

## 확산대역 통신 시스템

李 在 弘

(正 會 員)

서울대학교 工科大学 電子工學科 助教授

### I. 서 론

擴散帶域(spread-spectrum) 시스템은 1950년대 중반 이래로 발달해 왔는데 초기에는 抗 信號妨害 戰術통신, 誘導 시스템, 抗 複數經路 시스템 등에 이용되었다.<sup>(1)</sup> 1950년대와 60년대에는 디지털 통신과 확산대역에 사용되는 hardware를 구성하는 것이 어렵고 비싸고 무거워서 軍事통신에 널리 사용되지 못했다. 그런데, 지난 십여년 이래의 반도체 기술의 급격한 발달로, 특히 VLSI 기술과 마이크로프로세서 기술의 눈부신 발달로 디지털 회로가 고속화 저렴화 경량화 되었다. 이러한 기술의 발달에 힘입어 軍事통신에서 디지털 통신이 광범위하게 보급되게 되었으며, 디지털 통신의 발달과 보급에 발 맞추어 최근 확산대역 통신 시스템의 사용이 급속도로 늘어나고 있다.

확산대역 통신 시스템에서는 전송신호가 메시지 신호의 주파수 대역폭보다 훨씬 넓은 대역폭을 가진다. 주파수 대역의 확산은 데이터에 독립적인 확산 code에 의하여 달성되며, 대역의 despread(擴散의 逆)와 데이터의 回復은 확산 code에 同期된 受信을 통하여 달성된다. 이러한 관점에서 볼 때 FM 이나 PCM (pulse coded modulation) 과 같은 변조기법은 메시지 신호의 주파수 대역폭을 확산시키기는 하지만 확산대역은 아니다.

확산대역 시스템은 非友好的인 第三者가 傳送波형을 檢出하거나 메시지를 抽出하거나 信號妨害를 하기가 어렵기 때문에 軍用통신에 有用하다. 또한 複數 사용자에 의한 불규칙 多元接續이 가능하고 정확한 신호의 타이밍을 얻을 수 있다는 長點이 있다. 이와 같은 장점때문에 확산대역 통신시스템은 軍事통신뿐만 아니라 移動 無線 通信網과 衛星通信 등에

그 응용이 최근에 크게 확장되고 있다.

本 稿에서는 확산대역 시스템을 몇 가지 유형으로 나누어 개략적으로 설명하고 그 특질을 살펴본다.

### II. 확산대역 시스템의 종류

확산대역 통신시스템의 블록圖를 그림 1에 보았다.

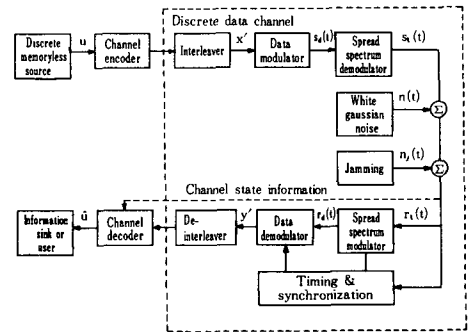


그림 1. 확산대역 통신 시스템 모델

그림 1에서 channel 부호기/복호기와 interleaver / deinterleaver는 통신의 신뢰성을 향상시키기 위한 것으로 생략될 수도 있다. 확산대역은 데이터로 변조된 搬送波의 대역을 확산시키는 것인데 그 방법에 따라 직접 시퀀스(direct sequence), 주파수 도약(frequency hopping), 시간 도약(time hopping)의 세 가지로 크게 나누어 진다. 직접 시퀀스 방식에서는 擬似불규칙(pseudo-random)하게 발생된 시퀀스에 의하여 데이터를 포함하고 있는 반송파의 위상이 전이된다. 주파수 도약 방식에서는 반송파의 주파수가 擬似불규칙적으로 편이(shift)된다. 시간 도약 방식에

서는 신호 burst가 擬似불규칙한 시간에 시작된다. 本稿에서는 직접 시퀀스 확산대역과 주파수 도약 확산대역 만을 알아본다.

1. 직접 시퀀스 확산대역

(DS SS : direct-sequence spread-spectrum)

1) 시스템

데이터로 변조된 반송파를 광대역 확산신호(spreading signal)로 직접 변조하여 주파수 대역을 확산시키는 것을 직접 시퀀스 확산대역이라 한다. 이때 확산신호는 '확산 code' 또는 'chipping sequence' 라고도 한다.

예로써 BPSK(binary phase shift keying) 변조된 신호에 code를 곱함으로써, 즉 +1 또는 -1을 곱함으로써 직접 시퀀스 확산대역을 달성할 수 있다. 그림 2에 그 송신기의 개략도를 보였다. P는 송신기의 출력,  $\theta_a(t)$ 는 데이터에 의해 결정되는 위상각,  $c(t)$ 는 code이다. 그림 3에 그 수신기를 보였다.  $T_a$ 는 전송 지연시간 이다. 정확하게 동기가 이루어지면, 즉  $\hat{T}_a = T_a$  이면  $c(t - T_a) c(t - \hat{T}_a) = 1$ 이 되어 mixer의 출력 중 신호성분은 BPSK 변조신호의 형태로 환원되어 despreading이 달성된다.

그림 4에 신호들 간의 관계를 보였다. T는 데이터 1비트의 지속시간,  $T_c$ 는 code의 1 chip의 지속시간이다.  $s_a(t)$ 는 데이터에 의해 변조된 반송파,  $s_i(t)$ 는  $c(t)$ 를  $s_a(t)$ 에 곱한 것이다.  $c(t) \cdot s_i(t)$ 는 수신기가 송신기와 동기가 되어야 한다는 것을 보여주고

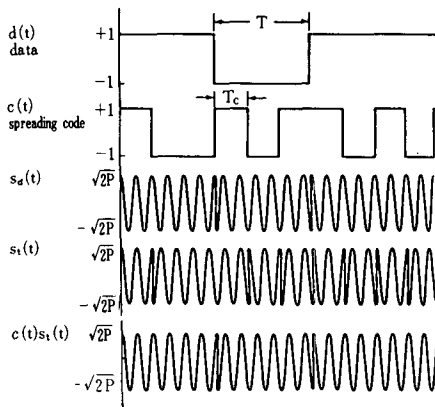


그림 4. BPSK 직접 시퀀스 방식의 확산(spreading)과 despreading

있다. 즉, despreading code가 spreading code와 정확히 동기되면  $c(t)s_i(t) = s_a(t)$ 의 관계가 성립 되어서, 데이터로 변조된 반송파가 회복된다.

그림 5와 6에 데이터로 변조된 반송파의 전력 스펙트럼 밀도와 직접 시퀀스 확산대역 신호의 전력 스펙트럼 밀도를 각각 보였다.

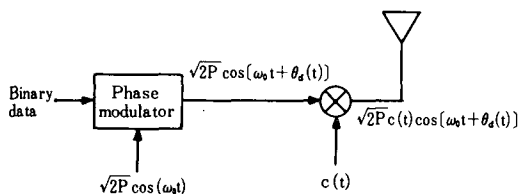


그림 2. BPSK 직접 시퀀스 확산대역 송신기

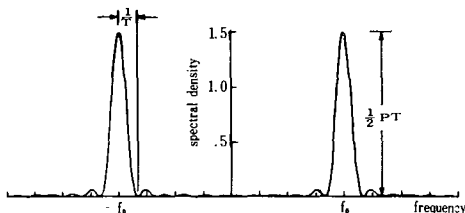


그림 5. 데이터로 변조된 반송파의 전력스펙트럼 밀도

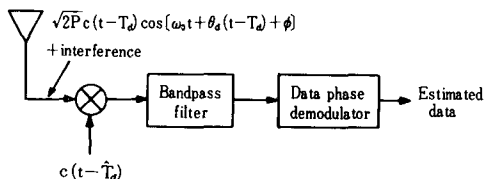


그림 3. BPSK 직접 시퀀스 확산대역 수신기

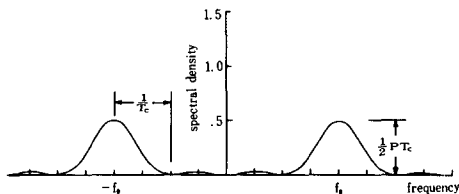


그림 6. 데이터와 확산 code에 의하여 변조된 반송파의 전력 스펙트럼 밀도

2) 확산 code 의 발생

불규칙 시퀀스(random sequence)는 신호의 대역 확산을 위한 code로 사용할 수 있다. 그러나, 수신된 신호를 despread시키기 위하여서는 수신기는 송신에 사용된 시퀀스와 꼭 같은 시퀀스를 필요로 하므로 불규칙 시퀀스는 대역의 확산에 이용할 수 없다. 그리하여 실제에서는 다음의 성질을 만족하는 擬似 불규칙 시퀀스(擬似잡음(PN:pseudo noise) 시퀀스라고도 한다)를 발생시켜 code로 사용한다. 擬似불규칙 시퀀스의 성질은 다음과 같다.

- (1) 발생시키기가 용이하다.
- (2) 불규칙한 성질이 있다.
- (3) 반복주기가 길다.
- (4) 시퀀스의 짧은 조각으로부터 전체 시퀀스를 복원하기가 어렵다.

선형귀환 쉬프트 레지스터(LFSR:linear feedback shift register)를 사용하면 2진 시퀀스를 얻을 수 있다. 레지스터가 r段 일때 반복 주기가  $2^r - 1$  이면 그 週期를 最長(maximal length) 週期라고 한다.<sup>[2]</sup> 그림 7에 최장주기 LFSR의 예와 그 상태 순환의 예를 보였다. 최장주기 LFSR 시퀀스는 다음과 같은 擬似불규칙한 성질을 가진다. 길이가 L인 최장주기 LFSR 시퀀스의 0과 1을 각각 +1과 -1로 대체한 시퀀스를  $C_n, n=1,2,\dots,L$ , 이라 하면, 시퀀스의 자기상관함수  $R_c(\tau)$ 는 다음과 같다.<sup>[2]</sup>

$$R_c(\tau) = \begin{cases} 1, & \tau=0, L, 2L, \dots \\ -\frac{1}{L}, & \text{기타.} \end{cases} \quad (1)$$

$C_n$  시퀀스에 대응하는 주형과 code의 자기상관함수(autocorrelation function)와 전력 스펙트럼 밀도를 그림 8에 보였다. 식 (1)에서 同期가 되었을 때와 되지 않았을 때의 상관함수 값의 차이가 큼을 볼 수 있고 이를 이용하면 정확한 同期를 달성할 수 있다.

그런데 최장주기 LFSR 시퀀스는 擬似불규칙 시퀀

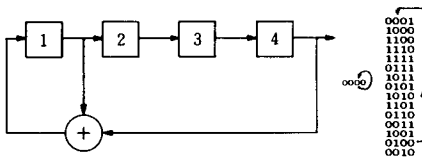
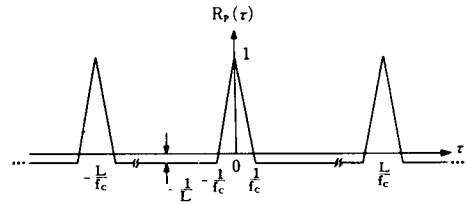
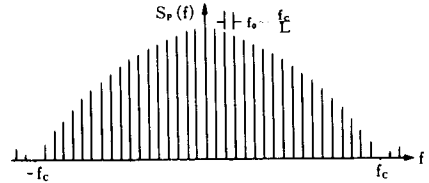


그림 7. 4 단 最長 LFSR과 그 상태의 순환



(a) p(t)의 자기상관 함수



(b) p(t)의 전력 스펙트럼 밀도

그림 8. 最長 LFSR 시퀀스 파형 p(t)의 자기상관 함수  $R_r(\tau)$ 와 전력스펙트럼 밀도

스의 성질 (4)를 만족하지 않으며 시퀀스의 조각으로부터 전체 시퀀스를 복원할 수 있다.<sup>[3,4]</sup> 이러한 문제점은 LFSR을 변형함으로써 피할 수 있는데 그림 9에 한 예로써 非線形 歸還 쉬프트 레지스터를 보였다. 그림 9에서 Boolean 함수는 레지스터 내용의 함수이다. Boolean 함수는 ROM(read only memory)으로 만들 수 있는데 가능한 Boolean 함수의 수효는  $2^{2^r}$ 으로 대단히 많다.<sup>[2]</sup> 따라서 非線形 歸還 시프트 레지스터로부터 발생된 시퀀스는 擬似불규칙 시퀀스의 성질 (4)를 만족한다.

또한 歸還 시프트 레지스터를 사용하지 않고 擬似 불규칙 시퀀스를 얻는 방법도 알려져 있다.<sup>[2,5]</sup>

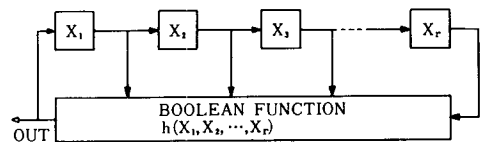


그림 9. 비선형 歸還 쉬프트 레지스터

2. 주파수 도약 확산대역

(FH SS : frequency hopped spread-spectrum)

1) 시스템

데이터로 변조된 반송파의 주파수를 확산 code에 따라 시간적으로 변화시키는 것을 주파수 도약 확산대역이라고 한다. 이 방식에서는 시간의 경과에 따

라 반송파의 주파수가 한 주파수로부터 다른 주파수로 도약한다. 여기서 한 도약에서 그 다음 도약까지 반송파 주파수가 변하지 않는 신호의 구간을 'hop' 이라고 하며 시간의 경과에 따라 반송파 주파수가 변해가는 양식을 hopping pattern 이라고 한다. 그림 10에 주파수 도약 확산대역 송신기와 수신기의 블록도를 보였다.

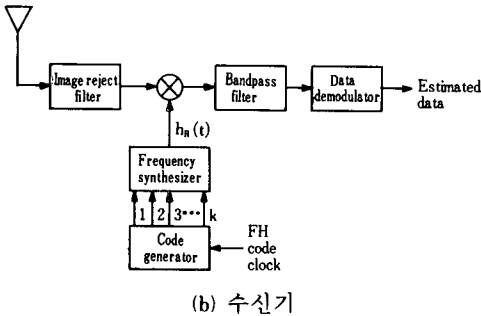
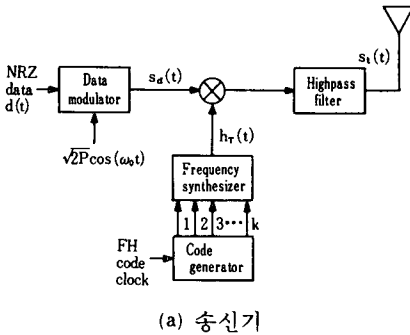


그림 10. 주파수 도약 확산대역 송신기와 수신기

2) Hopping 의 종류

주파수 도약 확산대역은 단위 hop 당 데이터 비트의 수효에 따라 한 hop 당 한 비트, 한 hop 당 다수의 비트, 한 비트 당 다수의 hop 의 세 유형으로 나누어 진다. 한 hop 당 다수의 비트의 주파수 도약을 緩 주파수 도약(SFH : slow frequency hopping) 이라고 하고 한 비트 당 다수의 hop 의 주파수 도약을 急 주파수 도약(FFH : fast frequency hopping) 이라고 한다.

그림 11에 M-ary FSK(frequency shift keying) 변조 緩 주파수 도약 시스템에서의 전송신호의 주파수 변화를 보였다. 그림에서 T는 데이터 비트 간의 시간간격, T\_s는 데이터로 변조된 신호의 지속시간,

T\_c는 hop의 지속시간, W\_a는 변조에 의한 점유 대역폭, W\_s는 주파수 확산에 의한 점유 대역폭이다.

그림 12에 M-ary FSK 변조 急 주파수도약 시스템에서의 전송신호의 주파수 변화를 보였다.

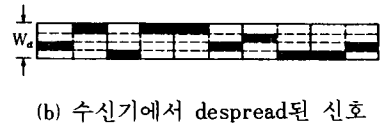
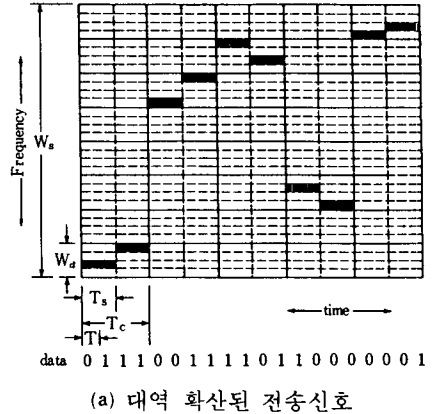


그림 11. M-ary FSK 변조 緩 주파수도약 신호의 주파수 변화

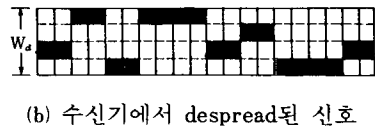
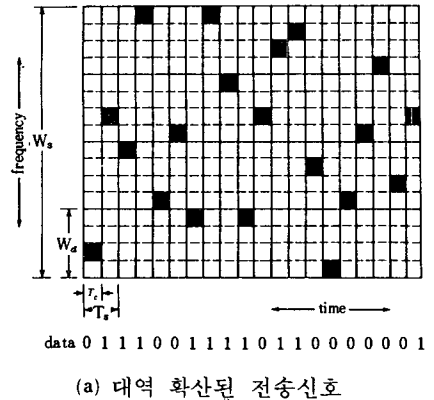


그림 12. M-ary FSK 변조 急 주파수도약 신호의 주파수 변화

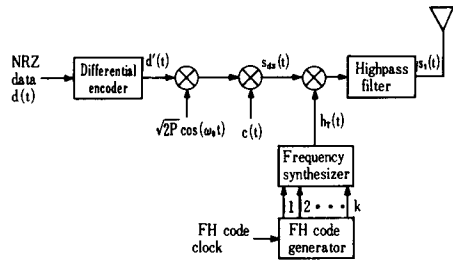
3. 複合 (hybrid) DS/FH 확산대역

DS 확산대역 시스템과 FH 확산대역 시스템 兩者의 장점을 취하기 위하여 複合기법이 사용된다. 複合 DS/FH 확산대역 시스템은 搬送波 주파수가 週期的으로 변하는 DS 확산대역 시스템이다. 複合 확산대역 시스템은 DS 확산대역 시스템 보다 훨씬 넓은 대역확산을 달성할 수 있는 장점이 있다. 또한 FH 확산대역 시스템이 주어진 주파수대역을 稠密하게 도약하는 것이 비현실적인 경우에 複合 확산대역 시스템이 사용된다.

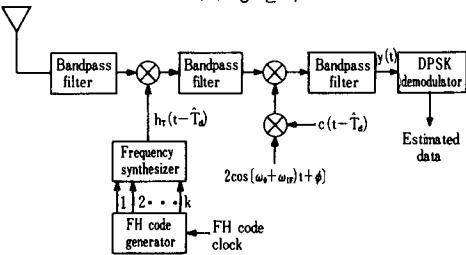
複合 확산대역 시스템은 部分帶域 간섭을 兩面에서 克服한다. 즉, 한편으로 시스템은 주파수 도약에 의하여 一部 時間 동안 간섭을 회피한다. 다른 한편으로는 시스템이 간섭이 있는 주파수로 도약하였을 때 직접 시퀀스에 의하여 간섭의 효과를 줄인다.

複合 확산대역 시스템에서는 신호의 同期를 捕捉 (acquisition) 하는데 있어서 한 hop 内の DS의 확산 code의 길이는 짧으므로 捕捉에 소요되는 시간이 단축되는 장점이 있다. 이러한 여러 장점들로 인하여 複合 DS/FH 확산대역 시스템은 軍用 확산대역통신에 폭 넓게 사용된다.

複合 DS/FH 확산대역 시스템의 한 例로 複合 확산대역 방식을 DBPSK(differential BPSK)와 결합시킨 시스템의 송신기와 수신기의 블록圖를 그림 13



(a) 송신기



(b) 수신기

그림 13. 複合 DS/FH 확산대역 시스템의 송신기와 수신기

에 보였다.

Ⅲ. 확산대역 시스템의 특징

1. 抗 방해신호 (antijamming)

확산대역 기술의 중요한 성질 중에는 고의적인 간섭, 즉 신호방해에 견디는 성질이 있다. DS 확산대역 시스템과 FH 확산대역 시스템 모두가 신호방해에 잘 견딘다.

신호방해의 유형에는 tone 방해, 광대역 잡음 방해, 部分대역 잡음 방해, 部分대역 tone 방해, swept-frequency 방해, pulse-burst 방해, 再發信 방해(repeat jamming) 등이 있다.<sup>[6]</sup> 이들 중 가장 보편적으로 성능이 분석되는 것은 단일 주파수 正弦波에 의한 tone 방해와 광대역 잡음 방해이며, 이중 분석이 보다 용이한 것은 광대역 잡음 방해이다. 광대역 잡음 방해 신호는 보통 방해주파수 대역에서의 전력 스펙트럼 밀도가 균일하고 평균값이 0인 廣義의 stationary Gaussian process로 모델링된다. 이 경우 방해신호의 전력  $P_j$ 가 일정하면 방해신호가 점유하는 주파수 대역폭이 증가함에 따라 방해신호의 전력 스펙트럼 밀도는 감소한다.

DS 확산대역 시스템에서 만약 방해신호의 주파수 성분이 송신신호의 주파수 대역폭에 걸쳐 있다면 방해 신호에 의한 수신기의 正合 여파기(또는 integrate-and-dump 검출 여파기)의 출력은 백색 잡음에 가깝다. 예를 들어 BPSK가 변조에 사용되었을 때 비트당 평균 에러확률은

$$P_e = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_o + N_{o,j}}}\right)$$

로 주어진다. 여기서

$$Q(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\infty} e^{-y^2/2} dy \text{ 이고,}$$

$E_b$ 는 비트 당 에너지,  $N_o$ 는 채널의 백색잡음의 전력 스펙트럼 밀도의 2배,  $N_{o,j}$ 는 방해신호의 영향을 잡음 전력 스펙트럼 밀도로 환산한 값의 2배를 나타낸다. 평균 신호전력  $P_s$ 에 대한 방해신호전력  $P_j$ 의 비가 주어졌을 때  $E_b/N_o$ 에 대한 에러확률  $P_e$ 의 곡선을 그림 14에 보였다.<sup>[7]</sup> 그림 14에서 處理利得(process gain)  $G_p$ 는

$$G_p \approx \frac{W_{ss}}{W}$$

로 주어지는데  $W$ 는 대역확산을 하지 않은 신호의

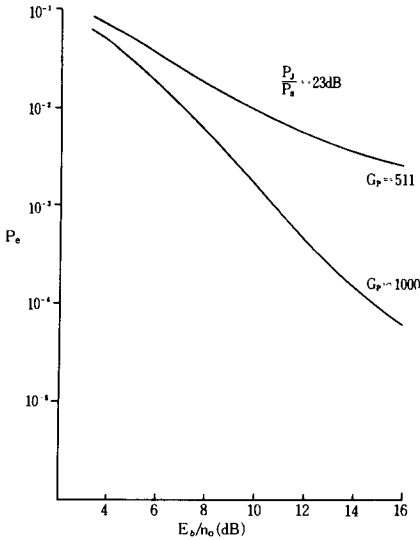


그림 14.  $E_b/N_0$ 에 대한 에러확률  $P_e$

주파수 대역폭이고  $W_{ss}$ 는 확산대역 신호의 주파수 대역폭이다. 그림 14에서  $E_b/N_0$ 가 클수록 대역확산에 의한 抗간섭 효과가 큼을 볼 수 있다.

2. 부호분할 多元接續

(CDMA : code division multiple access)

잘 알려진 바와 같이 가장 보편적인 두 종류의 다중접속 방식은 週波數분할 多元접속(FDMA : frequency division multiple access)와 時분할 多元접속(TDMA : time division multiple access)이다. FDMA에서는 모든 사용자가 동시에 전송하되 겹치지 않는 주파수 대역을 사용하여 전송한다. TDMA에서는 모든 사용자가 동일한 주파수 대역을 사용하되 順次的으로 전송한다. 그런데 다수의 사용자가 동시에 동일한 주파수 대역을 사용하여 전송할 수 있도록 허용되어 있는 시스템에서는 신호를 분리하기 위한 방법이 필요하다. 이러한 필요를 충족시키는 방식이 符號분할 多元접속(CDMA : code division multiple access) 또는 확산대역 多元접속이라고 불리는 다원접속 방식이다. CDMA는 그 사용되는 확산대역 방식에 따라 직접 시퀀스 CDMA (DS CDMA)와 주파수 도약 CDMA (FH CDMA)로 나누어 진다.

DS CDMA에서는 각각의 사용자는 상호간에 거의 直交하는(orthogonal) 확산 code를 가진다.<sup>[6,9]</sup> 즉, 상호상관 함수의 값이 작은 code를 가진다. 그렇게

함으로써 동시에 동일한 주파수 대역을 사용하는 다수의 사용자의 전송신호로부터 원하는 통신 상대자의 신호를 수신기에서 분리해 낼 수 있다. CDMA 시스템은 일반적으로 서로 다른 사용자의 데이터 심볼의 주파수 轉移시간이 일치하지 않는다. 즉, 非同期的이다. 이러한 非同期性은 다수의 사용자가 지리적으로 서로 떨어져있는 移動통신과 軍事통신에서는 불가피한 성질이다. 서로 다른 사용자 간의 비동기성 때문에 DS CDMA 시스템에 있어서 사용자 간의 code의 相互상관함수 및 部分상관함수(partial correlation function)가 성능을 결정짓는 중요한 변수가 된다. 이들 상관함수를 작게 만듦으로써 최적한 확산 code set을 설계할 수 있다.

CDMA에 있어서 code의 설계 문제가 시스템의 성능에 결정적이기는 하지만, DS CDMA에 있어서 더욱 중요할 지도 모르는 문제가 '遠近 문제(near-far problem)'이다. 다수의 사용자가 地理적으로 떨어져 있기 때문에 k번째 신호를 검출하고자 하는 수신기가 거리상으로 k번째 송신기보다 i번째 수신기에 훨씬 가까울 수가 있다. 이러한 경우 만약 각각의 송신기가 동일한 출력으로 송신한다면 k번째 수신기에는 i번째 송신기로 부터의 신호가 k번째 수신기로 부터의 신호보다 더 큰 전력으로 수신된다. 그 결과로 i번째 확산 code와 k번째 확산 code 간의 相互 상관함수와 部分상관함수가 작더라도 수신기에서 i번째 신호가 선택된다. 이 문제는 상당히 심각하여 때로는 DS CDMA 방식을 사용할 수 없을 때도 있다.

CDMA의 또 다른 종류가 FH CDMA이다.<sup>[10]</sup> FH CDMA에서는 각각의 사용자가 서로 다른 도약 패턴(hopping pattern)을 가지고 모든 도약 패턴이 상호 直交的이라면 遠近문제는 해결된다. 그러나, 실제에 있어서 도약 패턴은 결코 直交的이 될 수 없다. 특히 둘 이상의 신호가 동시에 동일한 주파수를 사용하면 간섭이 발생한다. 이러한 현상을 '히트(hit)'이라고 하는데 히트의 문제는 고정된 주파수 대역 위에서 동시에 도약하는 사용자의 수가 증가할수록 점점 커진다. FH CDMA가 抗신호방해 기술로 사용될 때 에러정정부호(error correcting codes)를 FH CDMA와 결합시키면 히트 문제를 극복하는데 큰 이점이 있다. 이 경우 수신기가 히트의 발생 興否를 알면 復號化에러를 줄일 수 있다. 히트의 발생 여부는 데이터와 함께 전송된 test pattern을 조사함으로써 추정할 수 있다.<sup>[11]</sup>

CDMA 시스템과 FDMA 및 TDMA 시스템을 상대적인 용량(capacity)의 관점에서 비교하여 보자. 먼저 완벽하게 線形的이고 완벽한 同期가 이루어진 同期 시스템에서는 세 시스템의 直交的 사용자의 最大數는 같다. 그러나 실제의 제약 조건이 부과되면 세가지 多元접속 기술 간의 차이가 분명해진다. 예를 들면, CDMA는 TDMA가 필요로 하는 통신망의 동기를 필요로 하지 않기 때문에 非同期的으로 사용될 수 있다는 장점이 있다. 또 다른 CDMA의 장점은 시스템에 추가적으로 사용자를 더하는 것이 비교적 용이하다는 것이다. CDMA가 사용되는 이유는 무엇보다도 복수경로 간섭(multi-path interference)과 고의적인 신호방해를 극복하는 능력이 있기 때문이다.

한편, 非同期 확산대역 시스템에서는 遠近문제를 무시하면 시스템이 수용할 수 있는 사용자의 수는 處理利得  $G_p$ 의 1/10 정도이다.<sup>[9,10]</sup>

3. 同期(synchronization)

확산대역 통신 시스템에서는 情報신호의 전송에 필요한 最小 주파수대역보다 훨씬 넓은 주파수대역을 사용하므로 單位 주파수 당 비트 率이 매우 작다. 따라서 확산대역 통신 시스템에서는 수신기의 code 同期(synchronization)가 대단히 중요한 문제이다.<sup>[12]</sup> code 同期는 大略的인 同期인 捕捉(acquisition)과 捕捉된 신호를 微細하게 同期시키는 追跡(tracking)으로 구성된다. DS 확산대역이나 FH 확산대역이나 同期의 동작원리는 기본적으로 동일하다.

Message의 정확한 復調을 위하여서는 code의 同期가 한 chip 이내에 이루어져야 한다. 軍事통신에 있어서 同期에러는 주로 거리의 변동과 clock의 상대적 偏移에 기인한다. 捕捉과 追跡 중 捕捉이 신호 방해에 영향을 보다 많이 받는다. 軍事 확산대역 통신에서 捕捉은 다음 세 가지 요구 조건을 충족하여야 한다.

① 捕捉 도중에 신호방해가 성공하면 통신 시스템이 완전히 못쓰게 되므로 捕捉 시스템은 간섭을 배제하는 강한 능력을 가져야 한다.

② 捕捉에 사용되는 擬似잡음 code는 변경이 가능하여야 하며 保安을 위하여 충분히 길어야 한다.

③ 捕捉 도중에 신호방해가 성공하려면 신호방해가 연속적으로 동작해야만 될 정도로 捕捉의 속도가 빨라야 한다. 신호방해가 연속적으로 동작하자면 평균 방해출력이 동일한 경우 순간 방해출력은 작아지

게되므로 신호방해의 영향이 감소된다.

①의 조건을 만족하는 軍事통신의 捕捉기법으로는 順次的 搜索 同期(serial search synchronization)과 正合필터 同期가 있다. 順次的 搜索 同期는 수신된 code와 수신기에서 발생된 code 간의 모든 가능한 상대적 時間整列을 搜索하여 同期를 달성한다. 두 code가 한 chip 내에서 나란하게 될 때까지 상대적 時間整列을 시험한다. 그림 15에 보인 DS 확산대역 順次的 搜索 同期 시스템에서 수신된 擬似잡음 code는 수신기에서 발생된 code와 곱해진다. 두 code가 완벽히 나란하게 되면 包絡線 檢出器의 출력이 臨界值를 넘게된다. 그림 16에 보인 DS 확산대역 正合필터 同期 시스템에서 擬似잡음 신호에 正合된 필터 출력을 臨界值와 비교함으로써 同期를 달성한다. 基準 正合필터는 捕捉에 사용된 擬似잡음 입력에 대하여 작은 출력을 내므로 그 출력은 간섭과 잡음의 척도로 사용된다. 그림 16에서 level 조정회로는 원하는 false alarm과 檢出의 확률에 맞추어 基準 正合필터의 출력을 증폭 또는 감쇄시킨다.

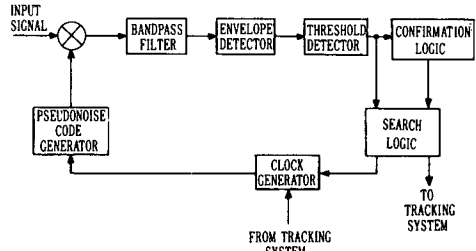


그림 15. DS 확산대역 順次的 搜索 同期시스템

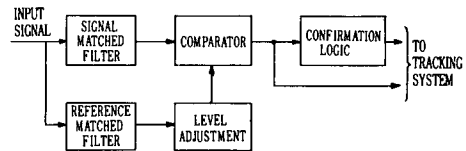


그림 16. DS 확산대역 正合필터 同期 시스템

IV. 결 론

本稿에서는 확산대역 통신 시스템에 관한 전반적이고 개괄적인 설명을 하였다. 확산대역 시스템의 兩大 방식인 직접 시퀀스 확산대역과 주파수 도약 확산대역의 원리를 소개하고 複合 확산대역 통신 시스템

템의 원리와 장점을 설명하였다.

移動 間의 軍事 통신에 있어서 확산대역 통신시스템은 신호방해에 견디는 성질이 강하고多數의 사용자에 의한 불규칙 多元 接觸이 가능하므로 戰術 通信 뿐만 아니라 小部隊 間의 통신에도 그 응용이 擴張될 것이다. Hardware 기술이 발달하여 단위 시간 동안의 주파수 도약 횟수를 크게 할 수 있게됨에 따라 신호방해에 보다 강인한 확산대역 통신이 가능할 것이다. 1990년대의 衛星 通信 시대를 앞두고 通信 衛星을 포함하는 軍事 通信網에 대한 연구와 기술개발이 요구되고 있고 이에 따라 확산대역 통신시스템 기술의 개발이 요구되고 있다. 또한 반도체 기술의 발달에 힘입어 확산대역 시스템이 군사통신, 이동통신, 위성통신에 보편적으로 보급되어 통신의 강인성을 높이는 데 기여할 것으로 생각된다. 그러나 이러한 과정에서 시스템의 표준화 등의 장기적인 정책적 준비가 있어야 할 것이다.

#### 參 考 文 獻

- [1] R.A. Scholtz, "The origins of spread-spectrum communications," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-30, pp. 822-854, May 1982.
- [2] S.W. Golomb, *Shift Register Sequences*. San Francisco, CA, Holden Day, 1967.
- [3] E.R. Berlekamp, *Algebraic Coding Theory*. New York, McGraw-Hill, 1968.
- [4] J.L. Massey, "Shift-register synthesis and BCH decoding," *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. IT-15, pp. 122-127, Jan. 1969.
- [5] D.V. Sarwate and M.B. Pursley, "Cross correlation properties of pseudo-random and related sequences," *Proc. IEEE*, vol. 68, pp. 598-619, May 1980.
- [6] D.J. Torrieri, *Principles of Military Communication System*. Dedham, Artech House, 1981.
- [7] D.L. Schilling, L.B. Milstein, R.L. Pickholtz and R. Brown, "Optimization of the processing gain of an M-ary direct sequence spread spectrum communication system," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-28, pp. 1389-1398, Aug. 1980.
- [8] M.B. Pursley, "Performance evaluation for phase-coded spread spectrum multiple-access communication-Part I: system analysis," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-25, pp. 795-799, Aug. 1977.
- [9] C.L. Weber, G.K. Huth and B.H. Batson, "Performance considerations of code division multiple access system," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. VT-30, pp. 3-10, Feb. 1981.
- [10] P.S. Henry, "Spectrum efficiency of a frequency-hopped-DPSK spread spectrum mobile radio system," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. VT-28, pp. 327-329, Nov. 1979.
- [11] J.H. Lee and W.E. Stark, "Modeling and estimates for frequency-hopped spread-spectrum systems," *Proc. IEEE TENCON 1987*, pp. 40.1.1-40.1.5, Seoul, Aug. 1987.
- [12] J.K. Holmes and C.C. Chen, "Acquisition time performance of PN spread-spectrum systems," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-25, pp. 778-783, Aug. 1977. \*

#### ◆ 用 語 解 說 ◆

##### Laser Radar

전자파로서 레이저광을 이용한 레이더. 라이다라고도 한다. 종래의 레이더에 비하여 방위 분해능, 거리 분해능 등이 우수하다.

레이저광은 마이크로파 등과 비교하여 도플러 효과가 큰 것을 이용하여 미소한 저속도 목표물의 속도 측정도 하는 레이저 도플러 레이더, 목표 물체의 분자의 라만 시프트에 따라 송신광과 다른 파장의 수신광을 검출하여 그 파장, 강도 등으로부터 대기의 성분 분석등을 동시에 수행하는 레이저 라만 레이더도 있다.