

CDMA 기지국 시스템의 신호처리 기능분석

김대순·김환용
(원광대학교 전자공학과)

■ 차 례 ■
I. 서론
II. CDMA 기지국 시스템의 주요 기능 블록
III. 결 론

要約

본 고에서는 국내의 차세대 이동통신 표준전송방식으로 선정되어 시스템 및 망구축 작업이 진행되고 있는 CDMA 시스템 기지국에서 수행되는 신호처리 동작을 내부구성 블록인 RF/IF 수신부, 디지털 수신부, 변조부, 전력제어부등을 중심으로 설명하고 각 기능블록간의 신호전송 및 제어관계에 대하여 분석 고찰하였다.

I. 서론

디지털 이동통신에 대한 관심이 고조됨에 따라 여러가지 방식의 전송기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 운용되고 있는 FDMA 변조방식은 낮은 수용능력(Capacity)으로 가입자의 수요충족이 곤란한 실정이며, 제한된 주파수의 효율적 활용을 위하여 단일 주파수 대역을 시분할하여 사용하는 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식 및 CDMA(Code Division Multiple Access) 방식등이 제안되고 있다. 국내의 차세대 이동통신 표준안으로 선정된 CDMA 전송방식은 미국의 Qualcomm사에 의해 작년 7월 자율 표준안으로 선정된 TR45 권고안의 Q-CDMA 방식을 기본으로 1996년 사용자 서비스를 목표로하여 시스템 및 망구축작업이 진행되고 있다. CDMA 시스템의 기지국(Base Station)은 MTSO와 이동국(Mobile Station)을 연결하여 순방향 및 역방향 채널의 신호전송에 대한 중계국 역할을 담당하며 역방향채널의 신호

복조에 사용되는 다이버시티(Diversity) 수신기 및 전력제어부 등의 다양한 기능회로들로 구성된다.

본 고에서는 CDMA 시스템 기지국의 기능분석을 위하여 RF/IF단 및 역방향 채널 수신신호의 복조기능을 담당하는 다이버시티 수신부에 대해 설명하고 각 채널신호의 변조기능을 담당하는 전송신호 변조부 및 전력제어부등의 주요 기능블록에 대하여 분석 고찰하였다.

II. CDMA 기지국 시스템의 주요 기능 블록

CDMA 시스템의 기지국(Base Station)은 다이버시티 수신부와 신호 변조부로 구성된 수개의 주파수 확산용 모뎀으로 구성되며, 각 모뎀은 신호변조부의 디지털 주파수 확산 변조회로와 복조동작을 수행하는 다이버시티 수신부에 포함된 Finger 기능회로 및 Searcher 기능회로로 구성되어 있다. 기지국내의 각 모뎀은 MTSO와 이동국 사이의 링크가 형성될때 서비스

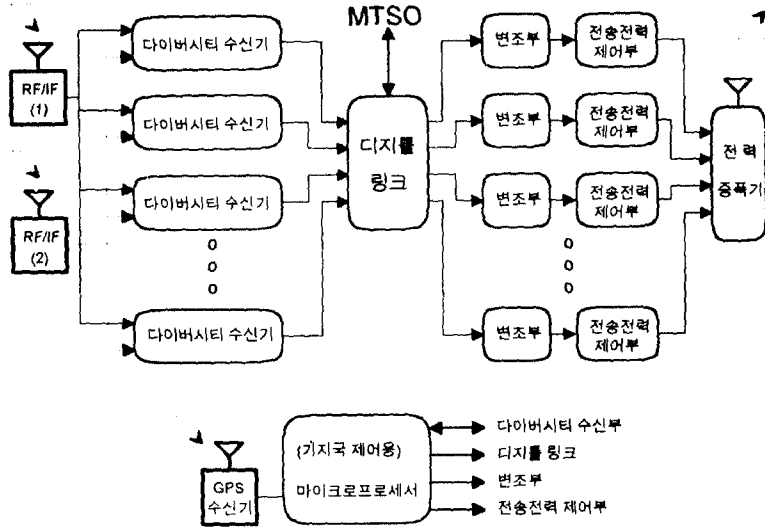


그림 1. 기지국 시스템의 주요 기능블럭

가 이루어지는 이동국에 대하여 신호처리가 가능하도록 지정되며 이동국의 공간이동에 대한 핸드오프 (Hand-off)시에는 이동국에 대한 새로운 복조기의 선정으로 원활한 Soft 핸드오프 동작을 수행한다. 기지국 시스템의 주요 기능블럭은 그림 1과 같다.

1. RF/IF 기능블럭

CDMA 시스템의 기지국은 분리된 안테나 및 RF/IF 단을 사용하여 복조동작시 Space 다이버시티 특성을 얻을 수 있도록 구성되었다. 안테나를 통하여 수신된 신호는 RF/IF 단을 통하여 다이버시티 수신기에

인가되며 RF/IF 단의 기본 구성도는 그림 2와 같다.

RF/IF 단은 입력된 수신신호를 RF 증폭기 및 주파수 합성기와의 믹싱동작을 통하여 IF 주파수로 Down 변화시키고 1.25MHz 대역폭을 갖는 SAW(Surface Acoustic Wave) BPF를 가진 후 모듈의 디지털 신호처리를 위하여 I 및 Q 신호에 대해 4비트 9.8304MHz 디지털 신호로 A/D 변환시킨다. RF/IF 단에 사용되는 주파수 합성기는 기존의 PLL 방식대신 직접형 디지털 주파수 합성방식의 DDF(Direct Digital Frequency Synthesis) 합성기를 사용하여 기지국의 시스템 클럭신호에 대해 안정된 주파수 특성을 갖도록 구성되었다.

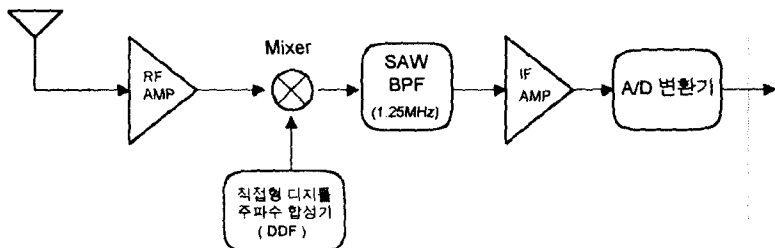


그림 2. RF/IF 단의 기본 구성도

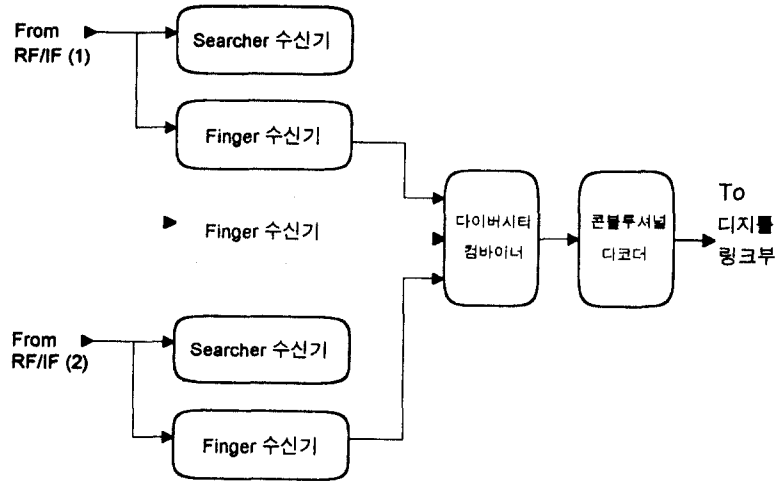


그림 3. 다이버시티 수신부의 기본 구성도

2. 다이버시티 수신부

RF/IF 단의 디지털 출력신호는 다이버시티 수신부에 인가되어 복조기능을 수행하는데 이동국의 서비스 요청에 대하여 이동국당 하나의 다이버시티 수신기가 μ -프로세서에 의해 지정되어 수신된 신호의 복조동작을 담당하게 된다. 다이버시티 수신부는 Space 다이버시티 특성을 이용하기 위해 2개의 RF/IF 단으로부터 기저대역으로 천이된 디지털 수신신호를 인가받아 역확산 및 복조동작 등을 수행하고 다이버시티 컴바이닝(Combining) 동작 후 디지털 링크부로 디지털 결과값을 전송한다. 다이버시티 수신부의 기본 구성도는 그림 3과 같다.

다이버시티 수신부의 Searcher 수신기는 복조동작을 수행하고 있는 Finger 수신기의 신호강도에 대한 특성정보를 μ -프로세서에 전송하여 역방향 채널의 Noncoherent 복조 동작을 수행하는 Finger 수신기의 효율적인 제어동작을 가능하게 한다. Finger 수신기는 μ -프로세서로부터 기지국의 PN 오프셋 정보를 인가받아 기지국 오프셋에 해당하는 I 및 Q PN 오프셋 신호를 발생시켜 수신신호의 역확산(Despreading) 동작을 수행하고 이동국의 사용자ID로부터 추출된 Long-PN 오프셋 값을 이용하여 42비트 Long-PN 발생기의 입력으로 사용, Descrambling 동작을 수행한다. Finger 수신기의 기본 구성도는 그림 4와 같다.

역확산이 수행된 후 Correlator의 심볼 데이터 출력값은 4chip 구간동안 적분기에서 적분된 후 64-ary 윌

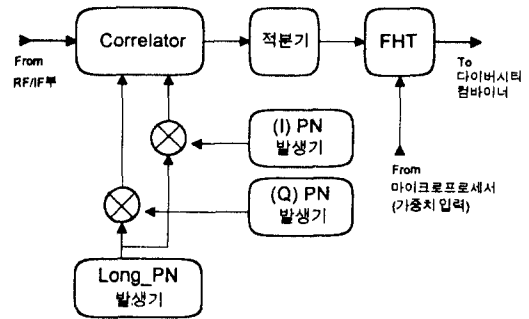


그림 4. Finger 수신기의 기본 구성도

쉬 직교함수의 디커버링(Decoding)을 위해 FHT(Fast Hadamard Transform) 동작을 통하여 6심볼당 64개의 계수값을 추출한 후 μ -프로세서에서 입력된 가중치 값과 승산된 후 다이버시티 컴바이너에 인가된다. 다이버시티 컴바이너는 각 Finger 수신기에서 입력된 64개 계수값들을 더한 후 크기를 비교하고 가장 큰 값을 갖는 계수값을 선택하여 컨볼루션 디코더의 가중치 및 입력으로 사용될 심볼을 결정하므로써 Space 다이버시티를 사용한 Rake 수신기법의 장점을 이용하게 된다. 비터비(Viterbi) 알고리즘을 사용하여 비터비 디코더로 명칭된 컨볼루션 디코더는 $k = 9$, 코드율 $r = 1/3$ 로 이동국에서 인코딩된 수신신호에 대하여 디코딩 동작을 수행하며 1.25msec 마다 수신

신호의 평균 S/N 비에 해당하는 정보를 출력신호에 삽입하여 이동국의 전력제어 자료로 이용하게 한다.

3. 변조부 및 전송전력 제어부

MTSO로부터 디지털 링크부로 수신된 신호는 μ -프로세서의 제어를 통하여 선정된 변조부(Modulator)에 인가되며 확산(Spreading) 및 Walsh함수에 의한 변조 동작 등을 수행하게 된다. 변조부에서는 기지국의 PN 오프셋을 알려주는 파일럿(Pilot) 채널, 시스템 정보를 전송하는 싱크(Sync) 채널, 페이징(Paging) 채널 및 음성정보가 전송되는 트래픽(Traffic) 채널에 대한 변조동작이 수행되며 기본 구성도는 그림 5와 같다.

파일럿 채널의 변조는 GPS 수신기로부터 결정된 기지국의 시스템 타이밍에 동기하여 기지국의 PN 오프셋에 상응하는 PN 코드를 발생시킨 후 "0" 값에 해당되는 Walsh코드를 사용하여 변조하며 싱크 채널 및 페이징 채널의 변조는 μ -프로세서에서 인가된 수신 신호에 대해 콘볼루션 인코딩 동작 후 군집잡음(Burst Noise) 제기를 위한 인터리빙(Interleaving) 동작을 수행한 후 상응하는 Walsh코드를 인가하여 변조

된다. 실제 음성신호를 전송하는데 이용되는 트래픽 채널은 콘볼루션 인코딩 및 인터리빙 동작 후 서비스가 적용된 이동국의 사용자ID에 해당되는 Long-PN 코드를 인가하여 비화성을 부여하고 사용자 Walsh 함수를 곱하여 변조가 수행된다. 변조부를 통하여 변조기능이 완료된 전송신호는 전송전력 제어부에서 μ -프로세서에서 지정된 이득이 곱해지고 D/A 변환된 후 전력증폭부에서 RF 변환된 후 안테나를 통하여 송신된다.

III. 결 론

본 고에서는 CDMA 시스템 기지국의 내부구성 및 각 기능블럭의 신호처리 기능에 대하여 분석 및 고찰하였다. 기지국 신호처리의 대부분을 차지하는 다이버시티 수신부 및 변조부는 일반적인 Rake 수신기법과 DS 확산방식을 응용하고 있으며 콘볼루션 인코딩 및 디코딩, 군집잡음 제기를 위한 인터리빙의 채용으로 FDMA에 비하여 통화 품질 및 가입자 수용능력 면에서 개선된 특성을 갖도록 구현되었고 대부분의

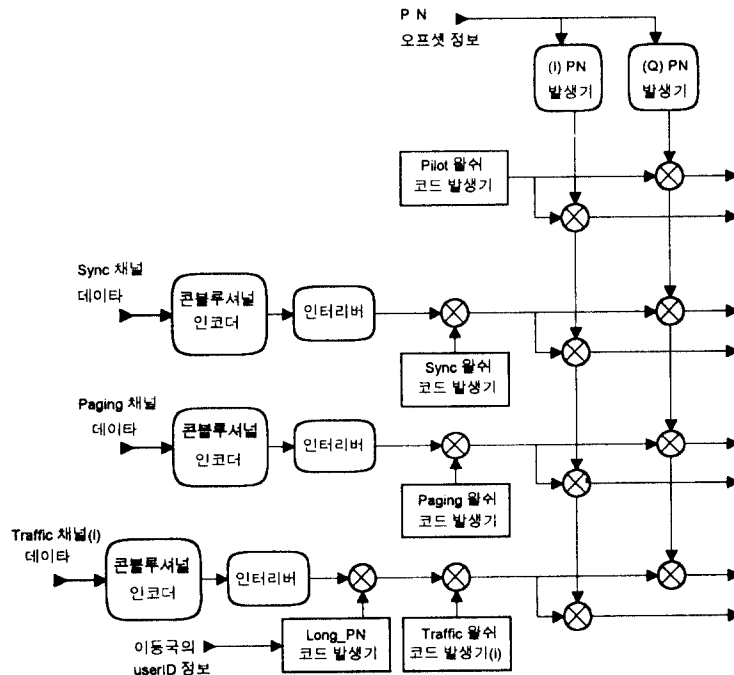


그림 5. 변조부의 기본 구성도

신호처리 알고리즘 및 기능블럭 제어는 μ -프로세서를 이용하여 프로그래밍된 후 운용된다. 기지국의 신호처리 알고리즘 및 변복조 하드웨어는 실제 이동국의 Rake 수신부 및 변복조 회로와 거의 유사하고 μ -프로세서의 프로그래밍에 의해 변형이 가능하므로 기지국의 집적회로 설계시 하드웨어 구현방법 및 시스템 운용 프로그래밍의 연구가 계속된다면 Q-CDMA 의존을 탈피한 독자적인 한국형 CDMA 시스템의 개발이 가능하다.

참 고 문 헌

1. R. A. Dillard and G. M. Dillard, Detectability of Spread-Spectrum Signals. Artech House, 1989.
2. G. R. Cooper and C. D. McGillem, Modem Communications and Spread spectrum. McGraw-Hill, 1986.
3. S. Lin and D. J. Costello, Error Control Coding, Fundamentals and Applications. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1983.
4. R. C. Dixon, Spread Spectrum, 2/e. Wiley, 1984.
5. A. J. Viterbi and J. K. Omura, Principles of Digital Communication and Coding. New York : McGraw-Hill, 1979.
6. Proposed TR45 Standard, "Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wide-band Spread Spectrum Cellular System", Feb. 11, 1993.
7. K. Gilhousen et al., "On the capacity of a cellular CDMA system" IEEE Trans. Veh. Tech., vol. 40, no. 2, pp. 303-312, May 1991.
8. "On overview of the application of code division multiple access to digital cellular systems and personal cellular networks", submissions to the Cellular Telecommunications Industry Association(CTIA) CDMA Technology investigation subcommittee, Qualcomm Inc., San Diego, CA, Apr. 21, 1992.

김 대 순

- 1990년 2월 : 원광대학교 전자공학과 공학사
- 1992년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과 공학석사
- 1993년 3월 ~ 1993년 12월 : 한국전자통신연구소 위촉연구원
- 1992년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 대학원 전자공학과 박사과정

김 환 용

- 1973년 2월 : 전북대학교 전기공학과 공학사
- 1978년 2월 : 전북대학교 전기공학과 공학석사
- 1984년 8월 : 전북대학교 전기공학과 공학박사
- 1986년 ~ 1987년 : Canada Manitoba Univ. 객원교수
- 1979년 ~ 현재 : 원광대학교 공과대학 전자공학과 교수
- 1993년 ~ 현재 : 원광대학교 전자계산소 소장