

컴퓨터技術展望

李 幸 世
亞 洲 工 大

1. 序 論

Computer의 출현으로 공학분야에 일대혁명을 이룩하였으나 이에 못지않게 사회적, 군사적, 국가적 차원에서도 중대 변혁을 초래하게 되었다. 이런 관점에서 先進諸國의 政策 立案者(decision maker)들의 관심을 모았다. 더우기 앞으로의 발전 방향과 정도는 컴퓨터산업 자체만의 문제라기 보다는 國力의 문제라는 점에서 그 귀추가 주목되는 바이다. 그래서 미래의 컴퓨터에 관한 예측, 또는 예견은 정확성이 要求되나, 여기에 개입되는 오차는 또 다른 계획 부정확성을 증가시키므로 더욱 더 정확한 예측을 窮究하게 된다. J.P. Martino가 제안한 기술적 예측¹⁾²⁾이 이용되고, 또 여러가지 미래학적 방법론이 도입되게 되었다. 이렇게 하여 얻어지는 기술적 예측결과는 기획가와 연구자에게 장차 성취 될 것이 무엇이고, 요청되는 점이 무엇인가를 제공함에 있다고 하겠다. 여기 Martino의 Paradox가 생기게 된다. 예측을 근거로 하여 기획하고 발전시킨것이 성공적일 때는 먼저의 예측과는 달라지게 된다는 점이다. 즉 예측은 미래 자체가 아니고, 기획가에게 보여주는 미래의 현재에대한 한 투영이 되는 것이다. 예측법

에는 대표적인 방법 두가지가 있다.

첫째는 탐험적 예치법이다. (Exploratory forecasting)

그것은 현재로부터 미래로 추적하여 가는 방법이라고 말할 수 있겠다.

둘째는 규범적 예치법이다. (Normative forecasting)

이는 미래의 시점에서부터 현재로 다리를 놓아보는 방법이다. 이 방법은 극히 제한된 목적과 범위에만 적용할 수 있는 것이다. 예를들어 Robot를 만들기 위해서는 얼마의 시간이 걸리고, 무슨 기술이 필요한가를 추적해서 몇년에 Robot가 어떤 성능을 가질 것인가를 예치하는 방법이다.

특히 탐험적 방법에는 외삽법(Extrapolation method)과 Delphi 법이 대표적인데 외삽법은 자료가 충분하여 현재의 추세를 미래로 연장하는 방법이고, Delphi법은 관련분야의 전문가들에게 여러가지 질문에 응하도록 하여 종합분석하는 방법이다. R. Turn氏가 美空軍의 Project로 연구한 결과를 이용하여 저술한 Computers in the 1985s을 중심으로 다음의 내용을 소개하고자 한다. Turn氏는 규범적 예치법으로 軍用 Computer를 예치하고, 탐험적예치법으로 汎用 Computer와 주변장치들을 예치한 것이다.

2. Computer Processor

Processor의 data-processing 능력과 융통성은 단어길이 (word length)와 명령어 집합(instruction set)에 기인한다. 단어길이가 꾸준히 길어지는 경향은 부인할 수 없으나 가격에 가장 큰 요인이 되고 있어서 代數論理, data 運用을 효율적으로 하기 위해서는 variable word length가 요청된다. 예를들면 8bit를 기본으로 하여 자연수배하여 사용하는 방법(byte oriented method)이나 6bit를 기본으로 자연수배하는 방식 등이 있겠다. 명령어 집합도 점점 확대되는 경향이 있으며 초등함수와 Microprogramming과 ROM 기억장치를 이용하여 새로운 명령을 정의할 수 있는 융통성을 가지도록 증가된다. LSI 기술의 발달로 인하여 복잡한 Processor의 구성이 subsection으로 용이하게 되었다. 물론 초창기에 지나지 않지만, ILLIAC-IV의 Array processor와 Burroughs B6700의 Multiprocessor는 앞으로 다양하게 구사될 것이다. Array processor는 단일명령어에 의하여 Processing element(P.E)의 배열이 制御되는 방식이며, multiprocessor는 공통기억장치를 여러 Processor가 함께 이용하는 것으로 여러 명령어들과 data들이 동시에 처리되는 방식으로 (1) 독립된 작업을 처리하는 것, (2) 한가지의 작업을 나누어서 하는 것, (3) 복합식이 있다. 또한 부분품 제조기술로 생각 하여 보면,

- (1) Semi conductors
- (2) Magnetic devices
- (3) Cryogenic devices
- (4) Electro-optical devices
- (5) Coherent surface elastic wave 등이 있다

지금까지는 반도체시대라고 할 수 있고, 금후 십년간도 반도체를 능가하는 성능을 가진것은 거의 나타나지 못하게 될 것으로 보나, 그 후에는 상당한 변화가 일어날 것이다.

자성체는 Magnetic bubbles이 기억소자와 논리소자로 등장하지만 속도에 제한이 있고, Superconductive cryogenic device도 20ns정도의 한계속도가 있다.³⁾ 여기에 비해서 현재에도 -200°C 에서 0.01ns 이하의 동작속도를 가지는 Laser가 기대되고⁴⁾ Coherent surface elastic wave⁵⁾의 Piezoelectric generation 및 detection이 100GHz이상에서 성취되었다는 결과 아울러 상온에서 0.05ns를 유지하는 Tunnel diode는 간과할 수 없는 요소들이며, Charge-coupled device (CCD)도 기억소자와 연산소자로 이용될 것이다. 지금까지의 bipolar와 CMOS형 Silicon transistor는 저온 (-100°C)에서 동작하는 Germanium으로 대체될지도 모른다.

3. 기억장치 (memory)

Magnetic core와 Magnetic Plated-Wire와 같은 자기소자는 대용량 RAM으로 계속 사용되었으나, cycle time이 100ns 이하로 줄지는 않을 것이다. 그래서 대용량 고속 Computer의 경우 반도체 기억소자가 이용될 것이고, 1985년 이후에는 bipolar 기억소자가 2ns 정도의 cycle time을 가지게 될 것이 예견되나 전력소모가 많아서 MOS 기억소자가 이용될 것이다. CMOS나 SOS(Silicon on Sapphire) 기억소자가 개발되어 거의 bipolar의 기억소자에 접근한 속도 3~5ns 정도의 cycle time을 가지고, 전력소모는 bit 당 $5 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-7}(w)$ 가 될 것이다. 기본적인 고밀도의 집적도와 방사능에 저항성이

강한 점은 중요한 장점으로, 기후의 극한 상황이 나 방사능에 영향이 적은 Plated wire와 함께 군사용 Computer에 이용될 수 있을 것이다. 표는 미국에서 계획된 1975년 부터 1990년 사이에

개발될 기억장치의 특성이다. 그림은 1971년과 1980년 사이의 기억소자 발전상황을 그린 것이다.⁶⁾

미래의 대용량 기억소자의 특성 (1975~1990)

Type	Capacity (bits)	Random-Access Time (sec)	Transfer Rate (Mbits/sec)	Cost/bit (cents)
Magnetic Tape	10^{10}	50	2.5	5×10^{-5}
Magnetic Disk	10^{10}	10^{-2}	15	0.005
Plated wire	10^9	2×10^{-6}	15	0.2
Read/write laser	$10^{11} \sim 10^{13}$	$10^{-7} \sim 10^{-5}$	50	10^{-4}
Bubble memory	10^9	2×10^{-6}	1.5	0.003
Charge-coupled Devices	10^9	5×10^{-7}	6	0.001

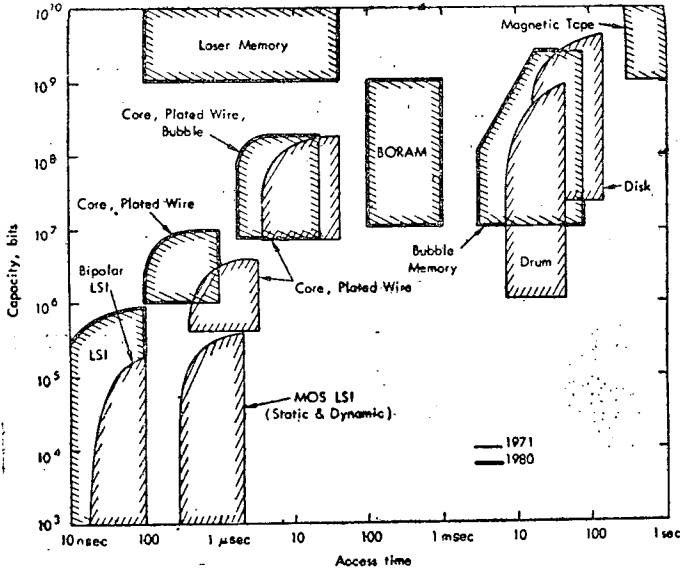


그림 1. Contemporary and projected Mass-Memory Devices.

4. Software와 결부되는 과제

Hardware, Software의 배분에 관한 컴퓨터 경영문제는 중요한 과제로서 예를 들어 飛上 컴퓨터의 경우 floating-point代數는 지금까지 Software에 의해서 제공되었다. 오늘날은 Hardware로 이들 명령어를 제공하고 있으나, 앞으로

는 Microprogram을 저장하는 방식인 Firmware에 의해서 제공 될 것이다. Hardware가 소형화 되고 저렴하여 질수록 더욱 많은 부분의 Software routine들이 Hardware로 대체될 것이다. 그 결과는 복잡한 Hardware로 나타날 것이고, 사용자는 당황하게 될 것이며, 사용자는 System 구조의 상세한 지식 없이도 프로그램 할수 있는 Hardware를 요구하게 될 것이다. 이런 조건을

만족시키는 것을 Transparency라 한다. 거대한 기억장치를 가지고 여러가지 계산과 기능을 함께가지는 Multiprocessor의 경우 Transparency는 아직도 많은 문제가 남아있는 것이다⁷⁾.

Multiprocessor를 이용하는 사용자는 algorithm 쪽에서 Uniprocessor에 익숙하여야 하며, 아울러 동시 병렬계산을 효과적으로 수행하기 위하여서 저장방식에 대하여 일가견을 가져야 하는 것이다. 여기에 요구되는 Transparency를 증대시키기 위하여, 새로운 고급언어를 개발할 필요가 있게된다. 지금까지의 이용자의 고급언어와 기계어사이의 부조화를 시정하여야 할 것이다. 즉 컴퓨터의 구조와 조작기구를 개발하여 번역식의 방식에서 직접 전달 방식으로 언어나 문제를 취급하도록 해결하여야 하겠다. 고급언어 프로그램 문장을 직접처리 할 수 있는 컴퓨터 개발이 요구된다. 컴퓨터에 배선명령어들이 대수적 또는 논리적 고급언어집합과 일대일 대응관계를 유지한다면 Compiler가 불필요하게 되는 것이다. 군사적 목적이나 산업적 목적으로 이용되는 명령제어형 컴퓨터는 복잡한 논리 및 대수계산을 많이 하여야 하면서 신속정확하여야 하므로 Software의 도움없이 직접 컴퓨터에 전달될수 있다는 점은 지극히 요망되는 사항이기도한 것이다. 더우기 계산하기 전에 간단히 디버깅할 수도 있어 편리하게 된다. 또한 직접 수행방식의 고급언어기계는 오늘날의 컴퓨터보다도 덜 복잡하게 될 것이다. 장래의 직접 수행방식의 기계는 오늘날의 ALGOL, JOVIAL, SPL, FORTRAN, PL/1, APL 등의 언어를 모아서 기계명령어 집합으로 가지는 고급언어를 사용할 수도 있어, 지금까지 사용하여 온 언어를 계속 사용할 수 있는 길도 고려 할 수 있을 것이다. real-time으로 人間-컴퓨터의 Interface를 위해

서 고급언어 건축양식은 Transparency를 충분히 제공하도록 설계되어야 함은 말할 나위도 없는 것이다.

5. 비동기형 Module

Hardware의 가격을 저렴하게 하기 위하여서는 Module방식의 컴퓨터 건축법을 개발하여야 하는데, 다음 방식들이 바람직하다.

1) Macromodular Computer System

2) Polysystem

3) Distributed computer system

4) Federated System(마이크로 컴퓨터와 미니 컴퓨터를 터미널로 가지는)

이 Module방식의 설계는 Problem-oriented system을 구성할때 부하의 요구에 따라 용량과 기능을 임의로 증가시킬 수 있어 경제적이다. 표준 Subsystem을 Module로해서 대량생산이 가능한 것이다. 특히 기능면에서 Module화하는 것이 요구된다. 여기에 여러가지 Processor와 Module이 상호간 비동기 방식으로 동작이 가능하게 하는 것은 다음 이유로 중요시 되어야 한다. 첫째 각 Module부분이 독립적으로 동작할 수 있어서 자기 최대 또는 최적 속도를 유지할 수 있고, 둘째 각 Module은 외부적으로 Transparency를 나타낸다. 따라서 비동기 방식의 Module을 사용한 컴퓨터는 어떠한 구조와 보강에도 Interface가 용이하게 된다. 현재로서는 미니 컴퓨터에서 이 방식을 사용하는 정도이다.

6. 데이터 통신

컴퓨터가 많아지고 복잡하여 질수록 이용자는 자연스럽고도 쉽게 사용하기를 희망하며, 단기

간 훈련으로 충분히 사용하기를 희망한다. 여기에 人間—컴퓨터의 효과적인 Interface가 중요한 과제로 등장하는 것이다. 이와같은 요구는 기술적, 경제적 측면에서부터 고려되어, 주로 Hardware를 개선하므로 해결하려고 할 것이나 모든 요구를 만족시키는 방식으로 CPU를 변형시키는 쪽 보다는 터미날을 개발하여 Intelligent Terminal을 사용하는 편으로 발달하고 있으며, 이 방법이 터미날과 Processor사이의 통신을 더욱 신뢰성있고, 저렴하고, 융통성있게 할 수 있도록 해줄 것이다. 앞으로 용량이 크고, 일반적으로 사용되는 전화, 라디오, TV 통신망이 컴퓨터의 Interface용 통신망으로 할애될 것이다. 여기에 음성과 언어의 인식을 가능케 하는 시스템이 개발되고 있으나 아직도 많은 문제점들을 안고 있다. 첫째 계속되는 이야기를 어떻게 구분하느냐 하는 문제이고, 둘째는 자연스럽게 하는 이야기의 논리적 분석이다. 컴퓨터 시스템의 데이터 통신은 다음과 같이 3가지 있다.^{8,9)}

- 1) Terminal—Computer
- 2) Computer—Computer
- 3) Sensor—Computer

이들 통신채널을 지금부터 1985년까지의 발달을 예측하면 다음과 같다.

1) 현재 마이크로파 시스템은 40×10^6 bit/sec의 평균속도로 18,000채널이 가능하나, 앞으로 500×10^6 bit/sec의 평균속도로 30,000채널이 기대된다.

2) 현재 이온층 통신시스템은 250마일까지 240채널, 그리고 24채널은 500마일까지도 가능하다. 앞으로는 280채널이 250마일까지, 100채널이 500마일까지 가능하게 될 것이다.

3) 미터미터파와 광통신 시스템은 지금은 초창기에 있으나, 1980년대에는 동작 가능하게 될

것이며, 미터미터파의 경우는 삼십만에서 육십만 채널이, 광통신(레이저 통신)의 경우 적어도 천만채널이 가능할 것이다.

4) 위성통신의 경우에는 1980년대 초반부터 평장한 통신 채널을 제공할 것이나, 현재는 300에서 10,000 채널 정도이다.

앞으로의 가정과 사무실등에 연결될 가장 단순한 터미날은 케이블 TV(CATV)이고, 쌍방 교신이 가능하게 될 것이다. 40채널 용량의 케이블이 개발 될것이며 TV 채널과 컴퓨터 터미날 채널로 제공될 것이다. 그래서 앞으로의 터미날은 Graphic Terminal이 증가될 것이다. 요즘은 CRT를 사용하나 앞으로는 Solid-State Display Panel이 사용되겠고, Keyboard도 기계식 키대신에 감압식이나 정전식 키로 대체 될 것이다. 앞으로 컴퓨터의 발전방향에 대해서는 물론, 컴퓨터 산업에 대한 진지한 연구가 있기를 기대한다.

References

1. Cetron, M.J., and C. Ralph, Industrial Applications of Technological Forecasting: Its Utilization in R&D Management, Wiley Interscience, New York, 1971.
2. Martino, J.P., Technological Forecasting for Decisionmaking, American Elsevier, New York, 1972.
3. Pritchard, J.P.Jr., "Superconducting Thin-Film Technology and Applications." IEEE. Spectrum vol., 3 No. 5, May, 1966, pp. 46-54.
4. Weitzman, C., "Optical Technologies for Future Computer System Design" Computer Design. Apr. 1970, pp. 169-75.
5. White, R.M., "Surface Elastic Waves." IEEE Proc. vol. 58, No. 8, Aug. 1970, pp.1238-76.
6. Turn, R., Computers in the 1980s, Columbia Univ. Press, New York, 1974.

7. Hobbs, L.C., Parallel Processor systems, Technologies, and Applications, Spartan Books, New York, 1970.
8. Martin, J., Telecommunications and the Computer, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1969.
9. Martin, J., Future Developments in Telecommunications, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1971.
10. Turn, R., Air Force Command and control Information Processing in the 1980's: Trends in Hardware Technology, R-1011, The Rand Corporation, Santa Monica, Calif., Oct. 1972.