

現代를 변화시킨 20대 發明·發見 ⑰

現代科學의 얼굴 - 컴퓨터

파멜라 맥코덕

컴퓨터는 나치의 암호를 풀기 위해 영국에서 처음 개발 되었다. 이제 그것은 암의 화학요법에서 유전탐사에 이르는 광범위한 분야에서 응용되고 있다.



▲앨런 튜링. 그는 2차대전중 콜로서스라는 디지털 컴퓨터를 설계하여 독일의 암호기계인 에니그머의 암호를 해독함으로써 연합국승리에 공헌했다.

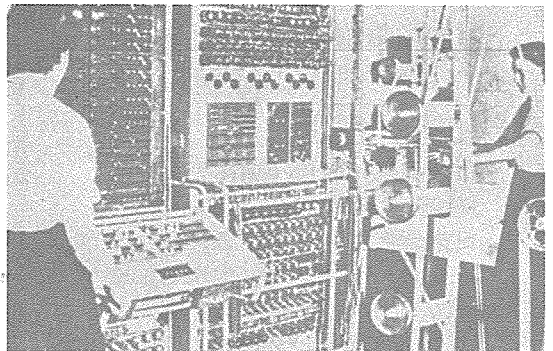
오늘날의 디지털 컴퓨터는 제 2 차 세계 대전 중 전쟁의 수단을 제공하기 위한 기술혁신의 일환으로 미국과 영국에서 태어났다. 당시 영국에서는 앨런 튜링(Alan Turing)이라는 수학자가 나치의 암호기계인 '에니그머'의 암호를 풀기 위해 극비리에 진행 되고 있던 '콜로서스(Colossus : 巨人)'라는 이름의 전자 컴퓨터의 설계를 돕고 있었다. 1943년 12월에 완성된 '콜로서스'는 최초의 디지털형 컴퓨터가 되었다.

그런데 이 컴퓨터는 종래의 컴퓨터가 사용하

던 느리고 시끄러운 전자식 리레이 대신 2천여 개의 진공관을 디지털식 점멸 스위치로 사용했다. 군사 전문가들은 '콜로서스'가 「히틀러」의 패배를 가져 오는데 중추적인 역할을 했다고 말하는 사람들도 있다. 당시 영국군이 '에니그머'가 뱉어내는 것과 거의 같은 속도로 그 암호를 해독하고 있다는 사실을 독일군은 전혀 알고있지 못했다.

'콜로서스' 계획을 둘러싼 보안이 얼마나 철저했던지 최초의 범용전자컴퓨터인 '에니악(Eniac)'을 제작하고 있던 미국의 설계자들은 자기들이 만들 기계가 세계 최초의 컴퓨터가 될 것이라는 자신을 갖고 일을 시작했다. 펜실베이니아대학의 물리학자 J.W. 모클리(John William Mauchly)와 22세의 J. P. 에커트(J. Presper

▼최초의 영국 디지털 컴퓨터 콜로서스. 이 컴퓨터는 독일의 에니그머가 뱉어내는 것과 거의 같은 속도로 암호를 해독했다.



Eckert)라는 엔지니어는 1943년 ‘에니액(ENI-AC=Electronic Numerial Integrator and Computer의 머리글자)’을 제작하기 시작했다.

1945년 가을 테스트에 합격한 ‘에니액’은 다음해인 1946년 2월 가동에 들어가 미육군의 폭탄과 미사일의 탄도계산을 했다. 그런데 종전에는 이 작업을 하기 위해 2백 명이나 되는 사람들이 탁상계산기를 사용했다. ‘에니액’의 1만 7천 4백 68개의 진공관에서 방출하는 열기로 방안의 온도는 화씨 1백 30도(섭씨 50도)로 치솟아 올랐고 고온으로 진공관은 제 수명을 다하지 못했다. 컴퓨터가 고장이 날때마다 여러 팀의 기술자들이 장비의 사이를 누비면서 타버린 진공관의 유리 ‘사체’를 찾아 나섰다. 그러나 이 거대한 기계는 50만달러도 안되는 제작비로 가동을 했으며 탄도계산과 기상예보와 같은 민간

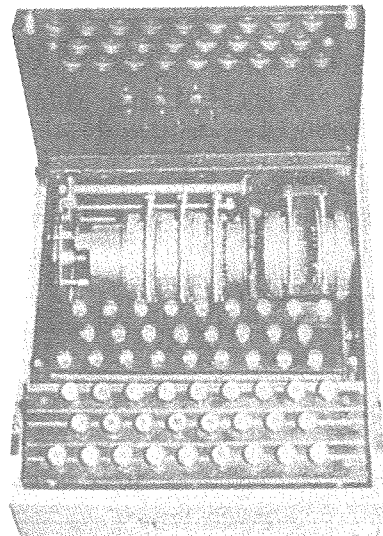
부문의 일까지 하면서 거의 10년을 버티고 나갔다.

‘에니액’이 등장한 이래 40년의 세월이 흐르는 동안 컴퓨터는 개선에 개선을 거듭하면서 커다란 발전을 했다. 그동안 진공관에서 트랜지스터 그리고 비약적으로 밀도를 늘인 집적회로 마이크로프로세서를 거치면서 기억용량은 크게 진보했다.

컴퓨터의 성능은 하드웨어 분야가 크게 개량되자 단순한 숫자의 기호를 넘어서서 복잡한 시각 및 청각신호를 조작하기에 이르렀다. 계산한다는 것은 이로써 설계, 제작공정, 정보수집 등 부호로 나타낼 수 있는 것이라면 어떤 과제라도 옮겨 놓을 수 있게 되었다.

의료분야는 컴퓨터로 옮겨 놓는데 편리한 체계다. 오늘날 흔히 전산화를 통해 의료비를 청구하고 종래 많은 공간을 점유하고 검색하기에 도 어렵게 저장되어 있던 병원기록도 디스플레이에 곧장 불러 낼 수 있게 되었다. 또 장기 이식을 하는데 제공자와 수혜자를 위한 가장 빠른 정보를 제공하는 통신망도 서서히 설치되고 있다. 지리적, 직업적 또는 연령이나 그밖의 특성에 따라 질병이 발생하는 통계도 전염병 예방을 위해 수집·저장되고 있다.

▼에니그머. 독일은 이 암호기를 사용, 유보트에 영국선박 격침지령을 내렸다.



〈1900 - 1919〉

- (1) 플라스틱이 바꾼 세계
- (2) IQ 테스트와 함정
- (3) 아인슈타인의 멋진해
- (4) 혈액형발견이 구제한 숫한 인명
- (5) 수의 재판
- (6) 휴지통에서 나온 진공관
- (7) 식량증산의 길을 튼 잡종옥수수
- (8) 진공소제기에서 揚力을 얻은 현대 항공술

〈1920 - 1939〉

- (9) 산업발전을 떠받친 發明의 수레바퀴
- (10) 제 2의 의학혁명
- (11) 人類의 뿌리를 밝힌 타우의 어린이
- (12) 原子를 깬 이야기
- (13) 宇宙의 始初를 찾다
- (14) DDT가 깨버린 알갱질
- (15) TV時代의 幕을 올린 튜브

〈1940 - 1959〉

- (16) 女性을 解放시킨 避妊劑
- (17) 現代科學의 얼굴 - 컴퓨터
- (18) 精神疾患을 구제한 클로르프로마진
- (19) 20世紀 産業의 쌀, 半導體
- (20) 2 重나사선이 펼친 新世界
- (21) 레이저가 연 光産業



▲최초의 미국 범용전자컴퓨터인 에니악. 이 기계는 1946년 가동되어 미육군의 폭탄과 미사일의 탄도계산을 했다.

컴퓨터가 자료를 수집 분석하는 일은 이미 일상사가 되어버렸으나 이것은 우리의 건강과 복지에 중대한 영향을 주었다. 이것은 또 컴퓨터가 몰고 온 가장 중요한 변화의 하나인 양적인 큰 변화가 질적인 변화를 가져온다는 이른바 물량효과의 법칙을 예시하고 있다.

예컨대 사람들이 승용차를 타기 시작할 때 시속 40마일로 차를 달리는 것은 시속 4마일로 걸어가는 것보다 10배나 더 빠르다는 분명한 사실 이상의 심각한 사회적인 영향을 가져왔다. 또 차로부터 시속 4백마일의 비행기로 옮긴다는 것은 이와 비슷한 질적인 변화를 가져왔다. 마찬가지로 중전에는 전혀 없거나 있어도 한두대 있었던 곳에 컴퓨터가 크게 늘어날 때 사회는 질적인 변화를 하지 않을 수 없게 되는 것이다.

현재 의학분야에서는 눈에 보이지 않는 뒷전에서 변화가 일고 있다. 컴퓨터는 중전에 조수들이 한 때 힘들게 검사하던 여러 가지 검사를 일상일처럼 분석하고 있는 기계는 '피곤' 할 것도 없고 성능이 정교하기 때문에 이와 대치한 인건비보다도 비용이 싸게 먹힐 뿐 아니라 더욱 정확하고 신뢰성도 훨씬 높다. 의사들은 컴퓨터가 분석한 결과와 시험결과를 탁상위의 터미널에서 받아보게 되므로 사람이 일일이 들어오는 것보다 신속하게 자료를 입수할 수 있다.

그러나 의학에 대한 컴퓨터의 응용은 이에 그치지 않는다. 몸의 내부를 침범하지 않는 진단 기술로서 나온 것 중에는 신체내부의 높은 해상

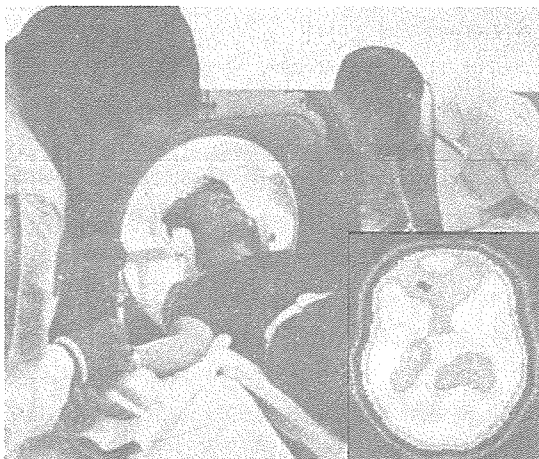
도를 가진 영상이 있다. 어떤 경우에는 환자에게 거의 위험부담을 주지 않고도 장기나 또는 세포의 모양을 깨끗하게 볼 수 있다. 예컨대, 1970년대 초에 도입된 컴퓨터단층촬영장치(CAT 스캐너)는 특히 몸의 부드러운 조직의 '切片'을 영상으로 보여준다.

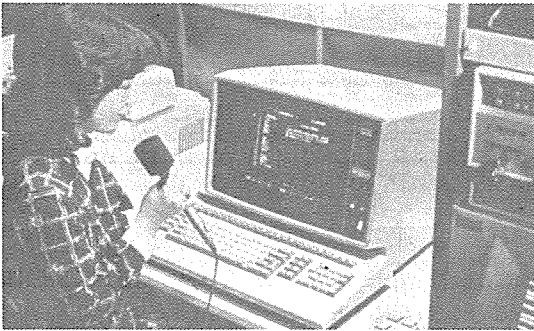
CAT 스캐너는 10년을 사용해오는 가운데 매우 값어치 있는 도구라는 사실이 증명되었다. 그런데 이보다 더 정교한 것들이 발명되었다. 이 중에서 가장 앞선 자기공명(NMR)스캐너는 인체 세포안에서 세포의 건강도를 아는데 가늠자가 되는 나트륨원자의 수준을 보여줄 수 있다.

이리하여 머지않은 장래에 의사이건 기사이건 또는 관리직이건 모든 전문직은 누구나 컴퓨터 작업대를 갖게 될 것이며 또 전문직종의 고객들은 누구나 이런 장비의 사용을 요구할 것이다. 1960년대 초에 등장한 '포트란(Fortran)'³⁾과 '리습(Lisp)'⁴⁾과 같은 고급 프로그래밍 언어를 이용하면 사용자들은 보통 쓰는 영어와 더욱 친근한 모양의 강력한 지시를 기계에 내릴 수 있게 되었다.

이 때 기계는 자동적으로 이 지시를 내부에서 사용하는데, 보다 면밀하고 빠른 언어로 옮긴다. 또 초기의 프로그래밍언어에서 파생한 언어

▼컴퓨터단층촬영기는 환자에게 거의 위험부담을 주지 않고 몸속의 절편을 영상으로 보여준다. 아래 사진은 환자의 뇌의 단층을 촬영한 것으로 정상적인 뇌의 상태를 보여주고 있다.





▲음성을 컴퓨터에 인식시키는 기술이 완성되면 컴퓨터에 직접 육성으로 명령을 할 수 있게 된다.

는 더욱 고속으로 영어에 한층 가까운 것이 되어 전문성에 숙달되지 않은 사람들도 효과적인 프로그래밍을 할 수 있게 되었다. 물론 궁극적인 목표는 자연어로 컴퓨터와 대화하는 것이다. 이것은 스크린 위에 등장하는 기호와 메뉴등 편리한 방편과 함께 컴퓨터를 더욱 쓰기 쉬운 것으로 만들고 있다. 비용을 덜 들이고 소형으로 만들 수 있게 되어 사람이 필요하다고 생각하는 곳이라면 어디에도 마이크로프로세서를 심어 둘 수 있게 될 것이다.

컴퓨터는 기호처리체계로서 기호에 관한 것이 라면 어디든지 움직일 수 있으나 그 중에서도 인간 지능에 가장 집요하게 도전하고 있는 것 같다. 인공지능을 만들려면 우선 지능의 본질 부터 찾아내야 할 필요가 있다. 인지심리학 분야는 컴퓨터의 등장으로 그 양상이 강그러 바뀌었다. 그것은 컴퓨터가 실험도구이자 동시에 발견모델이기 때문이다.

이미 나온 지능에 관한 중요한 개념중의 하나는 E. 파이겐바움(Edward Feigenbaum)⁹⁾, J. 레더버그(Joshua Lederberg)¹⁰⁾, B. 부캐난(Bruce Buchanan) 그리고 이들의 동료들의 연구에 기초를 둔 '엑스퍼트 시스템 (전문가 시스템)'이다. '엑스퍼트 시스템'은 어떤 좁은 특정 분야의 전문가의 행동을 그대로 닮은 프로그램이다. 이 프로그램은 주어진 데이터에 대해 전문가가 하는 논리적인 사고와 추론을 하고 그럴 듯한 결론에 도달하는 것이다. 컴퓨터는 방대한 양의 데이터 속을 고속으로 움직일 능력이

있기 때문에 그에게 가르친 인간 전문가보다 일을 더 훌륭하게 처리하는 일도 있다.

예컨대, 스탠포드 의료센터에 있는 '온코신(Oncocin)'이라는 이름의 '엑스퍼트 시스템'은 의사들이 어떤 종류의 암을 앓고 있는 환자에 대해 어떤 화학요법을 써야 옳을까 바른 처방과 치료법을 가르쳐 주고 있다. 이 컴퓨터는 의사가 도저히 다룰 수 없는 환자에 대한 막대한 양의 변수를 처리하여 논리적으로 생각한 뒤 요법을 권한다. '엑스퍼트 시스템'은 또 광물자원을 탐사하고 컴퓨터 시스템을 설계하는 일도 하고 있다. 그러나 중국적인 '엑스퍼트 시스템'의 개념은 사람과 같이 경험으로부터 배울 수 있는 프로그램을 만드는 것이다. 현재 일본의 제 5세대 프로젝트가 바로 이런 개념을 실천으로 옮기고 있는데 3년전에 시작한 이 사업은 1990년대에는 사용할 수 있는 이런 컴퓨터를 제작한다는 목표를 세우고 있다.

이론면에서 컴퓨터과학은 인간의 지식을 발전 시키는데 이바지해 왔다. 정보는 수량화되고 수학적으로 처리할 수 있게 되었다. 이로써 뜻밖의 통찰을 지적인 행동으로 이끌어 갈 수 있게 된 것이다. 예컨대 M. 레빈(Michael Rabin)은 임의성 또는 우연성이라는 질적인 것을 컴퓨터 이진 사람이건 대접단의 의사결정과정에 도입

▼현재 사용되고 있는 컴퓨터는 제3 5세대 또는제 4세대 컴퓨터라고 부른다. 제 1세대는 진공관, 제 2세대는 트랜지스터, 제 3세대는 IC, 제 3 5세대는 LSI, 제 4세대는 VLSI를 사용한 컴퓨터를 말한다. 제 5세대 컴퓨터개발은 시작되었으며 1990년 실용화를 목표로 하고 있다. 아래 사진은 제 5세대 컴퓨터용으로 개발된 시스템용어의 예.

```

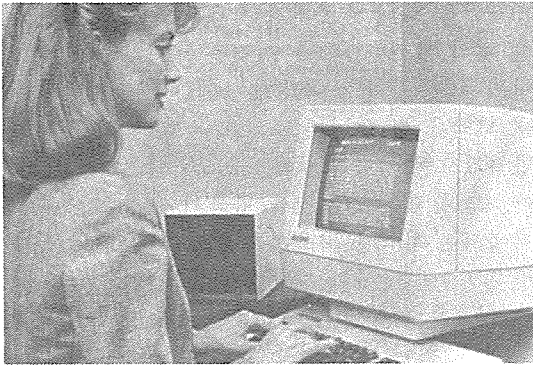
module list_handler is
  %% Operator Bank Declaration
  operator_bank list_operators;

  %% Entry Declarations
  predicate concatenate(left, right, concatenated),
    reverse(original, reversed),
    length(list, length_of_the_list);
  macro X & Y;

  %% Definition Items
  %% Macro "X & Y"
  "(X & Y) = Z when concatenate(X, Y, Z);

  %% Predicate "concatenate"
  concatenate([], X, X);
  concatenate([W:X], Y, [W:(X & Y)]);

  %% Predicate "reverse"
  reverse(X, Y, :- rev(X, Y, []);
  
```



▲퍼스널 컴퓨터. 머지 않은 장래에 의사, 기사, 관리직 등 모든 전문직은 물론 일반가정에서도 컴퓨터를 사용하게 될 것이다.

하면 무질서가 아니라 도리에 맞는 결과를 만들어 낸다는 것을 밝혔다. 이것은 반직관적인 것으로서 놀라운 결과라고 아니할 수 없다. 미래의 컴퓨터 시스템은 여러 대의 퍼스널 컴퓨터의 형태를 취하되 보통 때는 단독으로 기능을 발휘하

지만 저장된 데이터를 함께 나누고 메시지를 교환할 필요가 있을 때는 서로 대화를 함께 할 수 있는 기능을 갖게 될 것으로 전망된다. 이런 경우에 의도적으로 임의성을 조금 부여한다면 질서, 관리, 통합과 같은 목표를 확보하는데 도움이 될지 모른다.

컴퓨터는 너무나 발달하고 다산적인 요소를 내포하고 있어 그 장래를 예측한다는 것은 거의 불가능하다. 우리 생활에서 확실성과 정밀성의 수준은 의료분야의 예에서도 보았듯이 나날이 향상될 것이며 우리의 기대 또한 그럴 것이다. 컴퓨터의 위력은 우리가 복잡한 것을 다루는데 도움을 주는 동시에 이 세상에 더욱 더 복잡한 일을 도입할 것이다. 언어에서 수학에 이르기까지 기호의 시스템은 발전할수록 언제나 우리의 지적인 이해를 가속하고 증대 시켰다. 컴퓨터는 이런 기호처리의 최고 능력자인 것이다.

〈玄源福 譯〉

〈註〉

1) 튜링(Alan Turing, 1912~54) : 영국의 수학자. 케임브리지대학을 나온 뒤 제 2 차 대전중 영국 정부의 요청으로 Oxford 근처 Bletchley Park라는 작은 동내에서 동료과학자들과 독일 최고사령부의 군사암호를 해독하는 기계를 고안, 이 때 독일은 U-boats로 영국선박을 격침하고 있었는데 Enigma라고 불리는 암호기계로 이 격침지령을 보내고 있었다. 튜링은 Colossus 라는 이름의 최초의 디지털 컴퓨터를 설계하여 Enigma의 암호를 곧 풀 수 있게 되어 연합국 승리에 큰 전기를 가져왔다. 전후 그는 Manchester대학의 전산기그룹에 참여했으나 1954년 자살했다.

2) 에니악(ENIAC) : 미국 최초의 전자계산기. 1946년 미육군의 애버딘시사장의 탄도연구용으로 University of Pennsylvania의 J. W. Mauchly와 J. P. Eckert가 계획한 이 컴퓨터는 1만 7천 4백68개의 진공관과 7천 5백개의 릴레이 스위치를 포함하여 무게는 30톤, 1백40킬로와트의 전력을 소비했다.

3) 포트란(FORTAN) : Formula Translation System의 약자. 주로 과학기술용으로 IBM에서 개발된 컴파일러 언어의 일종이다. 컴파일러 언어(compiler language)란 일상어에 가까운 형태로 쓸 수 있는 높은 수준의 프로그래밍 언어이다.

4) 리스프(LISP) : 인공지능을 위한 언어로서 설계되었다. 표현형식이 읽기 어렵다는 비판을 받고 있으나

그 수학적 아름다움에 매력이 있다. 인공지능용 외에도 퍼스널컴퓨터의 새 언어로서도 기대를 모으고 있다.

5) 파이겐바움(Edward Feigenbaum) : Stanford 대학 컴퓨터 과학부 교수. 인공지능 개발에 참여하여 일본의 제 5세대 컴퓨터의 기초를 이루는 지식기반 시스템의 개념을 창출했다.

6) 레더버그(Joshua Lederberg, 1925~) : 미국의 미생물학자. New Jersey주 Montclair태생. Columbia 대학에서 동물학을 배운 뒤 동대학 의학부와 Yale대학 미생물·식물학과에서 배웠다. 1946~47년 E. L. Tatum 밑에서 연구하여 1948년에 학위를 받았다. 1947년 Wisconsin대학의 조교수로 부임, 교수가 됐다. 1957년 동대학에 창설된 의학·유전학과의 주임교수. 1959년 Stanford대학 의학부 유전학과 교수를 거쳐 1962년 Kennedy 분자의학연구소장에 취임. Tatum과 함께 대장균에서 유전자 재결합 현상을 발견(1947). 1951년 N. Zinder와 공동으로 살모넬라균(Salmonella : 병원성 장대세균의 일종으로 발열과 설사를 동반하는 급성 식중독을 일으킴)에서 형질도입 현상을 발견. 이런 업적에 대해 G. W. Beadle과 Tatum과 함께 1958년 노벨생리학상을 받았다.

그는 종전부터 과학적인 사고를 체계화 하는데 컴퓨터를 이용하려고 생각하고 있었으며 Feigenbaum과 C. 제라시와 함께 '엑스퍼트 시스템'을 만들었다.