

醫 用 生 體 電 子 工 學

李 忠 雄

〈서울대 工大 電子工學科〉

1. M과 E의 結合

現代는 電子科學의 時代라고 한다. 이 電子科學의 發展은 놀라와 乾電池 3~4個로 動作하는 담배갑 만한 포켓用 TV, 만화영화에서나 보는 殺人光線銃의 普及도 멀지 않았다. 이 高度로 發達된 電子工學의 힘은 醫學에도 侵透하였다. 特히 最近의 電子工學은 여러分野에서 그 偉力을 발휘하여 電子工學의 應用이 없이는 어느 分野이고 時代에 뒤떨어지게 되었고, 특히 醫學分野에서 電子工學의 貢獻이 基礎研究 및 臨床面에서 큰 것은 周知의 事實이다.

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

初期의 이 分野의 學問은 電子工學의 成果를 醫用技術속에 具體的으로 導入하는 것이 主目的이었지만 차츰 醫學分野와 工學分野間에 意見 및 情報交流가 이루어져 廣範圍한 相互利用의 學術領域으로 發展하여 電子工學과 醫學은 勿論 生物學, 工學, 社會學等으로 網羅된 새로운 學問體系를 이루어 醫學과 工學의 橋梁役割을 擔當하는 ME (Medicine and Engineering)라는 새로운 學問이 생기게 되었다.

이 ME를 研究하는 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 우리나라에서는 1977년에 大韓電子

工學會에 ME分科研究會가 생겼고 1979年 7월에 大韓醫工學會가 창립되었다. 各國의 ME學會를 망라하는 ME의 國際聯合이 1958년에 IFME (International Federation for Medical Electronics)라는 名稱으로 結成되었다. 이 IFME에서는 3年마다 國際 ME 大會를 開催하여 人間이나 生物을 對象으로 하는 未知領域의 探求, 醫療保健에 도움이 되는 機器와 software의 開發, 生體의 mechanism을 고려한 機器나 理論의 研究開發을 위하여 많은 學者들이 參加하고 있다.

2. ME의 片貌

1. CT(Computed Tomography)

이 글에서는 ME의 現況과 未來를 興味있는 部分의 例를 들어 斷片的으로 說明코져 한다.

우선 醫學에서 使用되고 있는 電子裝置中에서 가장 代表的인 것은 CT라고 할 수 있다. 이 CT는 從來의 X線 撮影技術과 電子計算機技術을 組合하여 發展시킨 것으로서 患者가 누워서 숨 한번 쉬는 동안에 人體의 보고 싶은 部分의 斷面을 人體의 切開 없이 Braun 管에 비추어 볼 수 있고 寫眞撮影도 할 수 있다. 이 CT의 出現으로 人體의 臟器中에서 가장 複雜한 頭腦의 보고 싶은 部分의 斷面들을 차례차례 Braun 管에 비추어 볼 수가 있다. 이 CT가 出現하기 前에는 腦手術專門醫도 腦의 斷面을 지금같이 잘 알 수가 없었다. 그 前에는 手術해야 할 腦

□ 解 說

의 患部位置를 腦를 切開해 보지 않고는 正確히 알 수가 없었다. 지금은 이 CT를 利用하여 腦의 구석구석을 切開하지 않고 볼 수가 있으니 놀라운 일이라 아니 할 수 없다.

이 CT는 1975년에 英國의 EMI會社에 依해서 最初로 開發된 것으로서 6년이 지난 오늘날엔 英國은 勿論 美國, 西獨, 日本, 和蘭, 佛蘭西에서 生産하고 있다. CT의 普及狀況을 보면 美國, 韓國, 캐나다, 日本, 英國, 歐洲諸國을 통틀어 數百臺가 稼動되고 있으며, 우리나라에서는 서울大 附屬病院, 慶熙大 附屬病院, 延世大 附屬病院, 漢陽大 附屬病院, 聖母病院等に 設置되어 있다.

人體의 斷面을 보는데는 X線을 利用하지 않고 人體에 全혀 無害한 超音波를 利用한 CT도 있다. 이 경우에는 畫像의 解像圖가 X線의 경우보다 떨어지지만 人體에 全혀 害가 없기 때문에 妊娠婦의 胎兒映像을 보는데 適合하다.

2. 腦波計

人間의 머리를 비롯한 몸의 表面에는 電位가 발생한다. 胸圍의 電位를 測定함으로써 心臟의 動作狀態를 알 수 있다. 特히 머리에 나타나는 電位の 時間에 對한 變化는 잠잘 때, 緊張하고 있을 때, 꿈을 꿀 때, 癇疾病의 發作이 있을 때 各各 다르다.

이와같이 머리의 表面에 나타나는 電氣波形을 腦波라 한다. 이 腦波는 1930년에 Berger에 依해서 發見되었으나 電子工學의 發展에 힘입어 腦波計 및 腦波의 分析技術이 發達하였다. 이 腦波를 分析하면 그 사람의 精神的인 狀態 및 肉體的인 狀態를 알 수 있다. 人間이 完全히 死亡했다고 醫學的으로 判定할 때 心臟이나 脈拍이 멎는 것으로 하지 않고 腦波가 完全히 멎는 것으로 한다. 요사이는 腦波를 利用한 精神病患者의 治療가 試圖되고 있다. 즉 精神病患者에게 自己自身の 腦波와 正常的인 腦波를 同時에 보여 주면서 患者로 하여금 自己腦波의 모양이 正常的인 腦波의 모양이 되도록 精神的으로 애를 쓰게 하는 治療法이다. 이와 같이 하여 精神病患者의 腦波모양이 正常的으로 되던 精神病이

낮게 되며 이 方法으로 治療하면 再發이 잘 안 된다고 한다. 이와 같이 自己몸에서 나온 腦波出力을 患者에게 보여 주므로서 患者自身の 腦波가 正常的인 腦波가 되게 하는 方法을 Bio-feedback 方式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 印加하면 그 前과 同一한 꿈을 꾸다고 한다. 이 現象을 利用하던 惡夢을 꿈꾸어 고생하는 患者를 安眠시킬 수도 있으며 또한 꿈을 研究하는데 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(몸에 식은 땀이 나는 정도를 나타냄), 呼吸曲線, 血壓, 心拍動을 同時에 記錄하는 裝置로서 여기에 記錄된 여러 가지 波形을 觀察分析하면 거짓말 여부를 判斷할 수가 있다.

그러면 將次 腦波計는 어디까지 發展될 것인가? 現在는 腦波를 보거나 記錄하려던 電極을 머리에 接觸시켜야 하나 將次는 電極을 머리에 대지 않고 腦波를 보게 될 것이며 測定한 結果를 自動的으로 分析, 處方과 措置를 取해질 것이다. 이것이 더 發展하면 사람의 몸에 電極을 대지 않고 사람의 健康狀態는 勿論 마음도 읽을 수 있는 時代가 올까봐 걱정이 되기도 한다.

3. 人工臟器

요사이는 人工臟器가 꽤 發達되었다. 人工腎臟이 신장의 機能이 喪失된 患者에게 使用되고 있다. 또 어떤 原因으로 因해서 心臟의 心拍數에 異常이 생겨서 充分한 血液이 驅出되지 못할 때 Pacemaker로 心筋에 電氣刺戟(電氣的인 Pulse)을 주어 心拍動을 正常化한다. 이 Pacemaker는 일종의 작은 電子裝置로서 體內에 埋込하여 使用하기도 한다. 이 Pacemaker를 使用하고 있는 사람이 꽤 많다. 人工心臟도 研究되고 있으나 長時間 동안 사람의 심장을 代行할 수는 없으며 蠕소와 같은 動物을 4個月정도 살게한 例는 있다.

勿論 人工關節, 人工血管도 使用되고 있다. 요사이 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 생각해 보자. 먼저 팔을 구부리겠다고 마음을 먹으면 大腦에서 發生하는 神經興奮에 依해서 遠心性 神經의 電氣的인 Impulse가 팔의 筋肉을 收縮시켜서 팔이 구부러지게 된다. 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 될 것이다. 앞으로 人工臟器는 高度로 發達되어 自動車에서 部品을 交換하듯이 老化된 身體의 장기를 人工장기와 交換하여 人間의 生命은 자꾸 延長되게 될 것이다. 電子工學의 技術은 超音波나 Laser의 에너지를 身體의 深部에 投入하여 癌과 같은 病은 組織을 고통없이 破壞하거나 患部를 切斷할 수가 있다.

4. 無人醫療센터

美國, 日本과 같은 先進國에서는 患者監視裝置를 많이 利用하고 있다. 이 患者監視裝置는 患者의 心臟拍動狀態, 血壓, 體溫 등을 測定한 結果를 有線 또는 無線으로 醫師가 있는 監視센터로 보내며, 醫師가 와서 볼 時間的인 餘有가 없는 危急한 患者에게는 自動的으로 監視裝置가 注射를 患者에게 놓기도 한다. 特히 刮目할만한 것은 心臟의 機能에 異常이 생긴 患者의 心電圖를 집에 있는 電話線을 使用하여 病院에 있는 醫師에게 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 爲한 醫療시스템이 日本 등지에서 研究되었다. 즉 僻村의 無醫村에 사는 患者가 그곳에 있는 無人醫療센터에 가서 體溫, 血壓, 脈拍, 心電圖등을 都市에 있는 醫師에게 傳送하여 處方을 얻고 그곳 無人醫療센터에 備置되어 있는 藥을 服用하여 治療를 받게 한다.

지금까지 醫用的 發展狀을 몇가지 例를 들어 記述했지만 무엇보다도 앞으로 研究開發하여 緊要하게 쓰이게 될 것은 患者에게 投藥했을 경우에 藥이 人體內에 들어가서 作用하는 狀況을 即席에서 映像으로 보는 電子裝置가 될 것이다. 電子工學이 1906년에 3極真空管이 發明된 以來

不過 70餘年 동안에 그 當時에는 想像도 못했을 程度로 눈부신 發展을 할 수 있었던 것에는 여러 가지 原因이 있었겠지만 그 中에서도 電子裝置內部에서 일어나고 있는 現象을 即時 볼수 있는 Oscilloscope가 있었기 때문이라고 하여도 過言이 아닐 것이다. 現在는 患者에게 藥의 藥을 服用케 한 다음에 좀 어찌냐고 물어 보아서 藥의 效果를 極히 間接的으로 알고 있다. 萬一에 藥을 먹은 후에 人體內에서 藥이 作用하는 狀況을 그대로 正確하게 볼 수 있다고 假定해 보자. 그러면 藥의 어떤 成分이 어떤 作用을 어떻게 하는 지를 알 수 있으므로 그 患者에 맞는 藥의 設計方程式을 세울 수 있게 될 것이며, 따라서 患者를 잘못 治療하는 경우란 있을 수가 없게 될 것이고 電子工學에 못지 않은 理論體系가 서게 될 것이다.

앞으로 醫用生體電子工學의 發達에 힘입어 頭腦의 移植도 可能하게 될 것이다. Einstein과 같은 天才가 年老하여 죽게될 경우에 天才의 頭腦를 交通事故로 머리를 다쳐서 죽게될 健壯한 青年의 몸에 移植할 경우를 생각할 수가 있을 것이다. 그러면 어떻게 될 것인가? 생각만 해도 머리가 複雜해 진다. 또한 老朽한 身體의 臟器를 性能이 좋은 人工臟器로 交換하여 使用하게 되면 人間의 生命은 자꾸 延長되어 聖書에 나오는 아브라함과 같이 數百年을 살게 될 것이다.

앞으로 登場할 可能性이 있는 것은 複製人間이다. 複製人間이란 男子의 遺傳因子를 女子의 遺傳因子를 除去한 卵子에 넣어 자라게 하여 어떤 사람의 모습과 性格이 完全히 同一한 人間으로 자라는 것을 말한다. 그 뿐이겠는가, 遺傳因子 DNA에서 나쁜 部分을 修正하여 더 改良된 人種 또는 品種을 設計, 生産할 수가 있게 될 것이다.

3. 아이디어에 貧困한 醫用生體電子工學

以上 醫學側에서 工學의 科學技術을 利用하는 것만 說明하였다. 그러면 工學側이 生體側의 成果를 利用하는 경우는 어떨까? 오늘날 工學에서의 큰 問題點은 참신한 아이디어의 枯竭이다.

□ 解 說

電子工學을 비롯한 工學技術은 1960年 이후부터는 劃期的인 發明 또는 新技術이 나오지 않고 있다. 電子工學의 例를 들어 보자. 1906年에 3極真空管, 1920年에 라디오放送 開始, 1941年에 TV放送開始, 1948年에 트랜지스터 出現, 1959年에 IC 出現 등을 생각할 수 있다. 이와같이 1960年以後에 Break through가 없는 理由는 現代의 科學技術이 物理的 및 化學的인 몇가지 안 되는 基本的인 現象의 組合에 根據를 두고 있는데 1960年까지 모든 밀착이 되는 基本現象을 다 썩먹고 그것으로 새로운 것을 만들어 낼 수가 없기 때문이다. 그러나 生體에는 아주 高度의 嶄新하고 奇抜한 아이디어가 수없이 들어 있다. 工學例에서는 奇抜한 아이디어를 生體에서 얻어 내는데 큰 關心이 있다.

이를테면 레이더는 박쥐의 超音波레이더로부터 힌트를 얻어 開發되었다고 한다. 박쥐는 눈을 完全히 가려도 날아가는데 아무 支障이 없다. 그러나 두터운 반창고로 박쥐의 입을 막으면 障害物에 부딪쳐 조금도 날지 못한다. 왜냐하면 박쥐는 입에서 發射한 超音波가 物體에 부딪쳐 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 박쥐의 超音波 레이더만 못하다. 박쥐는 좁은 洞窟에서 數百마리가 同時에 날아도 衝突하지 않는다. 레이더를 裝備한 飛行機는 無限히 넓은 하늘에서 衝突事故를 일으키는 일이 있다.

우리가 照明用으로 사용하고 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 불을 비치며 날아 다니는 개똥벌레는 熱을 거의 내지 않고 빛을 낸다. 效率이 90% 이상이다. 그뿐 아니다. 반딧불을 꺾다 꺾다 하며 光通信을 하고 있으니 얼마나 神奇한가?

무더운 여름에 거미는 먹이를 人間보다 훨씬

効果적으로 싱싱하게 保存한다. 즉 거미줄에 먹이가 걸리면 거미가 뛰어 나와 昆虫에 따라 다니다만 일정한 곳을 물었다 놓는다. 그러면 昆虫은 假死狀態에 들어가기 때문에 腐敗하지 않는다. 우리 人間은 電氣冷藏庫를 만들어도 거미의 秘法은 모른다.

4. 動物과의 對話

以上 몇가지의 例를 들어 生體의 優秀性을 이야기 하였다. 이번에는 生體電子工學의 發達로 動物과의 對話가 可能함을 생각해 보자, 이것은 옛날 이야기에서나 나오는 것이지 무슨 虛荒된 말이냐고 할 것이다. 人間이 들을 수 있는 音의 周波數範圍는 소리의 크기에 따라 다르지만 가장 넓게 들을 때가 20~20,000Hz이다. 쥐나 새가 내는 소리는 사람이 듣는 것보다 훨씬 높은 周波數의 成分이 많이 들어 있다. 새가 우는 소리의 周波數成分中에 낮은 部分의 周波數成分만을 우리는 듣게 된다. 다시 말해서 쥐나 새의 Bass 나 Baritone 이 人間の 귀에는 Tenor 나 Soprano로 들린다. 따라서 사람이 새가 우는 소리를 아무리 잘 듣고 흉내를 내도 새는 그 소리가 자신이 우는 소리와 비슷하다고 생각할 수가 없다. 왜냐하면 사람은 새소리의 여러가지 周波數成分中에서 낮은 쪽의 一部分의 周波數成分만을 듣고 흉내를 내는 것이기 때문에 새가 들으면 전혀 엉뚱한 소리가 되기 때문이다. 그러나 數많은 사람가운데 새나 쥐가 使用하는 音域全體를 듣는 사람이 있다. 自然에 存在하는 事物은 Gaussian 分布에 따르므로 大部分의 사람은 쥐나 새의 音域을 다 듣지 못하지만 아주 極小數의 사람은 쥐나 새의 音域을 다 들을 수 있다. 이러한 特殊한 사람이 새의 소리를 흉내낼 경우에는 새의 소리를 正確히 듣고 正確히 흉내내므로 새가 自己의 言語를 흉내 낸다는 것을 認識할 수 있게 된다.

그러면 電子工學의 으로 어떻게 하면 새와 對話를 할 수 있을까? 우선 새소리의 모든 周波數成分을 다 正確하게 記錄하고 觀察하므로써 새가 기쁠 때, 슬플 때, 배고플 때, 무서울 때,

오라고 할 때 등에 내는 소리의 波形과 spectrum 을 Braun 管에 비추어 觀察하고 Pattern recognition의 理論에 依해서 正確히 認識한 다음에 이러한 새의 소리를 發生하는 電子裝置를 만들면 될 것이다. 새는 知能係數가 낮아서 使用하고 있는 單語數가 몇個 안될 것이므로 새와의 對話는 그리 어렵지 않을 것이다. 人間이 動物과 對話를 하게 되면 좋을지 나쁠지는 未知數이다. 動物과 對話가 되면 소나 돼지 고기가 먹기 困難해 지고 動物사냥을 하기 어렵게 될지 모르겠다.

5. 結 言

醫用生體電子工學은 美國, 日本, 英國등의 先

進國에서도 새로운 分野이다. 모든 일이 다 그렇듯이 初期에는 成果가 努力과 投資에 比例하다가 나중에는 成果가 鈍化되고 드디어는 飽和된다. 다시 말해서 모든 일의 成果는 努力과 投資의 指數函數로 나타 난다. 스테레오電蓄의 例를 들어 보기로 한다. 스테레오電蓄의 性能은 처음에는 價格에 比例한다. 그러나 스테레오 電蓄의 音質은 實際로 演奏를 듣는 것 以上은 될 수가 없기 때문에 나중에는 돈을 아무리 퍼들여도 音質의 改善을 할 수가 없다. 이와같이 醫用生體電子工學은 아직 初期段階에 있으므로 國家的인 次元에서 努力과 熱意를 傾注하면 先進國을 앞지르는 成果를 他分野보다 容易하게 낼 수가 있을 것이다.

大韓機械學會 論文集 購讀 申請案内

會員 여러분께서는 會誌와 論文集을 1977年度 부터 分離하여 發行하고 있음은 잘 알고 계실 것으로 思料됩니다.

會誌는 會費를 納付한 會員에게 무료로 配布하여 드리고 있으나, 論文集은 購讀申請을 받아 申請하신 會員에 限하여 購讀料를 받고 配布하오니 分會를 통하거나 또는 學會에 直接 申請하시기 바랍니다.

| 年 度 | 論 文 集 購 讀 料 | 備 考 |
|------|--------------------|-----------|
| 1977 | 4,000원(卷當은 2,000) | (年 4 卷發行) |
| 1978 | 3,000원(") | (年 3 卷發行) |
| 1979 | 4,000원(") | (年 4 卷發行) |
| 1980 | 4,000원(") | (") |
| 1981 | 5,000원(") | (" 예정) |