

CDMA 기술

康法周, 金英植

韓國電子通信研究所 無線技術研究室

I. 머릿말

셀룰러 통신 서비스는 지난 80년대초에 셀룰러 방식의 서비스가 제공된 이래 이동성, 신속성, 광역성, 편의성 등 때문에 이의 수요는 시스템 용량을 초과할 정도의 급성장을 보이고 있다.

이러한 셀룰러 통신 서비스의 급증한 수요를 해결하기 위해 무선채널상의 수용 용량을 높일수 있는 셀의 소형화(micro cell), 디지털화, 음성신호의 협대역화 및 고효율의 주파수 변조기, 다원접속 등의 기술이 연구 개발되고 있다.

현재 개발되고 있는 디지털 셀룰러 이동통신 방식은 TDMA 방식과 CDMA 방식으로 크게 나누어지고 있다.

TDMA 방식은 송수신내에 할당된 일정한 타임슬롯을 이용하여 상대국으로 송출하면, 공간상에서 송신신호가 중첩되거나 시간적으로 상호간섭을 일으키지 않도록 각 송신시간을 조정하여 통신하는 방법으로 유럽, 미국, 그리고 일본 등에서 표준안을 채택하여 연구 개발중이거나 실용화 단계까지 와있다. 미국의 IS-54A 방식은 현재 운용중인 아날로그 이동통신 시스템인 AMPS 시스템과 공존할 수 있도록 설계되어진 반면, 유럽의 GSM 방식이나 일본의 JDC 방식에서는 서비스중인 아날로그 이동통신 시스템과 호환성이 없이 ISDN 서비스를 고려한 OSI 모델로 설계되었다. 또한 미국의 Hughes사에서는 half rate(4 Kbps) 디지털 음성코딩과 DSI(digital speech interpolation) 방법을 사용해 기존의 아날로그 방식보다 15배의 용량을 갖는 E-TDMA 방식을 제안하고 있다.

CDMA 방식은 주파수도약과 직접시퀀스 등의 기술

에 의해 두가지로 나눌 수 있다.

퀄컴은 두방식중 직접시퀀스 방식을 이용하여 CDMA 셀룰러 시스템을 제안하고 현재, 최대용량 부하 인증시험을 성공적으로 마치고 CTIA의 CDMA TR 45.5 기술분과 소위원회에서 표준화 작업중이다. 퀄컴에서 작성된 CDMA CAI를 살펴보면 기존의 아날로그 시스템과의 호환성을 갖는 듀얼모드 방식을 제안하고 있으나 IS-54A 방식과는 이동국 하드웨어와 호처리 과정에서 약간의 상이한 점을 갖는다. 이러한 차이는 채널대역폭의 차이 그리고 CDMA 방식이 갖는 복잡성으로 기인하고 있다.

본고에서는 확산대역 통신기술에 대한 개념, 각 국가에서 개발중이거나 상용화 단계까지 와있는 셀룰러 시스템의 무선 인터페이스 그리고 퀄컴의 CDMA 시스템이 갖고 있는 특성을 고찰함으로써 TDMA 및 CDMA 방식이 갖는 기술적인 특징을 비교 분석하고자 한다.

II. TDMA/ CDMA 방식

1. GSM

유럽 표준안인 GSM 방식은 전송율이 270, 833Kbps 이고 200KHz 내에서 8-타임슬롯 TDMA 방식을 제안하고 있으며 다이버시티 효과를 높이고 전체적인 통신 품질을 높이기 위해 주파수도약을 사용하고 있다.

GSM에서의 채널 사용방법은 RF 채널, TDMA 프레임, 타임슬롯 등 물리채널(physical channel)에 논리채널(logical channel)을 맵핑하여 사용하며 논리채널의 종류에는 트래픽채널(TCH), 제어채널(BCCH, PCH, RACH, AGCH, SDCCH, SACCH, FACCH) 등이 있다.

트래픽 채널로는 음성(13Kbps) 및 데이터(9.6Kbps, 4.8Kbps, 2.4Kbps) 등의 정보를 전송하고, 제어채널중 BCCH, PCH, RACH, AGCH 등은 공통 제어채널로 기지국과 다수의 이동국과의 제어신호에 대한 송수신 채널로 기지국에서는 이동국으로 시스템 정보(BCCH), 페이징 및 액세스 파라미터(PCH), 액세스 허가(AGCH) 등의 신호가 전송되고 이동국에서 기지국으로서는 액세스 시도(RACH) 신호가 전송되며, 또한 SDCCH, SACCH, FACCH 등은 한 기지국과 이동국 간의 제어정보를 송수신할 때 사용하는 채널들로서 SDCCH는 인증 및 위치등록, SACCH는 시스템 정보 및 MAHO(mobile assisted hand over), FACCH는 핸드오버시에 사용되는 논리채널이다.

그리고 TDMA 프레임과 타임슬롯의 구조는 1-TDMA 프레임(4.615ms)을 8-타임슬롯으로 구성하며 1-타임슬롯은 156.25 비트(0.5769ms)로 구성된다.

1) TDMA 프레임

하이퍼프레임(hyperframe)은 암호화 과정에서 필요 한데 타임프레임 구조중에서 가장 긴시간을 갖으며 그 길이는 2,715,648 TDMA 프레임이며 3시간 28분 53.76 초이다. 이 하이퍼프레임은 DTX 및 주파수 도약 알고리즘 등에도 사용된다. 하나의 하이퍼프레임은 2,048 슈퍼프레임으로 이루어지고 슈퍼프레임의 시간은 6.12 초이다. 이러한 슈퍼프레임은 두가지 구조로된 멀티프레임을 갖는다.

26-프레임 멀티프레임(슈퍼프레임당 51개) : 프레임 길이는 120ms, TCH, SACCH / T와 FACCH 등을 전송한다.

51-프레임 멀티프레임(슈퍼프레임당 26개) : 프레임 길이는 235.4ms, BCCH, AGCH, PCH, RACH, SDCCH, SACCH / C 등을 전송한다.

이상과 같은 TDMA 프레임의 구조와 2)에서 설명할 버스트들의 구조를 그림 1에 나타내었다.

2) 버스트(burst)

버스트 시간은 0.577ms이고, 버스트의 종류에는 네가지가 있다.

일반버스트(normal burst) : RACH를 제외한 트래픽 채널과 제어채널상에서 정보를 전송하는데 사용한다.

주파수 정정 버스트(frequency correction burst) : 이동국이 주파수 동기를 맞추는데 사용한다.

동기 버스트(synchronization burst) : 이동국이 시간 동기를 맞추는데 사용하기 때문에 긴 training 시퀀스 비트를 갖는다.

액세스 버스트(access burst) : 이동국이 기지국에 처

음 접속할 때 혹은 핸드오버시 접속할 때 사용되며 이동국과 기지국간의 전파 지연 시간을 알지 못하기 때문에 긴 완충비트(guard bits)를 갖는다.

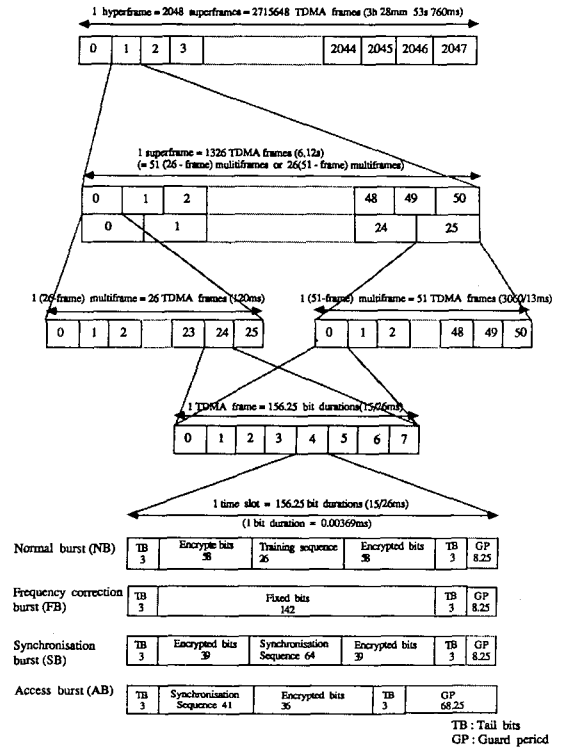


그림 1. GSM의 TDMA프레임 및 버스트의 구조

3) 동기

기지국은 이동국과 동기를 맞추기 위해 BCCH를 통해 동기신호(FB, SB)를 전송하고 이동국은 위의 신호를 포함하고 있는 타임슬롯 번호와 TDMA 프레임 번호를 이용해 초기동기를 맞춘다. 또한 기지국과 이동국간의 거리에 인하여 생기는 신호의 지연시간을 보정하기 위해 적응 프레임 보정(adaptive frame alignment)을 수행하게 되는데, 접속에 성공한 후, 기지국과 이동국은 적응 프레임 정돈 과정과 각 버스트가 갖는 training 시퀀스를 이용하여 동기를 맞춘다.

기지국의 TDMA 프레임 전송시작점과 이동국의 TDMA 프레임 전송시작점은 적응 프레임 정돈과 송신기/수신기 스위칭 등 때문에 3-타임슬롯의 간격을 필요로 한다.

2. IS-54A

IS-54A에서는 전송율이 48.6Kbps이고 30KHz내에 3-타임슬롯 TDMA 방식을 제안하고 있다.

유럽방식이나 일본방식에서는 기존의 아날로그 가입자와 호환성이 없이 이동통신 서비스의 제공을 추진하고 있으나 미국에서는 기존의 아날로그 가입자를 수용하고 급증하는 수요에 대처하기 위해 트래픽채널에 TDMA 방식을 적용하였다.

통화전용채널(TCH, FACCH, SACCH)이 할당되기 전에는 AMPS 시스템과 거의 동일한 호접속 과정이 이루어지고 있다. 이러한 방식을 듀얼모드라 하는데 이동국내에 FSK 송수신기, pi/4-QPSK 송수신기, 그리고 아날로그 FM 송수신기 등이 공존함으로써 기지국에서 방송되는 제어신호에 대해서는 FSK 수신기로 수신하고, FOCC(forward analog control channel)을 통하여 해당 이동국에 주파수채널, 타임슬롯이 할당되면 pi/4-QPSK 송수신기가 동작하게 된다.

채널구성을 유럽방식과 비교하면 GSM 제어채널 중에 BCCH, CCCH(PCH, AGCH, RACH), SDCCCH 등에 해당하는 기능이 IS-54A에서는 AMPS 방식처럼 FOCC, RECC(reverse analog control channel)를 통하여 거의 동일하게 수행되고 있다. 따라서 IS-54A에서는 통화 전용채널(TCH, FACCH, SACCH)에 대한 정보만이 TDMA 프레임의 타임슬롯에 맵핑하고 있다.

1) TDMA 프레임과 타임슬롯

TDMA 프레임은 6-타임슬롯(972 심볼)으로 구성되어 있으며 full rate일 경우 한 프레임당 한 가입자가 2개의 타임슬롯을 사용한다. 또한 1-타임슬롯은 324 비트(162 심볼)로 구성되어 있다.

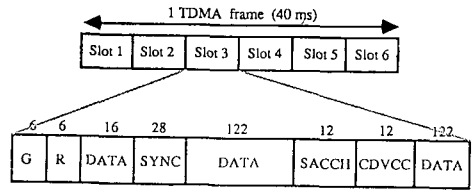
2) 동기

IS-54A에서도 각 타임슬롯의 구별은 동기어를 통해서 이루어 지는데, 이 동기어는 해당 이동국이 자신의 타임슬롯을 뽑아낼 때, 이동통신 채널의 특성을 알고자 할 때, 채널등화(equalization)시에 사용된다. 또한 기지국과 이동국간의 거리에 의한 전파지연에 대한 타임 동기 보정은 time alignment 과정에 의해 수행된다.

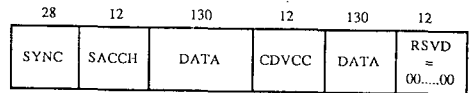
기준 오프셋(standard offset reference)라는 값으로 상향링크의 타임슬롯 끝과 하향링크의 타임슬롯 시작점 사이에 45 심볼을 두어 이동국이 송신 버스트를 송신한 후에 자신의 타임슬롯이 언제 수신기에 도착할 것인가를 알게 된다. Shortened burst를 이용해 TA(time alignment offset) 값을 이동국에 전송한다.

3. JDC

일본 표준안은 전송율이 42Kbps이고 25KHz내에 3-



SLOT FORMAT (MOBILE STATION TO BASE STATION)



SLOT FORMAT (BASE STATION TO MOBILE STATION)

- G : GUARD Time
- R : Ramp Time
- SACCH : Slow Associated Control Channel
- SYNC : Synchronization and Training
- DATA : User Information or FACCH
- CDVCC : Coded Digital Verification Color Code
- RSVD : Reserved

그림 2. IS-54A의 상향링크 및 하향링크 타임슬롯 구조

타임슬롯 TDMA 방식을 제안하고 있으며, 유럽방식인 GSM과 같이 기존의 아날로그 방식과 호환성없이 ISDN 서비스를 제공한다는 의도하에 추진되고 있다. 따라서 일본방식의 논리채널 구성, 각 논리채널이 갖는 의미, 그리고 접속제어 과정이 유럽방식의 GSM과 유사한 면을 보이고 있다.

일본방식의 논리채널도 트래픽채널(TCH)과 제어채널(BCCH, PCH, SCCH, UPCH, SACCH, FACCH) 등으로 이루어졌다.

1) TDMA 프레임과 타임슬롯

1-TDMA 프레임(20ms)을 3-타임슬롯으로 구성하며 한 타임슬롯당 280 비트로 이루어졌다. 이 타임슬롯은 트래픽채널(TCH)과 공통제어채널(CCH)인 경우에 각각 다른 구조를 갖는데 전송할 정보량에도 관계하고 있고, 또한 트래픽채널의 타임슬롯에 SF(steal flag)가 있는 것은 SF 값이 0과 1에 따라 TCH와 FACCH임을 의미한다.

그리고 일본방식에서는 공통제어채널(BCCH, PCH, SCCH)을 36 프레임이 모아진 슈퍼프레임(물리채널)에 맵핑하여 이동국과 기지국간에 송수신하고 있다.

2) 동기

일본방식에서도 기지국에서 이동국에 트래픽채널을 할당할 때 주파수채널과 타임슬롯을 할당하는데 각 타

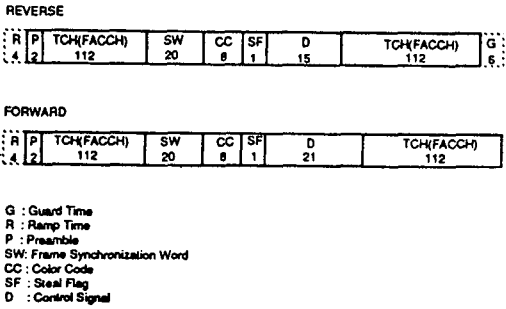


그림 3. JDC의 트래픽채널에 대한 타임슬롯 구조

임슬롯안에 있는 동기어에 의해 기지국에서 송신되는 신호중에 해당 타임슬롯을 뽑아내고 이동통신 채널특성을 파악하게 된다.

또한 상향링크의 타임슬롯 끝과 하향링크의 타임슬롯 시작점과는 1ms의 간격을 두어 이 값으로 기지국과 이동국간의 거리에 의한 전파지연으로 발생하는 비동기를 보정하는 알고리즘에 이용하고 송수신 안테나의 절제 및 다른 공통제어채널의 RF 채널 수신세기 측정 등을 수행한다.

4. Qualcomm

1) CDMA 원리

대역확산 통신방식은 전송하려는 정보신호의 대역폭보다 훨씬 더 넓은 전송 대역폭을 가지고 통신하는 방식이다. 전송하려는 정보신호를 확산신호로 대역을 확산시킨다음 수신측에서 같은 확산신호를 이용하여 역확산시키면 원래의 정보신호가 추출되나 도중에 잡음이나 간섭이 전송하는 확산대역에 포함되어 수신기에 수신될 경우 수신기에서 역확산되어 원래의 정보신호는 추출되고 잡음이나 간섭신호 등은 재확산되는 결과가 발생하므로 정보신호의 대역폭을 갖는 필터를 통하여 정보신호만을 뽑아낼 수 있다.

대역확산 통신방식의 근본원리는 1949년에 C. E. Shannon이 발표한 통신용량의 개념으로 설명될 수 있다. 통신용량은 주어진 통신로를 통하여 매초당 보낼 수 있는 정보의 최대값을 의미하는데, 이것은 통신로의 대역폭, 신호전력, 그리고 잡음전력 등에 의하여 결정된다. 통신로의 주파수 대역폭을 W라 하고, 신호전력을 S, 잡음전력을 N이라 하면 통신용량 C는 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$C = W \log (1 + S/N)$$

일반의 통신방식들은 대개 신호전력대 잡음전력의 비를 크게 하는 대신에 가능한 한 전송대역폭을 줄이려 한다. 그러나, 대역확산 통신방식에서는 전송대역폭을 매우 크게 함으로써 S/N비가 아주 나쁜 경우 즉, 잡음이나 간섭신호의 영향이 심각한 경우에도 통신용량을 유지하여 통신을 가능하게 한다.

그래서, 일반 통신방식에 비하여 대역확산 통신방식이 갖는 잇점은 대역을 확산시킨후 다시 역확산하는 과정에서 얻어지는 처리이득이 있게됨을 의미한다. 일반적으로 확산된 신호의 대역폭을 W라하고 정보신호의 대역폭을 B라하면 처리이득 G를 W/B로 간단하게 나타낼 수 있다.

이러한 기본적인 원리를 바탕으로 제시되는 대역확산 방식중 주파수도약과 직접시퀀스 방식에 대해 살펴보면 다음과 같다.

주파수도약: 일반적으로 PN코드는 랜덤하게 발생된다. 랜덤하게 발생하는 PN코드에 의해 반송파주파수는 결정되는데 주파수도약 과정은 다음과 같다. 정보신호는 변조기에서 변조되고 PN코드 발생기에서 출력된 PN코드는 주파수합성기의 분주기에 들어가 PN코드 발생기에서 출력된 PN코드에 따라 주파수합성기에서 반송파주파수가 결정된다. 여기서 PN코드발생기에서 출력되는 PN코드는 직접시퀀스에서와 같이 정보심볼과 PN코드 시퀀스와 모듈2로 가산되어 대역을 확산시키는 의미가 아니라 도약주파수를 결정하는 코드이므로 주파수도약 패턴이라고 한다.

직접시퀀스: PN코드로 반송파주파수를 변조하는 방식으로 송신부의 원리를 살펴보면 디지털 정보신호를 PN코드 시퀀스와 모듈 2로 가산된 후 평형변조기를 통해 반송파를 변조시키게 된다. 대역확산되어 수신된 신호는 송신때 사용한 PN코드 시퀀스로 상관과정을 통하여 원래의 정보신호를 검출한다. 상관과정은 수신기에서 생성된 PN코드신호와 대역확산된 신호와 곱해지는 과정으로 PN코드 시퀀스는 그 자체신호에 대해서는 최대의 상관값을 갖고 그외의 다른 종류의 신호에 대해서는 최소의 상관값을 갖기 때문에 재밍신호나 간섭신호는 상관과정에서 재확산되어 원래의 정보신호만 검출된다.

2) 무선 인터페이스

퀵 CDMA 방식에서 사용하고자 하는 주파수대역은 순방향링크가 869.04-893.9MHz이고 역방향링크는

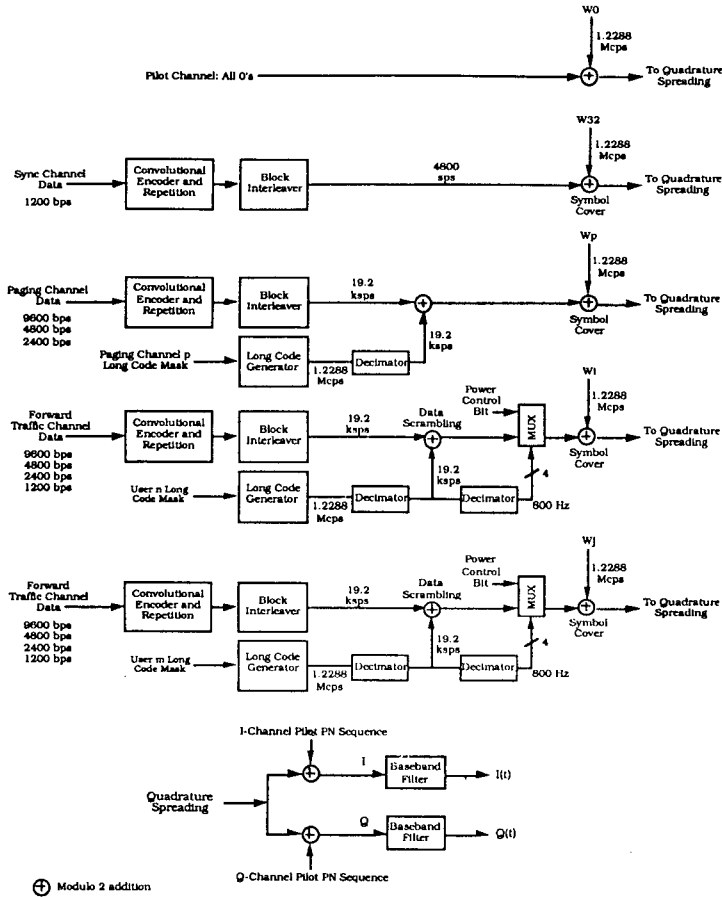


그림 4. 순방향 CDMA 채널구조

824.04-848.97MHz로 한 채널 점유 대역폭은 1.23 MHz씩 AMPS채널 대역폭 30KHz의 정수배를 갖는다. 또한, 정보 전송율은 1200, 2400, 4800, 9600bps 등으로 정보량 및 음성특성에 따라 전송율을 가변하여 전송하고 음성의 한 프레임을 20ms로 놓고 있다. 음성부호화는 음성의 성질에 따라 가변하여 부호화하는 QCELP 방식을 사용하고 있다.

(1) 순방향 링크

순방향링크 설계에 응용된 기술은 PN코드, Walsh 직교신호 그리고, 시스템 타임 등으로 PN 코드는 이동국으로 하여금 자신을 서비스하는 기지국의 신호와 인접 기지국으로 부터의 신호를 구분하기 위하여 사용하였는데, 구별방법은 모든 기지국이 동일한 PN 코드를 사용하지만, 시스템 타임에 일정한 간격으로 지연된 타임 오프셋을 갖게함으로써 실현하였고, 해당 셀내의 이동국에 할당된 채널을 구분하기 위하여 직교성을 갖는 Walsh 함수를 사용하여 이동국은 자신의 신호를 수신

할 수 있다.

퀄컴 CDMA 시스템에서 순방향 링크에 사용된 Walsh 함수는 64개인데, 그림 4에서 파일럿채널은 Walsh 0, 동기채널은 Walsh 32 등을 사용하고, 페이징채널은 최대 7개까지 그리고, 트래픽채널은 최소 5개, 최대 63개의 Walsh 함수를 사용하도록 설계되었다.

각 채널의 정보전송율은 동기채널은 1200bps로 고정되었고, 페이징채널은 9600, 4800, 2400bps 중에서 하나를 선택하여 사용할 수 있으며, 트래픽채널은 트래픽양에 의해 정보전송율이 가변될 수 있다.

각 채널의 정보비트는 부호화율이 1/2, 구속장이 9인 콘블루션날 부호기에 의해 콘블루션날 부호화된 다음, 부호화된 비트를 비트 반복과정에 의하여 동기채널은 4800bps, 페이징채널 및 트래픽채널은 19.2Kbps가 되는데 채널의 프레임크기(페이징 및 트래픽채널은 20ms, 동기채널은 26.6667 ms)로 블럭인터리버에 의해 인터리빙된다.

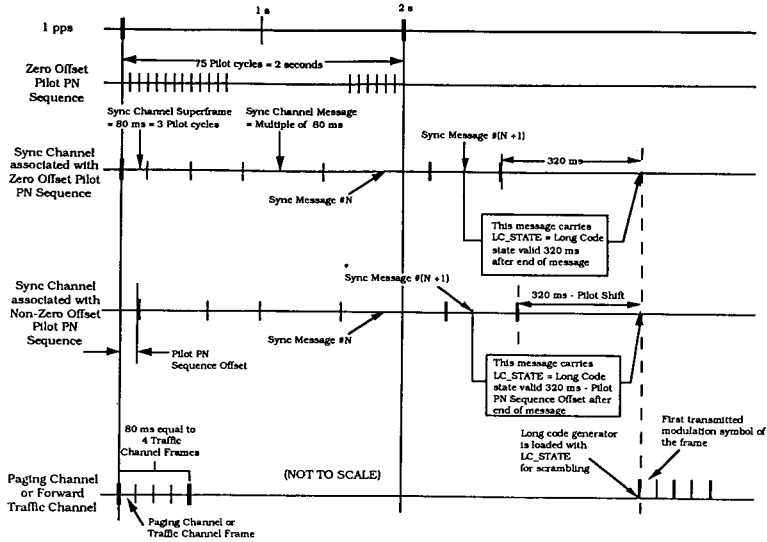


그림 5. 순방향 CDMA 채널 파일럿 PN 시퀀스 오프셋

그리고 페이징채널과 트래픽채널은 long코드 생성기로부터 생성된 1.2Mbps의 칩시퀀스를 데시메이터에 의해 19.2Kbps로 낮춘다음 채널코드심볼과 모듈2 덧셈에 의하여 암호화를 수행한다. 그런데 트래픽채널은 Walsh 함수로 covering되기전에 1.25ms 마다 전력제어비트를 채널코드심볼에 주입한후 다른 채널과 마찬가지로 Walsh 함수로 covering하는데 전력제어비트를 주입하는 방법은 그림 4에서 보듯이 19.2Kbps의 암호화비트를 800bps로 데시메이션을 하여 출력되는 비트위치에 해당되는 채널코드심볼을 제거하고 전력제어비트를 주입한다. 각 채널에 대하여 해당 Walsh 함수로 covering한후 I, Q채널로 나누어 해당셀의 타임 오프셋을 갖는 short PN코드 시퀀스로 확산시키는데 short PN코드 시퀀스 생성기의 생성다항식 $P_I(x)$, $P_Q(x)$ 은 다음과 같다.

$$P_I(x) = x^{15} + x^{13} + x^9 + x^8 + x^7 + x^5 + x^1$$

(for the in-phase (I) sequence)

$$P_Q(x) = x^{15} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + 1$$

(for the quadrature-phase(Q) sequence)

Short PN코드 시퀀스로 확산된 I, Q채널은 각각 디틀 combiner에서 합해지고 각 I, Q채널에서 BPSK

변조된다.

파일럿채널 : 파일럿채널은 기지국에서 항상 방사되는 순방향 CDMA 채널로서, 이 채널에서 사용하는 Walsh 칩시퀀스가 모두 0이므로 결과적으로 파일럿채널은 I와 Q의 PN 코드시퀀스를 전송하게 되는 비변조된 확산대역신호라 할 수 있다. 따라서 이 신호는 이동국에서 동기화를 이루는데 이용되어, 이동국이 동기채널을 수신하는데 프레임동기를 제공하며, 복조시에 기준위상을 제공한다.

PN 코드 길이는 $32768(2^{15} - 1)$ 칩으로서 32768개의 칩을 발생시키기 위해서 코드시퀀스의 주기마다 한번의 0을 주입한다. PN 코드의 전송속도가 1.2288Mbps이므로 한 주기는 26.66ms이어서 이를 75번 반복하여 전송하면 2초가 되는 또다른 주기가 형성된다.

PN 코드 시퀀스는 모든 기지국에서 반복하여 사용되므로 기지국을 구별하기 위해서 PN 코드길이를 64 PN 칩 단위로 나누어서 9비트로 표현할 수 있는 511개의 타임 오프셋을 사용할 수 있다.

그림 5에서 보면 기준으로 되는 타임 오프셋은 시스템 타임으로부터 2초단위의 시작점을 타임 오프셋값이 0이라 하고 이를 제로 파일럿 PN 오프셋이라 부른다.

동기채널 : 동기채널은 기지국에서 항상 방사되는 채널로서 파일럿채널을 잠은 이동국은 파일럿채널과 타임 오프셋이 동일하므로 동기채널에 쉽게 동기를 맞출 수

있다. 동기채널을 통하여 이동국에게 전송되는 데이터는 해당 기지국을 구별하는 파일럿 PN 시퀀스 오프셋, 기지국내의 long 코드 생성기에서 사용하는, 즉 레지스터의 내용을 알 수 있는 long 코드 생성기의 레지스터 상태, 현재의 시스템 타이밍 등이며 이를 통하여 long 코드 시퀀스의 동기화 및 시스템 타이밍을 얻을 수 있다.

그림 5에서 보면 동기채널의 프레임길이는 26.6667ms 이고 이러한 프레임 3개를 합해서 80ms의 슈퍼프레임을 구성한다. 동기채널의 프레임은 파일럿 PN 코드 시퀀스의 첫번째 칩부터 시작하고 동기채널을 통하여 전송되는 정보는 동기채널의 슈퍼프레임 시작점에서만 시작되어 전송된다.

페이징채널 : 페이징채널도 기지국에서 항상 방사되는 채널로서 이동국은 이 채널을 통하여 시스템 정보, 전체 그리고 특정 이동국에 대한 명령이나 페이징정보, 이동국이 시스템에 액세스를 요구했을때 응답 메시지 등을 수신한다. 이동국이 페이징채널을 선택하는 방법은 이동국의 ESN과 미리 결정된 알고리즘에 의해 특별한 페이징채널을 선택하게 된다. 또한, 페이징채널에 대한 암호화는 페이징채널 long 코드 마스크에 의해서 수행되는데 이 long 코드 마스크는 페이징채널 번호, 파일럿 PN 시퀀스 오프셋 인덱스 등 42비트로 구성된다.

이 채널에서의 타이밍은 다른채널과 동일하게 2초의 주기로 Walsh covering, 인터리버 프레임, 채널 프레임 등을 맞춘다. 페이징채널 프레임은 20ms로 기지국은 슬롯모드로 동작하는 이동국을 서비스하기 위하여 200ms 길이의 페이징채널 슬롯을 나누어 운용하는 선택기능도 있는데 슬롯주기의 최대 시간은 128초이다.

트래픽채널 : 호가 접속된 상태에서 기지국이 특정 이동국에게 데이터 혹은 음성 부호화된 1200, 2400, 4800, 9600bps의 트래픽정보를 primary traffic, secondary traffic, signalling traffic 등의 구조, 그리고 멀티플렉스 선택사양에 따라서 변경하여 전송할 수 있다. 트래픽채널의 프레임은 20ms이고 정보전송율에 따라서 변조심볼당 에너지는 가변할 수 있는데 이것은 낮은 정보전송율은 보다 낮은에너지로 전송함으로써 간섭 및 전력소모를 줄일 수 있다.

트래픽채널에 대한 암호화는 public long 코드 마스크와 private long 코드 마스크에 의한 두가지 방법이 있는데 public long 코드 마스크는 이동국에 할당된 ESN에 의해 구성되고 public long 코드 마스크에서 private long 코드 마스크로의 천이는 인증과정이 수행된후 행해진다. 이것은 모든 이동국의 MIN에 유일하게 정해진 값으로 공중으로 전송되지 않기 때문에 비화도가 대단히 높다.

(2) 역방향 링크

역방향 CDMA 채널은 액세스채널과 트래픽채널로 이루어지는데 액세스채널은 페이징 채널당 최대로 32개까지의 액세스채널을 대응시킬 수 있으며 역방향 CDMA 채널은 설계상 채널용량의 제한이 없으나 역방향 CDMA 채널에서 사용할 수 있는 전체 채널수는 이동국간의 간섭잡음에 의해 결정된다. 그림 6은 역방향 링크의 구성도를 나타내었다.

액세스채널은 정보전송율이 4800bps로 고정되어진 반면 트래픽채널은 음성과 데이터의 양에 따라 1200, 2400, 4800, 9600bps로 정보전송율이 가변될 수 있다.

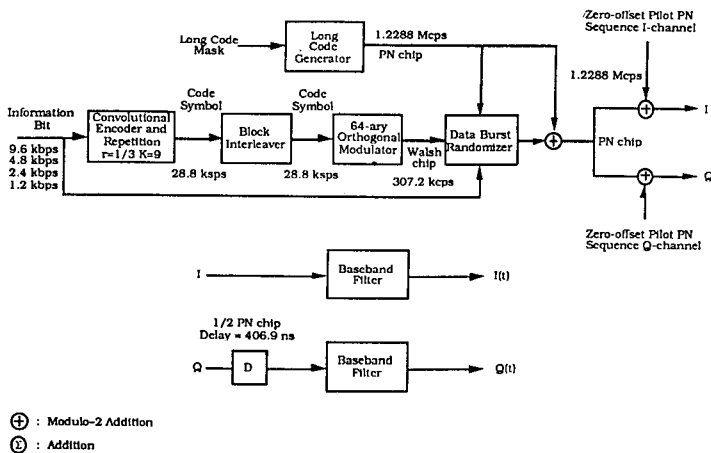


그림 6. 역방향 CDMA 채널 변조과정

역방향링크의 채널부호화에서는 부호화율이 1/3이고 구속장이 9인 콘볼루션날 부호기, 블럭 인터리버 등을 사용하고 있고, Walsh 함수에 대해서는 순방향링크에서는 채널을 구분하는데 사용한 반면 역방향링크에서는 직교변조과정에 사용하여 기지국에서 복조시에 성능을 개선하는 방안으로 사용하였다. 또한 트래픽 정보를 전송율에 따라 전송 듀티 사이클을 가변함으로써 다른 이동국에게 간섭을 줄이는 데이터 버스트 랜덤마이저를 사용하고 있다. 이것은 정보전송율이 9600bps인 경우에는 1/3 콘볼루션날 부호기의 출력이 28800bps이고 전송 듀티 사이클이 100%인 반면, 4800bps 전송시에는 듀티 사이클이 50%, 2400bps 전송시에는 25%, 1200bps 전송시에는 12.5%이다. 정보전송율이 낮아짐에 따라 전송신호의 듀티 사이클은 감소하지만 그림 6에서와 같이 코드심볼은 28800bps로 유지된다. 이것은 정보전송율이 9600bps 이하가 되면 콘볼루션날 부호화 후 28800bps를 만들기 위해서 코드심볼이 반복되나 블럭 인터리빙후에 반복된 코드심볼들은 모두 전송되지 않고 정보전송율에 따른 전송 듀티 사이클에 의해 전송되는데, 이것은 데이터 버스트 랜덤마이저에 의해 수행된다. 블럭 인터리버의 주기는 20ms이며 32*18의 배열로 구성된다.

블럭인터리빙후에는 6개의 코드심볼을 1개의 코드로 재구성하여 64개의 Walsh 코드어중에 하나를 선택하여 64개의 칩으로 변환한다. 즉, Walsh 코드의 칩 전송율은 307200cps(28800*64/6)이다. 각 Walsh 코드 칩은 long 코드 시퀀스와 모듈 2 덧셈에 의해 1.2288Mbps가 된다. Walsh 코드칩이 long 코드 시퀀스에 의해 확산 되어진 후에 2¹⁵ -1의 주기를 가진 제로 오프셋의 I, Q 파일럿 PN코드 시퀀스에 의해 확산되고 Q채널의 시퀀스는 I채널의 시퀀스 보다 1/2 칩정도 지연시킨후 기저대역필터를 통과하여 변조한다.

액세스채널 : 액세스채널은 이동국이 기지국에 접속을 시도할때 사용하는 채널로서 4800bps의 정보전송율로 고정되어 있으며 채널부호화후 반복과정에 의해 28800bps의 심볼 전송율로 전송 듀티사이클이 100%이고 long PN 코드 마스크에 의해 액세스채널을 구분하고 있다.

Long PN 코드에 대한 생성다항식은 주기가 2⁴² -1로 다음식과 같고 이 생성다항식을 쉬프트레지스터로 구성했을때 레지스터 출력을 마스크하는 액세스채널 long PN 코드 마스크는 페이징 채널번호, 액세스 채널번호, 순방향 CDMA 채널에 대한 등록 영역 그리고, 순방향 CDMA 채널의 파일럿 PN 오프셋 등으로 이루어 졌다.

$$P(x) = x^{42} + x^{35} + x^{33} + x^{31} + x^{27} + x^{26} + x^{25} + x^{22} + x^{21} + x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{10} + x^7 + x^6 + x^5 + x^3 + x^2 + x + 1$$

여기에서 액세스채널 번호는 5비트로 이루어졌는데 이것은 액세스채널을 최대 32까지 구성할 수 있으며, 페이징채널 번호는 3비트로 이루어졌으므로 최대 7개의 페이징채널중에 하나를 선택할 수 있다.

이동가입자가 기지국으로의 접속을 요구할 때 이동국은 액세스채널을 이용하여 기지국에 호접속을 시도한후 기지국으로부터 페이징채널로 전송되는 모든 메시지를 수신하여 해석한다. 접속을 시도하는 모든 액세스채널은 long 코드 마스크가 동일하지 않으므로 long 코드 시퀀스는 서로 다르며 액세스 시도는 랜덤과정에 의해서 이루어진다. 각 액세스채널은 슬롯단위로 액세스 시도를 하는데, 슬롯의 선택은 랜덤 과정에 의해서 결정된다. 액세스채널과 슬롯이 랜덤으로 결정되기 때문에 다수의 이동국이 호 시도중에 동일한 채널과 슬롯으로 전송하는 이동국들이 발생하게 된다. 이러한 액세스채널의 충돌현상을 해결하기 위하여 기지국은 이동국에 액세스 시도에 대한 확률정보를 페이징채널을 통하여 이동국으로 전송한다.

역방향 트래픽채널 : 순방향 트래픽채널에서는 정보전송율이 9600bps에서 1/2씩 줄어들때 따라 상대적으로 변조심볼당 에너지를 1/2씩 낮춤으로써 간섭을 줄였으나, 역방향 트래픽채널에서는 20ms 크기의 블럭인터리빙을 수행한후 정보전송율에 따라 변조심볼당 에너지를 감소시킨 것이 아니라 연속적이 아닌 버스트성으로 전송함으로써 다른 이동국으로의 간섭을 줄이고 있다.

그리고 역방향 트래픽 채널에서 사용되는 long 코드 마스크는 두가지가 있는데 하나는 public long 코드 마스크이고 다른 하나는 private long 코드 마스크이다. 이동국에 대한 인증과정이 수행되지 않았을 때는 public long 코드마스크를 사용하는데, 이것은 시스템에서 허용한 ESN에 의해 구성되고 private long 코드 마스크는 각 MIN에 대한 인증과정에서 만들어진다.

III. CDMA 시스템의 특성

퀄컴은 DS 대역확산통신기법을 이용하여 다수의 가입자가 기지국과 이동국간의 무선링크상에서 동일한 반송파를 통하여 개개의 정보를 송수신할 수 있는 방식을

제한하였다. 이러한 방식 자체가 제공하는 기본 특성으로 인하여 기존의 FDMA 방식이나 TDMA 방식보다 가입자 수용용량이 크고 다경로 페이딩에 강하며 소프트/소프트 핸드오프가 가능하고 보다 강력한 전력제어 방식을 채택함으로써 호처리 능력이 개선되는 등의 장점을 갖는다.

1. CDMA 용량

CDMA 방식을 이용한 디지털 셀룰러 시스템은 변조 신호를 넓은 대역에서 확산 및 역확산시킴으로써 얻어지는 처리이득과 통화중에 음성 데이터가 전송되는 시간이 전체 통화시간의 약 35%라는 점을 이용하여 음성 신호가 존재하지 않을 때에는 신호 데이터의 전송율을 낮추어 작은 전력으로도 송신하여도 원하는 성능을 얻을 수 있는 전송을 조정이득, CDMA 방식의 특성상 인접채널 및 동일채널 간섭을 극복할 수 있다는 점에 따라 인접셀과 같은 주파수를 사용할 수 있는 주파수 재사용 효율, 그리고 안테나의 방사패턴을 조정함으로써 동일한 셀을 여러개의 섹터로 나누어 사용할 수 있다는 것에 따른 셀분할 이득을 주된 파라미터로 하여 시스템의 가입자 수용용량이 결정될 수 있다.

가입자 수용용량은 이와같은 파라미터들이 복합된 형태를 가지며 이를 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$N = (W/R) \cdot (Eb/No) + F + S + V$$

여기서, N = 수용 가능한 가입자 수, W/R = 처리이득, Eb/No = 신호비트에너지에 대한 잡음과 간섭 신호밀도의 비, F = 주파수재사용 효율, S = 셀분할 이득, V = 전송을 조정이득 등이다.

처리이득: 처리이득은 정보 전송율에 대한 확산대역의 비로 나타난다. 예를 들어 정보 전송율을 9.6Kbps, 확산대역을 1.23MHz라고 하면 처리이득은 $10 \log(1.23\text{MHz}/9.6\text{Kbps}) = 21\text{dB}$ 를 얻는다.

Eb/No: CDMA 방식은 낮은 정보전송율 부호를 광대역으로 확산하여 사용하므로 FDMA, TDMA 방식에서 보다 훨씬 낮은 부호화율을 갖는 에러정정 부호를 사용하여 동일한 성능을 유지하는데 보다 낮은 신호비트 에너지대 잡음비가 요구된다.

실제로 셀룰러시스템에서 요구되는 Eb/No 값은 다경로 페이딩, 이동국의 이동속도, 다른 시스템으로부터 수신되는 간섭신호의 변화와 같은 전파전파 조건 등에 따라 다르며 안테나 다이버시티 정도나 핸드오프 조건

등에 영향을 받는데, 이상적인 가우시안 채널환경에서는 4dB 이하까지 낮출 수가 있는 반면 열악한 환경에서는 10dB 이상이 될 수도 있다.

셀분할 이득: 지향성 안테나의 특징은 원하는 신호의 세기는 크게 하고 간섭신호의 세기는 작게 한다. 120도의 지향성 안테나를 사용하면 전방향에서 수신되는 간섭신호의 양이 1/3로 줄어들므로 요구되는 Eb/No 값이 1/3 만큼 줄어들기 때문에 용량은 3배로 증가하게 된다.

셀안테나의 방사패턴을 조정함으로써 얻어지는 셀분할 이득은 일반적으로 분할수와 안테나 다이버시티 정도에 따라 증가하고 인접 안테나 방사패턴이 겹치는 정도에 따라 감소한다. 실험모델에서 셀을 분할하였을 때 통화에 요구되는 Eb/No는 각 분할셀의 부하를 균등하게 할 때 7.5dB인 것으로 나타났으며 따라서 Eb/No를 7.5dB로 하면 방사패턴이나 다이버시티 등에 따른 증감요인이 포함된 값이기 때문에 셀분할 수만큼 이득을 얻을 수 있다.

전송율조정 이득: CDMA 시스템에서는 다른 가입자에 의한 간섭잡음이 동시에 사용할 수 있는 호의 수에 영향을 미치기 때문에 음성듀티사이클에 따른 가변율 음성부호화를 사용하면 용량을 증가시킬 수 있다. 이 음성듀티사이클 파라미터는 많은 가입자 음성에 대한 통계적 함수인데 일반적으로 35-50%의 범위내에 값을 갖는다.

실제로 시험에 적용한 모델에서는 점유주파수대역폭을 1.23MHz, 정보전송율을 9600bps, 정보비트에너지대 잡음전력 비율을 6dB, 주파수재사용 효율을 2/3, 방사패턴이 120도인 지향성 안테나를 사용하여 얻어지는 실제 셀분할 이득을 2.75, 그리고 정보전송율을 가변함으로써 얻어지는 이득을 포함하여 실험한 결과 한 셀 당 118 가입자 용량을 얻을 수 있었다.

2. 전력제어

CDMA 방식에서는 수신기의 역확산을 통해 해당 가입자의 신호를 뽑아내려면 기지국 수신기에 도착하는 셀내 모든 이동국의 수신세기는 동일해야 하는 제약조건이 따른다.

또한 각 가입자의 코드 시퀀스는 서로 직교성을 가져야 역확산을 통해 해당 가입자 신호만을 추출하고 다른 가입자의 신호는 제거되게 할 수 있다. 이 경우 상관기를 이용하여 해당 가입자의 신호를 뽑아내는데 PN 코드 시퀀스에 일치하지 않는 신호는 대역내에 재확산되어 잡음으로 남게 된다.

신호비트 에너지대 잡음비는 해당 가입자 신호전력과 다른 가입자 신호전력의 합과의 비로써 결정되는데 수신기에 동일한 수신레벨로 도착한다고 가정하면 근사적으로 신호의 수, 즉 용량의 역수와 동일하게 된다. 따라서 용량을 신호의 수와 동일하게 유지하려면 기지국에 수신되는 모든 가입자의 수신레벨을 거의 유사하게 만들어야 하는데 이는 완벽한 전력제어를 통해서만 해결할 수 있다.

전력제어로는 역방향 링크상에서 개방루프, 폐쇄루프 전력제어가 있고 순방향 링크상의 전력제어가 있다.

역방향 링크상에서 전력제어는 셀내의 near-far 문제로 인하여 80dB 이상의 이동국 송신전력 차이가 발생하는 특징을 가지고 있어 이를 제어하여야 하며 또한 제어속도 수신전력의 변동율을 보상할 수 있을 정도로 빨라야 한다.

개방루프 전력제어는 이동국에서 기지국으로 부터 송출되는 수신전력을 측정하여 이동통신 채널상의 특성변화에 따른 갑작스러운 수신레벨 변동을 인지하여 이에 따라 이동국의 송신레벨을 조정하는 방법이고, 폐쇄루프 전력제어는 순방향 링크와 역방향 링크 반송파가 동일하지 않으므로 두 링크상의 채널특성이 다르므로 인하여 기지국에서 이동국으로 부터 송출되는 수신전력을 측정하여 기준레벨과 비교한 후 이동국의 송신레벨에 대한 증감 메시지를 전송한다.

순방향 링크상의 전력제어는 기지국에서 송신된 순방향 CDMA채널이 동일한 무선환경을 격계 되므로, 즉 이동국이 원하는 신호와 다른 이동국으로 향하는 간섭신호가 동일한 전파경로를 통하여 도달되므로 그다지 큰 전력제어가 필요하지 않다.

순방향채널의 전력은 파일럿채널, 동기채널, 페이징채널, 그리고 트래픽채널 등으로 나누어서 사용하는데 트래픽채널은 이동국의 위치(다경로 페이딩의 영향이 큰 지역, 전파손실이 큰 지역, 잡음이 큰 지역)에 따라서 각 채널에 할당된 전력의 크기가 3dB 내지 4dB 정도 차이가 나며 나머지 채널의 전력은 어느 정도 일정한 크기를 갖는다. 일반적으로 파일럿채널은 송신전력을 트래픽채널보다 약 2배 정도 크게함으로써 셀내의 모든 이동국이 파일럿채널을 쉽게 수신할 수 있도록 한다.

3. 경로 다이버시티와 Rake 수신기

CDMA 시스템은 광대역성을 가지므로 어느 정도의 페이딩을 극복할 수 있는 능력을 가지고 있어 도심지와 같이 다경로페이딩이 심한 지역에서도 성능저하를 줄일 수 있다. 실제로 확산대역을 1.23MHz로 하고 rake 형

태의 다이버시티를 사용하여 구성된 시스템의 시험에서 다경로 페이딩이 1μsec 이상일 때 페이딩 성분에 대한 상관도는 영값에 접근하였으며 단지 약간의 간섭이 증가되는 결과를 얻을 수 있었다.

경로 다이버시티 : 전송신호의 대역폭이 코히어런스 대역폭보다 좁을 때에는 전송신호의 모든 주파수성분이 동일한 감쇄도와 위상천이를 나타낸다. 따라서 수신기에 도달하는 페이딩성분은 분해하기 어려운 하나의 페이딩 경로로 여겨진다. 그러나 코히어런스 대역폭보다 넓은 대역폭(W)을 갖는 광대역신호일 경우 다경로에 따른 지연분산을 $T_m(1/\text{코히어런스대역폭})$ 이라고 할 때 수신기는 $T_m/(1/W)$ 개의 분해 가능한 성분을 가지고 다이버시티를 취할 수 있다. 즉, 코히어런스 대역폭 내의 신호성분은 상호상관도가 높으므로 다이버시티가 어려우나 코히어런스 대역폭보다 넓은 대역폭을 갖는 광대역 신호일 경우 WT_m 만큼의 다이버시티 경로를 들 수 있다.

Rake 수신기 : 시간선택성 페이딩과 주파수선택성 페이딩을 갖는 채널의 탭거리를 $1/W$ 로 하여 시변채널변수의 탭하중을 갖는 지연선로필터로 모델을 설정할 수 있다. 따라서 전체 다경로 페이딩으로 인한 지연분산이 T_m 이면 $1/W$ 의 분해능으로 $T_m \times W + 1$ 개의 탭을 갖는 채널로 모델링할 수 있다. 즉, rake 수신기는 동일한 정보가 시간간격으로 수신되는 L개의 채널정보로 채널 탭하중을 최적으로 예측하고 최대비 혼합기를 통해 출력을 얻는 방식이다.

4. 소프트 핸드오프

셀룰러 이동통신 시스템에서는 가입자의 이동성과 통화유지를 보장하기 위하여 핸드오프와 위치등록 기능이 필요하다. 위치등록 기능은 가입자가 어떠한 장소에 있더라도 착발신이 가능하도록 이동국을 시스템에 등록하는 기능이며, 핸드오프 기능은 가입자가 통화중에 셀경계지역을 벗어나더라도 통화를 유지하는 기능이다.

이동국 대기상태 핸드오프 : 이동국이 대기상태(idle mode)에 있는 동안 현재의 셀영역을 벗어나 인접한 다른 셀영역으로 이동한 경우에 발생하는 핸드오프이다.

소프트 핸드오프 : 이동국이 통화중에 동일한 무선채널 주파수를 갖는 인접셀 영역근처로 접근하여 두개의 셀과 동시에 통화하는 경우의 핸드오프이다.

소프트 핸드오프 : 이동국이 통화중에 동일한 무선채널 주파수를 갖는 셀내의 인접섹터영역 근처로 접근하여 셀내의 두개의 섹터와 동시에 통화하는 경우의 핸드오프이다.

CDMA-아날로그 핸드오프 : 듀얼모드 CDMA 시스템에서는 CDMA채널에서 아날로그 채널로의 핸드오프는 지원이 되나 아날로그 채널로부터 CDMA채널로의 핸드오프는 지원되지 않는다.

CDMA 시스템의 특징인 소프트 핸드오프는 이동국이 셀 경계지역을 벗어나도 통화의 일시적 중단이 일어나지 않으므로 핸드오프 영역에서 음질저하(통화의 일시적 중단)를 막을 수 있고 셀 경계지역에서 효과적인 전력제어가 가능하다. 전체 호중에서 대략 25-30%가 소프트 핸드오프 영역에 존재하므로 각 셀은 25-30%의 부가적인 채널을 가지고 있어야 한다. 소프트 핸드오프 시 두 셀이 동시에 이동국으로부터 음성프레임을 수신하는데 보코더/셀렉터에서 음성프레임(20ms) 단위로 음성품질이 좋은 셀로부터 음성프레임을 선택하는 방식이다.

소프트 핸드오프는 셀내의 섹터사이에서 일어난다는 점이 소프트 핸드오프와 다르며, 두 섹터로부터 수신한 데이터를 음성프레임 단위가 아닌 심볼 단위로 선택하여 보코더/셀렉터에 전송하는 방식이다.

IV. 맺 음 말

CDMA 방식은 여러 가입자가 시간과 주파수를 공유하면서 각 가입자에게 상호상관값이 작은 PN 코드 시퀀스를 할당하여 각 가입자는 할당된 PN 코드 시퀀스를 이용하여 송신할 신호를 확산하여 전송하고 수신측에서는 송신측에서 사용한 것과 동일한 PN 코드 시퀀스를 발생시켜서 동기를 맞추고 이를 이용하여 수신된 신호를 역확산하여 원하는 신호를 복원하는 방식이고, TDMA 방식은 각 가입자에게 주파수채널과 타임슬롯을 할당하여 공간상에 타임슬롯이 중첩되거나 시간적으로 송수신 시기를 조정하여 중첩됨이 없이 신호를 복원하는 방식이다.

이러한 방식상의 차이점은 이동무선채널, 용량, 그리고 전력제어 등에서 장단점이 노출되고 있다.

이동무선채널은 전파신호가 도심의 건물사이를 전파될 때 건물에 의해서 반사되고 또는, 지형의 경사면에 의해서 반사되는 등 여러가지의 다른 경로를 통하여 수신측에 전파신호가 도착하는 다경로채널이다. 이렇게 서로 다른 전파경로를 통해서 전파신호가 전달될 때 서로 다른 경로차에 의해서 지연분산현상이 발생하게 되는데, 이것은 심볼간 상호간섭을 유발한다. 일반적으로 이

동무선채널에서 가정되는 서로 다른 경로과의 지연분산은 측정결과에 의하면 대부분의 경우 3 μ sec 이내이고 최대 40 μ sec 이내라고 알려져 있다. 이러한 이동무선채널에서 야기되는 지연분산은 고속의 데이터를 전송하는 TDMA 방식에서 심볼간 상호간섭을 극복하기 위하여 등화기를 사용해야 하는 반면, CDMA 방식에서는 한 칩의 주기가 지연분산보다 현저히 작으므로 지연분산의 특성을 조사하여 경로 다이버시티를 이용할 수 있는 장점을 갖는다.

TDMA 방식은 각 가입자에게 무선자원(주파수 채널, 타임슬롯)을 할당하므로 계산상으로 가입자용량이 유한하다. GSM의 경우는 200KHz 채널대역에 8명의 가입자를 수용하고 IS-54의 경우는 30KHz 채널대역에 3명의 가입자를 수용하는 등, 주어진 무선자원에 대한 용량이 유한한 반면, CDMA 방식은 통화품질은 보장할 수 없지만 E_b/N_0 을 낮춤으로써 용량에 대한 제한이 없는 장점을 갖는다. 또한, 통화중에 음성의 묵음성분이 TDMA 방식에서는 간섭을 줄이는 효과를 가져오나 CDMA 방식에서는 직접적으로 용량을 증가시키는 요인이 되고 있다.


이외에도 TDMA 방식보다 CDMA 방식의 장점은 호의 일시적인 중단없이 통화를 유지시켜주는 소프트 핸드오프가 가능하며, 인접 셀의 동일한 주파수 재사용으로 주파수계획이 필요없고, 가입자 신호가 개개의 고유 PN 코드 시퀀스로 확산되므로 암호화에 유리하여 무선채널상에 발생하는 통신보완의 단점을 해결할 수 있다.

그러나 CDMA 방식에서는 다른 가입자의 신호가 해당 이동국에게는 잡음이 되기 때문에 모든 가입자의 전력이 기지국 수신측에서 볼 때 거의 동일해야 하는데, 역방향채널에서는 이동국이 기지국 근처에 있을 때와 셀의 경계에 있을 경우에 두 이동국으로부터 기지국에서 수신되는 신호의 전력비는 80dB 이상이 된다. 따라서 CDMA 방식은 셀내 이동국의 near-far 문제때문에 이동국의 송신전력을 80dB 이상 조절할 수 있어야 하고, 만약에 이동국의 전력 제어회로에서 오동작이 발생하면 셀 또는 섹터내에 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 그런데 TDMA 방식은 전파되는 신호의 near-far 문제가 동기시스템에서 발생하므로 전력제어를 심각하게 고려할 필요가 없다.

이와같이 방식간에 장단점을 비교해 볼 때 무선채널 환경, 수용능력, 셀계획, 핸드오프, 암호화 등에서 CDMA 방식이 큰 장점을 갖고 있으나 복조시의 동기동기 및 동기추적, rake 수신기, 이동국의 송신출력제어, 호처리 등의 기술적인 복잡성, 기존의 아날로그 방식과

의 호환성 그리고 네트워크의 접속 등의 문제를 면밀히 검토하여 개발해야 될 것이다.

參 考 文 獻

- [1] GSM Recommendation 05. 01, Physical Layer on The Radio Path : General Description, 1989.
- [2] EIA / TIA IS-54A, Dual Mode Mobile Station - Base Station Compatibility Standard, 1990.
- [3] Kota Kinoshita, Minoru Kuramoto and Nobuo Nakajima, "Development of a TDMA Digital Cellular System Based on Japanese Standard", 41th IEEE VTC, pp. 642-645, May 1991.
- [4] Proposed EIA / TIA Interim Standard, Wide-band Spread Digital Cellular System Dual Mode Mobile Station - Base Station Compatibility Standard, April 1992.
- [5] 한국전자통신연구소, 디지털이동통신시스템개발, Dec. 1991. 

筆 者 紹 介



康 法 周

1961年 8月 20日生

1983年 慶熙대학교 전자공학과(공학사)

1985年 연세대학교 대학원(공학석사)

1992年 9月 현재 연세대학교 대학원(박사과정)

1988年 ~ 현재 한국전자통신연구소 무선기술연구실 선임연구원

주관심분야 : 디지털 통신, 디지털 신호처리, 이동무선통신



金 英 植

1952年 1月 10日生

1973年 高麗대학교 전자공학과(공학사)

1977年 高麗대학교 대학원(공학석사)

• Univ. of Massachusetts(박사)

1989年 ~ 현재 한국전자통신연구소 무선기술연구실장

주관심분야 : 마이크로웨이브, 안테나, 이동무선통신