

情報科學의 研究方向

로웨너 W. 스완슨 著
鄭 在 琿 譯

〈中大圖書館學科助教〉

譯者註: 이 글은 Rowena W. Swanson이 *Air University Review*(Air Force Office of Scientific Research: Vol. 17, No.3, 1966, pp.56-67)에 발표한 'Information Science: Some Research Directions'를 번역한 것이다.

1. 緒 言

人間이 신속한 檢索을 목적으로 情報를 분류하고, 文獻을 축적하거나, 혹은 이러한 業務를 機械로 처리하려는 意圖는 새로운 사실이 아니다. 그러나 과거에 Babbage와 Lull이 발명한 것 외에, 大量의 情報를 신속하게, 그리고 경제적으로 처리할 수 있는 電子計算機가 발명되기 이전에는, 이렇다 할 機械가 발명되지 않았던 것이다. 오늘날과 같은 컴퓨터 時代는 射擊, 爆擊, 그리고 航海와 같은 目標를 효과적으로 수행하기 위해서 컴퓨터를 개발하였던 1940年代 中半으로 거슬러 올라간다. 2次大戰 이후, 補助機器에 대한 情報의 蓄積能力과 可携性이 날로 급증함에 따라 이를 신속하게 처리할 수 있는 機械의 발명으로, 컴퓨터 産業은 급속도로 발달하였다. 그래서 이러한 機械(컴퓨터)를 職業에 이용하고, 既存機械로서는 불가능한 새로운 機械를 개발하기 위한 課題가, 바로 "情報科學"이라고 하는 새로운 學問을 發生시켰던 것이다.

空軍에서는 1950年代의 SAGE(semiautomatic ground environment)式 指揮統制 시스템을 기점으로, 오늘날에는 USSTRICOM式 指揮統制 시스템인 492L 컴퓨터 시스템을 실험하고 있다. 이처럼, 空軍은 대규모의 컴퓨터를 이용하는 政府機關이기 때문에, 電子工學에 소요되는 最近의 國防費를 근거로해서, 1970年度에 필요한 電子機械施設費로 25억 불을 책정하였다.¹⁾ 컴퓨터는 經營資料處理, 長距離 通信, 寫眞翻譯, 諜報活動, 兵粘活動, 戰況報告, 作戰計劃, 미사일 彈道計算, 射擊統制, 그리고 宇宙飛行實驗 등에 이용되고 있다.

이상의 目的에 필요한 컴퓨터의 개발로써 컴퓨터 利用과 관련된 모든 問題가 해결되어 왔다는 의미는 아

니다. 예를 들어, 최근에 와서는 國防省의 다양한 武器시스템에 있어서 目標設定, 自動位置選定, 通信確保, 그리고 指令統制에 관한 要因이 舉論되고 있다.²⁾ 1965年 3月 美空軍 電子시스템課는, 21개의 중요한 "L"시스템중에서 人工衛星을 추적하고 보고하기 위해서 만들어진 496/474L시스템만이 완전하게 운영되었다고 보고하였다.³⁾ 그 밖에, 우리는 情報를 인식하고, 처리하고, 표현하는 方法과, 通信과 指令시스템을 조직하는 方法을 알아 둘 필요가 있으며, 通信處理過程, 즉 情報傳達要因의 本質이 무엇이고, 이 情報要因이 다양한 利用者의 要求를 충족시키려면 어떻게 符號化시켜야 하는지를 분석해야 할 것이다.

情報科學은 情報의 認識, 分類, 立證, 蓄積, 調整, 그리고 表現과 관련된 諸處理過程을 연구하는 學問이다. 情報科學은 諸處理過程의 機能을 바탕으로 諸原理를 설정하기 위해서 諸處理過程의 基本行態를 研究한다. 諸處理過程의 特性 및 變因을 이해하므로써, 諸處理過程을 最適의 시스템으로 統合시키고, 處理業務를 수행할 수 있는 機械를 설계하는데 필요한 理論을 제공한다.

이러한 處理業務에는 人間이 관습적으로 수행해 온 많은 情報處理活動이 포함된다. 人間을 중심으로 한 情報科學에 관한 研究, 즉 하나의 시스템으로서 人間이 情報를 어떻게 認識하고 利用하고 있는가, 人間이 組織(集團)內的 節合點(node)으로서 어떻게 遂行하고 있는가, 그리고 人間內部的 시스템(神經系, 頭腦)이 어떠한 力學的인 相互作用을 통해서 人間을 情報處理者로 만들고 있는가, 등등의 研究가 발표되고 있다. 그리

- 1) Air Force Policy Letter for Commanders, 15 August, 1965, p.3.
- 2) Myriad R & D Problems Await Solutions. *Missiles and Rockets*. Vol.16, No.3, 29 March, 1965, p.40.
- 3) Major Command and Control, Communications Systems Managed by USAF's Electronic Systems Division. *Aviation Week & Space Technology*, 15 March, 1965, pp.240-41.

고, 情報科學은 人間이 발명한 機械, 예를 들어, 애널로그, 디지털, 혹은 하이브리드 電算機, 電信타이프 혹은 텔레비전, 印刷機, 온라인(on-line) 혹은 오프라인(off-line)處理 등의 機械들을 어떻게 運營하는가, 그리고 人間의 選好性에 의해서 처리되는 혹은 機械로 처리되는간에, 機械處理問題에 대해서 어떻게 體系를 세우고 있으며, “커뮤니케이션”에 적합한 “言語”는 어떻게 이용하는지를 해결해주며, 이 외에도, 情報科學은 機械 對 機械시스템을 다룬다.

空軍의 경우에는, 대부분의 프로그램이 情報科學의 多方面과 관련되어 있다. 作戰任務에 관한 問題가 Massachusetts州, Laurence G. Hanscom Field에 있는 Air Force Cambridge Research Laboratories의 Data Science Laboratory와⁴⁾ Air Force Systems Command의 Electronic Systems Division에서, 그리고 New York州에 있는 Rome Air Development Center의 Information Processing Branch와 Ohio州, Wright-Patterson AFB에 있는 Electronic Technology Division과 6570th Aerospace Medical Research Laboratories에서 검토중에 있다. Washington D.C.에 있는 Air Force of Scientific Research의 情報科學重役會(Directorate of Information Sciences)에서는 外部의 프로그램을 後援하고 있는데, 이 프로그램은 기본적인 研究 다시 말해서, 미래에 응용할 수 있는 새로운 原理와 方法을 발견하는데에 국한되고 있다.

II. 文獻과 데이터 시스템

情報의 bits를 다루는 컴퓨터는, 圖書館에서 처리되는 셀 수 없는 情報의 形態를 처리하기 위한 問題가 야기되었던 1940年代 後半에 등장하였다.

專門誌에 의하면, 圖書館에서 컴퓨터問題가 발생한 時期는 2次大戰과 戰後였다. 그래서, 대부분의 圖書館은 發行物, 즉 著作과 定期刊行物을 축적하였다. 專門誌는 일반적인 文獻과는 그 樣相이 다르다. 그것은 結果(포괄적인 學位論文이나 文學作品이 아닌)에 대한 加상적인 報告書로서 書誌上 여러가지 方法이 필요하다. 이상에서 언급한 著作, 定期刊行物, 그리고 專門誌와 같은 資料를 처리하는데 있어서 種래의 圖書館이 당면하고 있는 어려운 問題를 해결하기 위해서, 圖書館은 과거 부터 현재까지 研究家들이 필요한 情報를 제공해주는 政治 및 産業 研究所로 변모하고 있다. 이러한 圖書館의 職員들은 주로 圖書館學校 보다는 R & D Corps 出身으로 보충되고 있다. 이와같이 圖書館樣相이 변모해감에 따라, 機械化의 可能性이 촉진되어, 情報蓄積과 檢索의 自動化問題가 야기된 것이다.

이러한 情報蓄積과 檢索의 自動化는 모든 手動式 處理시스템을 機械式 시스템으로 轉換시키므로써 가능해질 수 있었던 것이다. 그러나 磁帶테이프나 레코오드에 기록된 情報는 文獻에 기록된 情報보다는 접근하기가 어렵다. 機械는 時間과 努力을 절약할 수 있으나 그 시스템을 조절하는데에는 人間의 頭腦가 필요하다. 手動式 시스템은 機械化가 필요없겠으나, 데이터·베이스와 利用者 要求를 機械化할 수 있는 시스템設計만은 필요할 것이다. 따라서, 機械式 시스템이 設計되어야 하지만, 이 機械式 시스템에는 機械의 부차적인 要因을 고려해야 한다. 컴퓨터는 데이터를 축적하고 처리하는 새로운 方法과 情報시스템으로부터 새로운 解答을 설계할 수 있는 可能性을 도입하고 있다. 컴퓨터를 手動式 處理를 모방하기 위해서만 이용한다면, 이것은 컴퓨터의 誤用에 불과한 것이다.

새로운 記錄의 形態를 창조하는 것이 바로 컴퓨터의 處理인 것이다. 이렇게 창조된 모든 記錄은 標準化되어 符號化되고 蓄積되고, 分類되어 最新情報가 될 수 있는 特性이나 屬性이 근본적으로 내포되거나 혹은 편리하게 수정될 수 있는 포맷(format)을 가지고 있다. 그러나 이처럼 새로운 記錄의 形態를 창조한다고 해서 반드시 모든 問題가 해결되는 것은 아니다. 예를 들어, 兵站術에 대한 統制에는 시스템과 下位시스템으로 구성된 連絡網이 연결되어야 하기 때문에, 하나의 機構가 당면한 危機는 세밀하게 그 危機를 제거할 수 있는 機構로 신속하게 전달될 수 있다. 이러한 統制에는 모든 位置에서 送信할 수 있도록 統一性을 지닌 資料에 대한 시스템設計를 전제로 한다. 오늘날에 와서, 이러한 시스템은 國防省 次官補 Paul Ignatius의 發言처럼, 한낱 目標設計에 불과한 것이다.⁵⁾

또 다른 심각하고 미해결된 問題領域은 工學製圖이다. 單語敘述子(word descriptors)를 숫자화하고, 배당하고 혹은 圖形은 유지하고 있는가? 文獻으로부터 事實檢索을 위한 시스템의 設計가 語義와 관련된 問題를 야기시켜 왔기 때문에, 單語의 縮小는 복잡한 問題만을 일으킬지도 모른다. X라는 單語가 A, B, 그리고 C에 대해서 동일한 意味를 나타내는가? 만일 X가 일반적으로 이해된다면, Y도 어느 면에서는 이와 유사한 意味를 지니고 있고, 다른 면에서는 다른 意味를

4) Zschirnt, Hans H. Research in Computer Sciences. *Air University Review*. Vol.16, No.1, November-December 1964, pp.47-66.

5) Excerpts from an address by the Honorable Paul R. Ignatius, Address before DOD-NASA Technical Information Symposium for Management, Los Angeles, California, reproduced in *Defense Industry Bulletin*, Vol.19, No.8, August 1965, pp.15-16.

지니고 있다. 그리고 Y가 일반적으로 이해되지 않을 경우, X와 Y를 어떻게 자동적으로 처리하는가?

小型화된 回路와 低速에다 高密度로 된 磁氣테이프에 기록하는 것은 현실적으로는 가능한 시스템이라고 볼 수 있다. 飛行중에 航空機 器械에 나타난 距離測定器의 記錄이 地上터어미날에 있는 자동화된 整備 및 供給시스템으로 전달될 수 있는 AIDS(Aircraft Integrated Data Systems)가 설계되어 있다. 이 시스템은 航空機의 整備, 性能試驗, 그리고 破損點檢은 물론 作戰計劃에도 이용되어야 한다.⁶⁾ Air Force Materials Laboratory, Wright-Patterson AFB가 後援하는 性狀情報센터(properties information centers)에서는 또 다른 기계화된 시스템을 운영하고 있다. EPIC(Electronic Properties Information Center)에서 근무하는 Thayne Johnson씨는 統計報告書, 現況調查書(文獻上에 나타난 缺點을 證明한 것)를 작성하는데 있어서 機械(컴퓨터)를 사용할 것과, 特殊分野에 있어서 研究活動의 成長現況을 측정할 수 있을 것으로 기대하고 있다.⁷⁾ 현재, AFCRL의 Research Library에는 컴퓨터 技術이 도입되어 있다. 이 圖書館에서는 豫備研究에는 MP-3 Polaroid 카메라를, 目錄作成에는 컴퓨터로 처리된 著者名 標目을, 書誌와 目錄카드作成에는 테이프식 打字機를, 그리고 特殊目的을 지닌 데이터 處理裝置에는 Itek Crossfiler를 이용하고 있다.⁸⁾

現在와 未來에 남아있는 研究課題는 信號에 있어서의 雜音問題와 情報의 基本本質을 分析하는 것이다. 利用者에게 필요한 意味있는 信號, 즉 情報의 項目은 무엇인가? 利用者は 얼마만한 量의 雜音을 받아들일 수 있는가? 意味를 지닌 信號는 어떠한 方法으로 分類되고, 索引될 수 있는가? 信號는 어떻게 組織될 수 있는가, 다시 말해서, 여러 다른 利用者에게 제공하기 위해서는 파일이 어떻게 構成될 수 있는가? 情報를 보존하기 위해서 요구되는 새로운 信號와 符號는 어떻게 設計될 수 있는가? 이 信號와 符號는 人間과 機械에 의한 處理를 위해서 어떻게 효과적으로 表現될 수 있는가? 그러나 人間은 아직도 情報를 認識하고, 符號化해서, 여러가지 복잡한 情報要求를 충족시키는데 필요한 시스템, 즉 全體로 부터 雜音除去에 필요한 A, B에서부터 Z에 이르는 다양한 要因을 제공할 수 있는 시스템을 設計하는 方法을 定立하지 못하고 있다.

III. 言 語

소위 “컴퓨터科學”이란 Harvard大學校의 Howard H. Aiken教授, Pennsylvania大學校의 J. Presper

Eckert와 John W. Mauchly教授와 같은 數學者와 電子工學者들의 著作을 통해서 발생된 學問이다. 產業界에서는 하드웨어와 소프트웨어 研究를 目的으로 研究所를 설립하였다. 하드웨어 問題(예: 資料選定, 極微小型化)가 결코 제2차적인 問題는 아니지만, 소프트웨어는 종종 기대이상으로 컴퓨터를 이용할 수 있는 要因인 것이다. “소프트웨어”는 컴퓨터가 運營하는 프로그램과 그 프로그램속에 반영된 컴퓨터 言語와 모든 시스템設計의 概念과 관련된다.

수 많은 情報를 機械로 처리할 수 있는 形態로 轉換시키기 위한 研究가 무엇보다도 “言語問題” 즉, 情報를 어떠한 方法으로 叙述해야 하는가? 하는 問題에 着면하고 있다. 컴퓨터가 처리해야 할 프로그램의 경우, 예를 들어, 쉽사리 이해할 수 없는 일련의 記號보다는 單語 혹은 記憶法과 같이 수 많은 情報를 이용하는 것이 한결 쉬울 것이다. 그래서, “컴퓨터”言語의 研究는 두가지 方向에서 이루어진다. 첫째, 單語를 文法的으로 옹고 意味있는 內容으로 연결하므로써, 諸規則과 原理를 발견하기 위해서 自然言語를 調査하고, 둘째로 理解하는데 있어서 自然言語에 가까운 要因이 命을 처리하는 機械를 인식할 수 있는 人工言語를 綜合하는 方向에서 이루어진다. 이러한 自然言語와 人工言語의 研究는 여러 分野의 專門家들에게 흥미를 주고 있는 數學者와 論理學者의 協助를 받는 言語學者는 自然言語를 形式化하며, 電子工學者와 數學者는 프로그래밍 言語를 구성한다. 人工言語가 自然言語의 構造를 형성하고 自然言語에 대한 模型이 매우 명확해질 경우에 交叉型(cross overs)이 發生하는 것이다.

현재 다양한 컴퓨터시스템의 目標를 수행하기 위해서 많은 人工言語가 이용되어 오고 있다. 이 컴퓨터시스템은 6種類로 分類된다.⁹⁾

(1) 範圍 프로그래밍과 監視管理 시스템

이 시스템은 복잡한 間接管理業務를 포함해서 복잡한 프로그램을 조정하는 컴퓨터의 動力과 可撓性을 개발하는데 그 目的이 있다.

(2) 機能시스템

6) Maj. Gen. Earl C. Hedlund. Aircraft Integrated Data Systems. *Air University Review*. Vol.16, No.5, July-August 1965, pp.72-77.

7) H. Thayne Johnson. *The Electronic Properties Information Center*. Hughes Aircraft Co., Culver City, California, Spring 1964.

8) Patricia T. Sievers and Paul J. Fasana. *Automated Routines in Technical Servies*. Air Force Cambridge Research Laboratories, February 1964.

9) *Advanced Programming Developments: A Survey*. Directorate of Computers, Electronic Systems Division, and Computer Associates, Inc. Wakefield, Massachusetts, February 1965.

機能시스템에 있어서 言語는 특수한 應用, 예를 들면, USSTRICOM Interim Command and Control System 에 이용되는 COLINGO(Compile On-Line and GO)와 같은 특수한 目的을 지닌 시스템을 말한다.

(3) 人間-機械接續시스템

人間-機械의 相互作用을 촉진시키는 言語는 情報處理의 새로운 次元을 시스템으로 포함시키거나 특수한 問題를 간결하게 표현하는 역할을 한다. 예를 들어, SKETCHPAD에 의해서, 情報를 사실 그대로 나타내는 브라운관은 人間과 機械의 接續이라든지, 人力에 이용하는 電光펜을 들 수 있다. 그리고 JOSS(Johnniac Open Shop System)은 대량의 記憶容量을 필요치 않는 數學問題를 신속하게 해결할 目的으로 설계되었다.

(4) 專用프로그램밍 시스템

專用言語는 특수한 問題에 대해서 주의깊게 도입된다. SKETCHPAD가 다양한 圖解問題에 이용되기 때문에, STRESS(Structual Engineering Systems Slover)가 설계되었다.

(5) 時配分 시스템

이 시스템은 많은 利用者를 中央컴퓨터 施設에 접근시키는 單獨適用(application-independent)이다. 이 시스템은 經驗이 거의 없는 利用者프로그램을 효과적으로 계획할 수 있는 監視管理 프로그램이 필요하다. Project MAC에서 실시하는 CTSS(Compatible Time Sharing System)의 프로그램과 監視管理 시스템은 전통적인 묶음처리(batch processing)의 조정은 물론, 모든 利用자가 이용할 수 있는 여러가지 言語, 즉 FAP, FORTRAN, MAD, COMIT, LISP, STRESS 등의 言語로 구성된 프로그램을 이용할 수 있다.

(6) 一般데이터管理 시스템

(第Ⅵ項, 管理 및 指令시스템을 참조)

아직도 모든 言語學의 分野가 더 研究되어야 하므로 自然言語에 대한 模型의 構成은 여전히 시급한 問題로 남아 있다. 言語學이란 言語의 單位와 構造와 관련될 뿐만 아니라, 音聲學, 音韻論, 形態論, 악센트, 構文論, 意味論, 一般理論文法, 그리고 文章과 活法과도 관련된다. 自然言語를 컴퓨터로 처리하기 위한 研究의 경우에는 口語體와 印刷體로 된 自然言語를 조정하고, 言語의 形態를 變換시키고, 翻譯할 수 있는 模型과 方法을 개발해야 한다. 言語의 構造를 기반으로 한 模型構成(model building)에 관한 많은 研究가 발표되고 있다.¹⁰⁾ 그러나 文法的으로 정확한 文章을 生成하는 原理가 반드시 語義의으로 의미있는 文章을 生成하지 못한다. 현재 진행중에 있는 機械翻譯은 單語적 짓기 놀이(word-matching game)로서, 大辭典에서 기본적인 單語를 선정한다.¹¹⁾ 構文에, 相關 研究가 결코

완벽하지 못하기 때문에, 言語의 語義나 意味가 더욱 강조되는 것이다. 語義分析은 적당한 分析이 지름길이 될 수 있지만 單語와 文章間의 廣범위한 調査 研究가 필요한 것이다.¹²⁾

機械로는 人間만큼 自然言語를 처리할 수 없을 것이라는 懷疑論은 적당한 評이라고 볼 수 없다. 복잡한 일을 수행하는 다른 研究의 경우와 마찬가지로 이 경우에 있어서도, 人爲의인 人間機械를 만드는 것이 아니라 機械로 처리될 수 있는 情報處理運營을 밝히는 것이 그 目的인 것이다. 만일 機械가 翻譯, 抄錄, 索引, 그리고 口語體로부터 記錄形態로 생산되는 많은 量의 文獻을 처리할 수 있을 경우, 오늘날 남아있는 自然言語의 問題는 여러 면에서 해결될 수 있다. 記錄으로 나타난 情報는 可視的이므로 人間은 마음 놓고 많은 時間을 著作에 소모하게 되는 것이다. 그러기 때문에 機械가 思考하는 人造人間이 되는 것은 불가능하기 때문에, 가능한 포기하지 말고 최선으로 機械化를 이룩해야 한다.

V. 人間機械接續

부분적이긴 하지만, 言語의 프로그램밍은 工學者, 心理學者, 生理學者, 數學者, 司書 등 자신들의 問題를 충분히 해명할 수 없는 프로그래머 보다는 오히려 직접 컴퓨터를 가지고 해결하려고 하는 關係者들의 要求를 충족시켜오고 있다. 機械利用度의 증가와 온라인(on-line)實驗의 可能性이 人間으로 하여금 機械를 접촉할 수 있는 용이한 節次와 裝置를 요구하고 있다. 더구나, 指令과 統制, 그리고 기타의 軍事作戰을 수행하는데 있어서, 人間과 機械의 온라인(on-line)相互作用이 중요시되고 있다.

효율적인 人間機械接續을 설계하는데에는 기본적으로 두가지 要因을 이해하여야 한다. 첫째는, 人間の 機械利用法의 最適化이고, 둘째는 人間에게 最適으로 이용될 수 있는 機械의 設計方法인 것이다. 이들을 이해하려면 무엇보다 人間行動을 分析하는 것이 필요하다. 人間은 日常業務를 수행함에 있어서 지루함을 느낀다는 것은 주지된 사실이다. 어떤 사람은 전반

10) National Science Foundation. *Current Research and Development in Scientific Documentation*. No. 13, November 1964.
11) Arthur D. Little, Inc. *An Evaluation of Machine-Aided Translation Activities at F.T.D.* Cambridge, Massachusetts, May 1965.
12) Paul L. Garvin, ed. *Natural Language and the Computer*. McGraw-Hill, 1963. Noam Chomsky. *Aspects of the Theory of Syntax*. Massachusetts Institute of Technology Press, 1965.

(Keyboards)에 정통하는가 하면, 다른 사람은 그림에 능숙하다. 어떤 사람은 問題를 圖式化하고 數式으로 푸는가 하면, 다른 사람은 單語와 作圖를 이용한다. 그리고 어떤 사람은 問題를 처음부터 끝까지 해결하기를 좋아하는가 하면, 다른 사람은 묶음처리(batch-process)를 좋아한다. 人間은 여러 機械를 이용하여 情報를 인식하고 생성한다. 學習과 反應을 유발하는 刺戟은 다양하다. 意思決定도 個人專用이다. 人間遂行에 나타나는 變因을 관측하고, 行動패턴을 調査하고, 評價할 實驗을 設計하고 적합한 機械統合의 必要性을 詳述하는 것이 機械分野에서 종사하는 사람들의 課題인 것이다.

人間機械接續에 관한 DOD의 研究計劃중에서 가장 유명하게 알려진 것은 Massachusetts Institute of Technology의 Project MAC이다. MAC는 이 計劃의 주요한 目標을 나타내는 Machine-Aided Cognition과 Multiple-Access Computer의 略字이다. DOD의 所長, Robert Fano博士에 의하면, 이 計劃의 基本目標은, “컴퓨터”의 온라인(on-line)을 利用하므로써 개인인 頭腦作業을 補助할 수 있는 새로운 方法을 實驗調査하는 데 있다...”라고 하면서, 다음과 같이 덧붙였다.

人間은 人間과 機械가 지니고 있는 最善의 能力을 제공하는 現實의 對話形態로 人間과 컴퓨터 시스템 間의 相互協力이 가능한 것으로 기대한다. 이처럼, DOD의 基本的인 研究要因은 大衆에게 손쉽게 접근되어, 그들의 개인적인 要求를 실제로 反應해주는 大單位의 컴퓨터 시스템을 점진적으로 개발하는 것이다. 이 중, MAC컴퓨터 시스템이 그 개발의 第1 段階인 것이다.¹³⁾

人間과 機械에 관한 많은 問題가 MAC와 the Computation Centers of Carnegie Institute of Technology 와 Stanford University 등, 몇몇 研究所에서 연구중에 있다. 예를 들면, 人間은 工學設計, 敎育, 情報檢索, 醫學, 物理學, 經營學과 같은 分野에서 問題를 어떻게 해결하는가? 情報은 어떻게 전달하는가? 信號는 어떻게 조사하는가? 意思決定은 어떻게 하는가? 指令은 어떻게 수행하는가? 하드웨어의 경우, 테이프 打字機, 電話機, 텔레비전, 圖形作成器(plotters), 그리고 遠隔操作盤(remote consoles)와 같은 裝備가 어떻게 훌륭하게 이용될 수 있는가? 이러한 實驗室의 經驗이 증대함에 따라, 키세트(key sets), 電光판타블렛, 信號生成器, 그리고 여러 컴퓨터와 週邊하드웨어의 連絡部와 같은 專用裝置가 機械化되고 있다.

그러나, 問題解決이 비록 副産物일지라도, 이러한

研究는 근본적으로 問題解決方向으로 이루어지지 않고 있음이 강조되어야 한다. 이 段階에서, 人間의 認識處理過程의 調査와 이러한 認識處理가 복잡한 컴퓨터 시스템에 의해서 어떻게 보강될 수 있는지를 중점적으로 연구되어야 한다. 個人과 集團의 構成員을 막론하고 人間을 대상으로 하는 實驗이 계속 진행되고 있다. 컴퓨터補助實驗에 의해서 人間과 機械의 關係뿐만 아니라, 人間과 人間의 關係가 입증되고 있다. 大規模集團組織을 研究하는 경우에는, 兵站支援, 情報傳達, 그리고 복잡한 生産問題가 요구되는 運營에 관한 시뮬레이션은 그러한 大規模集團組織을 구성하고, 設計段階에 있는 다양한 人間과 機械의 接續을 입증하는데 유용된다.¹⁴⁾

컴퓨터의 가장 중요한 하나의 貢獻은 問題解決의 分析의 研究에 관한 人間의 認識 增大였다. 問題解決에 있어서 각 기본적인 段階는 人間과 機械의 가장 유용한 接續을 提供할 수 있도록 충분히 立證되어야 한다. Oliver Selfridge와 같은 “컴퓨터專門家”들은 目標을 設定하고, 認識하고 決定하는데 있어서는 컴퓨터가 人間을 代行하지 못할 것으로 전망하고 있다.¹⁵⁾ Selfridge는 자신의 決定보다는 손쉽게 컴퓨터로 생성되는 決定을 수용하므로써 처리되는 業務의 質을 저하시키는 것이 自動化가 아님을 경고하고 있다. “指令者는 컴퓨터가 자신의 意見과 일치하든지 다른지간에 책임자임을 알게 될 것이다.”

이 研究의 基本目的은 시스템 設定方法을 찾아내는 것이다. 컴퓨터를 접근할 수 있는 資質을 향상시키고, 많은 研究家들에게 컴퓨터를 접근시키는 것이 오늘의 課題인 것이다. 人間이 점점 자신에게 유용한 많은 데이터를 축적하고 새로운 하드웨어 형태를 이용함에 따라 人間은 問題解決을 위한 새로운 方法을 개발하게 될 것이다. 또한 人間은 데이터를 入手하고, 蓄積하고, 處理할 수 있는 새로운 接近法도 개발할 것이다. 그렇게 되면, 따라서 “情報”를 구성하고 있는 基本概念도 수정되어 명확하게 밝혀질 것이다. 아마도 機械를 연구하는 人間의 유익한 效果로 말미암아, 人間이 하고 싶고 알고 싶은 事項을 機械가 정확하게 代行할 것이다.

13) Excerpt from Robert M. Fano's Preface in "Project MAC, Progress to July 1964." Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1965.

14) Beatrice Rome and Sydney Rome. "Programming the Bureaucratic Computer," *IEEE Spectrum*. Vol. 1, No.12, December 1964, pp.72-92.

15) O.G. Selfridge, "Description of Complex Systems," *Proceedings of a NATO and SHAPE Technical Center Conference on Analysis and Evaluation of Command and Control Systems*, Paris, 16-20 November, 1964, pp.102-20.

V. 知能體系와 새로운 數學

Marvin Minsky는 “人工知能”을 단순한 “機械를 知的으로 行動하게 하는 問題”라고 정의하였다.¹⁶⁾ 神人同形論的인 暗示는 人間의 知能行態에 관한 定義인 것이다. 用語를 定義하지 않고서도, 누구든지 讀者가 知識人이며, 知能行態를 구성하고 있는 자기나름대로의 몇 가지 定義를 가지고 있음을 확인하게 될 것이다. 知能行態를 分析하는 것은 古代의 主題였고, 현재에는 心理學, 精神醫學, 神經生理學, 그리고 教育分野의 主題가 되고 있다. 오늘날과 같은 컴퓨터時代에는 컴퓨터界에 物理學者, 電子工學者, 産業工學者, 數學者, 論理學者, 哲學者, 그리고 言語學者가 포함된다. 다시 말해서, 이것은 人間의 知能行態에는 獨단적인 定義가 정립될 수 없으며, 人間의 知能行態에 관한 研究方法도 여러가지이며, 知能行態를 이해하는데에도 여러가지 目的이 있음을 시사하고 있는 것이다.

人工知能의 측면에서 볼 때, 知能行態란 問題解決行態라고 볼 수 있다. 그런데 이 知能行態가 너무 단순하다는 概念을 막기위해서, 여기에는 페턴認識, 探究, 學習, 그리고 計劃에 관련되는 모든 發見, 認識, 整合(matching), 그리고 判斷過程이 포함되는 경향이 있다.¹⁷⁾ 이 分野에 관해서 연구된 文獻이 選集, 會議錄 및 報告書¹⁸⁾ 형식으로 많이 발행되어 있지만, 그 중에서 간략하지만 대표적인 分析은 Minsky의 “Steps Toward Artificial Intelligence”를 꼽을 수 있다. Minsky는 지금까지 발표된 文獻에 관해서, “아직도 중요한 問題는 일반적으로 인식되지 못했을 뿐만 아니라, 거론되지도 않고 있다.”라고 일축하고 있다.¹⁹⁾ 筆者의 견해로는 그의 評이 너무 지나친 것으로 생각되나, 知能行態의 起源을 강조하고 있는 것이라고 믿는다.

問題解決行態는 問題를 認識하여 分析하고, 問題解決을 위한 節次를 決定하고, 問題解決에 필요한 道具(方法)와 情報를 蒐集하여 問題解決을 위해서 節次와 蒐集된 資料를 連結하고, 앞으로 參考될 만한 이러한 活動에 필요한 抄錄版(abstracted version)을 蓄積하는 過程을 말한다. 이 말은 지나치게 간단하게 요약된 것이다. 이처럼 問題는 인식될 때까지는 問題가 아닌 것이다. 일단 認識이 되면 問題는 쉽사리 서로 獨단적이고 公식화된 要因으로 분리될 수 없다. 構成自體가 빈약한 問題는 습관적인 節次와 쓸모없는 資料蒐集을 통해서 해결될 수 있다. 이러한 습관적인 節次와 쓸모없는 資料蒐集으로서 어떠한 解決(즉, 問題에 대한 結果 혹은 反應)도 실제로 얻을 수 없다. 그리고 問題解決接近法이 그르다는 것을 제외하고는 아무것도 얻을

것이 없게 된다. 불충분한 問題解決行態는 항상 人間속에서 발생되고 있다. 人工知能의 研究는 自我改善方法으로서 人工知能自體로 饋還되고 있을 뿐만 아니라 知能機械(컴퓨터)와 시스템을 구성하는데 필요한 것에 관해서 증부되는 分野도 제시하고 있다. 人工知能의 研究는 人間에게 人間知能行態와 효율적인 組織構成과의 差異點을 구별하게 해준다.

최근에 Henry Eyring은, “科學은 恐怖와 快樂을 제공하는 롤러·코우스터(roller coaster)와 같다.”²⁰⁾라고 말했다. 오늘날 이 分野(科學)에 있어서 未來의 方向을 설명하기란 어려운 것이다. 人工知能에 관한 研究가 이미 商業運營에 있어서의 生産과 質의 改善을 위한 方法을 제시하였다. 人工知能은 自動式 文字認識器와 그래프 圖形作成器를 생산하였고, 현재는 信號分析器와 音響綜合器를 제공하고 있으며, 學習過程과 효과적인 傳達過程을 自動化하고 改善하고 있다. 人工知能의 自的은 人間에게 能力, 思考力 그리고 創造力을 자극하게 될 道具(方法)를 제공하는데 있다. 그리고 人間이 物理學上으로 접근할 수 없는 불리한 環境을 탐색하게 될 센서(sensors)를 구성하는데에도 그 目的이 있는 것이다. 그리고 事故와 自然의 不運과 증대하는 人間의 感覺能力을 극복하기 위해서, 실제로 生物學的 시스템과 相互作用하는 補缺裝置(prosthetic devices)를 설치하는 것도 그 目的이라 할 수 있다.

컴퓨터科學은 아직도 初期段階에 있다. 더욱이 Von Neumann은 機械가 人間과 人間의 神經系와 같은 情報處理能力을 갖추는데 필요하게 될 數學的 내지 論理的

16) Marvin, Minsky, “A Selected Descriptor-Indexed Bibliography to the Literature on Artificial Intelligence,” in *Computers and Thought*, ed. Edward A. Feigenbaum and Julian Feldman. McGraw-Hill Book Co., 1963, p.453.

17) Marvin, Minsky. “Steps Toward Artificial Intelligence,” in *Proceedings of the IRE*. Vol.109, January 1961, pp.8-30.

18) Two early proceedings: *Cybernetics: Circular, Casual, and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems*, ed. Heinz v. Forester, Margaret Mead, and Hans L. Teuber. New York: Josiah Macy Jr. Foundation. 1950, 1951, 1952, 1953, and 1955.

Automata Studies, ed. C.E. Shannon and J. McCarthy, *Annals of Mathematics Studies*. No.34, Princeton University Press, 1956.

Two Anthologies: *Information Proceeding in Neurons and Small Nets*, ed. Anatol Rapoport and William J. Horvath. University of Michigan, December 1960. *Computers and Thoughts*, ed. Edward A. Feigenbaum and Julian Feldman, McGraw-Hill Book Co., 1963.

19) *Computers and Thoughts*. p.454.

20) Henry Eyring. “This Changing World,” *AAAS Bulletin*. Vol.10, No.3. September 1965.

構造를 서술할 새로운 數學이 필요할 것이라고 강력하게 주장하고 있다.²¹⁾ 오늘날 自動化를 기술하는데에는 代數 및 數理論概念이 필요하다. 演算理論, 즉 가장 강력한 自動化에 의해서 計算될 수 있는 것이 어떠한 問題인지를 연구하는 것도 필요해지고 있다.²²⁾ 그런데 生物學的의 시스템에 대한 數學의 役割을 Michael Arbib는 “오늘날 學者들은 物理學者들이 연구하는 시스템과는 매우 상이한 시스템을 記述하기 위해서 物理數學을 주장하고 있다. 人間の 頭腦를 연구하려면, 微分學과 다른 演算法 보다는 근본적으로 오늘날의 數學과 다른 새로운 數學을 개발해야 한다.”²³⁾라고 말했다. 반면, 人間은 아직도 頭腦, 神經系, 그리고 行動構造를 이해하기에는 요원하다.²⁴⁾ 동시에, 프로그래밍理論, 機械理論, 그리고 言語理論이 해결해야 할 問題의 構造와 機械를 조립할 수 있는 새로운 하드웨어에 대한 設計와 構成이 개발되고 있다. 演算處理器와 大量의 데이터를 축적하는 問題가 n生成(n-th generation) 컴퓨터를 만드는 第1段階인 것 같다.²⁵⁾ 앞으로도 人工知能은 여러 分野에서 얻어진 結果를 바탕으로 점진적으로 발달될 것이다.

VI. 管理시스템과 指令시스템

情報科學에서 이루어진 많은 研究가 오늘날의 管理 및 指令시스템과 未來시스템에 대한 原型으로 이용되고 있다. 예를 들면, 컴퓨터의 登場으로 管理시스템이 체험한 例는 空軍의 경우를 들 수 있다. 空軍의 컴퓨터施設의 약 70%가 人員選定, 記錄保存, 供給在庫調查, 財政現況과 財政豫算, 意思決定支援, 프로그램管理, 그리고 品質管理와 같은 運營에 이용되고 있다.²⁶⁾ 재래식 藏書保存法이 指令과 統制시스템처럼 새로운 方法의 개발에도 전망하고 있다.

管理시스템과 指令시스템은 類似性이 많다. 兩者는 大量의 데이터·베이스를 이용하며, 데이터의 認識, 編輯, 再組織, 그리고 最新化의 問題, 다양한 파일에 대한 신속한 接近問題, 컴퓨터裝置로부터 遠거리에 있는 스테이션(stations)에 나타나는 디스플레이(display)를 포함한 다양한 形態의 出力問題, 그리고 人力과 出力用온라인(on-line)시스템과 相互作用할 수 있는 利用者의 能力問題에 직면해 있는 것이다.

최근에 ADAM(Advanced Data Management)이라고 불리는 原型은 온라인(on-line), 實時間(real-time)多接近 情報處理 시스템의 類型을 예상한 일반화된 프로그램으로 이루어진 시스템이다.²⁷⁾ COLINGO와 473 L 시스템(USAF의 資料를 管理하기 위해서 設計되었음)은 다양한 데이터·베이스를 처리하는데 있어서 可

撓性을 수립한 指令 및 統制시스템의 例이다. 473L 시스템은 많은 時間을 분담한 利用者 操作盤, 遠隔入力과 出力, 優先順位 評價와 自動介入中斷, 그리고 演算動作과 演習動作의 差異와 같은 能力이 포함되도록 설계되어 있다.²⁸⁾ Vigicon이라고 불리는 유명한 시스템은 여러 형태의 커뮤니케이션과 데이터處理裝置를 포함한 여러가지의 入力로부터 데이터를 수용하며, 축적된 雜誌로부터 자동으로 선택한 슬라이드, 즉 圖表, 0字數字, 그리고 記號와 같은 行映像(line images), 순간적인 벡터위치(vector position)을 나타내는 力動的인 追跡(trace)에 의해서 統計圖表를 계획할 수 있다.²⁹⁾ Vigicon은 實時間과 原色の 情報를 표현할 수 있다. 地上미사일飛行에 대한 閉루우프 制御(closed-loop control)를 목적으로 설계된 White Sands Missile Range (WSMR)와 遠隔測定術資料送信과 다양한 局部放射센서(local radiation sensors)로부터 데이터를 追跡하기 위해서 計劃된 이 Vigicon시스템은 앞으로 온라인(on-line)과 오프라인(off-line)處理를 위해서 多重 프로그램과 多重處理裝置가 구비된 컴퓨터를 이용하게 될 것이다. 그러나 분명히 말해서 “가장 어려운 設計問題의 하나는 이 컴퓨터를 효과적으로 이용할 수 있는 距離制御器(range controllers)를 발명하는 일이다.”³⁰⁾

管理시스템과 指令시스템에 응용해 될 수 있는 言語와 하드웨어에 대한 프로그래밍은 충분한 발전이 있을

- 21) John von Neumann. *The Computer and the Brain*. New Haven: Yale University Press, 1958.
- 22) C.C. Elgot et al. "Mathematical Automata Theory: Vol.1, Finite Automata; Vol.2, Global Models and Computability Theory." New York: Thomas J. Watson Research Center, IBM, May 1965.
- 23) Michael A. Arbib. "A Few Comments on the Role of Mathematics and Computers," *Neurosciences Research Program Bulletin*. Vol.3, No.2, 1965, pp. 45-47.
- 24) *Brain Mechanisms and Learning*. ed. A. Fessard, R.W. Gerard, and J. Konorski. Proceedings of a Symposium, Montevideo, Uruguay, 2-8 August 1959, Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1961.
- 25) R.H. Fuller, R.M. Bird, and R.M. Worthy. "Study of Associative Processing Techniques," General Precision, Inc., Glendale, California, August 1965.
- 26) AF Policy Letter for Commanders. 15 August, 1965.
- 27) "Advanced Programming Developments: A Survey," pp.83-88.
- 28) *Ibid.*, pp.27-51.
- 29) Charles D. LaFond. "Flexible Display System Gaining Users," *Missile and Rockets*. Vol.17, No.13, 27 September 1965, pp.36-37.
- 30) Rex Pay. "WSMR Consolidating Control Center," *Missiles and Rockets*. Vol.16, No.5, 1 February, 1965, pp.32-34.

것으로 보이는데, 예를 들어, 수 많은 데이터·베이스로부터 制御器에 필요한 情報를 適時에 제공하기 위한 WSMR의 개발은 市場에서 보기드문 개발의 實例인 것이다. 이 研究의 核心은 情報處理이므로, 問題의 一部는 데이터·베이스를 分析하고 필요없는 데이터는 省略하므로써 解決될 수 있다. 그러나 한 目的에는 필요치 않은 데이터가 다른 目的에는 필요할 가능성이 있기 때문에, 필요치 않은 데이터를 省略한다는 것은 좀처럼 쉬운 일이 아니다. 다른 問題는 하드웨어를 새로이 개발하므로써 解決될 수 있을 것이다. 그러나, 어려움을 줄 소프트웨어의 分野는 시스템속에 知能을 주입시키고 있다. 시스템이란 過去의 經驗을 이용하여 制御器에 필요한 情報를 精確하게 예측하고 선택하여 未來의 要求를 예상할 수 있어야 한다. 시스템은 일련의 事件보다 많은 것을 學習해야 할 것이고, 意思決定者, 經營者, 指令者, 그리고 計劃家가 지녀야 할 反應을 生成하려면, 현재 보다는 데이터를 評價하고 內的으로는 高度로 데이터를 결합하고 比較할 수 있어야 할 것이다.

소위 “게임놀이”는 모델작성(modeling)을 예측하는 方法을 示唆해 준다. 장기놀이에 대한 Samuel의 體験的 技法을 이용해서 체퍼온으로부터 게임용 이기기에 충분한 프로그램을 작성하고 있다.³¹⁾ 體験的 프로그램은 機動演習에서 부터 技術計劃에 이르기까지 여러 分野에 적용될 수 있다.³²⁾ 또 다른 研究方向은 歸納法, 특히 불완전한 細目으로부터 規則이나 一般概念을 公式化하는 것이다. Shannon은 媒體의 傳達能力을 측정하였다. 따라서, 測定이란 傳達內容(message)의 語義 能力과 情報內容을 파악하는데 필요한 것이다.

Ⅶ. 結 言

情報科學은 數學이나 化學의 경우처럼, 單一研究分野의 學問이 아니다. 情報科學은 知識에 대한 人間의 광범한 好奇心 즉, 오늘날 人間을 사로잡은 데이터에 대한 人間의 趣味에서부터, 人間이 環境에 대해서 機能은 어떻게 발휘하며 어떻게 相互作用하고 있으며, 또 어떻게 相互作用할 수 있는지를 좀 더 자세하게 알고 싶어하는 人間의 慾望에서 발생되었다. 情報科學의 일부분은 컴퓨터의 登場과 관련된 活動의 發露를 종합하고, McCulloch-Pitt의 “Logical Calculus,”³³⁾ Norbert Wiener의 “Cybernetics,”³⁴⁾ Macy會議錄,³⁵⁾ Princeton 大學校의 年鑑 第34號인 *Automata Studies*³⁶⁾와 같은 文獻에서 종합된 思想에서 유래하고 있다. 情報科學은 情報處理에 관한 知識의 體系化를 연구하는 모든 學問의 橋樑이다.

최근에 와서는, 情報科學에 대한 教科課程이 공동으로 개발되고 있다. 教科課程에 대한 훌륭한 研究報告書는 1965年 9월에 Association for Computing Machinery의 教科課程委員會가 발표한 것이었다.³⁷⁾ 각 大學校에서는 “컴퓨터科學,” “通信科學,” “情報科學,” 등의 명칭으로 教科課程을 작성하고 있다. 이러한 動向은 情報科學分野에 있어서 타당한 形式教育의 始發로서 뿐만 아니라, 本稿에서 언급된 여러 活動에 利益을 줄 수 있는 刺戟物로서도 중요한 사실이다.

“人間은 思考없이는 存在할 수 없다.”라고 Arnold Hottinger는 말했다. 人間이 취하는 모든 段階는 의식적인 의식적인 것이 아닐 경우에는, 최소한 無意識 혹은 潛在意識에 의해서 이루어진다.³⁸⁾ 앞으로 情報科學은 우리 世代를 위해서 중요한 아이디어를 제공할 것이다. 그리고 情報科學은 우리 世代의 產物이기 때문에, 다음 世代에는 현재 우리가 상상할 수 없는 人間自由(human freedom)와 生産力을 제공할 수 있을 것으로 전망된다.

- 31) A.L. Samuel. “Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers,” *IBM Journal of Research and Development*. Vol.3, No.3, 1959, pp. 210-29.
- 32) Morris Rubinoff et al. “The Evaluation of Techniques and Devices as Applied to Problem Solving.” University of Pennsylvania. February 1965.
- 33) Warren S. McCulloch and Walter Pitts. “A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity,” *Bulletin of Mathematical Biophysics*. Vol.4, December 1943, pp.115-33.
- 34) Norbert Wiener. *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and Machine*. MIT Press, 1948, 1961.
- 35) Foerster, Mead, and Teuber, *op. cit.*
- 36) *Annals of Mathematics*(註 18을 참조할 것)
- 37) “An Undergraduate Program in Computer Science-Preliminary Recommendations,” *Communications of the ACM* Vol.8, No. 9, September 1965, pp.543-52.
- 38) Arnold Hottinger *The Arabs*. England: Thames & Hudson. 1964.

독서하는 생활속에
 밝아 오는 우리 사회
 독서하는 국민
 발전하는 국가