

CAD의 研究

鄭 正 和

漢陽大學校 電子工學科 助教授(工博)

I. 序 言

CAD(computer aided design)는 最近 매우 많은 關心을 끌고 있는 分野이며, 實務에의 應用도 活潑하다. 그러나 CAD는 正말로 工業生産을 左右할 程度의 重要한 役割을 擔當하고 있는지, 또는 CAD 없이는 設計가 不可能한 程度로 CAD가 침투하고 있는 가에 對해서는 現實的으로 수궁하기에는 어려운 情이 많다고 생각된다. CAD에의 關心은 우선 急速하게 發展하는 生産시스템의 computer化에 重要한 技術로서 認識이 되어 있으므로 理想과 現實의 gap 그 自体가 CAD研究의 期待가 될 수 밖에 없는 것이다.

이런 意味에서 本文에서는 CAD란 무엇이며 그 目標은 어디에 있고 어느 分野에서 適用되어 왔는가라는 觀點에서 넓게 概觀해 봄으로써 CAD研究란 題目에 부응하고자 한다.

II. CAD 誕生의 背景

20世紀 後半에 있어 産業技術은 入力の 節減을 最終目標로 하는 오토메이션이 모든 分野에서 發展을 해왔다. 같은 時期에 科學計算을 目的으로한 컴퓨터가 出現하였고 時代의 要項에 따라 急速히 發展하여 컴퓨터는 科學技術計算 뿐만 아니라 大容量 事務處理와 自動制御等에도 便利한 應用面을 擴大하여 갔다. 이사이 컴퓨터는 使用經驗으로 부터 改良을 反復하여 점차로 能力을 增大하여 大容量化, 高速化, 高信賴化, 計算의 高度化 등이 發展하여, 各種 入出力裝置가 整備됨으로써 컴퓨터를 工業生産의 合理化에 應用하는 면이 두드러지게 強調되기에 이르렀다.

工業生産의 과정은 設計, 實驗解析, 部品製造, 組立, 테스트 등의 諸段階의 組合으로 構成되며 컴퓨터를 포함한 오토메이션은 上記한 諸段階中 比較的 나중段階(部品製造, 組立, 테스트)가 優先的으로 實行되었다. 이것은 코스트백런스上 當然한 歸結이며 省力化는 製

品管理 向上에는 큰 效果를 거두었다고 말할 수 있겠다. 生産工程의 初期段階인 設計는 優秀한 技術者의 創造力, 判斷力 또는 納斷力으로 발달 시킬 要素가 必要하였으므로 컴퓨터에 依한 오토메이션化에는 適合치 않은 作業이 많이 包含되어 있었다. 그러나, 민달 컴퓨터를 助手로서 高級 技術者가 이것을 驅使하고 高度의 判斷을 해야 하는 部分은 設計者 自身이 擔當하며, 細細한 數値計算, 모델實驗等은 設計者의 命숨에 따라 컴퓨터에서 시킨다 라는 設計作業의 分業이 잘 이루어진다면 技術者의 일의 量은 高度化하여 效率좋은 設計가 可能하게 된다.

이러한 重要성과 意義는 이와같은 背景에서 찾을 수 있다 하겠다. 이와같은 分業協同作業으로부터 생긴 것은, 다음 段階에서는 컴퓨터側에 옮기고, 끊임없이 完全한 設計自動化(design automation)을 向하여 技術을 伸張시키는 努力을 하는 것은 再論할 餘地가 없다.

III. CAD와 DA

여기서 IEEE Comp. Society의 DA Technical Committee에서 내린 CAD 範圍에 對한 定義를 살펴 본다.

“가장 넓은 意味에 있어 CAD에는 市場에 맞는 製品의 特性을 結定하는 것으로부터 어떻게 設計하여 製造, 테스트 및 實裝하는 것인지 詳細히 列擧하는 것까지 包含하여 모든 것에 컴퓨터를 使用하는 것을 意味한다.”

이것으로부터 CAD란 컴퓨터를 使用하여 이루어지는 모든 事象· 體를 말하는 것으로, 한 마디로 規定 짓기에 어려우며, 各 專門 分野別로 그 받아 들이는 意味는 各樣各색일 것이다.

여기서는 좁은 意味 즉 VLSI 設計에 있어서 컴퓨터 利用이란 側面에서 CAD와 DA의 범주를 規定하여 보기로 한다.

VLSI 設計 system이 對象으로 하는 問題는 物理的 制限條件을 滿足하면서 回路의 모든 特性을 包含한 目的 函數를 最小化시키는 것이다. 즉 VLSI 設計의 경우, 問題의 制限條件이 複雜할 뿐만 아니라, 目的函數가 많을 경우 解를 얻기가 現實적으로 不可能하기 때문에 人間과 컴퓨터와의 分業이 필수 불가결하게 되어 있는 것에서 DA와 CAD의 節點을 유추할 수 있다.

DA라함은 데이터를 入力시키면 컴퓨터에 內藏되어 있는 알고리즘(또는 프로그램)에 의해 自動적으로 問題가 풀려 設計結果가 얻어지는 것을 말하며 layout 問題가 그 좋은 예가 될 것이다. 그러나, 實際 問題에 當面하여 컴퓨터가 쉽게 풀 수 있는 形態로 制限條件과 目的函數를 設定하여 모델링하는 것과, 實用的인 解를 얻을 수 있는 能率좋은 알고리즘의 開發이 前提條件으로 되어 있다.

한편 CAD에서는 問題를 푸는 것 自体는 人間이 하고, 컴퓨터는 人間이 問題를 쉽게 풀 수 있도록 支援하며, 얻어진 答이 制限條件을 滿足하는지 與否에 對하여 判定한다. 여기서는, 人間이 機械에 對하여 設計를 進行하여 나갈 수 있는 man-machine simulation 技術이 그 예가 될 것이다.

設計라함은 創造活動이며, 그 創造活動을 컴퓨터가 行하는 것을 DA라 부르고, 人間이 行하는 것을 CAD라 부른다. 물론 DA와 CAD를 明確히 區別할 수 없는 分野도 있고, 現在는 CAD에서 取扱하고 있으나 將來는 DA에 옮길 수 있는 分野도 있다.

IV. CAD의 歷史

設計에 있어 컴퓨터를 利用한다 하는 分野는 새로운 것이 아니다. 最初에 프로그램 可能한 컴퓨터를 開發한 사람이 이 機械을 다음 機械의 製作에 어떻게 使用할 수 있는지에 對해 論議했다고 전한다. 또한 1956年 Cray와 Kisch는 “컴퓨터를 다른 컴퓨터의 設計에 使用한다 하는 생각은 數年前부터 널리 알려져 있다”라고 序文에 記述해 놓고 있다. 또한, CAD라 하는 單語는 1950年 後半 MIT에 있어 CAD 프로젝트에서부터 使用되기 시작하였다.

1960年代는 大型의 소프트웨어 시스템에 많은 缺陷이 認識되었으며 CAD의 경우 直接 電子産業에 影響을 끼치므로 특히 焦燥함을 면할 수 없었다. 이들의 경우 設計技術者는 새로운 道具를 선뜻 使用하려 들지 않았으나 管理者가 強制的으로 利用시키려는 경우도 많았다. 結果는 豫測한대로 많은 技法에서 混亂이 惹起되었고, 그 結果 設計者와 管理者는 10年 以上 이것

을 回避하여 왔다.

1970年代에는 하드웨어의 革新이 있었다. 즉 60年代가 大型 컴퓨터의 時分割 방식의 開發에 努力이 集中되었던 반면 70年代에는 小型, 低價格의 turn key 방식이 注目되기에 이르렀다.

하드웨어의 價格이 低下됨에 따라 比較的 大容量 디스크, 미니 컴퓨터, 蓄積型 디스플레이 등이 商用的 CAD 시스템에 導入되어 現在에 이르게 되었다. 이러한 革新은 時期的으로 매우 有效適切한 것이었다. 人間에 의한 作畫과 Ruiblich 아트워크를 裝着시키는 것이 1970年代 初期의 CAD 시스템의 基本 構成이 되었다.

1980年代에 이르러 本格的 低價格의 turn key 시스템이 量産되기 이르렀고 企業마다 CAD 시스템 導入 競争까지 벌이게 되어 마치 企業의 成敗가 CAD 시스템의 導入에 걸려 있다는 印象을 주고 있다. 그러나 需要에 미치지 못하는 소프트웨어의 供給이 問題되기에 이르렀으며 獨自 프로그램의 開發壓력을 加重시키는 時代에 當面하고 있다.

V. CAD 適用分野와 그 現狀

1. 電子産業 分野

이 分野는 主로 半導體産業에서 利用되고 있으며 그 利用率은 대단히 높아 거의 70~80%가 CAD에 依해 遂行되고 있다. 이 외에 PWB 産業分野에도 많은 利用을 하고 있으나 시스템 設計 思想은 半導體産業과 같은 範疇에 屬한다 할 수 있으므로 이 分野를 主로 取扱하는 것이 妥當하다.

半導體産業에서 CAD가 適用되는 分野는 디바이스 設計, 電子回路 設計, 論理 設計, 配置配線 設計와 아트워크 處理, 檢査 系 設計와 테스트 테이프 作成 등을 들 수 있다. 이들 각 分野에서 어떻게 適用되며 그 現狀은 어떤지 項目別로 說明하기로 한다.

1) 디바이스 設計

디바이스 設計의 目的은 photo 마스크 作成, 擴散, 에칭 등의 製造技術 水準에서 決定되는 優良品 回收率을 考慮하여(마쿠이 벌이면, 最少 에미터 폭동의 制約條件下에) 電氣의 仕様을 滿足하도록 트랜지스터, 抵抗 등의 각 디바이스 構造(에미터 폭, 에미터 面積, 베이스 크기, 에미터 接合 depth, 베이스 폭 등)를 決定하는 것이다. 따라서 cutoff 周波數, 電流增幅率 등의 仕様과 製造上的 制約條件을 주면, 바라는 디바이스 構造가 求해지는 것이 目標이나, 一般的으로 그와 같은 프로그램은 없다.

보통은, 基本的 特性이 確認되어 있는 製造 프로세스와 디바이스 構造를 前提로 하여 디바이스 構造와 電氣의 特性을 直接 關連시키는 디바이스 모델에 基礎를 둔 近似計算에 依해 設計 파라메타를 定하는 方法이 採擇되고 있다. 한편 새로운 製造 프로세스 또는 디바이스 構造를 導入하려 할 때, 精密한 電氣의 特性을 求하고 싶은 때는, 半導體 디바이스의 電氣의 特性을 決定해 주는 基本 偏微分 方程式들(連續式, 電流式, poisson式)을 使用한 컴퓨터 시뮬레이션에 依해 特性을 確認하는 作業이 遂行되고 있다.

2) 電子回路 設計

電子回路 設計의 目的은 電氣의 仕様을 滿足하는 回路構成(素子の 接屬關係)와 素子特性(抵抗값, 트랜지스터 모델의 파라메터값 등)을 決定하는 것이다. 이때, 論理信號는 電壓, 電流 등의 아날로그 量으로 取扱되어, 電原變動, 溫度變動, 製造離散率에 依한 變動도 考慮된다. 따라서 直流特性, 스위칭 特性, 論理技能等 電氣의 仕様을 定해준다면 원하는 電子回路가 設計되는 것이 目標이나 一般的으로 이것을 爲한 方法은 아직 確立되어 있지 않다.

普通은 人間에 依해 作成된 設計結果를 電子回路 解析 프로그램에 依한 시뮬레이션에 依해 性能을 評價하여 그것에 基本을 두어 回路構成과 素子特性을 改善하려는 操作을 反復하여 가면서 設計를 하고 있다. 大型 컴퓨터를 使用하면 最大 數千個 程度의 트랜지스터를 包含하는 回路까지 시뮬레이션이 實行 可能하나, 數千 gate 全體의 시뮬레이션은 아직 實用化되어 있지 않다.

3) 論理 設計

論理設計의 目的은, 논리 仕様을 最終적으로는 게이트 레벨로 明確히 表示하는 것이다. 이때, 論理信號는 디지털 量 "1", "0"으로 取扱되어 設計結果는 論理回路圖, Boolean式, 또는 特定の 言語로 表現된다. 特定言語는 大別하여 시스템 레벨, 레지스터 트랜스퍼 레벨(RTL), 게이트 레벨의 3個 階層으로 나누어 使用되며, 시스템 레벨에서는 아키텍처를 定하고, RTL에서는 레지스터 카운터等 機能 單位로 設計되며 게이트 레벨에서는 文字 그대로 게이트 單位로 設計된다.

이느 쪽이든 주어진 레벨 仕様을 滿足하는 論理構成을 얻는 것이 目標이나 實用化에는 아직 많은 問題點을 갖고 있다.

普通은 人間이 設計한 아키텍처에 對하여 몬테카를로法 또는 待期行列等에 基礎를 둔 시스템 시뮬레이션에 依해 性能評價를 한 後, 人間이 아키텍처로 부터 機能回路圖 및 게이트 回路圖를 作成하여 그 正確性

을 체크하기 爲해 시뮬레이션을 하여 遂行되고 있다.

最近에는 시스템 또는 RTL 레벨에서 記述한 回路로부터 게이트 레벨 回路를 自動的으로 生成하는 研究가 行하여지고 있다.

4) 配置配線과 아트워크 處理

配置配線 設計는 論理 電子回路圖에 따라 칩內에 搭載하는 素子の 配置의 位置를 定하고, 이들 素子間의 配線을 行하는 것이다. 이때, 可能한限 블럭 面積 또는 칩 面積을 最小化하는 것이 必要된다. 이 作業은 많은 時間을 必要로 하므로 自動 레이아웃 프로그램이 開發되어 있으며, 다만 人間 設計에 依한 것보다 칩面積이 커지는 傾向이 있으므로 主로 使用된다.

레이아웃이 完了되면, 이것을 基本으로하여, 마스크 作成을 爲해 自動作畫裝置의 人力 데이터를 作成하는 作業(아트워크 處理 또는 作畫處理라 부른다)을 해야 한다.

이때 칩 1品種의 마스크는 大畧의 데이터(10~20萬個의 四角形)를 包含하므로 이 處理의 自動化는 淸수 淸가결하며 實用化의 歷史는 어느 分野보다도 깊다고 할 수 있다.

5) 檢査系列 設計의 Test 데이프 作成

製造된 칩이 원하는 性能 및 機能을 滿足하고 있는지, 경우에 따라서 故障에 따른 故障位置를 조사하기 爲해 故障診斷系列을 定할 必要가 있다. 論理 LSI의 경우 直流試驗, 스위칭 테스트, 機能試驗 등 3가지로 나뉘어지며, 特히 機能試驗系列을 어떻게 하여 求하는가 이는 것이 問題가 된다. 이 때문에 自動檢査系列發生 프로그램이 作成되어 있으나 數千 게이트 以上의 LSI에서는 非實用的이다. 따라서 마이크로프로세서 등의 LSI에서는 人間에 依해 檢査系列을 作成한 後 시뮬레이션에 依해 確認하는 方法이 取해지고 있다.

以上을 整理해보면 時間이 걸리는 機械의 作業을 컴퓨터에게 주어, 이것과 人間의 高度한 創造力과 判斷力을 適切히 結合한(man-machine interaction) 것에 依해 電子分野의 半導體 設計가 이루어지고 있다고 말할 수 있겠다.

2. 機械産業 分野

이 分野에 있어 CAD 시스템 利用率은 比較的 낮아, 아직 20~30% 程度 範圍內에 머물고 있다. 部品 레벨과 部品을 組合하여 應用機械를 만들거 爲한 total 시스템 레벨의 2가지로 考察하는 것이 妥當하다.

部品 레벨에서는 2次元 製圖用 CAD가 主流를 이루고 있다. 더욱 이와같이 하여 만들어진 그림으로

NC 데이프를 作成하는 CAM, post processor도 切斷用, 鑄型用, 프레스用 等 應用別로 開發되어 있다.

CAD 시스템에 依한 設計부터 直接 數値制御機械를 動作시켜 部品를 깎아내는 DNC(direct NC) 시스템의 開發은 아직 研究段階로 利用率도 微微한 段階에 있다.

2 番째 total 시스템 레벨에서의 CAD는 取扱하는 데이터量이 극히 많으므로 一部 例를 提外하고는 호스트 베이스 CAD 시스템이 使用되고 있다. 또 이 레벨에서는 3 dimensional 시스템의 利用率도 매우 困難하여 거의가 2D 製圖 시스템에 依해 處理되고 있다.

3. 建築分野

이 分野에서는 CAD 또는 CAM 시스템 利用은 高層建物の 設計를 爲한 利用으로 긴 歷史를 갖고 있다. 그럼에도 불구하고 이 産業 全体에 차지하는 CAD 시스템의 位置는 매우 貧弱한 實情이다. 그 利用率은 約 10% 前後를 臚하고 있다.

그 理由는 여러 가지 있으나 主要한 것으로 大型建物の 建設을 하고 있는 大建築會社의 技術上의 노우하우를 包括하여 만들어지고 있는 事情을 들 수 있다.

이와같은 시스템은 大型計算器를 中心으로 巨大한

프로그램 패키지로 開發된 것으로, 市販用 패키지로 보급되어 一般性 있는 소프트웨어로 供給하기에는 상당한 投資가 必要하다.

本來 直線과 平面을 1.체로 한 建築用 CAD 시스템에는 形狀 modeling으로서는 開發하기 쉬운 分野에 屬하나, 力學的 計算과 美觀等的 藝術的 設計의 兩立이란 點에서 매우 困難한 問題를 提起하고 있다.

VI. 結 言

現在까지 CAD 歷史는 優先 CAD 導入이 있고, 設計의 標準化와 問題解決을 爲한 알고리즘의 開發 및 製造技術의 進歩에 依해 CAD로부터 DA에 設計가 차차로 옮겨지고 있다고 말할 수 있다. 이러한 傾向은 特別히 大規模 시스템 時代에 突入한 現在 돌보이고 있다.

컴퓨터가 할 수 있는 作業은 可能한限 컴퓨터에게 맡기고, 源泉의으로 人間밖에 할 수 없는 것만을 人間이 하자는 것이 CAD의 目標이 될 것이다.

여기서, 設計作業에 있어 人間은 무엇을 해야 하고, 人間밖에 할 수 있는 것은 무엇인가라는 CAD 研究도 아울러 進行되어야 될 것으로 생각된다. *

알아들읍시다

導電性 플라스틱에 의한 電磁干涉遮蔽

電磁 干涉은 電子시스템의 舉動에 惡影響을 주는 人工의 現象으로서 電磁干涉에 대한 有效한 遮蔽를 具備한다는 것은 精巧한 電子裝置를 順調롭게 稼動시키기 위한 必須條件이라고 한다.

한편 熱과 電氣를 傳導하는 플라스틱은 事務機, 自動車部品, 宇宙送係部品이나 컴퓨터를 電磁 干涉으로부터 保護하는 遮蔽性能을 갖고 있는데 部分的 導電性을 갖는 플라스틱은 플라스틱에 組織化된 導電性 카본 블랙이나 그라파이트 粉末을 添加하는데 중중 플라스틱에 變性劑를 도핑할 수 있다고 한다.

그런데 이런 種類의 材料에 있어서 벌코 抵抗은 $10^4 \sim 10^6 \Omega \text{cm}$ 程度로서 靜電氣 效果를 어느 程度 갖고 있는데 導電性을 높이기 위해서는 添加劑의 比率을 增加시켜야 되나 複合材料의 物理的 性能은 低下된다고 한다.

또한 Transmet 急速固化 알루미늄 플레그는 熱可塑性 플라스틱에도 그리고 熱硬化性 樹脂에도 有效한 가장 經濟的인 充填劑-變性劑라는 것을 알 수 있는데 이것은 波勞抵抗과 耐蝕性, 展性, 抵磨耗性 및 適當한 코스트라는 長點을 갖고 있다. 그리고 添加量과 콤팩트화技術에 依해서 $10^{10} \sim 10^{12} \Omega \text{cm}$ 의 ρ_B (抵抗率)을 나타내는 폴리머를 transmet 플레그를 添加함으로써 ρ_B 를 $10^3 \sim 10^4$ 으로 低下시킬 수 있다고 하며 Transmet의 生産方法은 急速한 固化로서 形과 치수(1mm×1.2mm×30μ)를 決定하여 製作하고 있는데 낮은 添加量에도 플레그의 네트워크로서 導電性을 줄 수 있다고 한다.

하여간 transmet로서 만든 導電性複合材料는 優秀한 電磁干涉遮蔽 效果를 가져오며 重金屬 케미네트나 2次的 스프레이, 바인드 및 메탈화 處理가 不必要하다고 한다.