

構造計算을 하기위한 電子計算機에 관하여

鄭 日 榮

[1] 序 論

Electronic digital computer에 關하여서는 最近 各方面에서 關心이 높아가고 있는 現實로서 事務·技術 등 各分野에 대단히 넓게 使用하게 되었다. 그런데 computer는 電子頭腦라고 불리어서 難解한 問題는 모두 解明된다고 생각되는 印象을 주는 技術者도 있는 反面에, 다만 빨리 計算할 수 있다는 過少評價를 하는 경우도 있다. 이와 같은 價值評價와 利用에 있어서 若干의 問題點이 있다고 본다. 事務關係에의 computer의 利用도 計算時間이 飛躍的 增進을 利用한 能率化, 이에 隨伴되는 人件費의 節減을 期待하는 段階에서 한걸음 더 나아가서 應用數學의 進歩와 더불어 O.R. 등의 手法이 導入되어 이것들이 computer 能力과 합쳐서, 予測이라든가, 在庫問題에 새로 解決을 주게되고, 企業의 中樞頭腦로서의 役割을 하게 되었다. 이와같은 경우, computer는 이미 計算機라기 보다는 情報處理機械로서 번역되는 것이 適當하다고 본다. 事實 우리들이 使用하고 있는 computer도 computer라는 이름이 쓰여져있는 곳은 없고, 다만 Data processing system이라 하고 있다. 따라서 構造設計에 從事하는 技術者들은 構造計算, 다른말로서의 廣義의 情報處理를 하는 方法을 알고있어야 한다. 그러나 이와같이 高度의 能力을 지니고 있는 computer도 처음부터 微分, 積分 및 微分方程式과 같은 까다로운 計算을 處理하는 機械는 아니다. 四則演算과 어느 程度의 判別能力을 지니고 있는 素朴한 機械인 것이다. 그러나 이와같은 素朴의 高速性 判斷力을 人間들이 교묘하게 驅使하면 人間이 기대하고 있는대로의 結果를 줄 수 있다. 構造設計의 實務問題에 이와같은 computer를 導入하면 이 機械의 機能에 關한 問題들이 惹起하게 되는데 이에 關하여 생각하여 보겠다.

[2] 計數型 電子計算機(Digital computer)

電子計算機(Electronic computer)와 電氣計算機(Ele-

ctronic comculater or Accounting Macline)는 잘 混同 되기 쉬운데 이들은 本質的으로 다른 것이다.

| | |
|-----------|--|
| | Digital computer (計數型 電子計算機) |
| 計算機 | digital型 Accounting Machine (電動型 計算機, 電氣計算機) |
| | 機械計算機 (机上計算機) |
| | 주관 |
| analogue型 | analogue computer 計算尺 |

通稱 IBM라는 이름으로 불리우고 있는 機械가운데도 Accounting Machine에 屬하는 것이 많다. 이와같이 計算機 全般에 關한 分類를 생각하면 digital型和 Analogue型은 本質的으로 다른것으로 利用目的도 다르게 마련이다. Analogue computer의 構造工學에 있어서의 應用으로는 振動問題 등에 쓰이게 되는데 이와같은 種類의 computer는 電氣回路網의 數學的 性格과 物理現象의 數學的 特性사이 에 相似性을 가지게 하고, 求하고 싶은 物理量을 電流 또는 電壓의 形態로 表現하여 觀測하는 것이다. 따라서 加減乘除 以外에도 微分, 積分에 關한 回路도 생각되며, 이와같은 種類의 computer의 programming이란 이와 相似한 回路를 만드는데 있다. 이에 反하여 digital computer란 微分, 積分 등의 回路는 전혀 없으며, 乘除算도 加算·減算의 擴張으로서 施行하는데 지나지 않는다. 다만 이와같은 基本 演算이 超高速的으로 處理되며, 微分, 積分을 數值計算에 의하여 얻게된다. Analogue型의 計算機에 있어서의 量 表現은 電流를 나타내는 電流計, 電壓計에 의하여 表現된다. 卽 눈목으로 表現되는데 對하여 Digital型은 珠盤과 같이 珠盤알로 셈이 되기 때문에 알이 3個라든가, 또는 4個라고 하며, 3個와 4個 사이의 中間數의 存在는 許容되지 않는다. 이것은

有效数字의 문제와는 別個이다. 이와같이 꼭 맞게 떨어지는 量은 数字로서 印刷되기 때문에 人間은 그 結果를 完全히 数字化된 것으로 認識된다. 實務하는데 있어서 Analogue computer 보다 Digital computer가 더 重要視되는 理由의 하나이다. 오늘과 같은 Digital computer의 最近의 탄생은 1944年 Harvard大學의 MARK-I 号이다. 이 機械는 電磁리데이를 使用한 것으로서 情報의 人力에는 punch된 tape를 使用하여 制御는, punch card에 의한 外部制御의 方式이 취해지고 있다. 오늘과 같이 指 令이나 data도 computer 内部의 記憶裝置에 一旦 차여 지 들어간 뒤에는 繼續해서 그 指令에 따라 計算을 하게 된다. 所謂 Store programming의 方式이 된것은 1945年 John von Neuman에 의하여 完成된 後이다. 이것을 機會로 하여 Computer는 單純히 速度가 빠른 機械에서 脫皮하여 情報를 處理하는 機械로서 한歩 뒷기 始作하였다. 美國에서는 1951년에 有名한 Univac가 Remington Rand社에서 本格的으로 生産되기 始作되었고 商用機械가 發表되면서 Computer는 別々 大學·研究所단의 機械가 아니며, 名 事務所에서도 그 效用에 對하여 研究가 始作되었다.

{ 3 } Digital computer의 構成과 能力

그림 1은 Digital computer 構成의 概略을 表示한것으로서 中央에 있는 console란 中枢神經과 같은 것으로서 演算, 制御入出力·記憶等 一切을 掌握하는 部分이다. 入力裝置(Input Device)라 하면, 計算을 하기 위한 指令(Instruction) 및 그 計算에 必要한 固有數值(Data)를 機械에 주는 窓口로 생각된다. 入力裝置는 一般의으

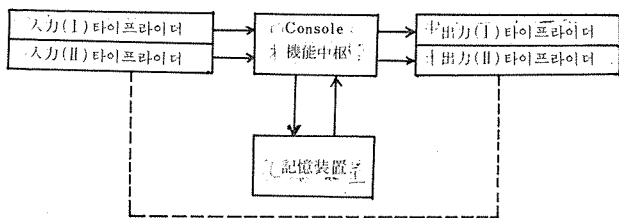


그림 1

로 두개의 窓口가 있으며, 타이프 라이터와 펀치된 테이프 또는 카드를 光電管 또는 電氣푸라쉬로서 읽은 指令, 데이터 以外에 中間結果 등을 数学化된 狀態로서 存保하는 場所라 생각된다. 그리고 그 內容의 變更 또는 出入等은 全혀 自由롭게 할 수 있다. 記憶裝置란 計算用紙와 같은 것으로 解釋된다. 萬一 그 計算用紙에 쓰여질 글씨의 크기가 定하여지면 종이 크기에 따라 計算을 할수있는 規模 어렵고 쉽가 決定된다. 勿論 計算用紙가 클수록 좋겠으나, 아무리 크다고 하여도 計算用紙를 끝에서 부터 整理하여 使用하지 않으면 곧 까뒀되어 버린다. 이와 같은 點에서 Programmer의 慎重한 配慮가 必要하다. 記憶裝置는 機械에 따라 磁氣 테이프, 磁氣드럼·磁氣코

아 등의 種類가 있으나, 어느것이고 간에 記憶場所에는 그 位置를 나타내는 뜻의 番地(Address)가 붙여있다. 그리고 대단히 重要한 것은 Computer에서는 그 Address에 貯藏된 內容, 그것을 그 所在의 番地를 呼稱하여야 한다. 出力裝置(I)는 電動타이프 라이터로서 入力裝置(I)의 타이프 라이터가 逆으로 作用한다. 다만, 入力の 境遇에는 그 鍵盤을 사람들이 두들겨서 入力시키는데 對하여, 出力의 境遇에는 記憶裝置內의 指令에 따라서, 計算의 結果를 紙上에 自動적으로 타이프 한다. 出力裝置(II)는 테이프 또는 카드에 結果를 Punch한다. Punch된 테이프는 그림 1의 點線의 經由를 걸쳐서 다시 入力裝置에 投入시킨다. 이것은 計算의 結果가 文字에 의하여 人間에 알리지 않아도 그 結果를 機械에만 알리고 다음과 같은 段階의 計算의 入力으로 하는 境遇에 使用된다. 数字로서 表現된 것을 人間이 媒介하여 人間에 의하여 再次 機械에 알리는것은 過誤의 發生을 크게 할뿐 아니라, 時間적으로 대단히 不經濟的이다. 이와같은 構成을 지닌 Computer의 能力이 어느정도 貴重한지요, Digital Computer의 能力은 다음과 같이 6가지로 要約된다.

- ① 選擇能力(判斷能力)
- ② 回掃能力(反復能力)
- ③ Programming의 汎用性의 效用
- ④ 演算速度의 飛躍的 高速性
- ⑤ 正確性
- ⑥ 印刷能力

選擇能力(判斷能力)이란 原理적으로는 大小判別에 지 나지 않는다. data 또는 計算 途中 結果의 값에 對하거나, 그 以後의 計算式, 計算할 順序를 變更시키고싶은 일 이 가끔 있다. 人間에 의하여 計算이 進行되고 있는 境遇, 사람은 알지 못하는 사이에, 그와같은 解決이 주어 지고 있으나, 機械計算에 있어서는 人間이 介入되지 않고, 이것을 一聯의 Programming으로서, 取扱할때는 이 와같은 能力이 있어야 비로소 할 수 있다. 그림 2는 鋼 構造에서는, 細長比에서 座屈係數를 決定할 境遇에는 鋼 構造 計算規準에 따라,

| | |
|----------------------------|-----------------|
| $\lambda \leq 30$ | $W=1.0$ |
| $30 \leq \lambda \leq 100$ | Euler의 座屈式 |
| $100 < \lambda$ | Johnson 座屈式 |
| $180 < \lambda$ | 主要部材로서 다루지 않는다. |

이 論理를 Flow Chart로 한 것이 그림 2이다. Computer에서는 먼저 $(\lambda - 30)$ 의 값을 計算하고, 그것이 正·負·零 어느것이 되며, 다음에 行할 指令을 다르게 한다. 假令入의 값이 30以上이 되어도, 그것이 100以內이든가, 또는 100以上인가의 第2의 判別을 必要하다. 이와 같이 判別된 結果, 그 判別式(Argument)의 正·負·零의 各 境遇에는, 다음에 行할 指令을 指定할 수 있다. 이와 같은 能力이야말로 予測할 수 있는 모든 境遇를 總綱羅한 Programming를 作成할 수 있다. 다음에 ②의 回掃

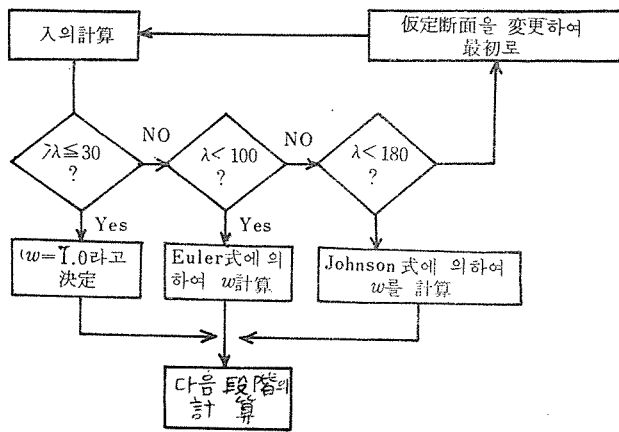
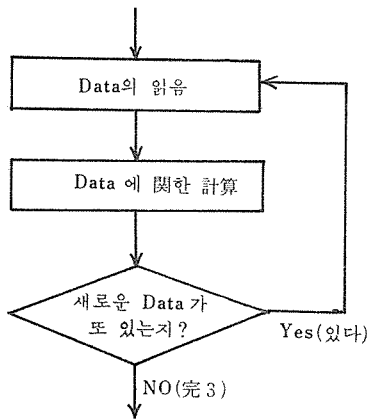
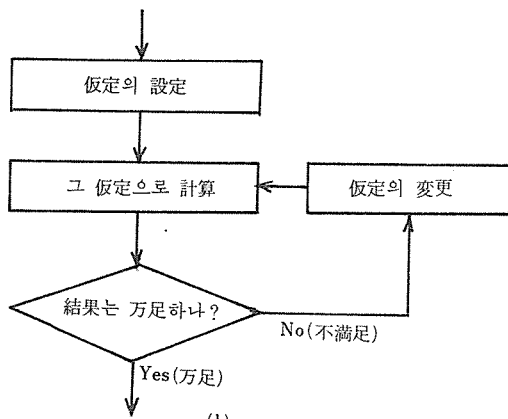


그림 2



(a)
그림 3



(b)
그림 3

능력(反復能力)이란 같은 종류의 계산을 몇번이고 하였을 경우(같은 종류라 할지라도 같은 원식, 또는 계산 순서가 같을 때), 그것이 몇회이고 반복하여도 지수는 1회만의 순서를 주는 지수로 족하다.

그림 3 (a)에서, 계산을 어떤 Data에 대하여 행하여完了하였다면, Data를 変更하여 같은 계산을 施行한다. 이와같은 反復에 回掃能力이 利用된다. 그림 3 (b)는 構

造計算을 하는데 있어서 가장 잘 마주치는 Case다. 卽 어떤 假令아래 計算을 進行하고 万足하는지, 不滿足스러운 지를 Check하여 万足한다면 다음 段階로 넘어가고 不萬스러운면 假定断면을 変更한다. 다만, 断面의 変更에는 어느 規則性을 가지도록 変更하지 않으면 안된다. 假令 50cm씩 增加하거나, 1.1배씩 增加하거나, 또는 断面性能表로 1랭크씩 Size를 올리는 등, 이와같은 使用方法도 Digital Computer의 빠뜨릴 수 없는 利用法의 하나이다. ③의 Programming의 汎用性에 關하여 記述하면 Computer의 指令 卽 Programming은 여러가지 類形이 있는 課題에 對하여 그때마다 Programming을 作成한다는 것은 뜻이 없다. 假令 靜定Truss를 풀다는 問題에 있어서, 外力이 變化할 때마다, 또한 Truss形狀이 變化할 때마다, 各名의 Programming을 새로히 쓰는 것이 아니라 靜定Truss라는 課題에 對하여, 그때마다 Programming을 作成한다는 것은 意義가 없다. 假令 靜定Truss를 풀다는 問題에 對하여, 外力이 變化할 때마다, 또는 Truss形狀이 어떻게간에 언제나, 같은 Programming을 使用하므로서 效用이 있다. ④ 演算速度의 飛躍의 高速性이란 計算을 빨리 한다는 것은 確實히 重要한 일이다. 그러나 늦은 것 보다는 빨리할 수 있다는 것만으로는 意味가 없다. 計算하는데는 그 種類에 따라서 어느 定하여진 時間내에 이루어지면 된다. 萬一 이루어질 수 없으면 아무 役割을 할 수 없는 種類의 計算이 된다. 假令 宇宙 로켓트는 처음부터 그 目標를 向하여 目標를 하여 發射한다는 일은 없다. 날아가면서 目標를 向하여 進路의 自己修正을 하면서 最後의 目標에 到達한다. 萬一 限定된 時間내에 計算을 할 수 없다면 그 結果는 全혀 意義가 없다. 우리들이 實務하는데 있어서도, 이것과 같은 일이 가끔 있다. 限定된 日期內 또는 時間內에 計算을 보다 精度 좋은 方法으로 할 때 비로소 價値가 있다. 多萬 行列式은 어떻게 하면 풀이를 얻을 수 있는지는 누구나 알 수 있다. 그러나, 알고 있다는 것과 現實적으로 될 수 있다는 것은 別個의 問題이다. Computer에 의한 計算의 高速性은 各種의 數值計算을 可能하게 하였다. 積分은 數值積分의 手法로 바꾸고, 微分方程式의 풀이도 數值解로서 주어지게 된다. 이들은 計算機의 高速性에 依存할 때 可能한 것으로서 單純히 늦은 것 보다는 빠른 것이 좋다는 뜻은 아니다. 다만 計算手法를 利用할 수 있게 되었다는 점에서 意義가 있다. ⑤의 正確性에 對하여서는 analogue computer와 比較하여 볼 때 Digital은 故障이 난다던가, 機械가 停止하거나, 正解를 얻을 수 있다는 점 등, 機械性能面에서는 결코 떨어지지 않는다. ⑥의 印刷能力은 Computer를 構造計算에 利用하여 活用할 수 있는데 있어서 害를 놓을 수 없는 것이다. 어느 때에도 定하여진 形式으로 結果를 Print out하여주게 Programming으로 誘導한다. Computer의 計算結果가 單純한 數字의 羅列로 끝나는 것일 때 實用性은 떨어지게 될 것이다.