

SPECTRUM 拡散通信方式

標準課

通信方式研究擔當

廉好善

1. 序 言

社会活動이 高度化되고 複雑化됨에 따라 社会의 各 方面에서 無線通信이 널리 使用되고 있으며 그 利用範圍 또한 점차 確大되어 가고 있는 實情으로서 電波利用에 대한 需要도 多樣하여 妨害에 강한 方式이나 秘話性이 큰 方式에 대한 関心이 높아져 가고 있다. 특히 無線通信에 있어서는 限定된 電波資源의 有効利用 技術은 앞으로 더욱 그 重要性이 커져 간다고 보아야 하겠다.

周波數의 有効利用 技術로서 지금까지 행해져 온 方向은 占有帶域幅을 縮小시키는 狹帶域化였다. 그러나 周波數帶의 有効利用이란 目標을 다른 面에서 본다면 帶域縮小의 反對方法인 帶域擴張의 技術이다. FM이 AM보다 混信에 강한 性質이나 Digital 通信이 Analog 通信에 비하여 雜音에 강한 性質도 占有周波數帶域幅이 넓다는 소위 廣帶域性으로부터 나오는 것이다.

一般的으로 情報信號의 帶域幅보다 더욱 넓은 伝送 帶域幅을 電波가 占有한다 해도 電力 Spectrum 密度가 均一하게 拡散되어 있다면 混信妨害가 적고 周波數가 共用될 수 있다고 말할수 있으므로 이것도 電波의 有効利用에 한 方向이라고 생각된다.

지금까지 電波에 의한 無線伝送의 歴史란 廣帶域

化를 꾀하고자 높은 周波數帶의 開發과 낮은 周波數帶에 있어서는 狹帶域化의 研究였다고 할 수 있다.

앞으로 周波數 Spectrum의 새로운 境地를 開拓하는 새로운 通信 System으로서 脚光을 받게 될 것이 Spread Spectrum System이다. 이 方式은 1978년에 日本 京都에서 開催되었던 第14次 CCIR 總會에서 「Spectrum 拡散方式이 過密電波對策에 有效하다」는 見地에서 美国으로부터 提案된 Study Progam과 더불어 Report가 採擇되어 美国, 日本 등에서 研究開發이 活潑하게 進行되고 있다.

이렇게 先進 各國에서 研究開發되고 있는 新技術을 早期導入하므로서 電波秩序確立 및 國內 通信産業 發展에 寄與코져 本 方式에 대해서 調査分析 한 바를 簡略하게 紹介한다.

2. 概 要

情報 伝送에 必要한 最小限의 無線周波 帶域幅으로 伝送하는 通常의 通信方式 즉 AM變調, FM變調 SSB-AM變調等の 方式과 달리, 伝送하고자 하는 情報 以外の 信號를 利用해서 Spectrum을 拡散하여 伝送하는 通信方式을 Spectrum 拡散 通信方式 (SS 通信方式)이라 한다.

이 방식은 C. E. Shannon의 Channel 용량의法则

$$C = W \log_2 (1 + S/N)$$

단, C : 통신용량(bps)

W : 대역폭(Hz)

S : 신호電力(W)

N : 잡音電力(W)

을 應用한 方式으로 위 式에서 알 수 있는 바와 같이 一定한 通信용량을 伝送하는데 帶域幅을 넓힘으로서 所要 S/N이 적어진다는 점에서 얻어지는 利點을 利用하고자 하는 方式이다.

Spectrum 拡散은 伝送할 情報에 의한 變調과 広帶域 符号信号에 의한 變調의 2重 變調에 의해서 이루어 지는데, 通常 前者를 1次變調 또는 情報變調라 하고 後者를 2次變調 또는 擴散變調라 한다. 擴散變調에는 여러가지 方法이 있으나 伝送速度에 比하여 훨씬 高速인 Clock에 의해 구동된 Digital 符号(擬似雜音符号)로 搬送波를 PSK(Phase Shift Keying) 變調하여 에너지를 擴散하는 直接擴散(Direct Sequence, DS)方式과 符号의 狀態에 따라 不規則的으로 많은 狹帶域 周波數 Channel을 切替하여 送信하므로써 Spectrum을 擴散하는 周波數 Hopping(FH)方式이 주로 使用된다.

또한 情報變調에는 2種類의 方法이 있는데, 하나는 擴散變調를 행하기 前に 情報變調를 하는 方法이고 다른 하나는 擴散符号에 미리 情報信号을 실는 方法이다. 前者는 狹帶域 FM 形態의 Analog 變調나 PCM 및 델타變調와 같은 Digital 變調 雙方에 適用되지만 後者는 Digital 變調에만 適用된다.

SS 通信方式에서 希望波 受信은 擴散時 使用된 擴散符号와 同一한 符号를 利用하여 擴散逆變調를 가함으로서 擴散된 에너지를 狹帶域으로 壓縮하여 情報를 再生한다.

또 SS 通信方式은 第6節에서 說明할 여러가지 特性때문에 특히 軍用이나 衛星通信의 通信方式으로 널리 開發되고 있다.

3. Spectrum 擴散 方式

Spectrum을 擴散할수 있는 方法은 다음에 說明된 바와 같이 여러가지 方法으로 可能하지만 現在 開發된 SS 通信方式을 利用한 System을 보면 주로 直接擴散 方式과 周波數 Hopping 方式이 많이 利用되고 있다.

3.1. 直接擴散(DS:Direct Sequence)方式

現在 가장 一般的으로 適用되고 있는 方式으로 高速符号系列의 擬似랜덤雜音符号(PRN 또는 PN: Pseudo Random Noise)로 搬送波를 直接變調하여 Spectrum을 擴散하는 方式이다. 變調는 PAM, FSK, PSK 中 어느것이나 可能하지만 PSK 變調方式이 주로 使用된다.

그러면 直接擴散方式에 의한 Spectrum 擴散 原理를 구체적으로 說明하기로 한다.

그림 1은 送信機와 受信機의 Block Diagram을 나타내고 있다. 그림 2는 그림 1의 各 信号의 電圧波形과 그에 相應하는 電力 Spectrum 密度를 나타내고 있다.

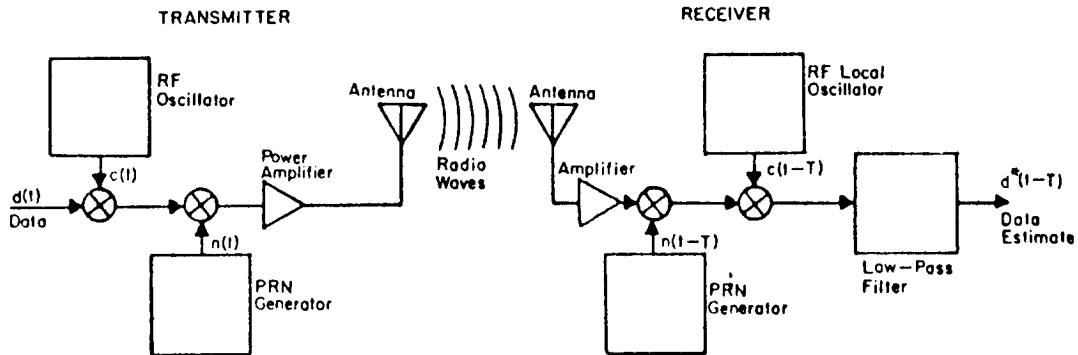


그림 1. Spectrum 擴散 無線通信 System

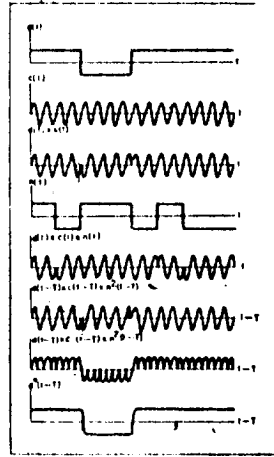


그림 2. (a) Spectrum
拡散波形的 例示

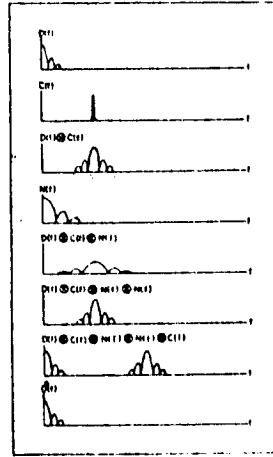


그림 2. (b) 例示한 Spectrum
拡散波形的 電力
Spectrum 密度

먼저 그림 1을 說明하면, Digital DATA 信号 $d(t)$ 는 高周波의 正弦波인 搬送波 $c(t)$ 에 의해 竊해지는데, 이 過程을 1次 變調라 하며 이 變調된 搬送波 $d(t) \times c(t)$ 는 大略 $d(t)$ 의 DATA rate의 2倍인 帶域幅을 갖게 된다. 普通의 AM, FM 方式이라면 이 $d(t) \times c(t)$ 를 送信하게 되지만 SS 方式에서는 이것을 第3의 信号 $n(t)$ 에 의해 다시 竊하게 되는데 이 過程을 2次 變調라고 한다. 여기에서 拡散을 위해 쓰이는 $n(t)$ 는 特殊한 符号로서 매우 重要な 役割을 하게 된다. 이 $n(t)$ 는 普通 正, 負인 Pulse의 系列(Sequence)로서 Pulse의 rate가 DATA rate $d(t)$ 보다는 무척 높으나 搬送波 $c(t)$ 의 周波數보다는 낮은데 이 Pulse의 系列인 $n(t)$ 를 擬似랜덤雜音(Pseudorandom Noise)系列이라고 부른다. $n(t)$ 의 各 Pulse들은 서로가 統計적으로 獨立인 關係가 있다. 實際로 $n(t)$ 는 特定한 通信 相手方만이 알 수 있는 複雜하지만 結論的(deterministic)인 方法에 의해 構成되는데 이의 發生에는 Shift Register가 쓰인다. 變調된 信号 $d(t) \times c(t) \times n(t)$ 는 大略 $n(t)$ 의 Pulse rate의 2倍인 rate보다도 매우 높다. 따라서 $d(t) \times c(t)$ 信号는 $n(t)$ 에 의해 拡散되어 SS 信号가 되는 것으로서 이 $d(t) \times c(t) \times n(t)$ 信号가 增幅하여 送信되는 것이다.

受信機에서는 T秒(T秒는 送信機로부터 受信機까지의 距離를 빛의 速度로 나눈 값)後에 遲延된 信号

$d(t-T) \times c(t-T) \times n(t-T)$ 를 受信하게 된다. 이때 만약 送信機와 受信機사이의 正確한 距離를 알고 있다면 受信機에서 擬似 Random 雜音信号系列 $n(t-T)$ (즉 送信機에서 發生시킨 擬似 Random 雜音信号 $n(t)$ 와 같고 다만 T秒 遲延된 信号)를 發生시킬 수 있다. 따라서 受信機에서는 受信된 $d(t-T) \times c(t-T) \times n(t-T)$ 信号를 自体에서 發生시킨 $n(t-T)$ 와 竊함하여 $d(t-T) \times c(t-T) \times n^2(t-T)$ 을 만들어 낸다. 萬 - $n(t)$ 의 Pulse 系列의 크기가 +1, -1 이라면 항상 $n^2(t-T)$ 는 +1인 값을 갖게 된다. 이는 $d(t-T) \times c(t-T) \times n^2(t-T) = d(t-T) \times c(t-T)$ 이 됨을 意味하는 것으로서 受信信号에 $n(t-T)$ 를 竊함으로서 送信機에서 $n(t)$ 에 의해 拡散되었던 信号를 한데 모이게 됨을 말한다(逆拡散).

終局에 $d(t-T) \times c(t-T)$ 信号는 通常의 方式에 의해 復調된다. 다시 말하면 이 信号에 局部發振 正弦波 信号 $c(t-T)$ 를 竊하여 高周波分을 Filter에 의해 除去(低域 Filter 使用)하면 된다. 위의 SS 復調過程을 結果적으로 말한다면 遲延된 DATA 信号 $d(t-T)$ 의 概算(estimate) $d(t-T)$ 을 竊함이라 하겠다.

그림 2는 SS 信号의 送信 및 受信에 있어서의 波形과 電力 Spectrum 密度의 例를 보인 것이다. 이 例에서 搬送波 $c(t)$ 의 周波數를 擬似 Random 雜音系列 $n(t)$ 의 Pulse rate의 2倍로, 또 $n(t)$ 는 DA

TA 信号 $d(t)$ 의 DATA rate의 2배가 되게 잡았다. 따라서 送信信号 $d(t) \times c(t) \times n(t)$ 의 電力 Spectrum은 $d(t) \times c(t)$ 의 2배로 넓어지게 되나 $d(t) \times c(t) \times n(t)$ 의 最大 電力 Spectrum 密度는 $d(t) \times c(t)$ 의 1/2이 되어 兩 信号의 全体電力은 同一하다. 보다 實際的인 例에서는 $n(t)$ 의 Pulse rate는 $d(t)$ 의 DATA rate의 數千倍가 되어 $d(t) \times c(t) \times n(t)$ 의 電力 Spectrum은 $d(t) \times c(t)$ 의 電力 Spectrum의 數千倍로 넓어지는 한편 $d(t) \times c(t) \times n(t)$ 의 最大 電力 Spectrum 密度는 $d(t) \times c(t)$ 의 것의 數千分の1로 약해진다. 여기에서 注意를 기울일 것은 受信信号인 $d(t-T) \times c(t-T) \times n(t-T)$ 를 特定한 相對局以外에는 秘密인 系列 $n(t-T)$ 로 곱하면 信号帶域(送信信号에 包含된 周波數의 範圍)만큼 좁아든 $((t-T) \times c(t-T))$ 信号가 얻어진다. 이로서 認可된 受信機는 좁아든 信号帶域에 相應한 좁은 受信機帶域(一時에 受信機가 受信할 수 있는 無線周波數의 範圍)에 의해 雜音과 干涉을 輕減시킬수 있게 된다. 非認可 受信機는 $n(t-T)$ 系列의 發生이 不可能하여 受信信号의 帶域을 줄일수 없다. 즉 Spectrum 擴散信号을 受信하기 위해서는 非認可 受信機는 넓은 受信 帶域幅을 취하게 되며 이로 말미암

은 無線雜音과 干涉을 받게 되어 Spectrum 擴散信号의 受信이 거의 不可能하다.

$n(t)$ 의 秘密인 發生過程을 알기 위해서는 認可된 受信機는 送信機까지의 距離를 알고 있지 않으면 안 된다. 萬一 이 距離를 正確히 알수 없을 때는 受信機는 送信機까지의 最大 可能距離에 対応하는 量 T' 만큼 遲延된 $n(t-T')$ 系列을 發生시킬수 있다. 그리고 이를 조금씩 增加시키면 遲延 T' 는 서서히 減小된다. T' 가 줄어서 T (實際의 伝播遲延)와 같게 되면 送信된 擬似 Random 雜音系列은 同期되게 되어 信号가 受信된다. 伝播遲延은 精度가 大略 $n(t)$ 의 1 Pulse 持續期間 程度까지 알아낼수 있고 이로부터 送信機까지의 距離를 誤差가 數 m 以内로 推定해 낼수 있다.

이 方式에서 가장 많이 使用되는 變調方式은 2相 180度 PSK(Frequency Shift Keying)이다. 예를들면 그림 3에서 알수 있는 바와같이 使用符號系의 速度가 5Mbps일 경우 主 lobe의 帶域幅의 10MHz, 各 Sidelobe 帶域幅은 5MHz가 된다. 그림 4에서는 2相 變調의 典型的인 構成을 나타내었다. 그림 5는 抑壓搬送波, 그림 6은 非抑壓搬送波 2相 變調 信号의 Spectrum을 擴散시킨 그림이다.

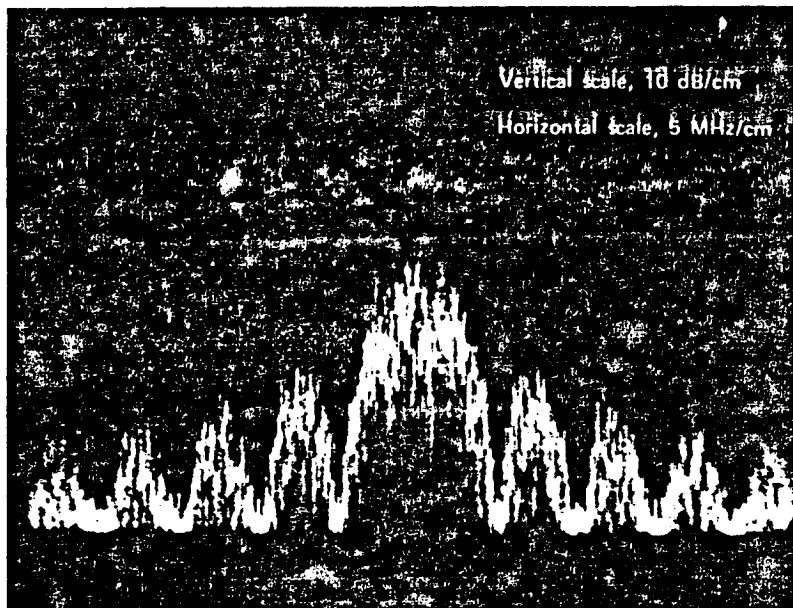


그림 3. 5Mbps의 符號에 의한 180° 2相變調된 直接擴散信号의 Spectrum

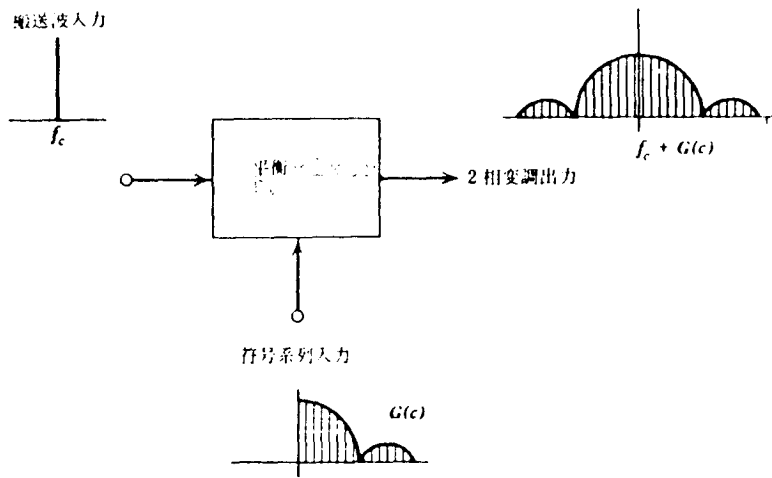


그림 4. 直接拡散変調器 (2相)

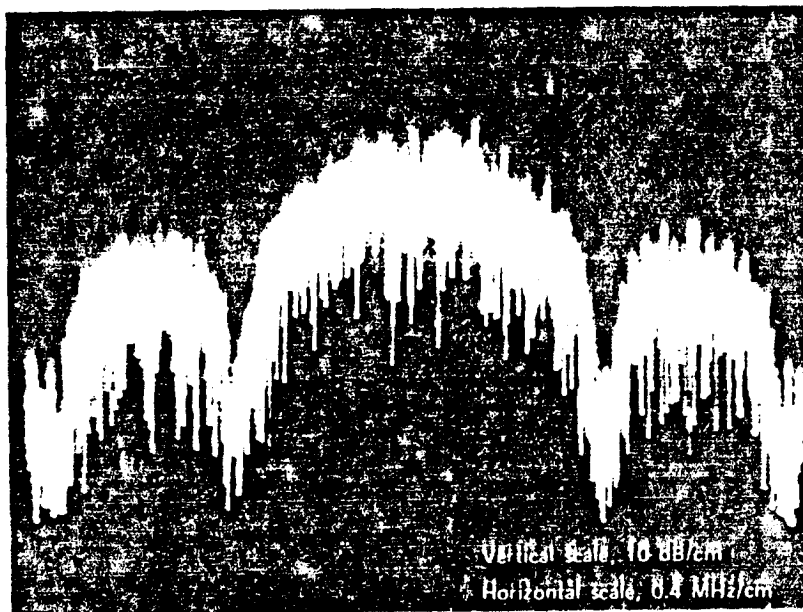


그림 5. 抑圧搬送波 2相 변調信號의 Spectrum
(符号系列에 의한 변調)

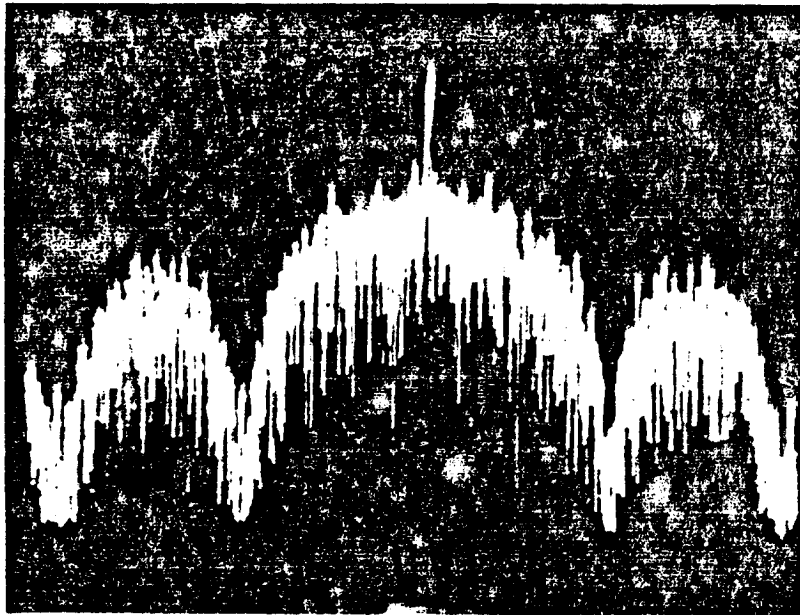


그림 6. 非抑圧搬送波 2相 変調信号의 Spectrum
(符号系列에 의한 変調)

3.2. 周波数 Hopping(FH :FrequencyHopping)方式.

이 方式은 通常 2值(Mark, Space) FSK를 多值 搬送波 FSK로 拡張시킨 것으로 이 FSK 變調를 PN 符号의 bit 速度程度의 高速으로 행한다. 一般的으로 数千種類의 搬送周波數가 準備된 PN 符号發生器의 各 State(Pattem)에 対応해서 選擇된다. 따라서 FH 方式의 主要變調部分은 PN 符号發生器, 周波數 Synthesizer 및 周波數選擇論理 回路로 構成된다.

FH 方式에서는 DS 方式과 달리 그 出力 Spectrum은 全体搬送周波數의 選擇 確率에 같다면 ($S/n^2x/x^2$)의 形으로 되지않고 어떤 周波數帶域으로 치우친 模樣 즉 矩形波狀 Spectrum이 된다. 또한 情報變調는 一般的으로 PN 符号 바로 그것을 變調하는 方式이다. 通常 FH 方式에서 1次 變調로 搬送波變調方式을 취하지 않는것은 周波數 Shift 時位相의 連統性을 維持하는 것이 困難하고, 이 位相變化가 情報復調때에 雜音이 되기 때문이다.

3.3. 時間 Hopping(TH :Time Hopping) 方式.

이 方式에서는 PN 符号系列이 送信機의 ON/OFF Keying에 使用되며 그 平均 Duty Cycle(總積 계수)은 50%가 된다. TH 方式은 裝置를 매우 簡單히 構成할 수 있는 利點이 있지만 中心周波數에

서 連統干涉波에 弱한 欠點이 있어서, 一般的으로 FH 方式과 組合된 TFH 方式이 使用된다.

FH와 TFH가 다른점은 前者가 PN 符号의 Clock rate에서 周波數를 Shift하는데 반해서, 後者は PN 符号의 狀態(1, 0)가 變化하는 경우에만 周波數를 Shift한다는 點이다.

3.4. Pulse FM(Chirp) 方式

定해진 Pulse 周期에 따라서 搬送波의 周波數를 広帶域에 걸쳐 直線的으로 變化시키는 方式이다. 즉 情報信號의 狀態(1 또는0)에 따라서 掃引方向(周波數 上昇 및 下降 Sweep)을 움직이고, 受信測에서는 Dispersive Delay Line에 의해 에너지를 集束해서 信號를 檢出한다. 耐干涉性, Multipass fading 対策의 必要한 通信으로 有効한 方式이다.

3.5. FH/DS 方式

FH 方式과 DS 方式을 組合한 方式으로 DS 變調된 信號의 中心周波數를 다시한번 周期的으로 Shift시키는 方式이다. PN 符号의 Clock rate나 周波數 Hopping 數에 制約을 받는 경우 実効周波數散散能力을 FH 方式과 DS 方式을 組合하여 擴大하며 超広帶域 多元接統通信등에 使用된다. 이 外에도 TH 方式과 DS 方式을 組合한 TH/DS 方式이 있다.

4. 処理利得

Spectrum 拡散 通信方式의 特徴의 하나인 處理利得에 關해서 우선 S/N 比를 생각해 보면, 그림7과 같이 受信機의 RF 入力端에서 信号對雜音比를 $(S/N)_i$, 干涉雜音信号의 電力 Spectrum 密度를 $I(f)_i$, 周波數帶域幅을 B_{ss} 라 하고 出力에서 信号對干涉雜音電力 Spectrum 密度를 $I(f)_o$, 中間周波數帶域幅을 B_m 이라 한다. 그러면 信号電力의 合計는 拡散된 경우에나 逆拡散된 경우에나 變化가 無하다고 생각하여

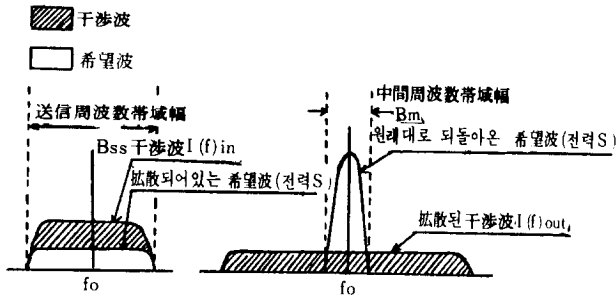


그림 7. 干涉信号 排除의 原理圖

$$(S/N)_i = S / (I(f)_i \times B_{ss})$$

$$(S/N)_o = S / (I(f)_o \times B_m)$$

따라서

$$\frac{(S/N)_o}{(S/N)_i} = \frac{I(f)_i \times B_{ss}}{I(f)_o \times B_m} = \frac{I(f)_i}{I(f)_o} \times \frac{B_{ss}}{B_m}$$

干涉雜音信号는 擬似 Random 雜音(PN) 系列과 相關이 無이 서로 곱하면(拡散復調) 더욱 拡散되어 버리게 되므로 $I(f)_in \geq I(f)_o$ 가 되어

$$\frac{(S/N)_o}{(S/N)_i} \geq \frac{B_{ss}}{B_m}$$

가 된다. 즉 受信機의 逆拡散復調 後의 信号對雜音比는 적어도 B_{ss}/B_m 배 程度로 改善되게 된다. 이 B_{ss}/B_m 을 一般의 處理利得(Process Gain) GP라 부른다. 그러나 實際로는 受信 System 內의 損失 L을 考慮하면

$$\frac{(S/N)_o}{(S/N)_i} = \frac{B_{ss}}{B_m} \cdot \frac{1}{L} = \frac{G_p}{L}$$

가 되어

$$(N/S)_i = \frac{G_p}{L} \cdot (S/N)$$

가 된다.

위 式에서 $(N/S)_i$ 는 入力測에서의 干涉雜音量과 信号電力과의 比를 나타내므로 拡散變調出力의 所要 $(S/N)_o$ 가 定해지면 入力에 있어서의 干涉 Margin(信号에 對하여 몇 倍의 干涉雜音까지 許容되는가의 比)을 나타낸다.

이를 [dB]로 表示하면

$$M = G_p - L - (S/N)_o \quad [\text{dB}]$$

가 된다.

예를 들어 拡散信号의 帶域幅 B_{ss} 가 情報信号(1次 變調된 信号)의 帶域幅 B_m 의 1,000배라 하면 G_p 는 30[dB]이고 또 所要 $(S/N)_o$ 를 8[dB], L 을 2[dB]라 하면 干涉 Margin M_i [dB]는

$$M_i = 30 - 2 - 8 = 20[\text{dB}]$$

가 된다. 즉 이는 干涉雜音電力이 希望信号電力보다도 20[dB] (100배)위까지 許容된다는 것을 나타내고 있다. 以上の 說明으로부터 알수 있듯이 Spectrum을 拡散하면 할수록 干涉雜音에 強하게 될수 있음을 알수 있다.

5. 符号系列의 發生 및 그 性質

Chirp 變調方式의 경우를 除外하면 모든 SS 方式으로 Digital 符号系列이 利用된다. 그 代表的인 符号로는 最大周期系列(PN 符号) 및 Gold 符号가 있다.

5.1. 最大周期系列符号(PN 符号)

Maximal Linear Code 혹은 簡單히 PN 符号라고 하는 擬似雜音符号는 歸還型 Shift Register(FSR)로 發生시킬수 있으며 이 FSR에서 發生되는 最大周期의 線形符号系列을 말한다. 즉 k段의 FSR에서 發生되는 PN 符号의 한 周期의 길이는 $(2^k - 1)$ bit이며, 一般으로 拡散 符号의 1 bit 길이를 Chirp라고 부른다. 一例로서 11段의 FSR에서는 2,047 Chirp 길이의 PN 符号가 얻어진다. 이렇게 發生되는 PN 符号의 代表的 特性을 살펴보면 다음과 같다.

① 한 周期內의 "1"bit의 總數와 "0"bit의 總數는 같거나 그 差가 1 bit 以內이다.

② "1" 및 "0"bit의 統計의 分布는 一定하며 거의 白色雜音에 가까운 Random性을 보인다.

③ PN 符号의 自己相關은 0 ± 1 位相變異를 除外한 모든 位相變異에 對해서 그 값이 -1 이고 0 ± 1 位相變異에 對해서는 -1 에서 $2^n - 1$ 까지 線形的으로 變한다.

④ 어떤 PN 符号와 한 位相 Shift된 同一 PN 符号를 합하면 이들보다 한 位相 Shift된 同一 PN 符号가 생긴다.

以上の 特性 中, 特히 2值 自己相関의 性質은 S-S 通信方式에 있어서 受信相関檢出을 위한 拡散復調符号 同期回路를 構成하는데 대단히 重要な 役割을 한다.

5.2. Gold 符号

1쌍의 同一 符号 長의 PN 符号를 합하여 發生시키는 Gold 符号는 SS 通信 System으로 대단히 有用하다. Gold 符号發生方法에 대해서 살펴보면 그림 8에서 처럼 2個의 FSR에서 發生되는 PN 符号 f_a 와 f_b 의 和를 취함으로써 Gold 符号를 發生시킬 수 있다.

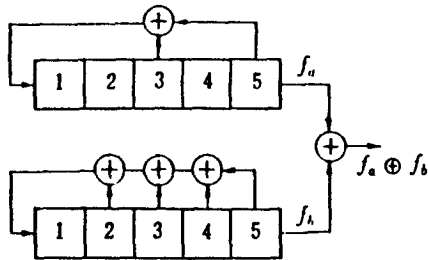


그림 8. Gold 符号의 發生回路例

이 Gold 符号는 f_a , f_b 의 相対 Chirp 位相을 移動함에 따라 $(2^k - 1)$ 種類의 다른 符号를 얻을 수 있다. 이들은 最長周期系列符号는 안되지만 PN 符号 f_a , f_b 와 合해져서 $(2^k + 1)$ 個의 符号群을 構成하고 f_a , f_b 를 適切히 選擇(Preferred Pairs) 함에 따라 낮은 相互相関數를 갖게 된다. 符号 長이 L 인 Gold 符号間의 相互相関 $|R_{\tau}|$ 은 L 이 크게되면 $|R_{\tau}| \rightarrow 2/\sqrt{L}$ 이 되어 相互相関이 $1/\sqrt{L}$ 이 되는 PN 符号에 比하여 $\sqrt{2}$ 倍 程度 억압되는 것이지만 아주 簡易한 回路構成으로 PN 符号에 比하여 훨씬 多數의 符号를 發生시킬수 있는 特徵을 갖고 있다.

6. Spectrum 拡散 方式의 特徵

Spectrum 拡散 通信方式은 다음과 같은 特徵을 갖고 있다.

(1) 干涉妨害 信号의 排除能力이 크다.

이는 通常의 變調(AM, FM, PM等)를 받은 電波

나 他局의 SS 變調電波의 干涉妨害에 대해서도 마찬가지다. 受信機 入力의 信号對干涉妨害比(S/I)는 그 出力에 있어서 信号對干涉妨害比를 (S/I)。라 하면 處理利得만큼 改善된다 즉 10[dB]의 妨害除去比가 出力에 要求되는 경우 處理利得이 普通程度인 100이라 하면 入力에서는 -10[dB] 程度의 干涉妨害雜音을 許容할 수 있다.

이 方式의 特徵으로서 이러한 改善關係는 入力 (S/I)의 값에 關係없이 線形 즉 比例關係가 成立한다. SS와는 다른 方式으로서 帶域幅 擴張에 의해 帶域幅 利得을 얻는 方式에는 FM 方式이 代表의이나 改善化는 非線形이다. 즉 入力의 S/I 가 작게 되면 改善限界인 Threshold 現象이 생긴다. 反面 SS 方式에는 이러한 現象이 없다. 通信局數의 增加에 대해서도 分명한 限界가 있는 것이 아니며 出力이 比例의으로 열화되어 감이 本 方式의 극히 큰 特徵이다.

(2) Spectrum 拡散 變調된 電波는 電力 Spectrum 密度가 낮기 때문에 다른 通信에 주는 妨害가 적다.

SS 變調를 받은 電波는 広帶域 Gauss 雜音狀의 Spectrum을 가지고 平均電力 Spectrum 密度는 單位 帶域幅當 最小가 되는 方式이다. 따라서 同一 周波數帶에서의 通常 通信에 주는 混信妨害가 적다.

(3) 通話의 秘話性이 크다.

이것은 本來 軍事目的에 쓰였던 것으로 從來의 通信方式으로서의 受信되지 않는다. 같은 SS 信号라 하더라도 서로 다른 解讀符号系列에 의해 保護되고 있다. 더우기 이 PN 系列로 構成된 解讀符号係를 非同期的으로 變化시키면 萬全에 가깝다고 볼 수 있다.

(4) 여러局間의 選擇通信에 有利하다.

서로 다른 PN 系列의 特定符号系列을 여러개 準備하여 두면 同一周波數帶域을 共用한 多重接續(multiple access)이 可能한데 이 境遇에도 相互干涉는 적다.

(5) 選擇性 Fading이라든가 多重路傳播干涉에 強하다.

SS 變調를 받은 電波는 대단히 넓은 帶域幅을 占有하므로 選擇性 Fading을 받아도 全体的으로는 影響이 적다. 反射波등에 의한 多重路 電波에 있어서도 広帶域의 SS 信号를 相関檢出하는 境遇에는 그 的 相関값의 評價는 그다지 損失을 받지 않는다고 할 수 있다.

(6) 伝送하는 情報의 周波數帶幅은 可能한한 좁게 해야할 必要가 있다.

表1 Spectrum 拡散方式의 応用

分 野	適 用 範 囲	方 式	主 用 途
宇宙 System	通信, 測距, 多元接統, 妨害保護	直接拡散, 周波数Hopping	軍 用
航空電子 System	通信, 測位, 個別 Addressing, 信号秘匿, 妨害保護, Rader, 衝突回避	直接拡散, 周波数Hopping 直接拡散/周波数Hopping Chirp	軍 用
試驗 System · 装置	Bit誤差検出, 使用中 妨害試験, 信号相關, Privacy, Random選択 数 의發生	直接拡散	商 用
信号保護 (非軍用)	混信排除, 音声 및 data의 暗号化	直接拡散	商 用
測 位	衝突回避, 方向探知, 測距	直接拡散	不 定

処理利得을 크게 取하는 것이 Spectrum 拡散 方式의 한가지 特徴이지만 高周波帶幅은 너무 넓게 取하지 않는다면 送信하는 情報의 帶域을 좁게 하는 것이 必要하다.

(7)使用者의 平均通信利用率은 적게 해야 한다.

同一 周波数帶를 共用해서 同時に 運用되는 局數는 設定 可能한 符号 Channel數에 比해서 대단히 적기 때문에 個個의 Channel 使用者의 使用 時間率은 적지 않으면 많은 使用者를 収用할수 없다. 따라서 放送등 常時 運用하는 無線通信에의 応用은 不適合하다.

(8)受信局에서는 同一 周波数를 共用하는 全 電波의 電界強度가 같지 않으면 안된다.

電界強度의 不均一은 同時 運用 可能한 局數를 아주 적게 만든다. 極端의인 強電界의 電波는 다른通信을 遮斷해 버린다.

以上 여덟가지 長短点 以外에도 通信과 同時に 精密距離測定이 可能하다든가 周波数帶의 害當이 單純하다는 利點이 있지만 技術的인 諸般問題등의 어려움도 있다고 생각된다.

7. Spectrum 拡散 方式의 応用

本來 秘話性이 크고 干涉信号 排除能力이 크다는 特徴때문에 軍用通信에 利用할 目的으로 研究되었지만 現在는 周波数有効利用이란 測面에서도 相當한 研究活動이 進行되고 있다.

本 方式은 그 優秀性이 認定되어 移動通信 電子計測分野 및 宇宙通信에 이르기까지 多方面에서 応用 実態를 찾아 볼수 있으며 상기 표 1은 그 応用分野와 使用 拡散技術等を 簡略하게 紹介한 것이다.

8. 結 言

元來 軍用通信에 利用할 目的으로 研究되었던 本方式은 先進各國에서는 第14次 CCIR 京都 總會를 契機로 周波数의 有効利用이라는 새로운 次元에서 活潑한 研究活動이 展開되고 있는 実情이다.

本 通信方式은 秘話性이 크고 妨害信号排除能力이 높다는 點을 생각할때 對北關係로 通信保安이

극히 重要時되는 우리나라의 實情에 適合한 通信方式이라 아니할 수 없으며 또 88올림픽을 契機로 現在 檢討中에 있는 通信衛星을 發射할 경우 採用 可能性이 높은 通信方式이다. 이러한 點을 勘案하여 國內通信産業의 發展과 周波數有効利用에 조금이라도 도움이 되기를 바라는 마음으로 先進外國의 Spread Spectrum 拡散 方式에 對한 新技術情報을 蒐集하여 概括的으로 說明하였다.

参考文献

1. 電波研究季報 Vol. 25, No. 135, 1979.
2. 沖電氣研究開發 第113号, Vol. 48, 1981.
3. TV 学会誌 第33卷 第3号 1979.
4. 無線 第4号, 1982.
5. 電波時報, 1982.
6. Spread Spectrum Systems R. C. Dixon, 1975.
7. IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol. 30, No. 5, MAY 1982.
8. IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol. 68, NO. 3, MARCH 1980.
9. CCIR STUDY PROGRAMME 18B/1, 1978.
10. CCIR REPORT 651, 1978.
11. CCIR REPORT, 652, 1978. , , , ,