

將來의 武器技術 展望

(下)

편 집 실 譯

電子技術 分野에서 注目되는 技術

오늘날과 같이 널리 電子技術이 각 方面에 이용되어 더구나 각각 急速한 發展을 이루고 있는 상태에서 무엇을 注目할 만한 技術이라 할 것인가 그 선택을 망설이게 하지만 두세가지 한정된 것을 거론하고자 한다.

軍用 電子技術이 武器시스템에 關여하는 경우 우선 최초의 단계는 探知關係이므로 이 探知技術 關係중에서 지금까지 그다지 채택되지 않았던 光섬유 센서를 대표로 논하고자 한다.

각종 센서의 데이터를 處理하여 다음 단계로 傳送準備를 하는 컴퓨터가 있으므로 이들에 대한 앞으로의 動向——新型 컴퓨터 및 人工知能 등에 대해서 그 概要를 言及한 다음 끝으로 이들의 데이터의 傳送接受에 關해서 軍用通信의 宿命的 念願인 通信秘匿의 한 手段으로서의 Spread Spectrum 通信을 거론하기로 한다.

이상 세項目 이외에도 注目할 여러가지가 있지만 여기에서는 이 세項目을 代表로 해서 記述한다.

1. 光섬유 센서

光電子技術(Opto-electronics)이라는 말은 專門家 및 關係者사이에서는 半世紀 이상의 歷史를 가진 말이며 이에 關련된 각종 特殊機器도 裝備化되어 있지만, 최근 數年間의 光섬유技術의 話題는 半導體 레이저發振器와 光通信技術發展을 혼합한 用途의 확대로 時代的인 脚光을 받아 온 것은 주지한 바와 같다.

이와 같은 社會環境에서는 이미 光섬유가 어떠한 것인가를 소개하는 것은 불필요하며, 電話回線의 數千倍나 많은 多量의 通話回線을 얻을 수 있는 것도 상식이 되었다. 光섬유關係者는 우선 電話線에 대체되는 有利性을 강조해서 光섬유의 社會的 地位의 확보에는 거의 成功하였으나 實은 光섬유의 用途는 이 외에도 대단히 많으며, 특히 센서로서의 用途는 軍事技術의 以로 주목할 필요가 있으므로 그 일부를 소개하고자 한다.

光섬유 케이블이 종래의 通信用 電線보다 우수한 點은 잘 아는 바와 같이 이를 요약하면 표

〈표 3〉 섬유 케이블의 特徵(從來傳送線과의 比較)

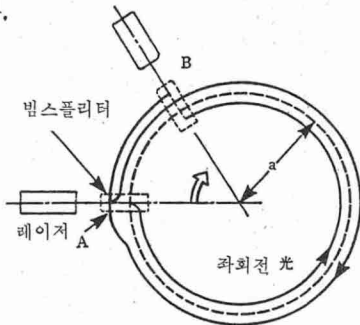
1 電磁障害가 없음	7 短絡에 의한 障害가 없다
2 電氣的인 分離	8 高溫서에도 安定
3 廣帶域傳送	9 低價格
4 Cross Torque가 적다	10 銅(戰略的物質)을 節減
5 小形·輕量化가 可能	11 低損失
6 불꽃에 의한 障害가 없다	12 秘匿性

3과 같지만, 그 素線의 光섬유 자체가 여러가지 센서의 機能을 가지고 있거나, 혹은 다른 센서와 組合하여 그 데이터 傳達體로서의 役割을 하는 등 대단히 多種多樣한 센서로 사용되고 있는 中에서 주요한 두 셋을 소개한다.

가. 光섬유 자이로

종래의 팽이의 原理를 이용한 機械式 자이로에 대한 레이저光을 光섬유 속에 통하며 回轉計測을

시키는 것이 광섬유 자이로이다. 그림 8은 극히 간단하게 그린 原理圖이지만, 中央의 圓環이 광섬유이며, 이것에 왼쪽에 있는 레이저發振器에서 레이저光을 投射해서 光線分離器(Beam Splitter)로 右回轉과 左回轉의 두개의 光路에 分離 投射시킨다.



〈그림 8〉 레이저자이로의 原理圖

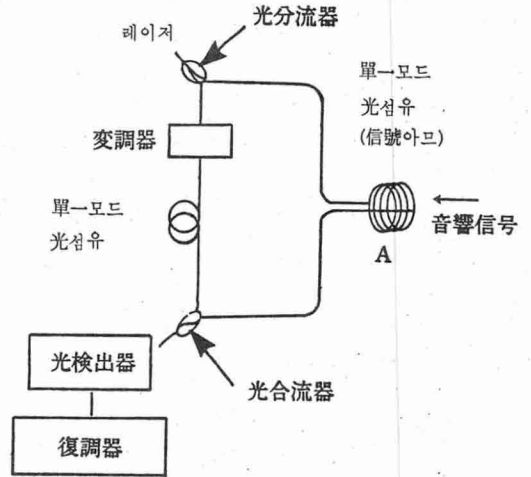
지금 이 계가 정지하고 있으면 右回轉光과 左回轉光은 동시에 빔스플리터로 돌아올 것이다. 그러나 만약 이 계가 회轉方向으로 回轉을 시작하면 右回轉光은 1回轉한 경우, 빔스플리터는 A의 位置에서 B로 移動하고 있으므로 AB間을 움직이는 時間이 필요하게 되며, 左回轉光은 역으로 走行時間이 짧아진다. 이 右回轉 左回轉의 時間差는 回轉角速度에 比例하며 이를 새그나크효과라 부른다.

실제 장치는 광섬유를 數千回나 감아서 半導體레이저, 干涉增幅 IC 등과 組立하여서 이미 航空機用은 勿論, 미사일用도 實用化의 범위에 이르렀다. 小型化, 省電力化와 高信賴性도 획득하여 感度도 地球自轉의 1/100단계까지 획득하였으므로 앞으로의 發展은 특히 注視할 需要가 있다.

나. 광섬유 하이드로폰

광섬유를 사용하여 水中音波檢出試驗에 성공한 후 약 10년이 경과하였고, 美海軍研究所(NRL)를 中心으로 한 FOSS(Fiber Optics Sensor System) 計劃이 進行중에 있으나 현재 大별하면 干涉計型과 透過光變調型의 두 종류가 公表되어 있다.

前者인 干涉計型은 그림 9와 같이 레이저光은 分流器에 의하여 兩分되어 한 分流는 變調器, 單一모드傳送 섬유를 통과하며 外界의 영향을



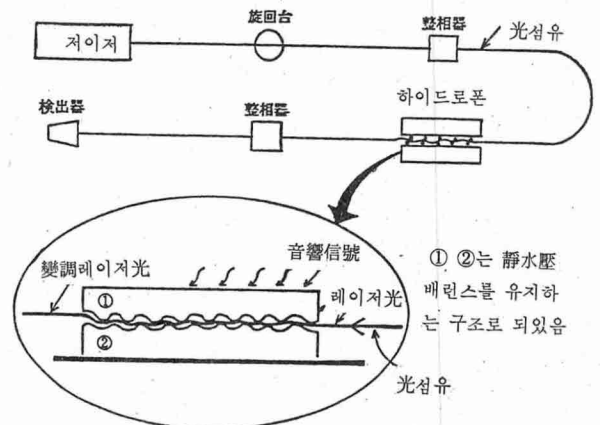
〈그림 9〉 섬유 하이드로폰의 構成

받지 않은 狀態로 合流器에 이르고 있다.

또 하나의 흐름은 分流器를 나와서 하이드로폰 센서를 構成하는 光섬유 코일로 音響信號에 의해 伸縮 또는 光彈性效果 등에 의한 屈折率變化에 의하여 位相 또는 周波數變調를 받아서 光合流器에서 먼저의 標準光과 合流한다.

이 合計에 의한 干涉레이저光을 檢波 復調해서 音響信號를 획득하는 것이나, 實驗에서는 그림의 A 部の 섬유 길이가 1m로 종래의 피에조型 하이드로폰과 같은 정도의 感度를 얻었으므로 100m 이상의 코일狀 檢知部를 작성하면 더욱 感度の 향상을 期待할 수 있을것 같다.

또 하나의 例示는 그림 10과 같은 마이크로밴드



〈그림 10〉 마이크로밴드식 光섬유 하이드로폰

式이며 光섬유를 하이드로폰 受壓板의 톱니狀突起로 끼운 것이다. 音響信號에 의해서 하이드로폰 ①이 진동하면 끼어 있는 光섬유가 구부러져 그로인해 발생하는 레이저光의 傳送損失의 변화, 位相變化 등을 檢出하는 것으로 NRL의 실험예로는 200~1,500Hz의 범위에서 最小檢出音壓은 시즈데이트 O의 海中雜音水準보다 10~20데시벨 높았다.

이와 같이 光섬유 하이드로폰은 아직 初期研究段階이지만 종래의 壓電式과는 달리 各種物理量 測定方式과 조합하는 것과 光섬유 獨自의 新方式이 생각되므로 對潛戰用 뿐만 아니고 地上戰用 振動音響센서로서 새로운 脚光을 받기 시작되어 앞으로의 研究戰果를 주시할 필요가 있다.

다. 光섬유 磁探

이 光섬유 磁探도 그 장래를 주시할 필요가 있는 研究이다. 原理는 그림 9와 같으나 사용되는 光섬유의 被覆材料에 큰 特徵이 있다.

被覆材料로서는 磁歪效果가 있는 니켈, 金屬 유리등을 使用해서 센서用 光섬유를 제작한다. 計測시스템으로는 磁界의 強度에 따라서 光섬유가 伸縮 또는 歪曲에 의하여 레이저光을 傳送하는 特性 변화를 計測한다.

이 方式의 最小檢出感度は 1/1萬/m이라고 하며, 현재 실용되고 있는 航空機用 MAD 보다 두 단계나 高感度이며, 최근에 인기가 높은 초소손素를 이용한 SQUID(Super Conducting Quantum Interference Device)센서와 같은 정도의 感度を 가지며, 더구나 SQUID가 超低溫(-269C)에서 作動시킬 필요가 있고 電磁誘導 문제도 있는 것을 고려할때 將來開發을 시작하면 혹시 또 難問題가 나타날지 모르겠지만 적어도 現在로는 대단히 유망한 磁探으로서 새로이 등장했다고 할수 있다.

2. 컴퓨터 關聯 技術의 問題

컴퓨터의 하드웨어 自體의 발달은 進술한 軍用 集積回路 技術의 발달에 의해 눈부신 것이었다.

信賴性的의 향상, 記憶容量 計算速度的의 증대시

《國防과 技術 1986.10》

스텝의 複合化 및 기능의 分散化에 의한 運用操作의 簡易化 또는 省人化, 극단적인 경우에는 無人化가 진척되어 더욱 軍用컴퓨터技術로서 先行性を 자랑하고 있었던 온라인實時間處理, 自己診斷기능, 兩用裝備에 의한 高信賴性 등은 學術用, 産業用 大型 計算機에서도 점차 채용되기 시작했으므로 軍用과 非軍用的의 性能的 格差가 점차 축소되고 있다.

그러나 軍用으로서 항상 잊어서는 안되는 對環境性에 대해서는 너무나 高價가 되므로 特殊部門用을 제외하고는 적용되지 않고 있다.

進술한 VSHIC에 關連해서, 從來 大型建物에 거창하게 설치되었던 컴퓨터가 桌上型 정도까지 小型化되어 이에따라서 各種 武器시스템도 다투어 小型化 또는 超小型化한 컴퓨터를 使用하기 시작했기 때문에 너무나 急激한 발달에 수반하여 여러가지 問題가 發生하게 되었다.

가. 소프트웨어에 關連된 問題

컴퓨터의 하드웨어 발달과 併行하여 發生한 큰 問題는 소프트웨어의 개발—企劃, 設計, 製作, 試驗 및 實用化—이 컴퓨터 시스템 實用化의 최대애로가 되기 시작한 일이다.

各軍이 各社와 協동으로 獨自의 소프트웨어로 시작한 이래, 여러번 統合이 試圖되었으나 실패의 歷史를 거듭할 뿐이었고, 최근과 같은 小型機가 종래의 大型機의 성능을 가지고 獨自의 소프트웨어를 保有하는 것도 各 시스템面의 인터페이스를 複雜化시킬 뿐이고 C³I라고 하면서도 조금 方式이 다른 레이더 데이터는 利用할 수 없다는 극단적인 일도 일어나기 시작했다.

또 하드웨어의 開發에 비해 소프트웨어 開發費가 대단히 방대하게 되어 표 4에서 보여주는 것과 같이 과거 30年間に 美國 컴퓨터産業界는 320倍까지 規模를 확대하고 그간에 하드웨어의

〈표-4〉 計算權産業의 소프트웨어 費用의 增大

	1955	1965	1975	1986
計算機産業의 規模	1	20	80	320
計算機하드웨어의 性能價格比	1	10 ²	10 ⁴	10 ⁶
프로그램의 生産性	1	2	2.7	3.6

性能은 價格에 비해서 百萬倍나 항상—바꾸어 말하면 價格은 百萬分の 1로 下落했음에도 불구하고 소프트웨어의 프로그램 生産性은 겨우 3.6 배밖에 되지않은 실정이어서 얼마나 소프트웨어 開發에 고심하고 있는가를 알수 있다.

컴퓨터를 利用해서 간단한 소프트웨어의 開發, 設計에 이용(CAD)등 여러가지가 생각되고 있으나 10년쯤 전부터 美國防省이 3軍에 대해 다음과 같은 對策을 취했다.

① 프로그램 言語를 3軍別이 아니고 新高級言語를 創案

② 하드웨어로서 軍用컴퓨터의 60%를 占有하는 構造 및 基本命令의 標準化

이 가운데 ①의 作業에 대해서는 世異의인 컴퓨터 言語 權威者의 參集으로 수년간의 研究結果 완전히 새로운 言語로 등장한 것이 “Ada”이다.

“Ada”의 特徵으로는

① 實時間處理부터 事勢處理用까지 널리 利用할 수 있다. 본래는 前者의 處理를 목적으로 하였으나 優秀한 言語이므로 一般 商用 시스템까지 利用可能.

② 소프트웨어 開發에 적합하다. 소프트웨어 生産性 향상을 위해 소프트웨어의 파트화 콤포넌트화가 기대되고 있었으나, “Ada”에서는 別個로 開發된 프로그램도 블랙박스화하여 簡單히 結合해서 이용할 수 있는 패키지 機能이 있다.

③ 品質이 우수한 프로그램 開發이 可能對象에

이타의 타이프 테피니션에 의하여 組合, 自動點檢에 의하여 明確化가 가능하다.

④ 소프트웨어 支援環境의 明確化와 互換性 保證.

이상과 같은 特徵이 있으므로, 아직 3軍의 步調가 반드시 一致되어있지 않지만 統合을 向하는 努力의 흔적이 현저하다.

나. 人工知能(AI)

日本에서는 通產省이 主導하여 1990年代에 활약이 기대되는 第5世代 컴퓨터가 크게 脚光을 받고 있다.

이 事業의 그늘에 숨어서 20年 가까운 研究歷史가 있는 人工知能(AI: Artificial Intelligence)이 햇빛을 보는 것이 늦어졌다.

그러나 實情은 人工知能(以下 AI로 略記)의 장래에 크게 着眼한 컴퓨터尖端技術陣이 非軍事目的의 用으로 日本의 最高知能을 結집해서 知識 情報處理를 지향한 이른바 第5世代 컴퓨터 開發에 착수한 것이다. 따라서 AI에 대한 理解를 높히는 前提로서 第5世代 컴퓨터의 目標를 간단히 記述하면(표 5 參照).

① 하드웨어의으로는 超 LSI 技術의 導入으로 超高速處理, 非數值的의 데이터 處理 또는 記號處理技術의 開發

② 소프트웨어의로는 그 生産性을 向上시키기 위해 論理프로그래밍의 導入에 의한 自動合成, 알고리즘 뱅크의 實用化

〈표-5〉 第5世代컴퓨터의 位置設定

	하드웨어(素子)	世 代	소프트웨어(言語)	
定해진 절차로 노이먼형컴퓨터 數值 演算만 된다	眞 空 管	第1世代	機 械 語	手續型 言語
	트 랜 지 스테	第2世代	어 셉 블 러	
	I C(集積回路)	第3世代	高 級 言 語	
	L S I (大規模集積回路)	第3.5世代	(FORTRA, CO-BOL, ALGOL, BASIC)	
	超 L S I	第4世代	構 連 化 言 語 (PASCAL, UNIX, C, ADA)	
推論이 可能하 非노이먼형 컴퓨터 知識을 保有 더	超LSI, 3次元素子, GaAs 素子, GaAlAs 素子, 조셉슨素子	第5世代	人工知能言語 (PROLOG, LISP)	非手續型 言語

③ AI의 應用에 적합한 시스템을 開發해서 自然言語 理解를 추진하여 機械翻譯 기타 利用法의 擴大등, 바꾸어 말하면 高速電子珠算에서 人間에 가까운 생각하는 機械로 變身을 노린 것이다.

이 80年代에 착수한 第5世代 컴퓨터의 開發計劃은 그 發想의 기초가 된 20年の 긴 歷史를 가진 美國防省의 AI 研究에 커다란 刺戟을 준 것은 否定할 수 없다.

여기서 AI에 關係 간단하게 言及해 둔다. 人間の 頭腦作用을 모방하는 機械의 研究가 시작되었을 때는, 먼저 機械式 計算機가 출현하여 이것이 차차 發達해서 오늘의 計算, 記憶, 데이터 處理를 하는 오늘의 컴퓨터로 발달해 온 것이다.

한편 人間の 知的活動으로는,

①知識의 集的 整理를 해서 經驗으로 蓄積 ②試行錯誤를 이용해서 推論 가능하게 된다. ③이들로부터 學習에 의해 高度의 知識을 習得 ④그들에 의해 問題 解明法을 取得한다. ⑤第6感을 포함한 感覺을 理解 ⑥自然言語를 이해하는 것 등이 있고, 이 知的 活動은 현재 方式의 컴퓨터에는 없는 機能이며, 人間이 그 超計算力에 놀라면서도 아무리 해도 불만을 느끼는 最大點이었다. 이것을 人間の으로 電子技術을 이용하면서 記號處理를 기초로 해서 推論, 推測 또는 그 理由를 解明하는 등을 主機能으로 하는 것을 指向하면서 10年 以上에 걸친 긴 기초적인 扎实的 研究結果, 70年代에 이르러 겨우 두 方向으로 향해 출발하기 시작했다.

첫째는 “엑스퍼트 시스템”(知識 베이스 시스템)이고, 둘째 方向은 로보트공학이다.

로보트공학쪽을 略述하면 컴퓨터에 의한 各種 感覺, 패턴認識, 매뉴피레터에 의한 制御 등의 결합을 노리는 것으로, 그 목표로 하는 것은 無人 軍用시스템이다.

知識 베이스 시스템 쪽은 간단히 말해서 物理化學的 原理現象이라든가 經驗的 지식등을 知識 베이스”로 內藏시켜서 이것으로 推論을 구하려고 하는 것이다. 그렇게하여 現用 컴퓨터의 10倍 가까운 하드웨어를 100臺 이상 並列 驅動시킬 필요가 있으므로 前述한 VHSIC의 완성이 기대될 뿐만아니라 新材料(3次元 素子, GaAs素

《國防과 技術 1986. 10》

子 또는 조셉슨 素子등)의 完成이 AI의 실현에 크게 기대되는 바이다.

이 경우의 推論의 出力方法이지만, 종래와 같은 “Yes” “No”라는 두개의 斷定的 論理가 아니고 그 中間의 “Yes”에 대한 確實性부터 順次 “No”에 이르기까지 中間用인 推論의 出力까지도 얻어져서 人間知能的인 기능이 기대되고 있다.

美海軍으로서는 全世界에 퍼지는 C³I의 入力 데이터가 너무나 廣範 分散되어 있으므로 C³I 데이터를 분석하면서 相關을 고려한 指揮官報告用의 整理된 정보위협的 分析 및 狀況報告의 作成에 이용하려하고 있다.

이와 같은 戰略的 用法 외에 戰術的 用法으로는 美陸軍의 ATR(Automatic Target Recognition: 目標 自動識別)는 攻擊用 헬機가 위협의 戰車群 속에서 최소 피해로 최대 戰果를 획득하기 위해서 목표의 선정, 攻擊經路 등을 AI手法으로 操縱士를 支援하는 것과 같은 것이 있으며 레이더圖形을 AI的 手法으로 식별하기 쉽게 하는 方法도 일부에서는 사용되고 있다.

AI의 實用期는 90年代가 될것이지만 美國은 日本 民間의 AI 研究에 刺戟되어서 극히 활발한 움직임을 보여주고 있다.

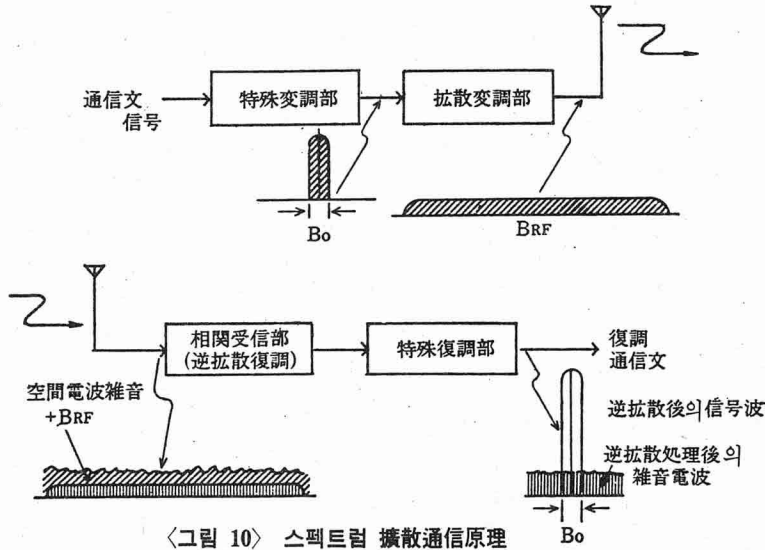
다. 스펙트럼 擴散 通信

軍用通信에 電波가 사용되기 시작한 今世紀初頭 이래 그 恩惠를 입는 것과 함께 어떻게든 秘密性을 기대하려고 願한 것은 戰史에서 볼수 있는 바이며, 讀者 여러분이 아는 바와 같다.

따라서 過去 수많은 方式이 試圖되었고 어떤 것은 一時的 성공을 거두었으나, 軍事技術이 늘 그러했듯이 곧 對應策이 나온다는 상태로 오늘날의 치열한 電波戰, 通信戰이 平·戰時를 불문하고 실시되고 있어 電子戰의 勝敗가 戰勢를 지배하는 것은 최근의 中東戰爭이나 포클랜드諸島 紛爭에서 볼수 있었으며 通信技術戰上 앞으로 특히 注視를 요하는 것으로 스펙트럼 擴散通信에 대해 記述한다.

軍用通信의 경우 通信의 秘匿에는 大別해서 두가지 方法이 있다.

첫째는 電磁波를 사용하고 있는 것을 상대에 알지 못하게 하는 思考 方法이며, 指向性이 날



〈그림 10〉 스펙트럼 확산통신원리

카로운 법을 만들어 상대방향에 電波가 도달하지 않는 方策이라든가 상대측이 전혀 사용하지 않는 周波帶를 사용하는 등의 수단이 있다.

다음 방법은 자기편의 電波가 상대에 포착되는 것은 부득이하다고 放置하지만 그 通信內容이 알수 없도록 特殊 變調方式을 사용하든가 高度의 暗號나 秘話裝置에 의하여 通信秘匿을 하는 方法이다.

스펙트럼 擴散通信方式이란 이 두 種類의 方式을 混合한 것같은 것이며 自己편에서 내는 電波는 自然空間에 存在하는 電波雜音과 유사한 것으로 했기 때문에 상대편은 通信을 하고 있는 것을 쉽사리 알수 없게 되어있다.

만일 어떠한 方法으로 通信하고 있는 것이 判明되어 그 電波를 포착하는 일에 成功하여도 다음에는 그 變調方式이 대단히 복잡해서 간단하게 復調할 수 없게 되어있다.

스펙트럼 擴散通信方式으로 현재 代表的인 것으로는 直接擊散(DS) 方式, 周波數 호핑(FH) 方式, 차프方式 및 타임호핑(TH) 方式 등이 있으나 더욱 이들을 混用한 복잡한 많은 시스템이 사용되기 시작했다.

이 通信方式의 原理圖를 그림 9에 표시했으나, 여기에 表示된바와 같이 최초의 情報信號帶 域幅(B_o)을 擴散變調器를 통해서 1,000배의 B_o 擴散帶域幅(B_{RF})까지 擴散시켜 안테나에서 送出

한다.

受信側 안테나에서는 空間 電波雜音보다도 低레벨의 擴散變調波를 受信하기 때문에 일반 受信機로는 도저히 檢出할 수 없으나, 스펙트럼 擴散通信의 逆擴散 復調用 相關受信機에 의하면 相關性이 없는 空間雜音 등은 縮合되지 않은 대로의 擴散狀態에 있으나 相關이 있는 通信波는 縮合 合成되어서 理論적으로는 원래의 1,000배—실제는 100배 정도—까지 成長해서 명확한 受信을 할수 있다.

이 方式은 원래 레이더의 探知性能增大의 方策으로 생각되고 있었던 것이 있으나 通信에 이용하면

- ① 混信이나 妨害波의 低減도가 크다.
- ② 傍受되기 어렵다(信號強度가 극단적으로 낮다)
- ③ 周波數帶의 多重 利用이 가능하다.
- ④ 秘密性을 부여할 수 있다.

등의 커다란 長點이 명백하게 되었으므로 ECCM 性이 강한 通信方式으로 各種 戰術通信, 衛星通信, 나아가서는 航空分野까지 확대되고 있으므로 이 技術動向도 注視를 요한다고 할수 있다.

참고문헌

(防衛アンテナ 1986.5)