

複合機械像에 의한 디지털 시스템의 一設計過程 (A Design Process of Digital System in Polymachine Image)

金 玄 在*

(Hyeon Jae Kim)

要 約

이 設計過程은 普通의 디지털 하드웨어 設計에 複合機械 概念을 應用한 一設計 技法을 紹介한 것이다. 이 過程은 計算機用 소프트웨어 設計의 境遇와 마찬가지로 새 시스템을 흐름圖에 依해 表現시키는 것으로 부터 始作되며, 이어서 흐름圖를 分解하여 發散形 要素를 얻고, 이 發散形 要素를 根據로 素機械를 作成하게 되는데, 이렇게 素機械의 作成이 끝나게 되면, 이번에는 統合 過程을 通해서 複合體와 指示器를 만들고, 論理回路를 完成함으로써 全體의 設計 過程을 完了하게 된다.

Abstract

This is an introduction to an art of digital hardware design using polymachine image as a target structure of the product.

As in the case of software design of a computer, the design process begins with a sketch of planned system in flow chart description and the flow chart is partitioned into divergent elements.

Each of the element machine is derived from those divergent elements.

We can build a complete digital system with the preparation of an index, and a polymer of these element machines.

I. 序 論

複合機械는 順序機械를 表現하는 基礎 모델의 一 種이며, 普通의 順序機械를 記述하고 解析하는데 쓰이는 以外에, 一般의인 디지털 시스템의 設計를 爲해서도 便利하게 쓰일 수 있는 매우 有用한 모델이다.^{[1]~[3]}

여기에 이 複合機械 모델을 利用하여 디지털 시스템을 設計하는 一設計 技法을 紹介하는 바이다.

이 設計過程은, 시스템의 計劃에서 부터 始作되며,

시스템의 記述과 分解 및 統合 過程을 거쳐서 最終的으로 시스템의 論理回路를 完成하는 것이 이 設計過程이 目標하는 바이다.

II. 시스템의 計劃

이 部分過程은 새 시스템의 計劃案을 作成하는 過程이기 때문에, 시스템의 具體的인 設計 作業에 들어가기에 앞서서 必然的으로 先行되어야 할 重要한 過程이며, 또한 必要하다면 다시 原點으로 돌아가서 設計의 必要性和 設計原理 等を 再檢討할 수 있는 段階이다.^[4]

또 이 過程은, 새 시스템의 觀念的인 姿態를 비로소 寫實的으로 具現시키는 初期素描 (initial sketch) 過程일 뿐만 아니라, 시스템의 目的과 用途, 機能과 特

*正會員, 全南大學校 工科大学 電氣工學科
(Dept. of Electrical Eng., Chonnam National Univ.)
接受日字: 1982年 3月 13日

性等, 概括的으로 새 시스템이 가질 重要한 諸元의 大部分을 規定하는 過程이다.^[5]

따라서, 여기서 얻어진 計劃案은, 이 다음에 따르게 되는 設計 作業을 爲해서 重要한 基本 指針이 된다.

그리고 이 計劃案속에는 이 計劃에 關係되는 모든 사람들의 意見이 될 수 있는대로 많이 蒐集되어서 整理되는 것이 매우 바람직한 일이다.

Ⅲ. 흐름圖에 의한 시스템의 素描

흐름圖는 一般的으로 算法(algorithm)을 表現하는 가장 便利한 方法으로 여겨지고 있으며, 計算機用의 소프트웨어(software)를 設計할 때 가장 잘 쓰여지는 表現法이다.

이와 같은 흐름圖는 바로 이 部分 過程 內에서 새 시스템을 素描하는 目的으로도 쓰이게 되므로, 그 素描 結果는 結局 새 시스템이 實行하게 될 算法의 表現이 된다.

勿論, 흐름圖에 의한 시스템의 素描는, 慣例的인 方法에 좇아서, 시스템을 먼저 概略 흐름圖(general flow chart)에 依해 表現시킨 다음, 이로부터 詳細 흐름圖(detailed flow chart)를 求한다.

그런데, 이 흐름圖에 의한 記述 過程에서 한 가지 留意해야 할 事項은, 흐름圖에서 쓰이는 各 定向枝는 모두가 오직 遷移 機能만을 意味하도록 할 것이며, 데이터의 흐름을 意味하면 안된다는 것을 銘心해야 한다.

왜냐하면, 데이터의 흐름은 다만 素機械의 入出力 機能에 關係되는 것이며, 複合機械의 遷移機能과는 서로 다른 것이기 때문이다.

따라서, 이 過程을 통해서 얻어지는 詳細 흐름圖는, 結局 複合 機械의 狀態 遷移圖를 意味하는 것이 된다.

다음의 그림 1은 아주 簡單한 第一型 複合機械의 一例이다.

即, 그림 1의 (a)에는 이 複合機械가 갖는 세 가지 内部機能 q_0 , q_1 , q_2 를 規定하고 있으며, (b)는 複合機械의 狀態 遷移圖이고, (c)는 그 狀態 遷移表이다.

現在 이 機械가 q_0 의 狀態에 있다면, q_0 는 反轉器(inverter)이므로, 入力 "0"에 對해서는 "1"의 出力을, "1"에 對해서는 "0"의 出力을 내게 된다.

그리고 q_0 의 狀態 遷移는 그림 (b), (c)에 指定된 바와 같이, "0"의 入力에 對해서는 q_0 에 그대로 머물지만, "1"에 對해서는 q_1 으로 遷移하게 된다.

또, 狀態 q_1 일때 이 機械는 正의 傳達要素(positive transfer element)로서 動作하므로, 入力이 "0"이면 出力도 "0", "1"이면 出力도 "1"이 되며, 狀態 遷移는 入力 "0"에 對해서는 q_1 , "1"에 對해서는 q_2 로 된다.

다음으로 이 機械가 狀態 q_2 에 있다면, q_2 는 零一生成源(O-generator)을 意味하므로, 入力이 "0"일때나 "1"일때나를 莫論하고 이때는 한결같이 "0"의 出力을 내게 되며, 그 狀態는 入力 "0"에 對해서는 q_1 으로, "1"에 對해서는 q_0 로 遷移하게 된다.

이 그림 1에 나타난 機械는, 그 狀態의 始點과 終點이 指定되지 않았고, 그 入力에 對해서는 制御 入力과 데이터 入力の 區別도 지어지지 않은 原始 機械이다. 그러나 便宜上, 앞으로의 設計 過程 中에서는 주로 이 그림 1의 機械를 가지고 說明해 나가기로 한다.

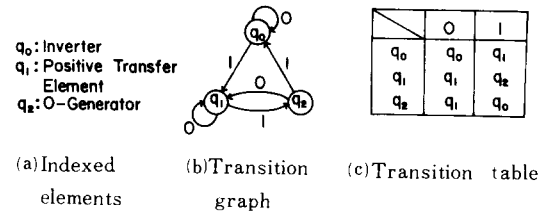


그림 1. 第一型 複合機械
Fig. 1. A first-type polymachine.

Ⅳ. 發散形 要素에 의한 흐름圖의 分解

어떤 한 節點이 그 節點을 中心으로 하여 그에 出 連結되는 定向枝만을 거느렸을 때, 우리는 이와 같은 圖形을 發散形 要素(divergent element)라 부르고, 이때 이 發散形 要素가 갖는 節點을 發散核(divergent kernel), 그 定向枝는 發散枝(divergent branch)라 부르기로 한다.^[6]

即, 이 發散形 要素는 發散核과 發散枝의 두 가지 部分으로 構成된 圖形이며, 定向그래프의 한 部分 圖形이라고 생각할 수도 있으므로, 어떤 定向그래프가 주어진다면 이를 發散形 要素들로 分解시킬 수 있다.

앞 節에서 求한 흐름圖는, 바로 이 過程의 分解 作業을 爲해서 주어지는 定向그래프이다.

이 分解 作業의 結果로 얻어지는 여러가지 發散形 要素들은 大体로 一個 以上の 發散枝를 갖는 것이 普通이지만, 때로는 흐름圖의 終點으로 부터 얻어지는 發散核처럼, 發散枝를 갖지 않은 獨立核 形態의 發散形 要素도 있을 수 있다. 그러나 그 形態 如何를 莫論하고, 이 發散形 要素들은 모두가, 다음의 素機械

記述文이나 또는 素機械 作成을 爲해서 쓰이게 될 基本 資料가 된다.

한편으로, 앞에서 作成한 흐름圖를 複合 機械의 立場에서 다시보면, 바로 이것은 指示器의 狀態 遷移圖라고 생각할 수도 있으므로, 다음의 指示器 作成을 爲해서는 分解되지 않은 原來의 흐름圖가 다시 쓰이게 된다.

왜냐하면, 이 過程이 흐름圖의 分解過程인데 對하여, 指示器의 作成은 複合機械를 合成하는 過程의 一部分이기 때문이다.

다음의 그림 2에 나타난 發散形 要素는 그림 1의 遷移圖를 分解하여 얻은 것들이다.

이 境遇, 原 遷移圖가 갖는 發散核이 셋 뿐이기 때문에, 그 結果로 얻어지는 發散形 要素의 가지수도 셋 이상이 될 수 없으며, 그림으로 보아서 두 發散形 要素 q_0 와 q_1 은 外形上으로 같은 꼴이지만 그 機能이 서로 달라서 區別되어야 하기 때문에, 結果적으로 發散形 要素의 가지수도 세 가지 그대로 남게 된다.

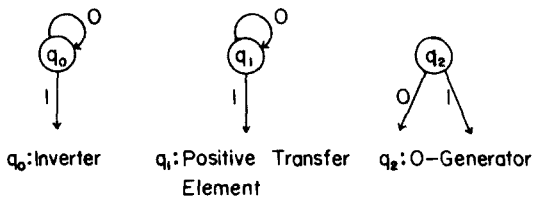


그림 2. 發散形 要素
Fig. 2. Divergent elements.

V. 素機械의 記述文

위에서 얻어진 各 發散核은 저마다 어떤 特定の 素機械를 意味하고 있으며, 또 各 素機械는 自己 固有의 入出力 機能을 遂行하는 機能의 意味체이므로, 그 記述에 必要한 適當한 言語를 定해서 使用한다면, 우리는 各 素機械에 對하여 그 機能에 相當한 言語의 記述이 可能하게 된다.

따라서 이 部分 過程은, 마치 普通의 프로그래밍을 할 때 詳細 흐름圖를 가지고 符號化하는 일과 매우 닮았다.

이와 같이 素機械를 言語로 記述할 때, 單位 素機械를 表現하는 文章을 素機械 記述文(element description)이라 부르기로 한다.

素機械의 完全한 記述을 爲해서 이 記述文은 機能 記述部와 入力 記述部, 出力 記述部 및 遷移 條件 記

述部の 네 가지 部分으로 構成되어야 하는데, 그 중에서 持히 機能 記述部는 素機械의 固有 機能에 該當하는 發散核의 機能을 規定하는 部分이기 때문에, 記述文의 主要部라고 말할 수 있다.

다음으로, 入力 記述部는 素機械가 取할 데이터 入 力源과 그 形態 등을 規定하는 部分이며, 出力 記述部는 出力의 形態 및 그 行先 등을 規定하는 部分이다.

한편으로, 遷移 條件 記述部는 定向枝가 指示하는 遷移 條件을 規定하는 部分이기 때문에, 指示器의 狀態 遷移에 關係된다. 따라서, 이 遷移 條件 記述部の 內容으로서는 定向枝의 이름을 그대로 採用해도 無妨할 때가 많다.

물론, 이와 같은 記述文은, 그 記述을 爲해서 使用되는 言語의 種類나 形式에 따라서, 外形上으로는 여러 가지 形態를 取할 수 있다.

VI. 素機械의 作成

이제 素機械를 作成하는 過程에 이르렀는데, 素機械는 모두 複合 機械 內에 裝入되어야 할 部分 機械이지만, 바로 이 過程에서는 그와 같은 部分 機械로서의 條件을 생각하지 말고, 各 素機械를 獨立 機械로 看做하여 作成해야 한다. 왜냐하면, 그해야만 素機械의 作成 作業이 簡便해지며, 또 그와 같은 部分 機械로서의 條件은 다음 過程에서 別途로 考慮 되어야 할 課題이기 때문이다. 이와 같은 方法으로 作成되는 素機械는, 大概가 普通의 論理回路이겠지만, 때로는 그것이 디지털 機械가 아닌 다른 機械일 수도 있다.

그리고, 여기서 作成되는 여러가지 素機械들은 모두 제각기 自己 固有의 入出力 機能 遂行을 爲해서는 充實한 單能 機械들이라고 말할 수 있다.

다음의 그림 3에는 세 가지 素機械가 나타나 있는데, 이들은 모두 그림 2의 發散形 要素를 根據로 해서 作成한 것이다.

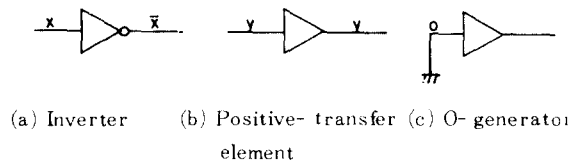


그림 3. 素機械
Fig. 3. Element machines.

그림에서, (a)의 反轉器(inverter)는 q_0 의 核機能을 나타내는 素機械이는 (b)의 正의 傳達要素(positive-transfer element)를 q_1 에서 由來하고, (c)의 0-生成源(0-generator)은 q_2 에서 由來한 것이다.

VII. 素機械 選擇 條件의 決定과 複合體의 構成

위에서 만든 여러 가지 素機械들을 한데 모으면, 이는 바로 複合體(polymer, or complex)를 意味하게 되는데, 이때 우리는 이 複合體 內의 여러 가지 素機械를 낱낱이 서로 區別할 수 있는 方法이 있어야 하기 때문에, 各 素機械마다 그 素機械 固有의 選擇 條件을 定해 주는 것이 必要하게 된다.

그런데, 바로 이 選擇 條件은 複合體로 向하는 指示器의 狀態 出力이기 때문에, 各 素機械에 對한 選擇 條件을 附與하는 일은 곧 指示器의 狀態 割當(state assignment)을 하는 일에 該當되며, 또 그에 따라 이와 같은 選擇 條件이 狀態 變數라 불리워지기도 한다.

이 選擇 條件이 指定된 다음에는, 各 素機械에 對하여 그에 該當되는 選擇 條件을 添加시켜 주는 일이 뒤따르게 된다.

論理回路의 境遇에는, 이와 같은 選擇 條件을 添加시키는 일이 매우 쉽다.

即, 論理式으로 表現된 어떤 素機械 E가 있고, 그 E를 選擇하는 條件式이 C라고 할 때, 選擇 條件이 添加된 素機械 即 條件付 素機械(conditioned element)의 表現은 單純히 C와 E의 論理積인 $C \cdot E$ 가 되기 때문이다.

따라서, 이와 같은 選擇 條件은 어떤 論理式의 앞에 오는 係數처럼, 그 論理式과는 論理積의 形式으로 給合되는 量이라고 말할 수 있다.

다음으로, 두個의 素機械 E와 F가 있어서, E는 選擇 條件 C가 眞일때 動作하며, F는 C가 眞이 아닐때 即 \bar{C} 일때 動作하도록 規定되었다면, 이때의 複合體 P는 두個의 條件付 素機械 $C \cdot E$ 와 $\bar{C} \cdot F$ 의 論理和로 表現된다.

$$P = C \cdot E + \bar{C} \cdot F$$

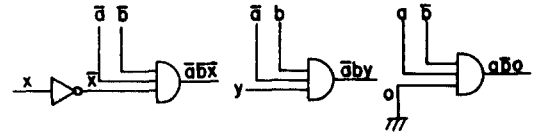
그리고, 경우에 따라서는 이 P의 式을 더욱 簡單化시킬 수도 있다.

앞의 例에 있는 그림 3의 素機械들은 아직 選擇 條件이 添加되지 않은 形態이므로, 여기에 選擇 條件을 附加하기 爲해서는 새로운 두個의 條件 變數가 必要하게 된다. 따라서, 그 두個의 條件 變數를 各各 a, b라 定하고, 各 素機械 別 選擇 條件이 될 條件式을

a	b	
0	0	q_1
0	1	q_1
1	0	q_2
1	1	-

$\bar{a}\bar{b} : q_0$
 $\bar{a}b : q_1$
 $a\bar{b} : q_2$
 $ab : \text{forbidden}$

(a) Assignment of selecting conditions



(b) Conditioned elements

그림 4. 選擇 條件 割當과 條件付 素機械

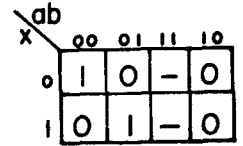
Fig. 4. Assignment of selecting conditions and conditioned elements.

그림 4 (a)에서와 같이 規定한다면, 이 選擇 條件이 附加된 條件付 素機械들은 그림 4 (b)와 같은 形態가 된다.

그런데, 萬若 그림 4에 나타난 세 가지 素機械들이 갖는 人出力 信號의 物理的 條件 등이 서로 같고, 또 入力源도 같아서 데이터 入力 x는 y와 같으며, 出力의 行先도 같을 때는, 이 세 가지 素機械들을 統合(consolidation)하여 그림 5와 같은 簡單한 複合體로 表現할 수 있게 된다.

a	b	x	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	-
1	1	1	-

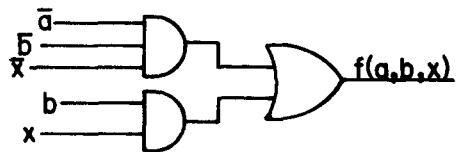
(a) Truth table



(b) Karnaugh map

$$f(a, b, x) = \bar{a}\bar{b}\bar{x} + bx$$

(c) Output function



(d) Logic circuit

그림 5. 複合體

Fig. 5. A polymer.

그림 5에서 (a)는 出力函數의 眞理值 表이며, (b)는 Karnaugh map, (c)는 出力函數의 論理式, 그리고 (d)는 複合體의 論理回路이다.

Ⅷ. 狀態遷移條件과 指示器

앞에서 叙述한 發散形 要素의 各 發散枝에 매겨진 값은, 바로 그 發散形 要素에 對應하는 指示器의 한 狀態가 그로부터 다른 狀態로 遷移할 때 必要로 하는 入力條件을 指定하고 있으며, 이와 같은 狀態 遷移條件은 素機械 記述文中의 遷移條件 記述部에도 더욱 詳細히 記述되어 있다.

그러나, 때로는 이와 같은 遷移條件의 記述이 省略되는 境遇도 있는 데, 그 境遇는 大概 發散形 要素가 그 發散枝를 갖지 않았거나 또는 單一의 發散枝를 가짐으로써 생기는 無條件 遷移의 境遇, 그리고 一般의 遷移條件을 明示하지 않더라도 그 遷移條件이 自명한 境遇等に 該當된다.

이 狀態 遷移條件과 앞節에서 叙述한 素機械 選擇條件과를 比較해 볼 때, 이 狀態 遷移條件은 指示器의 入力에 對하여, 素機械 選擇條件은 指示器의 出力이며, 또 狀態 遷移條件이 發散枝의 값을 意味하는데 對하여, 素機械 選擇條件은 發散核의 값, 卽 狀態名을 意味하게 된다. 卽, 이 狀態 遷移條件은 바로 指示器가 받아 들이는 制御 入力 變數에 該當되며, 指示器의 狀態 遷移를 誘導하는 量이다.

勿論, 이 狀態 遷移條件만으로는 遷移函數를 完全히 規定할 수 없기 때문에, 現在의 狀態와 다음 狀態를 더 알아야겠지만, 이와 같은 事項은 모두 이미 흐름圖에 明示된 대로이다.

그러므로, 이제 指示器를 作成하기 爲해서는, 앞서 얻은 原來의 흐름圖를 그대로 指示器의 狀態 遷移圖라고 생각하면 된다. 따라서, 指示器는 바로 이와 같은 狀態 遷移圖를 根據로 해서 만들어지게 되며, 結果적으로 複合機械가 完成되는 셈이다.

그러나, 이와 같은 指示器를 內藏하게 되는 複合機械는, 結局에 그 흐름圖에 依해서 指定된 대로 固定된 特殊目的의 單一 알고리즘만을 實行할 수 밖에 없는 單能機械가 된다.

앞節의 例에서 쓰인 二個의 條件 變數 a, b의 發生源을 A, B의 二 J-K플립 플롭이라 한다면, 이 A, B의 狀態 割當은 앞 그림 4 (a)의 選擇條件 割當의 境遇와 마찬가지로, 그림 6 (a)와 같이 해줄 수 있다.

이제, 各 플립 플롭의 入力方程式을 求하기 爲하여, 이 狀態割當表와, III節에 있는 그림 1의 狀態遷移圖,

그리고 그림 (6)에 있는 J-K 플립 플롭의 勵起表 (excitation table)^[7]를 參考로 하면, 그림 7과 같은 入力條件表(input condition table)를 作成할 수 있다.

表에서 쓰인 記號 J_A, K_A, J_B, K_B는 各各 A, B 두 플립 플롭의 入力端 記號이며, “d”와 “-”는 다 같이 無関條件(don't care condition)을 意味한다. 그런데, 特別히 “-” 記號는 A, B의 禁止條件에서 由來한 無関條件을 나타내고 있다.

다음으로, 그림 8은 各 入力別로 作成한 Karnaugh map이며, 이 表에서 우리는 必要한 플립 플롭의 入力方程式을 求할 수 있다.

$$J_A = xb, \quad K_A = 1, \\ J_B = \bar{x}a + x\bar{a}, \quad K_B = x$$

A	B		Current State q(t)	Next State q(t+1)	Input Required J(t) K(t)	
0	0	q ₀	0	0	0	d
0	1	q ₁	0	1	1	d
1	0	q ₂	1	0	d	1
1	1	-	1	1	d	0

(a) State assignment for A, B (b) Excitation table for J-K flip-flop

그림 6. A, B의 狀態割當과 J-K 플립 플롭의 勵起表
Fig. 6. State assignment for A, B and excitation table for J-K flip-flops.

Present Input	Next State		Required Input Condition			
			J _A	K _A	J _B	K _B
x a b	A	B	J _A	K _A	J _B	K _B
0 0 0	0	0	0	d	0	d
0 0 1	0	1	0	d	d	0
0 1 0	0	1	d	1	1	d
0 1 1	-	-	-	-	-	-
1 0 0	0	1	0	d	1	d
1 0 1	1	0	1	d	d	1
1 1 0	0	0	d	1	0	d
1 1 1	-	-	-	-	-	-

그림 7. 플립 플롭의 入力條件表
Fig. 7. Input conditions for flip-flops.

以上과 같이, 指示器의 入力方程式이 求해지면, 指示器가 完成된 셀엔데, 이 指示器와 그림 5에 있는 複合體를 結合시키면, 그림 9에 나타나는 바와 같이, II

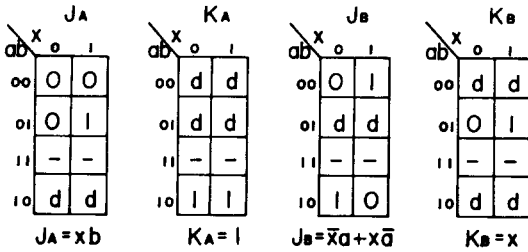


그림8. 플립 플롭 入力の Karnaugh map
Fig.8. Karnaugh maps for flip-flop inputs.

IX. 데이터의 經路 設定

지금까지의 設計 過程에서는 主로 指示器의 入出力에 關해서만 論議하였을 뿐, 各 素機械 相互間에 授受되는 正規 데이터의 흐름에 關해서는 度外視하여 왔지만, 이 節에서는 이 正規 데이터의 흐름과 直結되는 素機械 相互間의 接續 問題에 關해서 考察하기로 한다.

主로 特別한 境遇로서, 各 素機械가 제각기 그 入出力의 性質을 달리함으로써 해서, 素機械間의 接續 問題까지 考慮한 必要는 없는 境遇도 있을 수 있겠지만, 大概의 境遇는 그렇지 않아서, 各 素機械를 適當한 方法에 依해 相互 接續한 必要가 생기게 된다.

두 個의 素機械를 가지고 이를 接續하는 方法에는, 縱續接續法과 並列接續法의 두 가지 方法을 생각할 수 있는데, 素機械가 모두 組合回路로 構成되는 디지털 시스템의 境遇에 이 素機械들은 大概 그 入力端과 出力端의 兩方에 다같이 緩衝 레지스타를 가져야 하므로, 縱續 接續하기 爲해서는 接續되는 두 素機械 사이마다 반드시 레지스타를 介入시키는 것이 正常的인 接續 方法이며, 이와 같이 接續된 두 素機械는 先後의 順序 動作을 하게 된다.

그런데 並列 接續法의 境遇에는 接續된 두 素機械가 同時인 動作을 해야 하므로, 이는 바로 두 素機械의 並列 運轉을 意味하는 것이지만, 觀點을 달리하여 指示器의 立場에서 본다면, 並列 接續된 두 素機械는 다 함께 指示器가 갖는 어느 單一 狀態의 支配를 받게 되기 때문에, 이런 意味로는 두 個의 素機械가 아니고, 外形上으로만 分離된 形態의 單一 素機械로 생각할 수도 있다.

또, 並列 運轉되는 두 個의 素機械는 그 入出力을 서로 共有해야 할 必然의인 理由를 恒常 갖고 있는 것은 아니기 때문에, 並列 運轉이 반드시 並列 接續을 必要로 한다고 생각할 수는 없는 일이다. 따라서, 並列 接續法에 關해서는 이 以上의 言及을 避하고, 以下, 縱續 接續法에 關해서만 添言하기로 한다. 여러 個의 素機械가 一列로 縱續 接續된 境遇에는 形態上으로 하나의 긴 連鎖 回路를 構成하게 되는데, 또 各 素機械가 모두 二元演算(binary operation)을 해야 하는 境遇는 前段 素機械로 부터의 入力 外에 다른 한 가지 데이터 源을 側方에 더 가져야 하며, 다시 이와 같은 連鎖方式의 接續法을 變形시킨다면 歸還形 接續法이 될 수도 있다.

이 歸還形 接續法의 좋은 例는, 바로 普通 計算機의 ALU(arithmetic and logic unit)^[10] 回路에서 쉽게 찾아 볼 수 있다고 본다.

的으로 하는 디지털 시스템이 完成된다.

이번에는, 이 그림9에 나타난 디지털 시스템을 가지고, 이 시스템이 取할 수 있는 갖가지 初期狀態 下에서 그 入力에 對한 應答 特性을 調査한 다음, 그 應答 特性을 나타내는 應答 그래프를 그리면, 그림10과 같이 된다.

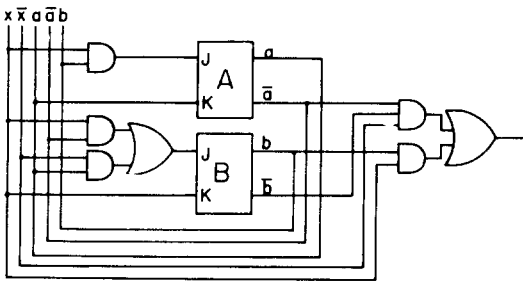


그림9. 完成된 디지털 시스템
Fig.9. Resultant digital system.

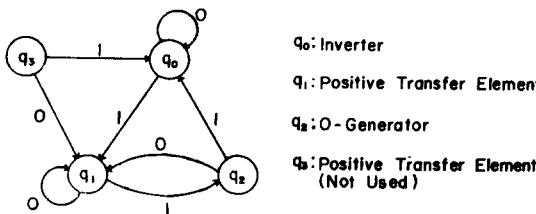


그림10. 設計된 시스템의 應答 그래프
Fig.10. Response graph of the designed digital system.

이 그림10을 그림1과 比較해 볼때, 그림10의 그래프에는 狀態 q3가 더 붙어 있음을 알 수 있다.

그러나, 이 시스템의 動作이 q3에서 出發하지 않는 限, 이 시스템은 恒常 그림1의 시스템과 똑같은 動作 特性을 갖게 된다.

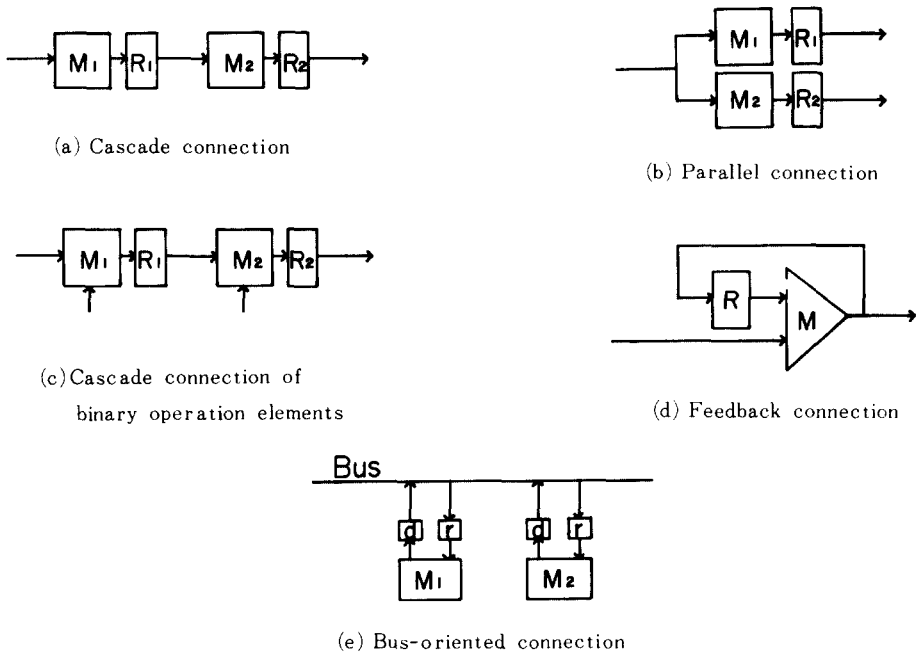


그림11. 데이터 徑路 設定 方式의 몇 가지 例

Fig.11. Some examples of the data routing.

即, ALU는 하나의 複合體라고 생각할 수 있으며 縱續 接續時에는 各 段의 素機械 사이에 들어가던 여러 個의 레지스타가 歸還接續의 境遇에는 合一되어 한 개의 累算器(accumulator)로 되고, 이 累算器를 通해서 데이터의 歸還徑路가 形成된다고 생각할 수 있다.

勿論, 素機械間의 接續은, 以上과 같은 方法 以外에도, 母線(Bus) 中心의 接續法, 特定 機械 中心의 接續法 等, 多樣한 變形이 있을 수 있으며, 더구나, 各 個의 素機械가 모두 自律性을 지닌 高級 機械일 境遇에는, 이 接續 問題가 더욱 複雜해진다.

다음의 그림11에는 데이터 徑路 設定 方式의 몇 가지 例를 들었으며, 그중 (a)는 縱續接續方式, (b)는 並列接續方式이며, (c)는 二元 演算을 하는 素機械를 縱續 接續한 境遇이고, (d)는 歸還形 接續, 그리고(e)는 버스 中心形 接續 方式에 該當된다.

X. 프로그램 可能한 機械

지금까지의 設計 過程을 通해서 만들어진 複合 機械는, 이미 앞의 Ⅲ節에서 求한 흐름圖를 좇아서 만들었기 때문에 그 算法이 固定된 機械가 되는데, 萬若 이 算法을 任意로 쉽게 바꾸어 꾸밀 수 있는 機械가

있다면, 이는 바로 프로그램 可能한 機械를 意味하게 된다.

算法이 固定된 機械를 가지고 그 算法을 變更시키는 일은 바로 그 指示器의 變更뿐 아니라 데이터 徑路의 變更도 意味하게 되겠지만, 프로그램 可能한 機械에서는 그와 같은 번거로움을 隨伴하지 않고, 다만 外部로부터 주어지는 프로그램만 變更시키면 되도록 되어 있다. 또, 프로그램 可能한 機械는 一般的으로 外部로부터 주어지는 프로그램을 必要로 하는 機械이기 때문에, 프로그램이 주어지지 않았거나 또는 그 代身 프로그램 發生器를 內藏하지도 않았다면 그 自律動作이 不可能한 機械이다.

이와 같이 프로그램 可能한 機械에서는 그 指示器의 制御入力を 爲해서 設定되는 制御 入力 語彙數가 많아질 수 밖에 없겠지만, 指示器가 擔當하는 機能은 오히려 가벼워지게 되어, 指示器가 그 入力 프로그램에 關한 코우트 解釋器(decoder)같은 노릇만 하면 되거나 또는 통채로 省略되는 수까지 있을 수 있다.

勿論, 여기에서 指示器가 통채로 省略될 수 있는 境遇란, 指示器가 가셔야 할 모든 機能을 프로그램 發生器 쪽에서 負擔하게 되는 境遇를 뜻한다.

XI. 結 論

이 設計 過程은 디지털 시스템을 複合機械 모델에 含蓄된 構成 原理에 倣아서 實現시키는 下向式 設計 技法이다.

소프트웨어를 設計할 時에 마찬가지로 이 技法에서도 시스템은 해당호 흐름圖에 依해서 定義하게 되기 때문에 시스템의 初期描寫가 매우 自然스러우며, 또, 部分機能別로 모듈化한 單能機械들을 모아짜서 複合 機能化하는 方式으로 시스템이 合成되기 때문에 시스템은 擴張의 柔軟性을 가질 뿐 아니라 信賴性도 가질 수 있게 된다.

그리고, ASM (algorithmic state machine)^{[8],[9]}을 쓰는 既存의 設計 技法보다도, 이 技法은 더 便利하여 익혀 쓰기 쉽고, 더 合理的이며, 더 廣範한 應用性을 지닌 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

- [1] 金玄在 “制御入力과 複合機械” 電子工學會誌 第14卷 第1號, pp. 1~4, 4月 1977年.
- [2] 金玄在 “미리형 機械의 複合機械 表現”, 全南大 工業技術問題研究 第13輯, pp. 93~99, 6月 1977年.
- [3] 金玄在 “複合 機械의 入力 構造에 關하여”, 電子工學會誌 第18卷 第1號, pp. 1~6, 2月 1982年.
- [4] Robert E. Parr, *Principles of Mechanical Design* McGraw-Hill, pp. 1-29, 1970.
- [5] Werner Buchholz, *Planning a Computer System*. McGraw-Hill, 1962.
- [6] 小野寺 力男, “グラフ理論의 基礎” 森北出版, pp. 71~79, 9月 1968年.
- [7] Taylor L. Booth, *Digital Networks and Computer Systems, 2'nd Ed.*, John Wiley & Sons, Inc. pp. 269-270, 1978.
- [8] Winkel/Prosser, *The Art of Digital Design*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1980.
- [9] John B. Peatman, *Digital Hardware Design*. McGraw-Hill, pp. 212-245, 1980.
- [10] Charles T. Leis, *Minicomputer Hardware Architecture* Proceedings of the IEEE, vol. 61, no. 11, pp. 1535-1538, November 1973.