

未來 電子産業을 構築하는 A/D-D/A 變換技術

83년부터 88년에 걸쳐서 IC의 年平均 成長率은 23%가 될 것으로 展望되고 있다. 이 伸張率은 정말 驚異的이라고 하지 않을 수 없다. IC에 의해 크게 發展해 온 電子産業이 한걸음 더 나아가 VLSI, ULSI 技術에 의해 비약적인 發展을 이룩해 가고 있다.

최근 話題를 모으고 있는 2 μ m Rule(線)에 따라 集積素子數는 10^{6~7} level에 점차 가까와지고 있는데, 이것은 256K DRAM, SRAM, EP-ROM 등의 Memory, 32Bit CPU 등을 低Cost로 머지 않아 市場에 供給될 것임을 의미한다. 물론 IC에 의한 Digital 技術에 따라 Analog 技術과 비교해서 매력적인 Dynamic Range, 비교가 안 될 만큼 높은 S/N, 복잡한 信號處理가 가능하기 때문에 이러한 VLSI를 이용하여 보다 高度한 應用 開發을 향해서 拍車가 가해질 것이다.

今後의 응용을 氷山에 비교한다면, 海面上에 있는 종래의 Analog로부터 Digital 技術로의 置換, 예를 들어 CD(Compact Disc) 라든가 Digital TV 등의 외에, 海面下에 있는 膨大한 새로운 應用이 이제 막 시작되었다고 할 수 있다. 결국 CS(通信衛星), DBS(放送衛星) 및 INS(高度情報通信System) 등, 想像의 世界로 밖에 존재하지 않았던 꿈의 System이 開發되어 實用化 될 단계에 다가서고 있다.

한편 情報의 중심이 되는 音聲, 映像(人間이 필요로 하는 情報의 대부분은 聽覺 20%, 視覺 60%에 의해 얻어진다) 뿐만 아니라, 制御系에

서는 온도, 압력이라는 각종 Sensor로부터의 出力은 모두 Analog이므로 새로운 응용에 적합한 A/D-D/A 變換技術이 대단히 중요해져 왔으며 잇달아 新製品이 開發되기 시작하였다. 本稿에서는 특히 크나큰 發展이 기대되는 音聲, 映像을 중심으로 한 A/D-D/A 變換의 새로운 應用, 技術 동향 등에 관해서 간단히 그 내용을 살펴보기로 한다.

여기서 참고로 圖 1에 A/D 變換技術의 大體적인 分類를 나타냈다.

1. A/D-D/A 變換에서 違力을 발휘하는 通信技術

77年 9月 5日에 地球를 출발한 Voyager 1號는 80年 11月 13日 오전 8時 44分 18秒, 土星을 떠처럼 감싸고 있는 구름의 頂上 12만4,000 km 上空에 最近接하여 맑고 선명한 Color에 의한 土星의 띠(輪) 사진을 傳送해 왔다. 지금부터 3年 전의 일이었다. 地球와 土星은 15億km의 거리로, 光速으로도 90分은 걸리는 먼 거리에서 映像은 어떻게 보내온 것일까. 1,500mm望遠用 Lens를 통과한 映像은 800×800 格子로 구분된 光電變換素子로 먼저 찍어, 그 하나의 작은 區間으로부터 뽑아낸 Analog 信號가 8Bit A/D 變換器에서 Digital 信號로 變換시킨 뒤에 地球로 보내져, 直徑 64m의 Parabola Antenna로 受信, 이것을 Analog 信號로 變換시켜 寫眞像을 만드는 것이다.

그 交信 周波數는 2,295MHz, 지구상에서의 受信電力은 겨우 $1/10^{16}W$ 이하에 불과한 것이었다. 그런데도 불구하고 傳送할 수 있었던 것은 性能이 우수한 Digital 技術을 이용했기 때문이다.

이 경이적인 Digital 通信技術을 최초로 考案한 것은 리브스로서 39년에 PCM(Pulse Code Modulation) 方式을 발표했는데, 膨大한 部品을 사용하므로 해서 當時는 거들떠 보지 않았다. 26년이 지난 65年, IC의 實用化에 따라 24Ch PCM(24명의 사람이 1個線으로 동시 通話할 수 있는 裝置. $24通話 \times 8Bit = 192 + 1 = 193 \times 8k/s = 1.544 Mb/s$) 이 점차 빛을 보기에 이르렀다. 그래서 이 方式은 성공하자마자 곧 이 뛰어난 技術은 怒濤처럼 타분야에 있어서도 응용이 시작되었다.

그런데 일반 電話에서는 인간의 聲帶에 맞추어 帶域幅 300Hz~3.4 KHz, 振幅의 Dynamic Range 55dB 特性을 갖고 있으며 이것을 8KHz에서 Sampling하여 對數壓縮(μ , 또는 A Law), 8 Bit로 A/D 變換한다.

이 裝置를 Codec라고 하며, Analog 音聲을 64Kb/s로 Digital Pulse로 하고 있는데, 이것이 前述의 24Ch PCM의 基本이 되었다.

今後は 加人者로부터 交換局까지 音聲을 Analog로 보내고, 여기서 SLIC(Subscriber Line Interface Circuit)에 의해 처음으로 Digital 化함과 동시에, 情報로서 Digital Facsimile, Cap-tain(文字圖形情報 Network)도 사용할 수 있고, 이것을 DSU(Digital Service Unit)를 통해서 144 Kb/s로 交換局과의 사이에서 送受信할 수 있게 될 것이다.

머지않아 局으로부터 家庭으로의 Cable이 銅線(Metalic Cable)에서 Optical Fiber時代(廣帶域 Digital 綜合網)로 되면 이미 動靜이 있는 映像이 가세될 것이다. 현재 TV會議 電話에서는 映像을 Frame間만을 A/D 變換시켜, 傳送書信號는 6.3Mb/s를 이용한 實驗이 실시되고 있다.

이를 이용, Digital에 의한 雙方向性 TV도 實用化가 가능하다. 한편 傳送路에서는 銅線에 의한 同軸 Cable로 변환, 日本의 경우 곧 全國의 利用될 Optical Single Mode Fiber는 400

Mb/s, 傳送速度 電話로 5,760回線의 能力을 갖고 있다.

또 CS-2a에 이어 84年 9月에는 CS-2b가 발사될 예정인 日本은, 이들 衛星에서는 準Mili波(30/20CHz)을 사용하여 TV 4Ch과 電話1,940 Ch의 能力을 갖고 있는데, 다시 대용량 INS衛星이 발사 예정으로 있는 등 점차 Digital 通信 技術은 발전되어 갈 것이다. Graham Bell 이 1876년에 Analog 電話를 발명한 이후 약 100年 째를 境界선으로 하여 Digital 時代에 돌입하였다고 볼 수 있다.

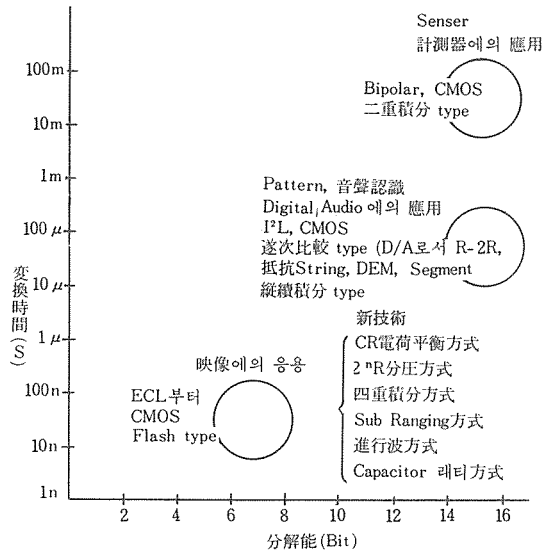


圖 1 A/D 變換技術의 大體적인 分類

금후, 音聲 壓縮으로서 ADPCM에 의한 32Kb/s, 高能率 音聲符號化裝置 및 Digital Cording, 映像의 Digital 壓縮(1.5Mb/s)도 고려되고 있고, 이 외에 금후 세계적인 규모로 伸張될 것으로 보이는 Cellular 自動車 無線도 포함해서 通信 분야에 있어 A/D-D/A 變換은 점차 比重을 늘려갈 것으로 推移된다. (圖2 參照)

2. Digital 技術을 應用한 Audio TV

CD (Compact Disc)는 꿈의 Record이다. 직경 12cm, 두께 1.2mm, 紅色으로 빛나는 Polycarbonate製 Record板의 表面에는 약 25億개(情報量 70億 Bit)의 미소한 Pit가 최대 74分 42秒間 Digital化된 音樂을 Interleave에 의한 記

録法으로 録音하고 있다.

이것을 波長 780nm의 半導體 Laser를 이용하여 再生하고 있다. 이때의 D/A 變換은 Sampling 周波數 44.1KHz, Pit는16, 精度 $\pm 0.001\%$ /FSR, Dynamic Range는 90dB 이상이다.

이 方式은 67年, 日本의 NHK技術研究所가 중심이 되어 沖電氣, 池上通信機에 의해 제작된 PCM 録音機에서 일단을 보이고 있다. 美國의 Edison이 蓄音器를 1877年에 發明한 이래, 획기적인 CD Record가 약 100年 만에 A/D-D/A 變換技術에 의해 제작된 것이다. CD에 관계 없이 Radio에서는 A/D-D/A를 사용한 Digital Tuner, Digital Volume에도 응용되고 있다.

이 技術은 더욱 발전하여, 84年 1月 23日 발사된 BS-2a (유리 2號), 直接放送衛星(DBS)에도 계속 이어지고 있다. 이 衛星은 高品位TV (走査線 1,125本, Frame 數 30枚/s)와 더불어 TV의 音聲 傳送을 본격적인 PCM 副搬送方式(2Ch Sampling 48KHz 16Bit 直線, 또는 4 Ch Sampling 32KHz 14/10Bit 準瞬間壓伸)을 예정하고 있고 12GHz의 SHF波를 이용하여 高度 3.6만km의 靜止軌道로부터 각 家庭의 지붕에 설치된 75cm (대부분의 地區)의 Dish Antenna로 受信한 후, ODU(Out Door Unit), IDU(In Door Unit)를 통해 D/A 變換한 후 맑고 깨끗한 Music을 감상하게 해줄 것이다. 日本은 향후 84年 8月 경에 BS-2b를, 88年에는 BS-3을 발사할 예정으로 있다.

그런데 TV 쪽은 어떤가. 최근 Digital TV가 話題거리가 되기 시작하였다. 그 기본으로서 TV 信號는 映像 帶域幅 5MHz, 音聲 帶域幅은 15 KHz 이내이며 信號處理系는 모두 Digital化함에 따라 調整을 合理化시켜 低Cost化를 겨냥하고, 한편 文字放送, Captain, Micom과의 Interface를 용이하게 하는 Digital化에 따라 새로운 機能을 갖게 하려는 것은 아닐까.

새로운 機能으로는, 映像信號를 10.73MHz로 映像은 8Bit, 色信號는 6Bit로 A/D 變換하는 일로부터 Frame Memory에 기록하여 畫質 개선을 행하거나 靜止畫像으로서 최저 1 Field 分 半導體 Memory에 기억시키거나, 이것을 이용해서 TV 畫面의 Hard Copy를 만드는 일을 할 수 있다.

장래에 있어서는 固體 撮像素子の 出力을 A/D 變換한 PCM, VTR, Digital Facsimile, 階調 Copy 등이 고려되고 있다. 얼마 안 있어 技術이 進전되면, TV Tuner 受信 범위 40~100MHz를 직접 A/D 變換할 수 있도록 Digital Tuner, 高解像 TV, 高精度 Graphic 표시 등에도 이용될 것이다.

3. Silicon 人工知能 開發

최근 話題를 모으고 있는 知能 Computer에 있어서는 認識, 學習, 推論, 理解 등을 實行시켜 가고 있다. 이것은 第5世代 Computer라고도 하는데, 크나큰 開發 목표가 되어 왔다. 이렇게 高度한 Expert System을 목표로 해서, 현재는 단계적으로 개발이 추진되고 있다.

이 중에서 認識이란 것은 人間 言語의 音聲 認識, 文章, 圖形(pattern)의 해독, 外國語의 기계적 翻譯 등을 포함하고 있으며, 모두 A/D-D/A 變換을 이용하지 않으면 안된다.

우선 音聲 認識의 대표적인 不特定話者 方式에서는 音聲을 8~10Bit 정도의 A/D 變換을 한 후, 數10Channel의 Digital Band Pass Filter를 통해서 특징을 抽出하고 그 내용을 Memory에 기억시킨 위에 새로이 入力되는 情報과 Pattern Matching해 가는 것이 그 基本이다.

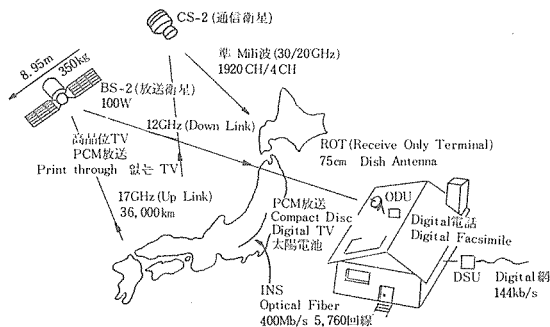


圖2 A/D-D/A 變換에 따라 變化하는 通信放送網

한편 音聲合成에는, 音聲의 情報 압축 수단으로서의 線形 豫測 分析法 LPC(Liner Predictive Coding)이나 音素片合成이 유망하고 Pattern 認識에 있어서는 光을 文字·圖形에 쪼여 그 反射光을 Line Sensor로 量子化하여 文字의

특징을 抽出하고 있지만, 여기서도 A/D-D/A 變換器가 중요한 部品으로 되어 있다.

현재 開發이 활발한 FA用 知能 Robot 및 制御 System에서는 認識 외에 온도, 압력, 위치라는 Analog量을 Digital化하여 入力하고, 出力으로서 그 결과를 표시하거나 Print out 하든가, 移動量 등을 다시 Analog로 變換할 필요가 있으므로 해서, 이 분야에서의 變換器에 대한 기대는 크다.

금후의 電子回路에서는 기본적으로 Analog를 Digital化(A/D化)한 후에 Micro Computer로 情報를 처리하거나 電送하거나 한 후, 다시 Digital에서 Analog로 變換(D/A化)하는 일이 극히 일반적으로 이용될 것이다. 동시에 信號 처리용으로서 Digital Filter가 필요하게 되고 이 목적에 적합한 A/D-D/A를 포함한 DSP(Digital Signal Processor)가 점차 중요시될 것이다. Digital Filter 技術은 演算의 高速化, Digital A/D-D/A 變換이라고 하는 Hardware 및 高速 후리에 變換으로 代表되는 Software가 充實해졌기 때문에 비로소 實用化의 길이 열리게 되었다.

4. A/D-D/A에 관한 新技術 動向

A/D-D/A 變換器를 素子の 측면에서 본 경우 Double Silicon Capacitor, Analog Switcher 및 比較器 등도 最尖端의 MOS 技術을 구사한 것이 차차 개발되고 있으나 특히 CMOS가 低消費電力, 單一 電源用으로서 적합하기 때문에 Maker Side에서는 힘을 주입하고 있는 것이다.

또 Zener sup, Laser Trimming 등에서 低抗値를 微調整하는 것같이 高精度의 素子를 필요로 하지 않고 높은 分解 能力을 발휘할 수 있는 縱續積分法, Segment法 등의 回路라든가 Band Gap 등의 기준 電源 內藏의 것 등, 보다 低Cost化, 便利性을 추구하여 계속 提案되어 왔다. 그러나 高精度에 대해서 薄膜抵抗을 Laser Trimming(LWT) 調整해 가는 것도 하나의 해결법이라고 한다.

電氣의 特性面에서 본 경우, 종래의 A/D-D/A 變換 單體로서의 機能 重點型으로부터 Microprocessor와 접속하기 쉬운 점도 배려한 type

로 變해 왔다. 이것을 Microprocessor Compatibility라고 한다. Microprocessor로 A/D-D/A 變換器를 Control 할 경우 Pasing法, Interrupt法, Direct Memory Address法 등이 연구되고 있지만, 더욱 사용하기 쉽게 하려면, A/D 變換에서는 高速 變換을, D/A 變換에 있어서는 高速 Settling이 달성될 수 있으면 좋다. 이를 위해 高速 變換素子の 개발에 박차를 가하고 있다.

그러나 단순히 高速 變換素子를 개발하는 데에 그치지 않고, 高速 A/D 變換에서는 變換 실수가, D/A 變換에서는 Gritty가 문제가 되므로, 여기에 대해서도 여러 가지 提案이 나오고 있다.

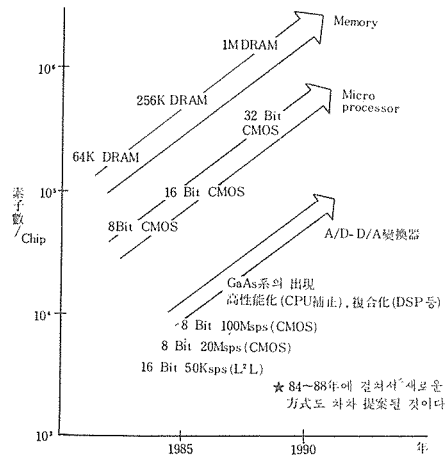


圖 3 A/D-D/A 變換器의 推移

최근 특히 주목해야 하는 A/D 變換器로서는 Microprocessor 및 映像用으로서의 10~100MHz로 6~8 Bit, Flash 방식에 의한 CMOS, ECL type, Digital Audio用的 I²L과 CMOS를 이용한 50KHz, 16Bit라거나, 計測器 DVM用으로서의 By-CMOS에 의한 高精度 4.5 桁二重積分 type 등을 기대할 수 있으나 이것은 그 일부이며, 그 開發品은 상당히 많다.

D/A 變換에서는 Bipolar, CMOS 技術 등을 사용하여 Compliance 電壓 FSR/V를 보다 작게, Settling 時間을 빠르게, 微分直線性 誤差를 작게, 또한 單調整을 보장하는 것을 목표로 Digital Audio用이나 映像用的 實用化가 進전되고 있다. 장래에 가서는 보다 高速化, 보다 高精度化(CPU 補正), 複合化(새로운 材料로서 GaAs 등)을 목표로 개발이 추진되어 갈 것으로 추정된다.