

요 약

CDMA 시스템은 성능의 우수성에도 불구하고 신호처리 복잡성과, 여러 채널의 신호를 동시에 전송시, 채널수가 증가할수록 신호의 PAPR(Peak to Average Power Ratio)가 증가하는 문제점을 갖고 있다. 본 논문에서는 멀티코드 CDMA의 특성과 구조를 유지하면서도 전송신호의 레벨이 항상 일정하여 기존의 TDMA 시스템 구조로도 멀티코드 CDMA 신호를 전송할 수 있는 Binary CDMA 기술에 대해 소개한다.

Binary CDMA 기술은 적용 기술별로는 펄스폭 CDMA(PW/CDMA; Pulse Width CDMA), 다위상 CDMA(MP/CDMA; Multi Phase CDMA), 코드선택 CDMA(CS/CDMA; Code Select CDMA)로 구분되며, 사용자간의 상호간섭이 심한 환경에서 무선으로 실시간 멀티미디어를 보내는 소형 휴대형 장비에 적합한 무선 solution을 제공한다.

I. 서 론

기존의 Multi-Code CDMA(이하 MC/CDMA)에서는 출력파형이 Multi-Level이 됨으로써 순간 진폭 변화가 매우 크게 나타나게 된다. 이에 따라 송수신기에 사용되는 증폭기도 선형 증폭기를 사용해야 하며, 신호처리 과정이 복잡하여 시스템의 구조가

복잡해지는 단점이 있다.

이러한 문제점을 해결하는 방안으로 MC-CDMA 신호의 멀티레벨을 제한된 일정한 레벨로 변환하여, CDMA와 같은 방식으로 멀티채널을 동시에 전송하면서도 전송파형은 TDMA와 같이 constant envelope를 갖는 Binary CDMA 방식이 제안되었다.^{[1]~[3]}

전송파형이 TDMA 방식과 동일하므로 TDMA 방식의 시스템 구조를 Binary CDMA 전송에 적용할 수 있어 TDMA 방식과 CDMA 방식의 장점만을 취하여 새로운 시스템 구조를 만들 수 있으며 다양한 새로운 특성이 나타나므로 응용분야에 따른 시스템 설계의 폭이 넓어져 새로운 무선 시스템을 구상할 수 있다.

Binary CDMA 방식의 특성을 열거해 보면,

- 기존의 DS/CDMA와 대등한 성능
- 변조파형이 Binary 형태로 TDMA와 동일
- 변복조 회로의 단순화로 가격 저렴화의 크게 세 가치를 들 수 있다.

Binary CDMA는 변조 방식에 따라 PW/CDMA^{[2]~[9]}, MP/CDMA^{[10]~[13]}, CS/CDMA^[14]로 나누어진 다. 이들은 모두 출력 레벨을 일정하게 만들어 줌으로써 변복조 회로가 간단하여지고, 출력단에 선형 증폭기의 사용을 배제할 수 있는 장점이 있다. 또한 신호 레벨을 제한하기 위해 사용되어지는 Truncation에 의한 정보의 손실이 있음에도 불구하고, 유용한 채널 수 내에서 DS/CDMA와 대등한 BER 특

「본 연구내용의 일부는 정보통신연구진흥원의 정보통신산업기술개발사업의 지원으로 시스템 개발이 진행되었음.」

성을 보여 준다.

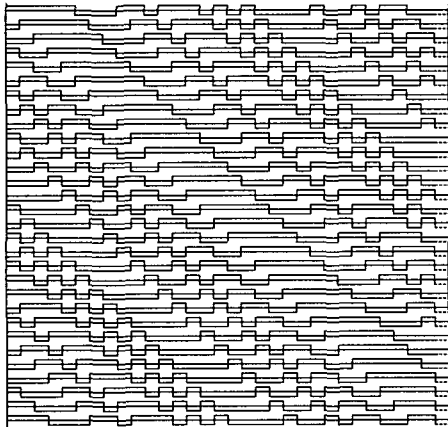
'Binary CDMA' 기술에서 사용하고 있는 확산코드(Spreading Code)는 [그림 1.1]과 같은 구조의 카서코드(Casuh Code)를 사용하고 있다.

'Binary CDMA'의 동작원리를 간단히 살펴보면, 먼저 멀티채널로 들어오는 입력 신호에 각각 카서코드를 곱하여 확산시킨 후 모두 합한다. 이렇게 하여 Multi Level이 된 MC/CDMA 신호에 Truncation 기법을 이용하여 Multi Level을 임의의 Level로 절단하게 된다. 이렇게 하여 레벨수를 줄인 후, PW, MP, CS 등의 변조 방법으로 변조하여, 변조된 후의 전송파형을 Constant Envelope 형태를 유지할 수 있다.

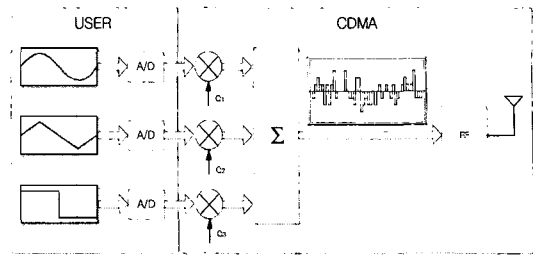
II. 개념 소개

2-1 일반적인 CDMA 송수신 구조

일반적인 CDMA의 송신 구조도는 [그림 2.1]에서 보여지는 바와 같이, 각 사용자의 입력 신호는 A/D converter를 거쳐 디지털 신호로 변환되고, 각각의 채널에 확산코드 $c_1(t)$, $c_2(t) \dots c_n(t)$ 를 곱하



[그림 1.1] Casuh Spreading Code



[그림 2.1] CDMA 송신부와 Multi-Level 전송파형

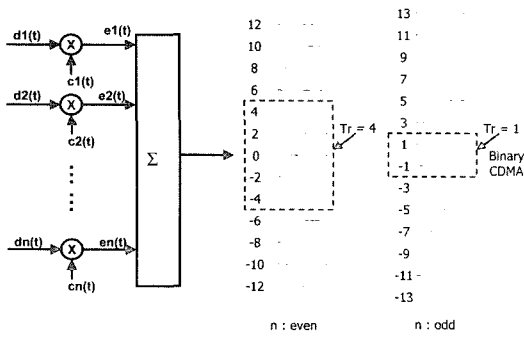
여 확산시킨 후, 이 신호들을 모두 합하여 RF를 통해 전송한다. 이때의 출력신호는 그림과 같이 Multi-Level의 형태를 갖게 된다. 수신측에서는 이 신호를 받아 송신측에서 각 채널에 곱해졌던 확산코드를 다시 곱하여 Correlation을 취하면 원하는 채널의 원래의 Data를 복원해 낼 수 있다.

2-2 Truncation 개요

앞 절에서 설명한 바와 같이 일반적인 CDMA 송신파형은 Multi-Level로 순간 진폭 변화가 매우 크게 나타나게 된다. 이에 따라 송신기에 사용되는 RF 증폭기는 Dynamic Range가 큰 고가의 선형 증폭기를 사용해야 하며, 수신단의 신호처리 회로도 복잡해진다는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Binary CDMA 방식에서는 Multi-Level 신호를 constant envelope 형태로 변형시키기 위해 [그림 2.2]에서와 같이 멀티 레벨 신호를 truncation 하여 신호의 크기를 일정 레벨로 제한하는 기법을 사용한다.

멀티레벨 CDMA 신호는 [그림 2.2]에서 보여지는 바와 같이 채널수가 짝수일 때는 '0' 값이 존재하고 채널수가 홀수일 때는 '0' 값이 존재하지 않으므로 truncation에 의한 완벽한 binary 신호는 채널수가 홀수일 때 truncation을 '1'로 했을 때 가능하다.

편의상 채널수의 짝수, 홀수 구분없이 truncation 할 때의 최대 신호 레벨의 절대값을 기준으로



[그림 2.2] Truncation 예

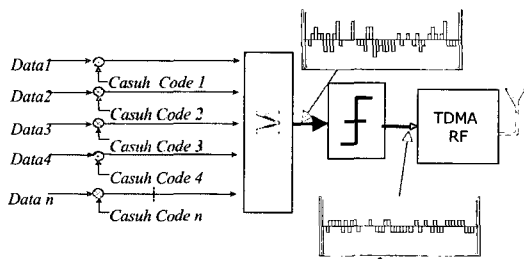
truncation 크기를 정의한다. 예를 들어 [그림 2.2]에서 왼쪽의 결과는 truncation을 '4'로 했을 때이고 오른쪽은 truncation을 '1'로 했을 때이다.

[그림 2.3]은 truncation 방법을 사용한 Binary CDMA 시스템의 구조이다. 전송파형이 binary 형태이므로 사용하는 RF 모듈은 TDMA 방식의 모듈을 사용하는 것이 가능하다.

Binary CDMA 방식에서 항상 truncation을 '1'로 하지는 않으므로 truncation한 후의 신호가 항상 binary 형태가 아닌, 제한된 크기의 멀티레벨이 존재하며 이러한 멀티레벨은 다음 절에서 소개하는 방식으로 constant envelope 신호로 변환된다.

2-3 Binary CDMA의 종류

Binary CDMA 방식에서는 기존의 멀티코드



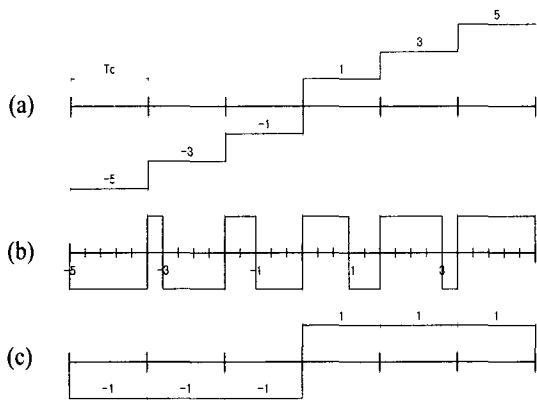
[그림 2.3] Binary CDMA 송신기 구조

CDMA 신호의 멀티레벨 신호를 truncation하여 전체적인 신호의 레벨을 획기적으로 줄이거나 신호레벨을 '1'과 '-1'만 갖는 binary 형태로 만들 수 있다. 그러나 truncation 레벨을 '1'로 제한하는 경우 전송할 수 있는 채널수가 제한되므로 전송채널수의 증가시키기 위해 truncation 레벨을 '1'보다 큰 수로 선택해야 한다. 이 때 신호의 constant envelope가 무너지므로 이를 해결하기 위하여 제한된 크기의 멀티레벨 신호를 constant envelope로 바꾸기 위하여, 멀티레벨 신호를 펄스폭으로 바꾸는 펄스폭 CDMA (PW/CDMA; Pulse Width CDMA), 위상으로 바꾸는 다위상 CDMA(MP/CDMA; Multi Phase CDMA), 코드를 선택하여 truncation 없이도 멀티코드 전송특성을 갖는 코드선택 CDMA(CS/CDMA; Code Select CDMA)로 구분된다.

이 세 가지 방식들은 RF 변조신호의 크기를 항상 일정한 constant envelope로 만들어 주게 되므로, 변복조 회로가 간단해지며, 출력단에 선형 증폭기의 사용을 배제하여 비선형 증폭기를 사용할 수 있는 장점이 있다. 또한 Truncation에 의한 정보의 손실이 있음에도 불구하고, 유용한 채널 수 내에서 Truncation이 없는 DS/CDMA와 대등한 BER 특성을 보여주는 장점이 있다.^{[11]~[14]}

III. PW/CDMA

PW/CDMA는 truncation 된 제한된 멀티레벨 신호를 펄스폭으로 바꾸어 [그림 3.1]과 같이 신호크기를 일정한 값으로 변환하는 방법이다. [그림 3.1](a)은 truncation을 '5'에서 취하여 신호 레벨의 최대값을 5로 제한한 값이며 [그림 3.1](b)는 [그림 3.1](a)의 값을 펄스폭으로 변환한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 신호 레벨 크기를 펄스폭으로 바꾸면 매우 좁은 펄스 형태가 나타나게 된다. [그림 3.1](c)는 truncation을 '1'에서 취했을 때 결과 파형

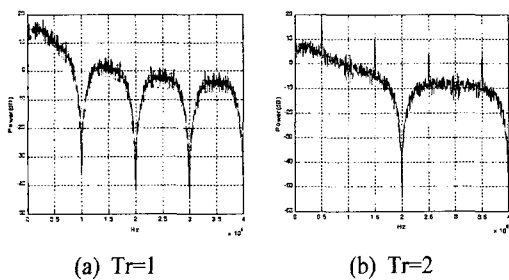


[그림 3.1] PW/CDMA 파형

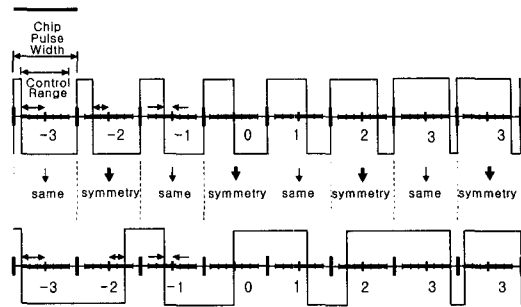
이 binary 형태가 되어 [그림 3.1](a)의 신호의 부호만을 택한 것과 같은 결과가 됨을 보여 주고 있다.

PW/CDMA 방식의 최대 문제점은 truncation 값을 높일수록 [그림 3.2]와 같이 신호의 power spectrum이 넓어져 전송대역을 넓게 차지하는 점이다. 그림에서 보는 바와 같이 truncation 값이 '1'일 때는 일반적인 PSK 신호의 대역폭과 동일하지만 truncation 값이 '2'가 되면 대역폭이 2배로 증가하며 clock 성분에서 peak 치가 있음을 볼 수 있다.

시스템 구현시 신호의 대역폭을 제한하기 위하여 [그림 3.3]과 같이 펄스 파형을 짝수 때마다 좌우 대칭으로 바꾸어 주고, 펄스폭이 가변하는 범위를 미리 정하여 가변범위 내에서만 펄스폭의 변화가 있



[그림 3.2] PW/CDMA 신호의 Power Spectrum

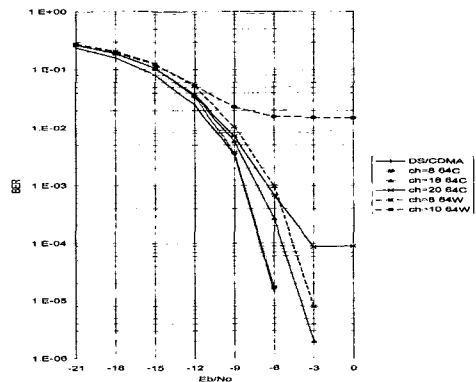


[그림 3.3] 극성교번 PW/CDMA 방식

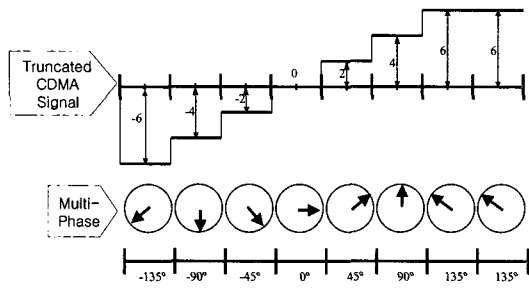
게 하여 최소펄스폭의 크기를 일정값 이상으로 보장하는 방법으로 대역폭의 증가를 억제할 수 있다.

[그림 3.4]는 카서코드를 64chip 길이로 하고 전송 채널수를 늘려가며 truncation을 '1'로 했을 경우의 성능특성을 보여주고 있다. truncation을 '1'로 하였으므로 기존의 DS/CDMA와 전송대역은 동일하고 truncation에 의한 영향으로 기존의 DS/CDMA 방식에 비해 2~4dB 정도의 성능 저하 현상은 있지만 17 채널까지는 정상적으로 동작하므로, CDMA 특성을 필요로 하며 제한된 영역에서 소출력으로 운용되는 시스템에서는 동시에 멀티채널 제공이 가능하다.

본 논문에서 제시되는 기본적인 결과보다 개선된



[그림 3.4] Tr=1일 때의 PW/CDMA의 성능



[그림 4.1] MP/CDMA 신호 발생 방법

알고리즘에 의해 PW/CDMA 성능이 향상된 결과가 참고문헌 [6], [7], [9]에 소개되었으며, PW/CDMA 기술을 유선에 적용한 논문이 참고문헌 [8]에 소개되었다.

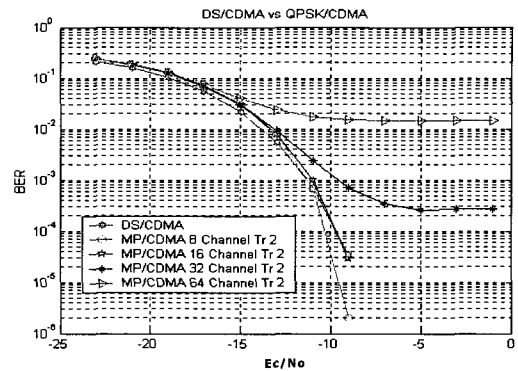
IV. MP/CDMA

MP(Multi Phase)/CDMA 방식은 앞서의 PW/CDMA 방식이 truncation 값을 크게 할수록 전송신호의 대역폭이 증가하는 문제를 해결하고, TDMA 시스템의 M-ary PSK RF 모듈을 사용하기 위해 제안된 방식이다. [그림 4.1]은 truncation을 '6'으로 제한한 크기의 멀티레벨 신호를 8-ary PSK의 위상값으로 치환하는 과정을 나타내었다.

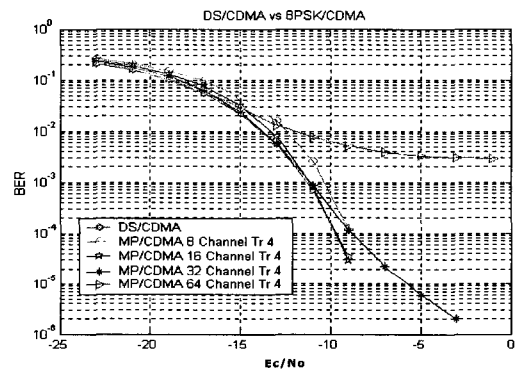
MP/CDMA 방식은 truncation 레벨수를 높여도 power spectrum은 [그림 4.2](a)와 같이 항상 일정하므로 전송대역이 증가하는 것을 염려할 필요없이 구현하는 시스템의 복잡도를 고려하여 시스템을 선정할 수 있다.

[그림 4.2](a),(b),(c)는 카서코드의 길이는 128 chip이며 truncation 값을 2, 4, 6으로 하며 8-ary PSK RF 모듈을 사용했을 때의 성능특성을 보여주고 있다.

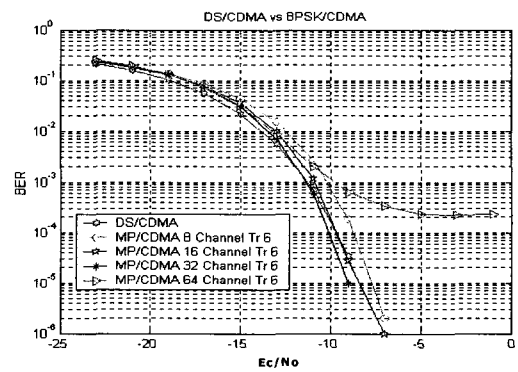
그림에서 보여지는 바와 같이 truncation 값을 크게 할수록 채널수가 많은 경우에서 시스템의 성능이 비교적 많이 향상되는 것을 알 수 있다. trun-



(a)



(b)



(c)

[그림 4.2] MP/CDMA 성능

cation이 '2'일 경우에는 8-ary 방식 대신 QPSK 방식을 이용하는 것이 가능하므로 사용해야 하는 채널수가 적을 경우에는 8-ary PSK보다 QPSK 방식을

사용하는 것이 시스템 구조도 단순해지며 성능도 우수하게 나타난다.

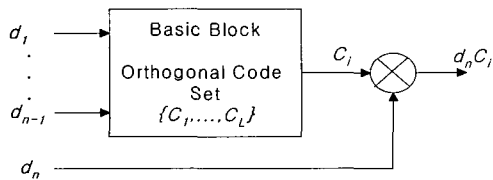
MP/CDMA의 기본적인 구조를 개선하여 성능을 향상시킨 결과가 참고문헌 [11], [13]에 소개 되어 있다.

V. CS/CDMA

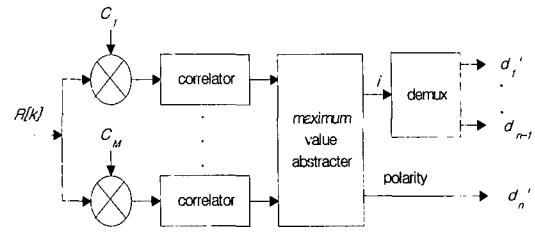
PW/CDMA 방식과 MP/CDMA 방식은 truncation에 의해 신호의 직교특성이 약해져, 단말기로부터 Access point로 신호가 전해지는 역방향 통신에서 단말기 간의 상호간섭에 의한 성능저하 현상이 나타난다.

CS(Code Select)/CDMA 방식은 이러한 문제 해결을 위해 제안된 기술로, 각각의 입력채널에 직교코드를 할당하는 종래의 CDMA 방식과는 달리 입력채널을 block 단위로 묶어 채널코드를 그룹으로 할당하고 입력되는 데이터를 이용하여 할당된 직교코드 중 하나를 선정하여, 최종적으로 block 단위에서 전송되는 직교코드의 수는 하나가 되도록 하여, block 단위로는 입력채널이 여러 개가 있을 경우라도 전송되는 직교코드는 한 개만 선택되어 block 단위의 truncation을 원천적으로 없게 하므로 truncation에 의한 성능 저하를 막을 수 있다.

[그림 5.1]은 CS/CDMA 변조를 위한 기본 블록을 보여 주고 있다. 예를 들어, 한 block 당 4개의 입력채널이 할당되었다면 block에 8개의 직교코드를 배정하고 그 중 3개의 입력데이터를 이용하여 8개의



[그림 5.1] CS/CDMA 기본 블록도



[그림 5.2] CS/CDMA의 복조기 구조

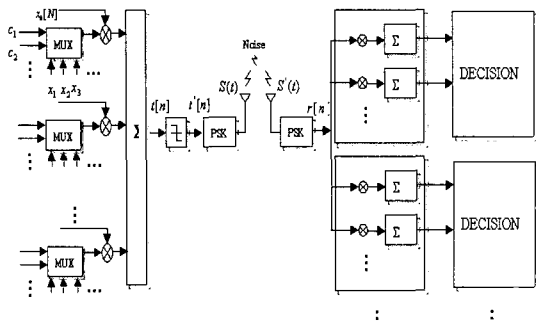
직교코드중 하나를 선택하고, 선택된 코드를 마지막 4번째 입력 데이터로 변조하여 전송하는 구조가 된다.

CS/CDMA 신호를 복조할 때는 [그림 5.2]와 같이 사용된 모든 직교코드를 이용하여 correlation 결과를 구하고, 그 중 절대값이 가장 큰 코드를 얻어 그 값으로부터 직교코드를 선정할 때 사용한 전송데이터를 구할 수 있고, 최대 절대값을 갖는 correlation 결과의 부호값으로부터 마지막으로 직교코드에 변조된 데이터를 복원할 수 있다.

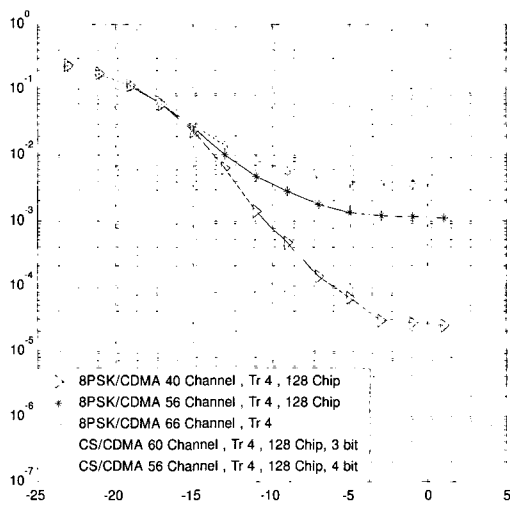
CS/CDMA 방식은 단말기에서 block 단위로 멀티코드를 사용할 경우 access point 로의 역방향에서 항상 orthogonality가 보장되므로 단말기 사용자간의 상호간섭 문제가 없으며 multi-path에 의한 간섭에서도 우수한 성능을 나타낸다.

여러 개의 block을 동시에 전송하는 경우에는 [그림 5.3]과 같이 block 단위로 만들어진 직교코드를 합한 후, 앞서의 MP/CDMA 경우처럼 truncation 방식으로 신호 레벨을 줄여서 M-ary PSK RF 신호로 변조한다.

[그림 5.4]는 128chip 길이의 카서코드를 사용하고 block당 4채널씩 할당한 경우의 MP/CDMA와 CS/CDMA 방식의 성능을 비교하고 있다. 결과적으로 CS/CDMA 방식은 전송하는 채널 수에 비해 직교코드수가 많이 필요하게 되어 사용하는 직교코드의 비효율적인 사용이 문제로 제기될 수 있으나, 사용자간 상호간섭, 고속 이동에 의한 fading, 도심



[그림 5.3] Multi Block CS/CDMA 송수신 구조



[그림 5.4] MP/CDMA와 CS/CDMA의 성능비교

<표 5.1> CDMA 방식별 특성 비교

	DS/CDMA	PW/CDMA	MP/CDMA	CS/CDMA
전송코드수	1/채널	1/채널	1/채널	1/블록*
출력레벨	채널수+1	$M \ll \text{채널수}$	$M \ll \text{채널수}$	블록수+1
점유대역폭	1배	M배	1배	1배
상호간섭	강함	약함	약함	강함
RF PA	선형	비선형	비선형	비선형
응용분야	이동통신	저가 무선	PAN	PAN, 이동통신

* 사용코드수 = $k \cdot 2^{m-1}$ (k=블록 수, m=블록 당 채널수)

환경에서의 multi-path, 등 매우 어려운 이동통신 전송환경에서도 기존의 DS/CDMA 방식의 특성을 유지하며 Binary CDMA의 단순한 구조는 그대로 사용할 수 있으므로 디지털 가전과 연계되는 차세대 이동통신 기술로 사용됨에 있어 유리한 조건을 갖추고 있다.

참고로 멀티 block을 사용하면서도 truncation 없이 전송하는 신호를 binary화 하는 기술이 참고문헌 [14]에 소개되어 있어, 직교코드의 orthogonality의 손상없이 constant envelope를 유지하며 멀티코드 방식으로 고속 데이터를 전송할 수 있는 방법을 제시한다.

<표 5.1>은 여러 가지 CDMA 방식의 특성 비교를 간략하게 표로 정리하였다.

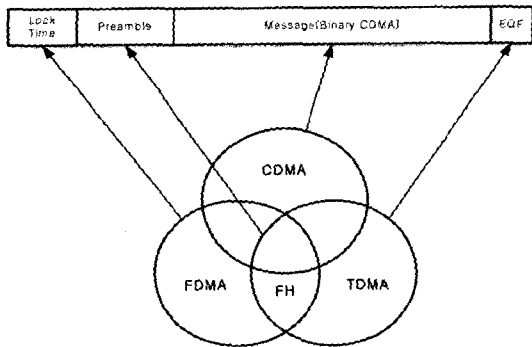
두드러진 특징은 기존의 DS/CDMA 방식이 선형 RF 증폭기를 필요로 하는 반면에 제안된 binary CDMA 방식은 비선형 RF 증폭기를 사용하는 것이 가능하고, PW/CDMA는 truncation 레벨에 비례하여 전송신호대역폭이 증가하지만 그 외의 다른 방식은 대역폭이 증가하지 않으며, PW/CDMA와 MP/CDMA는 상호간섭 문제가 있어 이동통신에 사용하기는 어려우나 CS/CDMA는 이동통신에서도 사용이 가능하다는 점이다.

VI. HDMA

Binary CDMA 방식에 의해 만들어진 전송신호는 외형이 TDMA 신호와 동일하므로, 동일한 시스템을 이용하여 CDMA 신호와 TDMA 신호를 임의로 전송하는 것이 가능하다. HDMA는 'Hybrid Division Multiple Access'의 약어로서, Binary CDMA 기술을 이용하면 CDMA, TDMA, FDMA를 적절한 형태로 혼합하여 사용하는 다중 접속 방식(Multiple Access Scheme)이 가능하므로 붙여진 이름이다. Binary CDMA 방식으로 전송할 때는 일정 채널 수 이하에서는 전송하는 채널 수에 관계없이 전송과형이 동일하므로, 시스템 구조의 변화없이 필요에 따라 임의로 CDMA 채널수를 변경하여 조정하거나, TDMA 방식과 CDMA 방식의 혼용이 가능하다.

6-1 HDMA용 Frame 구조

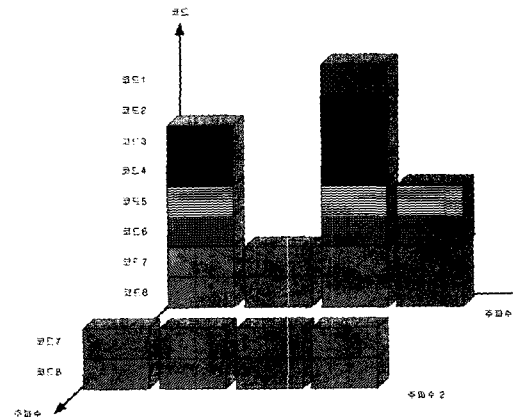
[그림 6.1]에서 보이는 바와 같이 HDMA 방식에서는 Frame 구조를 TDMA 방식의 frame 구조와 흡사하게 전송하는 메시지를 frame 단위로 나누고, 이 메시지의 앞뒤에 필요한 부분을 부가하여 독립된 frame을 구성하며, Frame의 구조를 [그림 6.1]에 나타내었다.



[그림 6.1] HDMA용 Frame 구조

- Lock Time은 주파수 안정화 시간을 의미하며 매 frame 단위로 주파수를 다르게 할 수 있게 하여 frequency hopping도 가능하도록 한다.
- Preamble은 시스템의 동기를 잡기 위해서 필요한 부분이며, Binary CDMA 방식은 전송과형이 TDMA 방식과 동일하므로, 동기방식도 일반적인 CDMA 방식과는 달리 TDMA 방식처럼 preamble 방식으로 하는 것이 CDMA 방식처럼 동기채널을 별도로 사용하는 것에 비해 시스템 구조도 간단해지며 더 우수한 동기 특성을 나타낸다.^[15]
- Message 부분은 Binary CDMA 혹은 TDMA 정보를 보낼 수 있다.
- End of frame은 일반적인 TDMA 방식과 동일하게 frame 끝 부분의 message를 보호하기 위해 사용된다.

[그림 6.2]에서는 시간축과 주파수축 그리고 코드 축을 동시에 사용하는 전송방식을 보여주고 있다. Binary CDMA 방식에서는 코드축에서 사용하는 코드수를 변경하여도 항상 binary 파형을 유지할 수 있는 장점이 있으므로 이 특성을 이용하여 각각 다



[그림 6.2] HDMA frame 전송 예

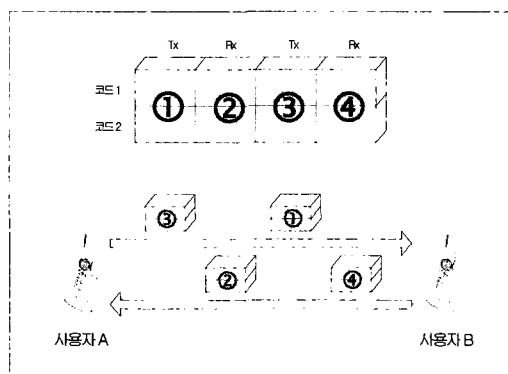
큰 입력원에서 수신된 신호를 합하여 멀티 채널을 구성한 후 동시에 전송하거나, 실시간 전송이 요구되는 사용자에게는 모든 frame에 일정한 채널코드를 할당하고 burst 데이터를 전송하는 사용자에게는 frame 별로 여러 개의 코드를 수시로 할당하는 등의 다양한 응용 protocol을 만들 수 있다.

6-2 CDMA와 TDMA의 혼합적용 통화

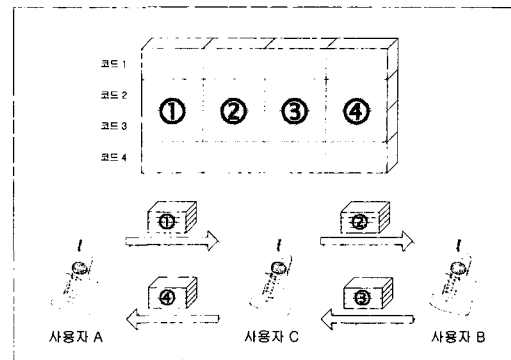
Binary-CDMA의 HDMA 특성을 이용하여 CDMA와 TDMA를 혼합 적용한 예로써 무선전화기를 이용한 시스템 개념을 소개한다. HDMA방식을 사용하면 사용하고 있는 frame에 코드를 추가할 수 있으므로, 단말기 간에 통화중인 frame에 다른 단말기의 중계용 코드를 얹어 전송하는 방법으로, 단말기가 통화중에도 다른 단말기의 중계가 가능하다.

6-2-1 사용자 A, B의 1:1 통화

[그림 6.3]에서는 HDMA Protocol을 이용하여 사용자 A, B가 1:1 통화를 하고 있는 한 예를 나타내었다. 이 구조는 가장 기본이 되는 구조이며, 사용자 A와 사용자 B는 4Frame 1Cycle 구조로 통화를 한다. 사용하는 코드는 2개이며, 사용자 A는 (1, 3)번



[그림 6.3] 단말기간 TDD 통화 구조



[그림 6.4] Ad-hoc Relay 기능 구현

프레임을 통해서 전송하고, (2, 4)번 프레임에서는 수신한다. 사용자 B는 반대로 (1, 3)번 프레임에서 수신하고, (2, 4)번 프레임에서 송신한다.

6-2-2 사용자 C의 중계 기능

6-2-1절에서는 A, B가 거리가 멀어졌을 때 사용자 C가 중계를 하는 상황을 설명한다. 사용자 C는 통화를 하지 않고 있는 상태이며, 사용자 A와 B의 중계역할만 하고 있으며 이를 [그림 6.4]에 나타내었다. 사용자 A가 보내는 음성 데이터는 사용자 C를 거쳐서 사용자 B에게 전달(Relay)되므로, 사용자 A, B는 사용하던 2개의 frame 중 하나를 C에게 양보하고 대신 한 frame에서 사용하는 코드수를 4개로 늘려 동일한 정보량을 전송한다.

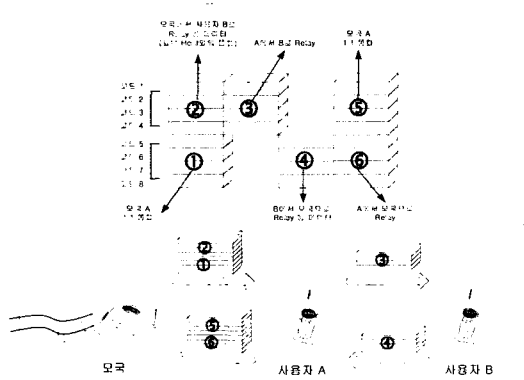
사용자 A가 1번 프레임을 송신하면 사용자 C는 이를 받아 2번 프레임을 이용하여 사용자 B에게 전달(Relay)한다. 다음으로 사용자 B가 3번 프레임을 송신하면 사용자 C는 이를 받아 4번 프레임을 다시 사용자 A에게 전달(Relay)한다. 즉, 사용자 C는 통화를 위한 목적으로 사용되지 않고, 단지 거리가 멀어서 직접 통화를 할 수 없는 사용자 A, B의 통화를 도와주는 단순 Relay의 기능으로만 사용되고 있는 모습이다.

6-2-3 사용자 A의 통화 중 중계 기능

Binary CDMA 특성상 사용하는 채널코드수가 일정 범위 네에서는 채널코드 수를 증가시켜도 전송하는 라형은 변화하지 않는다. [그림 6.3]과 [그림 6.4]는 사용하는 코드수가 다르지만 전송하는 파형은 동일하고 이 상태에서 다시 각 frame 별로 코드수를 증가시켜도 전송하는 신호 파형은 변화하지 않으므로 중계하는 단말기는 중계하는 frame에 자기 자신의 신호를 얹어 보낼 수 있으므로 통화중에도 중계가 가능해진다.

사용자 A가 통화를 하고 있던 중 Relay의 기능도 함께 구현하고 있는 모습을 [그림 6.5]에 나타내었다.

모국은 국선이 2개가 있어 외부와 동시에 2채널을 통화할 수 있는 전화기 구조이다. 모국은 사용자 A와 사용자 B의 정보를 동시에 코드 8개를 이용하여 첫 번째 frame에서 전송한다(①②). 사용자 A는 그 중에서 자신에게 전송된 코드 4개는 수신하고 사용자 B에게 전달되는 정보를 두 번째 frame에서 코드 4개를 이용하여 전송한다(③). 이를 수신한 사용자 B는 세 번째 frame에서 코드 4개를 이용하여 사



[그림 6.5] 사용자 A의 통화중 Ad-hoc Relay 기능

용자 A에게 중계를 요청하고(④), 사용자 A는 사용자 B로부터 온 정보에 자신의 정보를 더하여 네 번째 frame에서 코드 8개로 모국에 전송한다(⑤⑥).

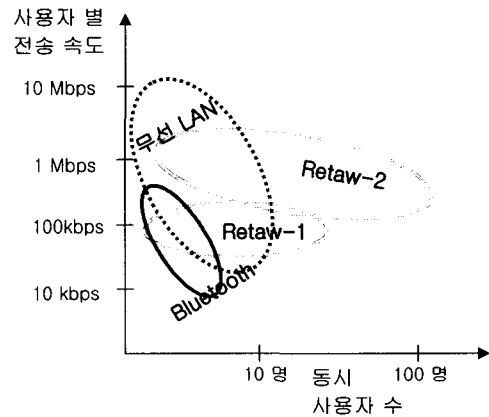
즉, 사용자 A는 모국과 1:1로 통화를 하고 있던 도중에 모국과 사용자 B의 통화를 위해서 Relay 기능을 함께 구현하고 있는 그림이다.

VII. 시스템 적용 예

Binary CDMA 방식은 기존의 TDMA용 RF를 그대로 사용하여 멀티코드 CDMA 신호를 전송하는 것이 가능하므로 기존의 Bluetooth용 RF나 무선 LAN용 RF를 이용하여 시스템을 구현할 수 있다.

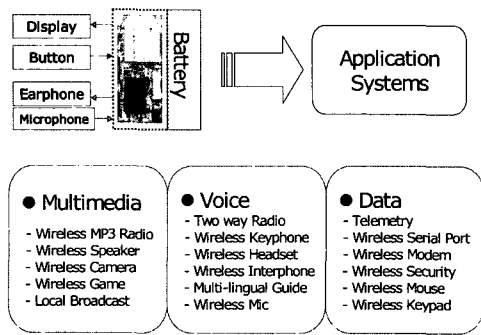
(주) 카서¹⁾에서는 Bluetooth RF를 이용하는 기술은 Retaw-1으로, 무선 LAN용 RF를 이용하는 기술은 Retaw-2로 이름하여 Retaw-1 상품화 개발이 Retaw-2는 기술개발이 진행중이다.

[그림 7.1]은 Binary CDMA 기술과 기존의 Bluetooth 기술과 무선 LAN 기술을 비교한 것으로 기존의 방식은 사용자가 증가하면 사용자당 전송속도가



[그림 7.1] Binary CDMA 기술과 기존 기술의 비교

1) Retaw(R)는 Water를 거꾸로 표현한 것으로 Binary CDMA기술이 물과 같이 어느 곳에나 꼭 필요하며 잘 스며든다는 뜻을 갖고 있으며 (주)카서의 등록상표임.



[그림 7.2] Retaw-1 모듈을 이용한 응용 시스템

급격히 감소하는데 비해, Binary CDMA 기술은 CDMA 수행이득으로 인해 초기속도는 기존의 방식에 비해 떨어지지만 사용자가 증가해도 거의 일정한 전송속도를 유지할 수 있는 장점이 있다.

[그림 7.2]는 Bluetooth RF와 Binary CDMA 모듈을 결합한 Retaw-1 모듈을 이용하여 제작할 수 있는 시스템의 종류를 열거하였다. [그림 7.1]에서 보는 바와 같이 사용자가 증가하는 경우에도 일정한 전송속도를 유지할 수 있으므로 사용자가 많은 환경이나 실시간 오디오 신호를 보내는 응용분야에 적합하며, RF 접속을 포함한 제반 시스템이 모듈 내에 모두 포함되어 있으므로 외부 I/O를 접속하는 수준으로 시스템 설계가 가능하다.

Ⅷ. 결 론

미래 정보화 사회는 사람들의 이동성이 증가하면서 무선 서비스의 요구가 급격히 증가하며, 동시에 실시간 멀티미디어 전송이 가능한 전송속도의 증가가 절실히 필요해지고 있다.

무선기술의 발전에 따라 전송속도의 증가는 매우 빠른 속도로 개발이 이루어지고 있으나, 무선 사용자의 증가로 인한 상호간섭을 극복하는 문제는 아직 쉬운 해결책이 제시되지 않고 있다.

CDMA 방식은 사용자 간의 간섭을 효과적으로 제거하는 특성이 있으나, 시스템의 구조가 복잡하여 보편적인 응용분야에서는 가격경쟁력이 없어 사용할 수 없는 단점이 있다.

Binary CDMA 기술은 종래의 CDMA 성능을 보유하면서 외형은 TDMA와 동일하여, 성능경쟁력과 가격경쟁력을 동시에 보유하고 있으므로, 미래사회에서 이동통신의 수요가 급격히 증가하여 보편적인 무선 서비스가 확대되는 상황에서 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있는 기술이다.

이미 상품화가 완료된 안정적인 TDMA RF 모듈을 이용하여 우수한 성능의 CDMA 시스템 개발이 가능하므로 빠른 속도로 응용 제품을 시장에 선보일 수 있다.

현재 Bluetooth RF 모듈을 이용한 Retaw-1 단계는 개발이 완료되어, 사용자당 180 Kbps의 무선 데이터 전송이 가능하므로 무선 MP3 라디오, 다채널 무선전화기, 무선 인터폰, 양방향 그룹 무전기, 다국어 무선안내 시스템 등의 응용 제품 개발에 사용될 수 있고, 사용자가 밀집하여 상호간섭이 심한 환경에서의 무선데이터 전송이 가능하므로 무선 시리얼 포트, 무선 텔레메트리, 무선 스마트 카드 등의 응용분야에 적용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 류승문, "Binary CDMA 기술 및 응용분야 소개", JCCI 2002 Tutorial IV, 2002년 4월 22일.
- [2] 류승문, 김제우, 문장식, 김효성, "PW/CDMA와 DS/CDMA의 성능 비교", 11th JCCI, 2001년.
- [3] 안호성, 류승문, 나성웅, "Binary CDMA 소개", JCCI 2002 VI-A.1, April 2002년.
- [4] J. K. Oh, S. P. Kim, M. J. Kim, H. S. Ahn and S. M. Ryu, "Orthogonal Multi-code CDMA Systems with Constant Amplitude Transmission

- Based on Level Clipping and Pulse Width Modulation", *Proc. ICOIN'2002*, 30 January 2002.
- [5] S. P. Kim, J. K. Oh, M. J. Kim, H. S. Ahn and S. M. Ryu, "On the selection of code set for binary multi-code CDMA system", *Proc. ICOIN'2002*, 30 January 2002.
- [6] 류관용, 박용완, 안호성, 류승문, "이진 부호화된 PW/CDMA에서 Clipping Error 분석과 에러 제거 알고리즘에 대한 연구", *JCCI 2002 VI-A.3*, April 2002년.
- [7] 정민우, 김용철, 문장식, 류승문, "Binary CDMA 시스템에서의 채널 전송 성능 측정", *JCCI 2002 VI-A.5*, April 2002년.
- [8] 전성식, 이경규, 김환우, 안호성, 류승문, "PW/CDMA를 이용한 차량 다중 배선 시스템", *JCCI 2002 VI-A.6*, April 2002년.
- [9] 최정민, 이재홍, "이진 레벨 클리핑 multi-code PW-CDMA 시스템을 위한 적응역확산수신기", 2002년도 대한전자공학회 하계종합학술대회, pp. 13-16, 2002년 6월.
- [10] 안철용, 안치훈, 김동구, 류승문, "고속데이터 전송을 위한 Multi-Phased MC-CDMA 시스템의 제안 및 성능 분석", 한국통신학회 논문지, vol. 26, no. 12, 2001년.
- [11] Cheol Yong Ahn, Dong Ku Kim, Chi Hun Ahn and Seung Moon Ryu, "Multi Phased MC-CDMA System for Transmitting the High Rate Data", *The 6th CDMA International Conference*, Nov. 2001.
- [12] Cheol Yong Ahn, Chi Hun Ahn, Seung Moon Ryu and Dong Ku Kim, "Performance of the Multi Phased MC-CDMA System with Nonlinear Amplifier", *WCNC 2002*.
- [13] 홍인기, 안무건, 이원문, 류승문, "MP/CDMA를 위한 신호 성상 설계", *JCCI 2002 VI-A.4*, April 2002년.
- [14] 김성필, 김명진, 안호성, 류승문, "CS-CDMA 시스템을 위한 정 포락선 부호화 방식", *JCCI 2002 VI-A.2*, April 2002년.
- [15] 안호성, 나성웅, "Synchronization of Hybrid TDMA/CDMA with Binary Level Clipping", 논문 게재예정.

≡필자소개≡

류 승 문

현재 : (주)카서 대표이사(www.casuh.com)