

## 醫用生體工學의 未來展望

李 忠 雄

(正 會 員)

서울대학교 工科大学 電子工學科 教授(工博)

現代는 電子工學의 時代이다. 이 電子工學의 發展은 놀라와 乾電池 3~4個로 動作하는 담배갑만한 포켓용 칼라TV, 人間을 代身해서 일을 해주는 로봇 등을 볼 수 있으며, 2000年代에 6世代 컴퓨터가 登場하면 로봇은 自己 스스로 工夫하고 자기 스스로 自己를 고치고 人間의 諮問에도 應하는 로봇으로 變身할 것이다.

특히 最近의 電子工學은 여러 分野에서 그 偉力を 發揮하여 電子工學의 應用이 없이는 어느 分野이고 時代에 뒤떨어지게 되었으며, 醫學分野에서도 電子工學의 貢獻이 기초연구 및 臨床面에서 큰 것은 周知의 事實이다.

電子工學이 醫學에 利用되는 주요한 理由의 하나는 生體의 여러가지 現象이 電子工學으로 還元될 수 있는 까닭이며, 따라서 醫用生體 電子工學이란 새로운 分野가 形成되게 되었다.

初期의 이 分野 學問의 電子工學의 成果를 醫用 技術에 구체적으로 導入하는 것이 注目되었지만, 차츰 醫學分野와 工學 分野間에 知識 및 情報交流가 이루어져 광범위한 相互 利用의 學術領域으로 發展하여 電子工學과 醫學은 물론 生物學, 工學, 社會學등으로 網羅된 새로운 學問體系를 이루어 醫學과 工學의 橋梁役割을 담당하는 ME(medicine and engineering)라는 새로운 學問이 생기게 되었다.

이 ME를 연구하는 學會는 美國, 英國, 日本등을 비롯한 先進諸國에서, 1950年代末을 前後하여 생겼으며, 우리 나라에서는 1977년에 大韓電子工學會에 ME 專門研究會가 생겼고, 1979년에 大韓醫用生體工學會가 창립되었다. 그리고 各國의 ME學會를 網羅하는 ME의 國際聯合이 1958년에 IFMBE(International Federation for Medical and Biological Engineering)라는 명칭으로 結成되었다. 이 IFMBE에서는 3年마다 國際 ME大會를 開催하여 人間이나 生物을 對象으로 하

는 未知 領域의 探求, 醫療保健에 도움이 되는 機器와 소프트웨어의 開發, 生體의 메카니즘의 探求를 위하여 많은 學者들이 參加하고 있다.

이 글에서 먼저 ME의 現況과 未來를 興味있는 部分의 例를 들어 斷片的으로 說明하고 未來의 ME 研究分野의 體系를 紹介하고자 한다.

우선 醫學에서 使用되고 있는 여러가지 電子裝置中에서 가장 代表的인 전자장치는 CT(computed tomography)라고 할 수 있다. 이 CT는 종래의 X線 攝影技術과 컴퓨터技術을 組合하여 發展시킨 것으로서 환자가 누워서 숨 한번 쉬는 동안에 人體의 보고 싶은 움직이지 않는 部分의 斷面을 人體의 切開없이 브라운관에 비추어 볼 수 있고 사진촬영도 할 수 있다. 이 CT의 出現으로 人體의 藏器中에서도 아주 복잡한 頭腦의 보고 싶은 部分의 斷面들을 차례차례 브라운관에 비추어 볼 수가 있다. 이 CT가 出現하기 前에는 腦專門醫도 腦의 斷面을 지금 같이 잘 볼 수가 없었다. 지금은 이 CT를 이용하여 腦의 구석구석을 切開하지 않고 자세히 볼 수가 있으니 얼마나 놀라운 일인가.

이 CT는 1975년에 英國의 EMI社에 依해서 最初로 開發된 것으로서 11년이 지난 오늘날에는 英國, 美國, 日本 등에서 多量 生産되고 있다. 韓國에서도 KAIST의 趙長熙 博士팀이 開發한 NMR CT를 金星通信에서도 生産하고 있다. CT의 普及狀態를 보면 美國, 韓國, 日本, 캐나다, 英國, 歐州 諸國에서 數千臺가 가동되고 있으며, 우리 나라에서는 서울대 附屬病院, 延世大 附屬病院, 慶熙大 附屬病院, 漢陽大 附屬病院, 聖母病院 등에 設置되어 있다.

人體의 단면을 보는데는 X線을 이용하지 않고 人體에 전혀 無害한 超音波를 利用한 CT도 있다. 이 경우에는 畫像의 解像도가 X線의 경우보다 떨어지지만 人體에 전혀 害가 없기 때문에 임신부의 태아영상을 보는데 적합하다.

人間の 머리를 비롯한 몸의 표면에는 電位가 發生한다. 胸圍의 電位를 測定함으로써 心臟의 動作狀態를 알 수 있다. 特히 머리에 나타나는 電壓波形은 잠잘 때, 緊張했을 때, 꿈을 꿀 때, 간질병이 發作이 있을 때 各各 다르다. 이와 같이 머리의 表面에 나타나는 電氣波形을 腦波라 한다. 이 腦波는 1929년에 H. Berger에 依해서 發見되었으나 電子工學의 發展에 힘있어 腦波計 및 腦波의 分析 技術이 發達하였다. 이 腦波를 분석하면 그 사람이 정신적인 狀態 및 肉體의 狀態를 알 수 있다. 人間이 완전히 死亡했다고 醫學的으로 判定할 때 心臟이나 脈搏이 멎는 것으로 하지 않고 腦波가 완전히 멎는 것으로 한다. 요사이에는 이 腦波를 이용한 정신질환의 治療가 시도되고 있다. 즉 精神病患者에게 自己 自身の 正常的인 時的 腦波와 發作時의 腦波를 보여 주면서 患者로 하여금 自己 腦波의 模樣이 正常的인 腦波의 模樣이 되도록 정신적으로 애를 쓰게 하는 治療法이다. 이와 같이 하여 정신병 환자의 腦波模樣이 정상적인 모양이 되면 精神病이 治癒되며, 이 方法으로 治療하면 再發이 잘 안 된다고 한다. 이와 같이 자기 몸에서 나온 腦波出力을 患者에게 보여줌으로서 患者 自身の 腦波가 正常的인 腦波가 되도록 하는 方法을 Biofeedback 治療法이라 한다.

腦波를 利用한 재미있는 實驗의 例가 있다. 즉 꿈을 꾸고 있는 사람의 腦波를 data recorder에 記錄하여 두었다가 그 사람이 잘 때 이 data recorder를 돌려 記錄하여 두었던 腦波를 그 사람의 머리에 다시 걸면 그 前과 同一한 꿈을 다시 꾼다고 한다. 이것은 아주 흥미있는 일이다. 이 現象을 利用하면 人爲的으로 惡夢을 꾸는 患者를 安眠시킬 수도 있으며 또한 꿈을 연구하는데 크게 도움이 될 것이다.

腦波는 거짓말 探知器에도 利用된다. 거짓말 探知器는 사람의 腦波, 皮膚抵抗, 呼吸曲線, 血壓, 心搏 등을 同時에 觀察하는 장치로서 이 여러가지 波形을 觀察分析하면 거짓말 如否를 판단할 수가 있다.

그러면 將次 腦波計는 어떤 方向으로 發展될 것인가, 現在는 腦波를 보거나 記錄하려면 電極을 머리에 接觸시켜야 하나 將次는 電極을 머리에 대지 않고도 腦波를 얻게 될 것이며, 患者의 腦波를 자동적으로 분석하여 處方等까지 얻게 될 것이다. 이것이 더 發展하면 사람의 몸에 電極을 대지 않고 사람의 마음을 읽을 수 있는 時代가 ulla봐 걱정이 되기도 한다.

요사이는 人工臟器가 發達되었다. 人工腎臟의 機能이 喪失된 患者에게 사용되고 있다. 또 어떤 原因으

로 해서 心臟의 心搏數에 異常이 생겨 充分한 血液을 驅出할 수가 없을 때 pacemaker로 心筋에 電氣刺戟(電氣의인 펄스波形)을 주어 心臟의 搏動을 正常化 한다. 이 페이스메이커는 일종의 전자장치로서 體內에 埋込하여 사용하기도 한다. 이 페이스메이커를 사용하고 있는 사람이 꽤 많다. 人工心臟도 많은 發展을 보아 人工心臟으로 1年 좀 넘게 살 수 있게 되었다. 그러나 2000年代에는 人工心臟을 體內에 넣어 生命을 10年以上 延長할 수 있게 될 것이다.

물론 人工關節도 使用되고 있다. 요사이에 發達된 電子制御技術을 利用한 電子義手が 있다. 사람이 팔을 구부릴 때 어떻게 하여 팔을 구부리게 되는가를 살펴 보면, 먼저 팔을 구부리겠다고 마음을 먹으면 大腦에서 發生하는 神經興奮이 遠心性 神經의 電氣인펄스가 팔의 근육을 收縮시켜서 팔을 구부리게 한다. 따라서 大腦에서 오는 電氣信號를 電子義手に 印加하여 電子義手が 구부러지게 하면 되므로 장차는 팔을 구부리겠다고 생각하면 電子義手が 自動的으로 구부러지게 될 것이다. 앞으로 人工臟器는 고도로 發達되어 自動車에서 部品을 교환하듯이 老朽된 身體의 臟器를 人工臟器와 교환하여 人間の 生命이 자꾸 延長될 것이다. 전자공학 기술은 超音波 또는 마이크로波 에너지를 身體의 患部에 投入하여 癌과 같은 病든 細胞組織을 破壞하여 時效를 거두는 hyperthermia分野가 생겨서 큰 期待를 모으고 있다.

美國, 日本과 같은 先進國에서는 患者監視裝置를 많이 이용하고 있다. 이 患者監視裝置는 患者의 心臟搏動狀態, 血壓, 體溫 등을 測定하여 그 結果를 有線 또는 無線으로 醫師가 있는 監視센터로 보내며 의사가 와서 불 時間을 기다릴 수 없는 危急한 患者에게는 自動的으로 監視裝置가 注射를 患者에게 놓기도 한다. 특히 팔목할만한 것은 心臟의 機能에 異常이 생긴 환자의 心電圖를 집에 있는 電話線을 이용하여 病院에 있는 의사에게 보낼 수가 있게 된 것이다. 이 遠隔測定 및 監視技術을 擴張하여 山間僻地의 無醫村에 있는 患者를 위한 醫療시스템이 日本등지에서 研究되었다. 즉 僻村의 무의촌에 사는 患者가 그 곳에 있는 無人 醫療센터에 가서 體溫, 血壓, 脈搏, 心電圖 등을 都市에 있는 醫師에게 電送하여 治療를 얻고 그곳 無人 醫療센터에 비치되어 있는 약을 찾아 服用하여 治療를 하게 한다.

지금까지 醫工學의 發展相을 몇가지 例를 들어 說明하였지만 무엇보다도 앞으로 研究開發하여 緊要하게 쓰이게 될 것은 患者에게 投藥했을 경우에 약이 인체

내에 들어가서 作用하는 상태를 그대로 映像出力으로 觀察하는 電子裝置가 될 것이다. 電子工學이 1906년에 三極 真空管이 發明된 이래 不過 80年 동안에 그 當時에는 想像도 못했을 정도로 눈부신 發展을 할 수 있었던 것에는 여러가지 원인이 있겠지만, 그 中에서도 電子裝置 内部에서 일어나고 있는 現象을 即刻 볼 수 있는 오실로스코우프가 있었기 때문이었다고 하여도 過言이 아닐 것이다. 現在는 환자에게 數日分の 藥을 服用케 한 다음 좀 어떡냐고 물어 보아서 藥의 效果를 極히 間接적으로 파악한다. 만일에 藥을 먹은 後에 人體内에서 藥이 작용하는 狀況을 그대로 정확히 볼 수 있다고 假定하면 入力과 出力의 關係를 나타내는 傳達函數를 求할 수 있으므로 그 환자에 맞는 藥의 設計方程式을 세울 수 있을 것이며, 따라서 환자를 잘못 치료하는 경우란 있을 수가 없으며 전자공학에 못지 않은 理論體系가 서게 될 것이다.

以上 醫學側에서 工學側의 科學技術을 이용하는 것만 說明하였다. 그러면 工學側에서 生體속에 숨어있는 아이디어를 利用하는 경우는 어떻게? 오늘날 工學에서의 큰 問題點은 嶄新한 아이디어의 枯渴이다.

電子工學을 비롯한 工學技術은 1960年代 以後부터는 劃期的인 發明 또는 新技術이 나오지 않고 있다. 電子工學分野의 例를 보기로 한다. 1906년에 3極 真空管, 1920년에 라디오 放送 開始, 1936년에 TV 放送 開始 1948년에 트랜지스터 出現, 1959년에 IC 出現등을 생각할 수 있다. 이와같이 1960年代 以後에 브레이크스루(breakthrough)가 없는 理由는, 現代 科學技術이 物理 및 化學에서 몇가지 안되는 基礎 現象을 組合한 技術에 근거를 두고 있는데 1960年頃까지 組合에 動원되는 基礎 現象을 다 써먹고 더는 基礎 現象을 組合하여 새로운 技術을 만들어 낼 수가 없기 때문이다. 그러나 生體는 神이 創造한 것이기 때문에 生體에는 아주 高度하고 嶄新한 기발한 아이디어가 숨어 있으며, 工學者는 生體에서 이 아이디어를 얻어내는데 큰 關心이 있다.

이들테면 레이더는 박쥐의 超音波 레이더로부터 着想되어 開發되었다고 한다. 박쥐는 눈을 完全히 가려도 날아가는데 아무 지장이 없다. 그러나 두꺼운 반창고로 박쥐의 입을 막으면 장애물에 부딪혀 조금도 날지 못한다. 왜냐하면 박쥐는 입에서 發射한 超音波가 物體에 부딪혀 反射 되어온 超音波를 受信分析하여 飛行路를 決定하기 때문이다. 아직도 人間이 만든 레이더는 性能이 박쥐의 超音波 레이더만 못하다. 박쥐는 좁은 洞窟에서 數 10마리가 同時에 날아도 衝

突하지 않는다. 레이더를 裝備한 飛行機는 無限히 넓은 하늘에서 가끔 衝突事故를 일으키는 일이 있다. 工學者는 이 박쥐의 機密을 알고 싶은 것이다.

우리가 照明用으로 使用하고 있는 白熱電球는 그 機能上으로 보아 電熱器라고 하는 것이 보다 適切한 이름이 된다. 왜냐하면 電球에서 나오는 에너지의 10%만이 可視光線이고 나머지 90%는 우리가 보지 못하는 赤外線이기 때문이다. 이 電球를 燈으로 생각하면 效率이 10%이고 히이터로 보면 效率이 90%가 되는 것을 보면 재미있는 일이다.

그러나 여름밤에 반짝이며 날아다니는 개뿔벌레는 熱을 거의 내지 않고 빛을 낸다. 效率이 90%이상이다. 그뿐 아니라 반딧불을 꺾다꺾다 하며 光通信을 하고 있으니 참으로 神奇한 일이다.

무더운 여름에 거미는 먹이를 人間보다 훨씬 効果的으로 生食하게 保存한다. 즉 거미줄에 먹이가 걸리면 거미가 뛰어나와 昆蟲에 따라 다르지만 一定한 곳을 물었다 놓는다. 그러면 昆蟲은 假死狀態에 들어가기 때문에 부패하지 않는다. 우리 人間은 電氣冷藏庫를 만들어도 거미의 秘法은 모른다.

이상 몇가지 例를 들어 生體의 優秀性을 說明하였다. 이번에는 生體電子工學의 발달로 동물과의 대화가 可能性을 생각해 보기로 한다. 이것은 옛날 이야기에서 나오는 것이지 두손 處荒된 말이냐고 할 것이다. 人間이 들을 수 있는 音의 周波數 範圍는 20~2萬 Hz이다. 쥐나 새는 사람보다 훨씬 높은 周波數의 소리를 듣고 낸다. 새가 우는 소리의 周波數 中에서 낮은 쪽의 周波數 成分만을 우리는 듣는다. 다시 말해서 쥐나 새의 베이스나 바리톤은 人間에게는 소프라노 테너로 들린다. 따라서 사람이 새소리를 아무리 잘 듣고 흉내를 내어도 새는 그 소리가 자신이 우는 소리와 비슷하다고 생각하지 못한다. 왜냐하면 사람은 새소리의 여러가지 주파수 성분중에서 낮은 쪽의 一部分만을 듣고 흉내를 내는 것이기 때문에 새가 들으면 전혀 엉뚱한 소리가 되기 때문이다. 그러나 수많은 사람 가운데 새나 쥐가 사용하는 音域全體를 듣는 사람이 있다. 자연에 존재하는 事物 正規分布에 따르므로 大部分의 사람은 쥐나 새의 音域을 다 듣지 못하지만 아주 極少數의 사람은 쥐나 새의 音域을 다 들을 수 있다. 이러한 特殊한 사람이 새의 소리를 흉내낼 경우에는 새소리를 정확히 듣고 정확히 흉내낼 수 있으므로 새가 자기의 言語를 흉내낸다는 것을 認識할 수가 있다.

그러면 電子工學적으로 어떻게 하면 새와 對話를 할

수 있을까? 우선 새소리의 모든 주파수성분을 다 정확하게 記錄하여 새가 기쁠 때, 슬플 때, 배고플 때 오라고 할 때 내는 소리를 電子工學의 音聲認識 技術로 正確히 인식하고 回信의 소리를 電子의 合成音으로 내주면 될 것이다. 새는 知能이 낮아 使用하는 單語數가 몇 個 안될 것이므로 새와의 대화는 용이할 것이다. 人間이 동물과 대화를 하게 되면 좋을지 나쁠지는 未知數이다. 動物과 대화가 되면 소나 돼지고기를 먹기 곤란해질 것이고 動物사냥을 하기가 곤란하게 될 것이다.

以上 醫用生體 電子工學의 興味있는 部分을 斷片的으로 說明하였으나 醫用生體 電子工學의 未來指向의 研究領域의 分類를 생각해 보기로 한다. 이 ME 分野는 目的으로 하고 있는 分野가 대단히 넓으므로 研究領域의 學問體系의 分類가 어려우나 다음과 같은 分類를 할 수 있을 것이다. 즉

- (1) 工學的인 側面에서 본 分類
  - (2) 醫學的인 側面에서 본 分類
  - (3) 生體工學的인 側面에서 본 分類
- 등 이다.

(1)의 경우는 표 1과 같이 分類할 수 있다. 즉

표 1. 工學的인 側面에서 본 ME分類

1	生體計測工學
2	生體情報工學
3	生體모델工學
4	生體作用工學
5	生體代用工學
6	醫用系統工學
7	工學에의 醫學 應用

(2)의 경우는 표 2와 같이 分類된다.

표 2. 醫學的인 側面에서 본 ME의 分類

1. 心臟과 循環	11. 筋肉·骨髓系, 바이오메카닉스, 義肢
2. 心電圖와 이와 關連된 分野	12. 精神科學과 心理學
3. 呼 吸	13. 放射線學과 核醫學
4. 麻酔와 蘇生	14. 外科와 手術室
5. 人工臟器	15. 産科·婦人科와 胎兒
6. 大腦와 神經系	16. 生理學
7. 腦波와 이와 關連된 分野	17. 分子生物學과 生物物理學
8. 視覺과 眼球運動	18. 生理學的 모니터링
9. 聽 覺	19. 病院과 健康管理시스템
10. 知覺一般	20. 航空宇宙醫學

21. 體 育	29. 生物醫學的 工學機器와 하드웨어
22. 生理學과 環境	30. 電極·트랜스듀서·텔레메트리
23. 人間工學	31. 아나로지技術
24. 臨床檢査技術	32. 溫寒技術
25. 컴퓨터, 오토메이션(臨床)	33. 光學과 映像技術
26. 生物醫學的 研究에서의 컴퓨터	34. 超 音 波
27. 사이버네틱스·시뮬레이션·바이오닉스	35. 生物醫學的 工學訓練과 管理
28. 生物醫學的 工學시스템과 소프트웨어	

(3)의 生物工學的인 分類는 표 3과 같다.

표 3. 生體工學的인 側面에서 본 ME分類

1. 生體의 計測技術	5. 生體情報處理와 病院·健康管理 시스템
1.1 電 極	5.1 生體데이터處理
1.2 變 換 器	5.2 自動判讀·自動診斷
1.3 電氣現象의 測定	5.3 生體情報의 傳送·記錄·表示
1.4 音響·機械振動의 測定	5.4 OR 등
1.5 流量·流速 등의 測定	5.5 病院의 機能·自動化·시스템工學
1.6 變位·壓力 등의 測定	5.6 健康管理 시스템
1.7 光·溫度·熱 등의 測定	5.7 其 他
1.8 化學現象의 測定	6. 生體와 機械系
1.9 其 他	6.1 人間機械系
2. 生體의 計測시스템	6.2 生體機能·行動의 制御
2.1 超音波應用計測	6.3 人工臟器의 制御
2.2 放射線應用計測	6.4 循環·呼吸의 制御
2.3 光學系·텔레비전의 應用	6.5 生體內에너지의 利用
2.4 텔레메트리·監視裝置	6.6 其 他
2.5 生體現象의 表示와 記錄	7. 生體工學·바이오닉스
2.6 其 他	7.1 生體情報系의 解析·表現
3. 生體材料技術	7.2 生體內의 流體·機械系의 解析·表現
3.1 生體의 物性	7.3 시뮬레이터
3.2 成分分析	7.4 바이오닉스
3.3 檢體檢査	7.5 生體分子工學
3.4 醫用材料	7.6 其 他
3.5 其 他	8. 其他分野
4. 生體에의 作用	8.1 ME教育
4.1 에너지의 生體作用機構	8.2 教育機械
4.2 刺激裝置	8.3 安全 性
4.3 破壞裝置	8.4 機器의 規格·勸告
4.4 治療裝置	8.5 其 他
4.5 其 他	

ME는 現在 發展하고 있는 途上에 있다. 가까운 將來에는 電子工學이나 機械工學등과 같이 하나의 學問體系가 確立될 것으로 豫想된다.

앞으로 ME에 의해서 具體的으로 어떠한 發展이 期

待되며, 이것이 可能해 질 것인가? 가까운 將來에 있을 ME의 發展 및 效果에 대해서 여러가지가 豫測되고 있다. 이 中에서 代表的인 것을 들어 보면 다음과 같다.

(1) 이미 一部는 實用化 段階에 있는 컴퓨터를 利用한 自動診斷機나 病院의 自動化가 普及段階에 들어갈 것이다.

(2) 情報傳送技術, 컴퓨터에 依해서, 病院間 또는 病院과 家庭을 連結하는 廣域 診療 시스템化가 이루어질 것이며 이에 따라 都市와 山間僻地의 地域差가 없는 診療를 받게 될 것이다.

(3) 醫學에서 豫防醫學의 重要性이 커짐에 따라 ME에서도 豫防醫學, 健康維持에 관한 것이 많이 研究·開發되어, 病에 걸리기 前에 適切한 處置를 할 수 있게 될 것이다.

(4) 治療器의 發達, 特히 人工臟器와 같이 直接人體속에 넣는 것의 實用化가 進展될 것이다.

(5) 시뮬레이션의 發達에 따라 電子義手나 生體의 代用에서 從來는 制限된 單純 運動機能밖에 하지 않았던 것이 人間の 意志에 따라 움직이는 電子義手등이

보다 人間에 가까운 것으로 發展한다. 이들의 發達에 의해서 産業로보트에 依한 工場의 無人化, 海中, 기타 惡環境 條件속에서의 作業이 로보트에 의해서 行해질 것이다.

(6) 工學에서의 새로운 에너지의 發展에 따라 레이저나 플라즈마放電등이 醫學에 應用 實用化되어 새로운 診斷이나 治療法이 可能해 질 것이다.

(7) 從來에는 手術하지 않고는 볼 수 없었던 生體內部 臟器의 動態를 3次元 立體像으로 용이하게 볼 수 있게 될 것이다.

醫用生體 電子工學은 美國, 英國, 日本등의 先進國에서도 새로운 分野이다. 모든일이 다 그렇듯이 초기에는 成果가 노력과 投資에 正比例하다가 나중에는 成果가 鈍化되고 드디어는 飽和된다. 다시 말해서 모든일의 成果는 入力の 指數函數的으로 나타난다. 正統 電子工學은 이미 飽和狀態에 와 있다고 볼 수 있다.

醫用生體 電子工學은 아직 初期段階에 있으므로 國家的인 次元에서 노력을 傾注하면 先進國을 앞지르는 成果를 他分野 보다 容易하게 낼 수가 있을 것이다. \*

◆ 用語 解説 ◆

**MSS**

집광부, 분광부, 주사부, 검출부로 구성되어 있으며 항공기용으로 보통 외선에서 일적외선까지 (0.3~14 $\mu$ m) 인공 위성용으로 보통 열적외선 (0.5~12.5 $\mu$ m)의 파장 영역의 방사를 분광하여 검출하고, 각 파장 영역의 전기 신호로 변환하는 관측 장치

**분석 합성 방식**

음성 파형을 직접 기억하는 대신에 음성의 특징 파라메타로 변환하여 정보 압축을 행하고, 음성의 합성에는 이러한 특징 파라메타를 이용하여 음성 파형을 재현하는 방식

**parity**

주어진 자료의 비트열에 검사 비트를 하나 추가해서 비트열 전체에 있는 1의 개수를 항상 홀수 또는 짝수개가 되도록 유지함으로써 오류를 검사하는 방법

**data base**

상호 연관된 데이터의 집합으로 어느 특정 조직의 응용 시스템들이 공동으로 사용하기 위해 컴퓨터가 접근할 수 있는 매체에 통합, 저장한 운영 데이터의 집합