

〈主 題〉

CDMA 단말기 구현을 위한 기술적 이슈

임 철 수

(신세기통신 기획실)

□ 차 례 □

- | | |
|-----------------------------|---------------|
| I. 서론 | IV. 이중모드 단말기술 |
| II. 상호변조(Intermodulation)문제 | V. 결 론 |
| III. 보코딩 방식 | |

이동통신 설비는 크게 기지국, 교환국과 이동국(단말기)으로 대별되고, 아날로그 방식과 디지털방식에 따라 기기 구성 및 동작이 다르다. 본 고에서는 무선 통신에 필요한 여러 장치중 사용자 개개인의 소지품으로서의 이동 단말기를 구현하는데 제기된 주요 개발 이슈는 물론 제조업자가 단말기를 개발하는데 고려해야할 사항들을 기술하였다.

이동단말기의 성능과 시장성을 평가하는 요소로는 다양한 기준이 있을 수 있으나, 먼저 이동단말기의 특징과 필요조건은 다음과 같다. ① 소형·경량일 것 ② 저소비 전력일 것 ③ 저가격일 것 ④ 온도·습도·진동·충격·전원전압변동 등 일약한 환경에 견디어낼 것 ⑤ 조작이 간단하고 주행중인 차내에서도 안전하게 쓸 수 있을 것 ⑥ 다기능을 구비하고 있어서 다중밴드(multiband), 다채널(multichannel), 다중모드(multimode)를 하나의 단말기로 지원할 수 있을 것. 특히 이들 가운데서 소형·경량화의 동향은 제조회사별로 기능과 성능이 약간 다르기는 하나 상기 ①,②,③이 우선 평가의 첫 대상이 된다. 최근에는 초소형·경량의 대표적인 것으로 모토로라에서 명함 크기에 무게 88g의 휴대폰을 출시하였는데 이는 단말기의 핵심기술인 집적회로의 발전에 기인하는 것으로 볼 수 있다. CDMA 단말의 경우에도 핵심이 되는 Chip-Set으로서 퀄컴사에서 개발한 MSM(Mobile Station Modem) 2.2가 개발완료되어 상용제품에 사용될 예정이며, 국내의 통신제조업체들도 퀄컴사로부터

MSM 칩을 공급받아 CDMA 단말기를 제조하고 있는 상황이다.

향후 단말기의 기술개발 발전방향으로는 다중모드 단말기, 직접변환(Direct Conversion), 소프트웨어 무선기술(Software Radio), System-on-a-chip 등을 생각해 볼 수 있다 [1]. 우선 다중모드 단말기 측면에서는 아날로그 셀룰라, 디지털 셀룰라, PCS, LEO 위성시스템, FPLMTS 등의 복수시스템이 공급됨에 따라 복수의 모드에서 동작하는 단말기 개발이 요구된다. 직접변환 방식은 수신 RF 주파수에서 IF를 거치지 않고 직접 기저대역으로 변환하여 처리함으로써 송수신기의 구조를 단순화하고, IC화를 촉진한다.

소프트웨어 무선기술은 Smart Radio 또는 Intelligent Radio로도 불리우며 주파수 밴드, 다중접속 방식 및 변조방식의 선택이 S/W 제어를 통해 구현된다. 또한 RF로부터 기저대역에 이르기까지 시스템의 종합기능을 하나의 칩에 구현할 수 있는 System-on-a-chip 기술도 향후 중요한 단말기술의 발전 방향이다.

그러나, 이하에서는 먼저 CDMA 단말기가 갖추어야 할 성능 및 특성을 먼저 설명하고 단말기 개발시 통화품질 보장을 위해 주요 이슈가 되었던 상호 변조(Intermodulation), 보코딩 기술을 설명한 다음, 시장성의 원리에 따른 이중모드 단말기 개발시 단일모드 단말기와 비교하여 고려되어야 할 사항들을 설명하고자 한다.

1. 단말기 성능 및 특성

CDMA 단말기가 좋은지 나쁜지를 어떻게 결정할 것인가? 이를 결정하는 첫번째 단계는 단말기가 제대로 작동하는지의 여부를 판단하는 것이며, 다음으로 성능측면에서 송신기(Transmitter)가 깨끗하고 좋은 품질의 신호를 만들어내는지 여부와 수신기(Receiver)가 잡음신호를 필터링할뿐만 아니라 고/저 레벨에서 원하는 신호를 잘 처리할 수 있는지 여부를 통해 판단할 수 있다. 더 나아가 기지국간의 소프트웨어 핸드오프가 잘 작동하는지도 중요한 판단기준이 된다. 이러한 측면에서의 AMPS와 CDMA 이중모드 단말기에 관한 시험절차가 IS-98(IS-98A)의 단말기에 관한 최소요구사항에 기술되어 있으며, IS-98은 단말기의 기지국, 교환국 장비에 대한 호환성(Interoperability) 시험까지 포함하고 있다. 이동단말에 관한 가장 좋은 기능시험 방법중 하나는 음성 품질점검 (Voice Quality Check) 이다. 음성품질 테스트를 수행하기 위해, CDMA 기지국 시뮬레이터는 이동단말기를 트래픽 채널에 링크시킨후 수신한 음성데이터를 CDMA 단말기로 반향(echo) 시키는 방법을 사용한다. 또한 송신기의 성능을 평가하기 위해서는 주파수(frequency) 특성, 타이밍, 신호품질, 출력 증폭기 등의 기능을 확인해야한다.

여기서는 단말기의 특성을 설명하는데 있어서 퀄컴(Qualcomm)사에서 개발한 QCP-800 모델을 인용하고자 한다. QCP-800은 CDG (CDMA Development Group)에서 제안한 13 kbps 보코더, 단축메시지 서비스(SMS), 단말기를 통해 최초 가입자등록이 가능한 기능 (Over-the-Air Activation), 그리고 비동기 데이

터/팩스/패킷 데이터전송 기능 등 많은 기능을 제공할 수 있도록 설계되었지만, 아직까지는 이러한 다양한 기능을 충분히 지원하지 못하고 있다.

CDMA/AMPS 이중모드 기능을 제공하는 QCP-800 성능에 대한 전반적인 스펙(SPEC)은 아래 표 1에 요약되어 있다. 표 1에 나타난 성능은 기존의 아날로그 전용단말기 보다 더 우수한 성능을 가지며, 단말기 설계기술, CDMA의 저출력 그리고 리튬-이온 배터리 기술을 활용함으로써, QCP-800은 기존의 아날로그 단말기보다 상당히 긴 통화시간과 대기시간을 제공한다.

II. 상호변조 (Intermodulation) 문제

이종의 시스템이 공존을 하는데 있어서 가장 문제가 되는 것이 이종의 시스템간 전파간섭 현상이다. 이에 대표적인 것이 저 전력에 의한 미약신호를 강점으로 하는 CDMA 신호에 대하여 상대적으로 신호세기가 강한 AMPS 신호의 간섭으로서 단말기 내부에서 야기되는 상호변조 (Intermodulation) 현상을 들 수 있다. IS-95에 근거하여 AMPS 망과 CDMA 망을 중복설계할 경우 발생하는 상호간섭 효과에 관해서는 이미 여러 연구결과가 발표되었으며, 또한 연구중이다[2,3,4].

현재 IS-98에 제시된 CDMA 단말기의 상호변조 감쇄특성은 표 2와 같다. IS-98에서 제시한 규격은 CDMA 신호세기가 -101dBm일 때, 외부신호세기가 -40dBm으로 수신되어 동일 셀룰라밴드내에서 상호변조가 일어나더라도 CDMA 신호를 정상적으로 복조하도록 규정하고 있다. 그러나 IS-98에서 설정한 모델링 환경은 CDMA 신호 및 AMPS 간섭신호, 특히 AMPS 신호가 미약하게 설정되어 실제상황과는 차이가 있다. 특히 서울과 같은 대도시지역에서는 이종의 통신기지국이 밀집되어 있으며, 각각의 셀 외곽에 이종 시스템의 기지국이 위치하는 경우가 상당수 있다. 이러한 환경에서 AMPS 기지국이 CDMA 기지국의 외곽에 위치하는 경우, AMPS 신호에 의하여 발생하는 상호변조 신호세기가 CDMA 미약 신호를 복조할 수 없을 정도로 크게된다. 현재 AMPS 기지국의 출력세기는 차이는 있으나 기지국을 중심으로 반경 50m 이내에는 -20dBm을 상회하고 있다. 이러한 지역에서 IS-98 규격을 만족하는 CDMA 단말기를 사용하는 경우, AMPS 신호에 의한 상호변조신호를 무시할 수 있게하기 위해서는 일정수준 이상의 CDMA

〈표 1〉. QCP-800 스펙

CDMA Talk Time	>5 hours
FM Talk Time	>5 hours
CDMA Standby Time	72 hours
FM Standby Time	22 hours
Maximum Transmit Power:	
CDMA Mode	200 mW
FM Fode	600 mW
Battery Technology	Lithium Ion (1200 mAh)
Size	200 cc (6.1" × 1.7" 1.1")
Weight	8 oz

신호가 수신되어야 한다

〈표 2〉 IS-98 CDMA 단말기 상호변조규격

	Test 1	Test 2
Tone 1 Offset	+900[kHz]	+1700[kHz]
Tone 2 Offset	-900[kHz]	-1700[kHz]
Tone Power	-40/-43[dBm]	
Ior	-101 [dBm/1.23MHz]	

이러한 상호변조신호에 대한 대책으로서, 동일한 셀룰라 대역내에서 AMPS 신호에 의하여 단말기 내부에서 발생하는 상호변조신호의 크기에 따라 CDMA 신호복조는 양 신호세기 차이가 일정수준이 내일 때만 가능하다. 이를 해결하기 위해서는 CDMA 신호세기를 AMPS 신호대비 일정수준 이상으로 확보하는데 있다[5]. 이를 보완하기 위하여 CDG (CDMA Development Group)에서는 IS-98 CDMA 단말기 부분의 상호변조 신호감쇄 규격을 추가 보완중이다. (표 3 참조)

〈표 2〉 추가보완중인 IS-98 CDMA 단말기 상호변조규격

	Test 1	Test 2
Tone 1 Offset	+900[kHz]	+1700[kHz]
Tone 2 Offset	-900[kHz]	-1700[kHz]
Tone Power	-32/-21[dBm]	
Ior	-90/-79 [dBm/1.23MHz]	

위의 표가 의미하는 것은 AMPS 신호의 세기가 -32/-21 [dBm]되는 지역에서도 CDMA 신호가 -90/-79 [dBm] 이상 수신이 되면 CDMA 신호를 복조할 수 있어야 한다는 것이다. 이는 단말기의 특성을 강화시킨 면이 있으나, 반면 CDMA 신호세기를 AMPS 신호세기와의 차이를 일정수준 이내로 유지되도록 요구하고 있다. 따라서 이종시스템간의 상호변조 문제를 해결하기 위해서는 미약신호를 사용하는 시스템이라도 동일 주파수대역내에 공존하는 이종시스템 신호로 인한 상호변조 특성을 감안하여 일정수준이상의 신호를 기준으로 망의 설계가 이루어져야 한다.

이와 같은 방식으로 시스템 차원에서 Power Balancing 문제를 해결하는 방식외에도 단말기 레벨에서 강한 전력의 신호가 수신되면, 상호간섭이 발생하는 LNA (Low Noise Amplifier)를 바이패스 시키는 것과 같은 단기적인 해결방안이 제시되었고, 현재 IS-98A에서 단말기의 상호 전파간섭 문제를 근본적

으로 해결하기위한 방안이 연구중이다.

III. 보코딩 방식

IS-96의 8kbps 보코딩방식에는 음성품질상 문제가 있으며, 같은 8 kbps이기는 하나, IS-96A (Revision A)로는 음성품질이 많이 개선되어 적어도 GSM 수준의 통화품질이 가능하다. 통화품질 개선을 위해 Qualcomm에서는 13kbps 보코딩 방식을 제안하고 있으나, 13kbps 방식에서는 시스템 용량 손실이 발생한다. 모토로라와 AT&T에서는 Qualcomm 방식에 대응되는 개념으로 EVRC (Enhanced Variable Rate Codec) 방식을 제안하고 있으며, 이 방법으로는 13 kbps 보코딩에 해당하는 음성품질과 함께 용량 손실도 거의 없는 것으로 알려져 있다.

3.1 디지털 셀룰라망에서의 보코딩기법

음성코딩을 사용하면 소요 데이터 전송율 (Bit Rate)을 줄여서 아날로그에 비하여 대역폭을 축소할 수 있고, 통화품질을 일관성있게 유지할 수 있을뿐만 아니라 암호화에따른 통신보안 및 음성/데이터의 통합 서비스가 가능하다는 잇점이 있다. 이러한 보코더에 대한 요구사항으로는 높은 통화품질 (> MOS 3.5), 짧은 인코딩지연 시간 (< 40ms), 채널에러에 대한 저항력 그리고 구현이 너무 복잡하지 않아야 한다는 것이다.

일반적인 음성코딩 기법으로는 Waveform coding, LPC (Linear Predictive Coding) 그리고 양자간의 합성형인 Hybrid coding 기법이 있으나, 디지털 셀룰라망에서의 보코딩 기법으로는

(1) RPE-LTP (Regular Pulse Excitation - Long-Term Prediction)

이는 GSM 유럽디지털 셀룰라 표준으로서 13kbps 전송율을 지원한다. 여기 신호 (excited signal)로서 균일하게 분포된 펄스시퀀스를 사용할뿐만 아니라, 단기 필터매개변수로서 8 log area ratios (LAR)을 사용한다.

(2) VSELP (Vector Sum Excited Linear Prediction)

이는 미국디지털 셀룰라 표준 (8 kbps VSELP) 으로서 모토로라가 제안하였다. 이 방식은 2M 크기의 코드북대신에 M개의 벡터를 저장함으로써 메모리 요구량을 줄였다.

(3) Qualcomm CELP (QCELP)

이의 기본구조는 AT&T의 CELP (Code Excited Linear Prediction)과 유사하나, excitation codebook이 순환구조로 되어있다. 음성에 따라 데이터 전송속도를 가변시키며, 인코딩 지연은 27.5ms으로서 낮다. 전체적인 음성합성, 즉 복호화 모델은 아래 그림 1에 나타나 있다. 먼저 전송속도에 따라 두 입력단중 하나의 입력단을 택해 벡터를 취한다. 1/8 전송속도에서의 의사 불규칙(pseudorandom) 벡터가 만들어진다. 그 이외의 전송속도에서는 코드북으로부터 색인에 해당하는 벡터를 취하여 이득을 곱한다. 다음에 그 벡터는 장기구간(long-term) 피치합성 여파기 (이 여파기의 특성함수는 피치매개변수 \hat{p} 로 나타낸다)에 의해 여파된다. 이 출력은 포먼트 합성필터 (이 필터는 선형예측 부호여파기라고도 불리며 이것의 특성함수는 여파기 계수 a_1, \dots, a_{10} 로 나타낸다)에 의해 여파되어 음성신호를 재합성하며 이 음성신호는 적응후단 여파기 (Adaptive Postfilter)로 여파된다.

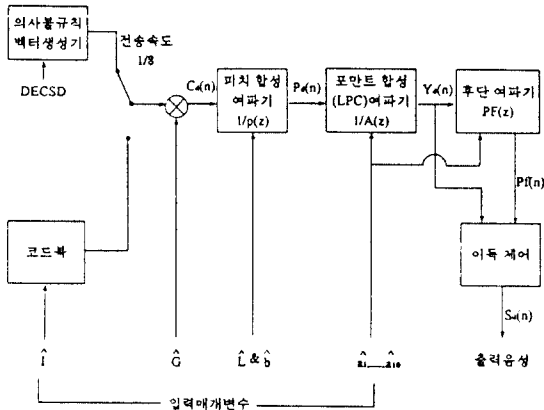


그림 1. QCELP: 수신 음성코덱에서의 음성합성

3.2 다중 고품질 보코더

CDMA 표준안의 장점중 하나는 IS-54 TDMA 방식과는 달리 동일 시스템내에서 여러개의 보코더를 지원하는 것이며, CDMA 인프라장비를 대폭 수정하지 않고도 가입자들에게 향상된 보코딩 기술을 제공할 수 있다는 것이다. 보코더 설계시에는 음성품질, 디바이스 복잡성 그리고 대역폭 효율성이라는 요소들 간에 균형이 맞아야 하며, 디바이스 복잡성은 프로세서 속도, 메모리 크기 그리고 허용가능한 지연시간 등을 포함한다. 현재의 8 kbps 보코더 보다 더 나은

음성품질을 제공할 수 있도록 새로운 13 kbps CELP (Code Excited Linear Predictive) 보코더와 8 kbps EVRC (Enhanced Variable Rate Vocoder)가 개발되었다.

CDG에서 표준화되고 있는 13 kbps 보코더 기술은 MOS (Mean Opinion Scores)로 비교해볼 때 일반 우선전화 수준의 통화품질을 가지는 것으로 판명되었지만, 고속전송율의 보코더에 따라 전체 시스템용량 및 기지국 반경에 영향을 미치게 된다. 그러나 이러한 부정적인 영향은 예를들면 트래픽 로드가 심할 때 기지국단위로 또는 통화단위로 8 kbps 보코더 기능으로 전환할 수 있는 지능성을 시스템에 부여함으로써 시스템용량 감소효과를 줄여나갈 수 있다. 기지국 커버리지 문제도 13 kbps 보코더는 NAMPS 시스템보다는 적지만 GSM 셀반경보다는 여전히 넓다. 8 kbps EVRC 보코더는 기존의 8 kbps 보코더와 비교할 때, 기지국용량이나 셀반경에 별 영향없이 13 kbps 보코더와 유사한 통화품질을 제공한다.

3.3 Mean Opinion Scores (MOS)

MOS는 통화품질에 관한 상대적인 측정치(1-5)로서, 어떤 보코더가 다른 보코더 보다 성능이 좋은지 나쁜지를 판단하는데 사용되는데, 이는 동일 시험환경하에서 동일한 사람에의해 그리고 동일한 시험방법을 사용하여 수행된다. 아래의 시험결과는 13 kbps CELP 보코더에 대하여 AT&T에서 측정한 MOS 결과를 보여주고 있다.

- 16 kbps LD-CELP 3.72
- 8 kbps CDMA (IS-96) 3.46
- 13 kbps CELP 4.01
- 13 kbps CELP with 1% FER 3.94
- 13 kbps CELP with 2% FER 3.89

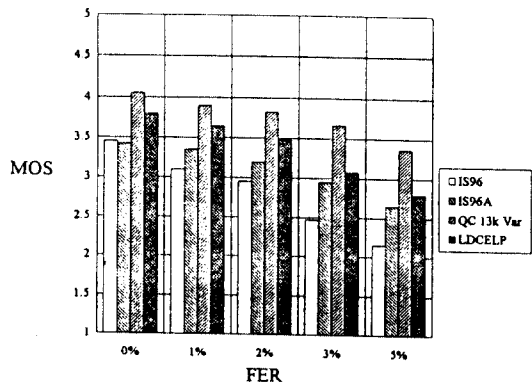


그림 2. CDMA 코더 시험결과

아래의 시험결과는 1995.7월 8 kbps EVRC에 대하여 TIA에서 측정한 MOS 결과를 보여주고 있다.

- 16 kbps LD-CELP 3.58
- 8 kbps CDMA (IS-96A) 3.33
- 8 kbps EVRC 3.62
- 8 kbps EVRC with 1% FER 3.60
- 8 kbps EVRC with 2% FER 3.46

여기에서 FER (Frame Error Rate)은 프레임이 깨져서 에러수정 방식으로도 복구가 되지 않을 때의 프레임에러 발생비율을 나타내며, CDMA 방식에서는 20ms 단위로 디지털화된 음성을 프레임 단위로 구성하는데 통상 CDMA 시스템상의 프로세싱 이득으로 개별 비트에러를 정정해갈 수 있다.

IV. 이중모드 단말기술

여기서는 단말기(이동국)을 제작함에 있어서 CDMA만을 사용하는 단일모드 이동국과 아날로그와

CDMA 겸용으로 사용하는 이중모드 이동국과의 H/W와 S/W 측면에서의 검토사항에 관하여 설명하고자 한다. 서비스 측면에서의 고려사항은 단말기 가격, 서비스 품질, 통화권역 및 기타 사업자간의 시스템공유 문제여부에 따라 단일모드 및 CDMA/AMPS 이중모드의 선택이 좌우될 것이다.

4.1 H/W 구성상 차이점

(1) 디지털 H/W 차이점

CDMA 단말기의 H/W 구성도상으로 보면, 수신시에는 800MHz 대역의 RF 신호를 기저대역 신호로 대역천이한 다음 FM(Frequency Modulation) 음성처리기 및 압신기(Compander = Compressor + Expander)에서 신장하여 볼륨제어된 본래의 소리를 스피커를 통해 들게된다. 송신의 경우는 음성을 압신기에서 압축(compress)한 후 FM 음성처리된 기저대역 신호를 RF 변환하여 송신하게 된다.

단일모드 CDMA 단말기와 이중모드 단말기의 디지털 H/W 차이점을 요약하면 아래 표4와 같다.

<표 4> 이중모드와 단일모드 이동국 H/W 차이점

	단일모드인 경우 이중모드와의 차이점
User Interface 부	<ul style="list-style-type: none"> ● LCD Display 표시를 단일모드에 적합하게 수정. (예: RSSI세기, AMPS/CDMA 시스템표시 불필요)
MSM ASIC 부	<ul style="list-style-type: none"> ● 이중모드와 동일한 MSM ASIC 사용
FM 처리부	<ul style="list-style-type: none"> ● 현재 켈립단말기는 볼륨제어를 FM처리부인 Audio Processor에서 수행 ● MSM 2.2를 사용한 단말기를 단일모드로하는 경우, 압신기와 데이터 프로세서 불필요 ● MSM 2.2를 사용한 단말기는 FM처리부가 MSM 2.2 ASIC 및 BBA(BaseBand Analog) ASIC 2에 포함되어 있어, 단일모드 대비 무게 및 PCB 공간상 차이 없음. 단지 칩에 포함된 FM 처리부분에 해당하는 전력 소모가 적게되나, 큰 영향은 없음. 따라서 단일모드 전용칩을 사용해도 별도로 감소되는 것이 없음.
CPU 및 메모리부	<ul style="list-style-type: none"> ● 단일모드인 경우 S/W 용량이 이중모드인 경우보다 20%정도 용량이 적어지나, ROM의 불리적인 크기는 512 Kbyte로 동일함.

(2) RF H/W 차이점

단말기 RF부의 주요 기능은 기저대역 신호를 UHF 신호로 변환/역변환하는 기능, 주파수 및 기준 시간 제공기능을 수행한다. AMPS와 CDMA의 경우 동일하게 사용되는 부분은 하나의 안테나를 송신과 수신에 공동으로 사용하기 위한 송수 전환기(duplexer), VHF 합성기, UHF 필터, 믹서 등이며, 상이한 것으로는 IF 필터, A/D 및 D/A 변환기, AGC

앰프, PA 등이다. 특히 CDMA의 경우, PA는 AMPS 경우에 비해 1/3 정도의 전력에서 동작되는 것이 주요 차이점이다. 그러나 이중모드의 경우, 항상 아날로그이거나 CDMA인 한 경우만 사용하므로, 이중모드 단말기에서 CDMA로 사용하는 경우 AMPS가 대기하게 됨으로써 발생하는 전력소모 등의 영향은 없다. 이는 CDMA만 사용할 경우와 이중모드로 사용할 경우 RF 회로에서 달라져야 하는 부분이 없기 때문이다.

4.2 S/W 차이점

CDMA 단일모드를 사용하게 되면, 아날로그 FM 부분을 제거하였으므로 단말기의 S/W에서 아날로그 FM관련 루틴이 불필요하다. 아날로그 FM 관련 부분은 전체 S/W중 25% 정도로 이를 삭제하면 단일모드 단말기가 된다. 그러나 메모리측면의 감소는 별다른 영향이 없다.

V. 결 론

본 고에서는 CDMA 단말기 개발시 주요 이슈가 되었던 AMPS 신호와의 상호 전파간섭 현상과 통화품질 보장을 위한 보코딩 기술을 설명하였다. 또한 하나의 단말기로 CDMA/AMPS 이중모드 시스템을 지원하고자할 때 고려할 수 있는 H/W 및 S/W상의 차이점을 기술하였다. 또한 향후 기존의 800MHz 셀룰라 및 1.8GHz 대역 PCS 서비스 및 저궤도 위성 시스템 및 FPLMTS와 같은 복수시스템을 하나의 단말기로 사용할 수 있도록 다중밴드(Multiband) 및 다중모드(Multimode) 단말기 개발도 곧 현안으로 등장할 것으로 예상된다.

그러나 여기서 제시된 단말기 개발관련 기술적 이슈들이 가입자 서비스차원에서 우수한 통화품질을 보장하기 위해서는 최소성능 국제규격안인 IS-98A에 따른 단말기 자체의 기능 개선은 물론, 기지국과 교환국 장비들이 함께 연동되어 통합 솔루션으로서 제공되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 최형진, "이동통신을 위한 단말기/장비의 구조 및 신호처리 기술의 동향", 차세대 이동통신시스템 세미나, 1996년 4월.
- [2] Mark Wallace & Rod Walton, "CDMA Radio Network Planning".
- [3] 최상호,한영남 "CDMA 시스템과 AMPS시스템 연동시 상호간섭에 관한 연구"
- [4] Samir Soliman & Chuck Wheatly, "Frequency Coordination Between CDMA & No-CDMA System", IEEE 1995.
- [5] 윤영배,장규태,한상철, "이기종 무선망간의 상호 변조에 관한 연구"



임 철 수

- 1981년 ~ 1985년 : 서울대학교 계산통계학과 학사
- 1985년 ~ 1986년 : (주)데이콤 정보통신 연구소
- 1986년 ~ 1988년 : 미국 Indiana Univ. 전산학 석사
- 1988년 ~ 1994년 : (주)아시아항공 정보관리부
근무
- 1991년 ~ 1995년 : 서강대학교 전산공학 박사
- 1994년 ~ 현재 : (주)신세기통신 기획실 과장