correction) :

오류가 발생한 프레임은 재 전송하는 기능으로, 수신 신호에 대해 전송 오류의 존재 여부를 검출하고 수정하는 기능을 수행한다.

그 밖에도 물리 채널 멀티플렉싱/디멀티플렉싱(multiplexing/demultiplexing of physical channel), duplexing, 비화(ciphering)/역비화(deciphering), 채널 코딩/디코딩, 인터리빙/디인터리빙, 시간 동기, 타이밍 제어 수행, 디지털 변복조, 마이크로 다이버시티 생성, equalization, 전송 전력 설정, 중심 주파수 보정, RF 송수신, 불연속 전송 및 수신 수행, 순방향 idle 모드에서 간헐적 신호 전송 및 수신 등의 기능이 있고 이는 RRC와 MRRC에서 내려오는 명령에 따라 실제 수행되어 지는 기능들이다.

4. 그밖의 무선 관련 기능들

- 무선 접속 정보에 대한 모니터링 및 분석 (radio access information monitoring and analysis) :

이 기능은 네트워크로 부터 하나 이상의 이동국에 전송되어 지는 무선 접속 관련 정보를 모니터링하고 분석한다. 모니터링의 목적은 어떠한 네트워크, 네트워크 운영자, 서비스 제공자가 이용가능한 가에 대한 검색과 그들이 제공할 수 있는 서비스 능력에 대한 검색이다. 이에 대한 정보는 이동국이 어떤 셀에 접속할 것인지와 데더케이트 모드에서 어떤 채널에 접속할 것인지에 관련된 분석의

기본이 된다. 무선 정보의 분석 기능은 이동국이 적절한 네트워크와 네트워크 운영자에 속한 적절한 셀에 접속하기 위한 제어 명령을 생성한다.

IV. 광대역 CDMA 시스템을 이용한 FPLMTS 시스템

앞 절에서 살펴본 바와 같이 아직까지는 FPLMTS에 대한 구체적인 권고 안이 작성되지 않았고 따라서 FPLMTS에 대한 명확한 위상이나 개념이 정리되지 않은 상황이다. 본 절에서는 이와 같은 상황에서 FPLMTS를 개발하는데 있어 고려하여야 할 내용을 살펴보고 현재 FPLMTS를 목표로 하는 광대역 CDMA 시스템이라 할 수 있는 유럽의 CODIT이나 일본 NTT-DoCoMo의 시스템 그리고 한국 이동 통신에서 개발하고 있는 광대역 CDMA시스템(이하 KMT 시스템)들의 공통적인 특징 및 차이점 등을 살펴 보고자 한다.

1. 무선 접속 방식 설계 시 고려 사항

서론에서 FPLMTS가 성공하기 위한 특징과 기능을 열거 하였는데 이중 전세계적인 표준화가 이루어져야 구현 가능한 항목(전세계적인 roaming 등)과 유선 관련 부분을 제외 한다면 FPLMTS 무선 접속 방식 구현 시 고려해야 할 사항으로 고속 데이터 처리, 고품질 서비스 제공, 멀티미디어 지원, 다양하고 넓은 동작 환경 지원, 주파수 효율과 가격 경쟁력을 높여주기 위한 유연한 무선 운영 등을 들 수 있다.

이를 위한 각 시스템들의 설계 방안을 항목별로 살펴보고자 한다.

- 고속 데이터 처리

FPLMTS에서는 음성/Message /Fax. /Data /Video를 포함하는 고속의 데이터 서비스를 제공하여야 하는데 FPLMTS 개발 첫번째 단계에서는 2Mbps까지를 목표로 하고 있다. CODIT이나 NTT DoCoMo 시스템의 경우 이를 위해 최대 20MHz의 대역으로까지 확산하고 특히, NTT

DoCoMo의 경우 KMT와 마찬가지로 하나의 입력 신호를 여러 개의 채널로 전송하는 Multi-code 방식을 채용하고 있다^[3,4]. 이 경우 같은 사용자의 채널간의 간섭(multi-code로 전송되어지는 채널들간의 간섭)을 고려하여 직교 부호로 채널을 구분하고 있다. NTT DoCoMo 시스템에서는 순방향의 경우 채널간의 동기가 맞아있으므로 IS-95와 마찬가지로 직교부호를 이용하여 사용자를 구분하여 사용자간 간섭 양을 최소화 하고 있다. 그러나 역방향의 경우 사용자들의 위치가 기지국으로부터 랜덤하게 위치하게 되므로 모든 이동국이 동일 시점에 신호를 전송하였다 하더라도 기지국에 수신될 때에는 수신 신호간의 동기는 맞지 않게 되고 따라서 역방향의 경우 사용자간 비동기 식을 채택하고 있다. 동기가 설정되지 않은 경우에는 직교 부호의 상호 간섭(cross correlation) 양은 PN 부호에 비해 크게 나타나므로 채널들은 PN 부호로 구분되어지고 직교 부호는 Multi-code 구조를 위해서만 사용되고 있다. KMT시스템에서는 순방향은 물론이고 역방향에서도 동기식 전송을 채택하고 있으므로 양방향 채널들은 모두 직교 부호로 구분되어 지며 따라서 별도의 코드를 할당하지 않고도 Multi-code 구조를 구현할 수 있다^[5]. 역방향 동기는 전력제어와 마찬가지로 전송 시간에 대한 제어를 수행함으로써 구현하고 있다^[6]. 전력제어가 전송 전력의 크기를 전력 제어 명령에 따라 조절하듯이 역방향 동기 제어도 전송 시점을 동기 제어 명령을 통하여 조절하고 동기 제어 명령어는 기지국에서 신호가 수신 되는 시점과 기준 시점을 비교하여 생성한다.

현재 KMT에서 개발 중인 시스템에서는 대역 확산은 5MHz로 고정되어 있고 이보다 더 큰 대역 확산 처리 이득을 요하는 고속의 데이터는 Multi-code 구조로 전송하고 있다.

CODIT의 경우 직교 부호를 도입할 경우, 채널간의 직교성을 유지하기 위해서는 데이터 심볼 길이가 고정되어 있거나 혹은 2의 누승으로 구성되어져야 하므로 다양한 확산율 구성에 제한이 있고 세심한 코드 선택이 이루어 져야 한다는 문제가 있어 순·역방향 모두 직교 부호를 채용하지 않

고 있다. 따라서, 직교 부호를 통한 신호간의 간섭 양 감소 효과를 얻지 못하는 반면, 입력 data rate와 확산 대역폭 설정에 있어 유연성(flexibility)을 최대한 살리고 있다.

● 멀티미디어 지원 및 유연한 무선 운영

멀티미디어를 지원하기 위해서는 입력 신호의 다양한 data rate와 요구 조건(BER, Delay constraint등)을 고려하여야 하고 유연하고 효과적인 무선 운영을 위해서는 입력 신호가 달라지거나 채널 상황 등의 변화에 곧 바로 대처 할 수 있어야 한다.

CODIT이나 NTT DoCoMo의 경우 이를 위하여 multi-bandwidth 대역 확산 방식을 채택하고 있으며 또한 traffic채널에 대한 제어 채널이 설정되어 있다. 즉, 전송하고자 하는 입력 신호 속도와 채널 상황, 사용자 요구 사항 등을 고려하여 CODIT의 경우 1/5/20MHz의 3가지 대역 중 하나의 대역으로 확산하고 있고 NTT DoCoMo의 경우 1.25/2.5/5/10/20MHz의 5가지 대역 중 하나로 확산하고 있다. 또한 신호 전송 시 입력 신호의 data rate는 프레임 단위로 변화 가능하고 이에 따라 확산 대역폭도 변화 가능하도록 설계되었다. 수신단의 신호 복조에 있어서는 입력 신호의 data rate와 확산 대역이 프레임 단위로 변하게 되므로 이에 대한 정보를 traffic 채널에 대한 제어 채널을 통하여 전송하고 있다. 제어 채널은 고정 data rate에 고정 확산 대역 폭으로 전송되어 지고 traffic채널은 제어 채널에서 얻어진 정보를 바탕으로 복조한다.

이와 병행하여 출력 신호의 전력 크기도 조절하도록 되어 있는데 대역 확산 폭은 정해져 있는 상황에서 입력 data rate가 변화 한다면 대역 확산 처리 이득이 변하게 되고 따라서 처리 이득이 적은 경우 높은 전력으로 전송하고 반대의 경우엔 낮은 출력으로 전송하는 구조이다.

multi-bandwidth 확산 대역과 전송 전력을 조절함으로써 무선 자원을 최대한 효율적이고 유연성 있게 활용할 수 있도록 설계하였다.

또한 채널 코딩의 경우 세가지 시스템 모두 쇄상 부호(concatenated code)를 채택하고 있다. 음

〈표 1〉 셀 종류에 따른 파라미터

Type	Mega	Macro	Micro	Pico
Radius	100-500km	≤35km	≤1km	≤50m
Installation	LEO/HEO/GSO	Top of building/ tower etc.	Lamp post/ Building wall	Inside building
Speed		≤500km/h	≤100km/h	≤10km/h

성 ($BER \leq 10^{-3}$)의 경우 길쌈 부호(convolutional code)만으로 처리하고 이보다 높은 성능을 요구하며 지연 시간에 덜 민감한 데이터($BER \leq 10^{-6}$)의 경우 Reed-Solomon 코드와 길쌈 부호로 처리하고 있고 인터리빙 길이도 음성에 비해 보다 크게 설정하고 있다.

● 다양한 동작 환경

동작 환경에 있어서도 이동 속도가 낮은 경우에서부터 높은 속도 모두를 처리할 수 있어야 한다. 채널 코딩과 전력 제어를 모두 채택하고 있는 CDMA 시스템에서는 이동체의 속도가 빠른 경우 페이딩 프로세스 또한 빠르게 진행되어 신호간의 연관성이 적어 지고 이 경우 채널 코딩과 인터리빙에 의한 채널 개선 효과가 크게 나타나는 한편 페이딩 프로세스의 변화가 천천히 변화한다면 전력제어가 충분히 채널을 보상해 주게 된다. 결국, 전력제어와 채널 코딩 그리고 인터리빙은 서로 연계하여 다양한 이동체의 속도에 따른 성능 열화를 막아 줄 수 있다.

다양한 동작 환경을 위하여 또 한가지 고려하여야 할 사항으로는 다층 셀 구조(multi-layered cell structure)이다. 주파수 효율을 최대화 하면서 다양한 이동 속도에 대한 최소 핸드 오버를 제공하기 위하여 다층 셀 구조를 고려하여야 한다. 사용자의 이동 특성이나 출력 전력 그리고 서비스 종류 등에 따라 적절한 셀 종류를 선택하는 것이 바람직 하고 FPLMTS 권고안(M. 1035)에서는 Mega, Macro, Micro, Pico 셀의 네가지를 권고하고 있고 자세한 내용은 표 1과 같다.

● 기타

세가지 시스템의 또 하나의 공통적인 특징은 기지국간 비동기 방식을 채용하고 있다는 점이다. 즉 IS-95의 경우 모든 기지국이 GPS를 이용하여 동

기를 설정하고 있는데 비하여 이들 시스템에서는 지하 공간 등에서는 GPS를 이용하기 어렵고 micro/pico 셀과 같이 많은 기지국을 요하는 환경에서는 설치 비용의 부담이 크고 또한 GPS와 같이 통제 할 수 없는 외부 시스템에 의존하는 것은 부담스럽기 때문이다. CODIT이나 NTT DoCoMo에서는 기지국간 비동기 방안 구현에 연구를 진행 중이며 아직 발표된 내용은 없는 상황이고 KMT에서는 2개의 pilot을 이용하는 방식을 채택하고 있다^[6,7].

또한 이와 관련하여 많은 연구가 진행되고 있는 분야는 기지국간 비동기 방식에서 소프트 핸드 오버 구현 방안 이다. 기지국간 동기가 설정되어 있지 않으므로 소프트 핸드 오버를 수행할 경우 각 기지국으로 부터 전송되는 심볼의 시간 차가 크게 나타나 소프트 핸드 오버가 불가능하다. 따라서, CODIT의 경우 소프트 핸드 오버 시에 현 기지국의 시간 정보를 옆 기지국에 네트워크를 통하여 알려 주고 이를 통하여 기지국간 동기를 설정하고 있고 KMT의 경우 네트워크 동기를 이용하여 기지국간 동기를 설정하고 있다.

또한가지 공통점으로는 역방향에서 coherent 복조 방식을 채택하고 있다는 점이다. IS-95에서는 역방향의 경우 noncoherent 복조를 채택하고 있는 반면 CODIT과 KMT는 역방향에 traffic 이외의 별도의 채널이 존재하고 이를 이용하여 위상을 추정하고 NTT DoCoMo의 경우 traffic 심볼 앞에 pilot 심볼을 전송하고 이 심볼에 대한 위상 추정과 interpolation 기법을 이용하여 coherent 복조를 수행한다.

부록 1에 CODIT, NTT DoCoMo, KMT 시스템의 특징을 비교하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 FPLMTS 무선 접속에서 강조 되고 있는 공통성의 정의 및 종류 그리고 현재까지 권고 되고 있는 내용과 무선 관련 기능들을 6가지 부류로 나누어 기술하였다. 또한 FPLMTS의 목표 및 요구사항등을 개괄적으로 살펴보고 특히,

FPLMTS를 위한 무선 접속 설계시 고려해야 할 사항으로 고속 데이터 처리, 멀티미디어 지원, 효율적이고 유연한 무선 운영, 다양한 동작 환경 지원등에 대해 살펴 보았다. 현재 FPLMTS를 목표로 구현되고 있는 시스템들에서는 이들 사항이 어떻게 수용되고 있는 지를 알아보고 KMT 시스템 구현 방안에 대해서도 고찰하였다.

〈부록〉 IS-95, CODIT, NTT-DoCoMo, KMT 광대역 CDMA 시스템 특징

IS-95	NTT DoCoMo	CODIT	KMT
<ul style="list-style-type: none"> ● Single band CDMA(1.25) Chip rate: 1.2288Mcps ● Code Long PN(2^{31})+Short PN(2^{23})+orthogonal(64) ● Inter-cell Synchronous Mode ● Reverse link Demodulation Noncoherent demodulation ● Modulation Data/Spreading Data(BPSK) Spreading (QPSK:forward, reverse) ● Asynchronous transmission in the reverse link ● Convolutional coding ● CODEC 8kbps QCELP 	<ul style="list-style-type: none"> ● Multiband CDMA(1.25/2.5/10/20) Chip rate:0.96, 1.92, 3.84, 7.68, 15.36Mcps ● Code Long PN($2^{31}-1$)+ orthogonal(32.128) ● Inter-cell Asynchronous Mode ● Reverse link Demodulation Pilot-symbol interpolation for reverse link ● Modulation Data/Spreading Data(QPSK) Spreading (BPSK:forward, reverse) ● Asynchronous Transmission in the reverse link ● Concatenated coding ● CODEC 8kbps PSI-CELP 32kbps ADPCM 	<ul style="list-style-type: none"> ● Multiband CDMA(1.25/5/20) Chip rate:1.023, 5.115, 20.46Mcps ● Code Long PN($2^{31}-1$)+ Short 127, 1023) ● Inter-cell Asynchronous Mode ● Reverse link Demodulation PCCH channel aided coherent demodulation ● Modulation Data/Spreading Data(QPSK) Spreading (BPSK:forward, reverse) ● Asynchronous Transmission in the reverse link ● Concatenated coding ● CODEC Variable Rate CELP 	<ul style="list-style-type: none"> ● Single band CDMA(5) Chip rate: 4.607Mcps ● Code Long PN($2^{31}-1$)+ orthogonal(128) ● Inter-cell Asynchronous Mode ● Reverse link Demodulation Pilot channel aided coherent demodulation ● Modulation Data/Spreading Data(QPSK) Spreading (BPSK:forward, reverse) ● Synchronous transmission(3dB Gain) in the reverse link ● Concatenated coding ● CODEC 32kbps ADPCM

참고 문헌

- [1] *Recommendation ITU-R M. 1035*
“Framework for the Radio Interfaces and Radio Subsystem Functionality for FPLMTS”.
- [2] *Recommendation ITU-R M. 1034*
“Requirements for the Radio Interfaces for FPLMTS”.
- [3] A. Baier et al., “Design Study for a CDMA-Based Third-generation Mobile Radio System,” *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, pp. 733-743, May 1994.
- [4] K. Ohno, M.Sawahashi and F. Adachi, “Wideband coherent DS-CDMA,” *IEEE 45th Vehicular Technology Conference*, Chicago, Illinois, USA, pp. 779-783, July, 1995.
- [5] Y.W. Park, E.K. Hong, T.Y. Lee, Y.D. Yang and S.M. Ryu “Radio Characteristics of PCS using CDMA,” *IEEE 46th Vehicular Technology Conference*, Atlanta, Georgia, USA, pp.1661-1664, April, 1996.
- [6] E.K. Hong, T.Y. Lee, Y.D. Yang, B.C. Ahn and Y.W. Park “Radio Interface Design for CDMA-based PCS” *IEEE International Conference on Universal Personal Communications*, Cambridge, Massachusetts, September, 1996.
- [7] E.K. Hong, Y.W. Park and J.H. Choi “System Design for Next Generation Telecommunication” *ACTS96*, Spain November, 1996.

저자 소개



洪仁基

1966年 1月 22日生

1989年 2月 연세대학교 전기공학과 공학사

1991年 2月 연세대학교 전기공학과 공학석사(통신시스템 전공)

1995年 8月 연세대학교 전기공학과 공학박사(통신시스템 전공)

1995년 9월 ~ 현재 한국이동통신 PCS추진 본부 선임 연구원

주관심 분야: CDMA 시스템, FPLMTS