

제 5 세 대 컴 퓨 터 시 스템 의 기 술 동 향

李 基 式*, 朴 昌 浩**

韓 國 科 學 技 術 院 시 스템 工 學 센 터

責 任 研 究 員 (工 博)*, 研 究 員**

I. 序 論

컴퓨터의 발전 과정에서 보듯이 미국은 hardware / software 개발 기술에서 세계를 주도해 왔으며 현재도 이러한 추세에는 큰 변화가 없다. 다만 일본은 미국이 개발한 컴퓨터 기술을 신속히 도입하고 상품화하여 세계시장에서 상업적인 성공을 거두어 왔다고 볼 수 있는데, 이같이 다른 나라가 개발한 기술을 이용하여 성공한 일본으로서는 이것이 심리적으로 적잖게 부담이 되었다고 할 수 있다. 일본이 대형 컴퓨터의 세계시장에서 경쟁력을 강화하기 위해 FACOM, NEC 시스템등의 자국산 컴퓨터 개발에 주력하고 있을 때인 1970년대 후반기에 IBM은 3033 series의 대형 컴퓨터를 발표하면서 가격마저 내려 시장에 공급하였는데, 부존자원이 빈약하고 기술밖에 믿을 것이 없는 일본으로서는 이에 큰 자극을 받고 한 세대 뛰어넘는 인공지능형의 「제 5 세 대 컴 퓨 터」에 국력을 걸고 독자적으로 개발한다는 정책을 세우게 되었다.

이를 계기로 일본은 통산성(MITI)의 정책적인 주도하에 신세대 컴퓨터 개발에 관한 프로젝트(FGCS)를 주관하는 연구기관인 ICOT(신세대 컴퓨터 기술개발기구)를 1982년 4월에 발족 시켰고 연구기간을 1982년부터 10개년 장기 계획으로 하여 1992년까지 수행하기 위하여 일본 정부예산 4억 5천만불과 일본내 유력기업체(Fujitsu, HITACHI, NEC 등 8개회사)로 부대의 4억불등 8억 5천만불을 총투자하여 본격적인 제 5 세 대 컴 퓨 터 개발에 착수하였다.

이러한 일본의 야심적인 계획에 대하여 특히 미국의 반응은 민감하였는데, 컴퓨터 개발의 산실격이었던 미국으로서서는 그들의 투자규모에 주목하였으며 컴퓨터 기술에 대한 미국의 신념에 위협을 줄 수 있는 중대한 도전으로 받아 들였다. 미국과 일본의 경우에 한정시켜 종래의 컴퓨터 개발 목적과 투자방식을 비교해 보면, 미국은 주로 국방용 개발에 힘써온 반면에 일본은

세계시장을 겨냥한 상업용이었지만 다음세대 컴퓨터에 대한 이러한 일본의 계획에 미국도 새로운 시각으로 일본의 도전에 적극적인 반응을 보여 미국방성의 DARPA, 18개 민간 기업체가 결성한 MCC를 비롯하여 SRC, MCNC같은 공동기구를 조직, 인공지능형의 super-smart computer 개발에 필요한 소요기술의 연구개발에 착수하였다. 유럽지역에서도 영국의 Alvey 위원회, EC의 ESPRIT등이 이러한 미·일간의 제 5 세 대 컴 퓨 터 개발 경쟁에 가세하여 21세기의 Intelligent Computer 시스템의 개발을 target으로 경쟁을 시작한 것이다.

그러나 일본에서 먼저 project화하여 실행에 착수한 제 5 세 대 컴 퓨 터 기술개발과 유사한 프로그램들이 1980년대를 전후해서 세계의 몇몇 연구기관에서 수행되고 있었거나 예정되고 있었다는 것이다.¹⁾ 사실 일본의 계획은 넓게 보아 과거 20년간 미국등에서 수행되어진 인공지능을 포함한 여러 연구성과물에 기초한 것으로 간주할 수 있는데, 이들 program들은 컴퓨터 공학이 전진을 하고 있는 다음단계를 ICOT가 project화하여 공표한 것으로서 컴퓨터와 사회간의 폭넓은 정보 전달을 예견한 가운데 나온 것이라는 점이다. 이것은 2 천년대의 사회가 산업경제로부터 정보중심의 경제체제로 근본적인 변천을 하고 있다는 증거인데, 그때의 사회는 단순한 data 처리의 정보사회가 아닌 지적가공을 행하는 지식 정보화사회가 된다는 것을 의미한다. 그러나 지적처리능력을 부여하고자 하는 제 5 세 대 컴 퓨 터 계획이 단기간내에 성공을 거둘 수 없을 것이라는 불확실성 때문에 컴퓨터 관련 전문가들은 현존하는 대형고속시스템 - super computer (제 4 세 대 컴 퓨 터로 분류되기도 하는) 등의 Execution Speed와 productivity가 향상되도록 하는 것과 과학적 응용기술 개발에 더 역점을 두는 것이 합리적이라는 견해를 갖고 있는데, 이렇게 함으로써 시장수요를 확대시키고 궁극적으로는

지능형의 제 5 세대 컴퓨터 개발에 효과적으로 접근할 수 있으리라는 것이었다. 이렇듯 일본이 착수한 FGCS 프로젝트나 이와 유사한 연구를 꾸준히 진척시켜온 미국, 유럽의 수개 선진국등의 컴퓨터 기술개발의 방향은 지식정보화사회의 도래에 대비하여 컴퓨터기술의 하드웨어 / 소프트웨어에 관련한 전문분야에 걸쳐 점진적으로 개혁의 물결을 가속화 시키고 있다는 점이다.

II. 개발기술의 환경과 주요 프로젝트

1. 개발기술의 환경

Micro전자공학의 급격한 발달로 인해 high-speed computer가 출현하여 초당 수백만 instruction을 실행하는 Von neumann型 컴퓨터나 병렬처리 구조를 가진 Vector processor (슈퍼 컴퓨터)가 근래에 보급되고 있지만 이러한 컴퓨터 architecture는 재래적 개념의 컴퓨터 발전 목표였던 고속연산은 달성하였으나 제 5 세대 컴퓨터가 추구하는 인간의 지적기능을 수행하지는 못한다. 따라서 고속 연산처리를 가능케 한 마이크로 전자공학과 인간의 지적능력을 기계화하려는 인공지능공학을 결합하여, intelligent 컴퓨터를 개발하고자 하는 것이 Fifth generation 또는 Next generation 컴퓨터 프로젝트의 궁극적 목표이다. 그러나 hardware 발전추세로 보아 1980년대 말기에는 수백 MIPS 속도와 Giga byte 용량 이상의 시스템이 보편화 되겠지만 컴퓨터의 기본구조가 개선되지 않으면 하드웨어 개량만으로는 연산속도의 비약적 발전도 어느한계가 있을 것으로 예상되고 있으며, 지식처리형의 제 5 세대 컴퓨터에서 추구하는 언어나 화상 정보등을 이해하고 학습하며 추론 및 문제해결하는 기능을 효과적으로 수행하기에는 비능률적인 시스템이 될 것이다. 따라서 컴퓨터 기본구조의 개혁과 함께 초고속회로를 가진 지식처리형의 hardware architecture, 이를 기능적으로 지원하는 software engineering과 인공지능이 유기적으로 결합되어야 하는 것이 기본요건이라 할 수 있다. 즉 제 5 세대 컴퓨터를 실현하기 위한 개발기술의 요소는

- i) VLSI/VHSIC를 제작할 수 있는 micro 전자공학.
- ii) machine intelligence 개념과 기술을 연구하고 지능 시스템으로 implement 하는 인공지능.
- iii) 실용시스템의 implement에 요구되는 hardware/software공학과 새로운 computer architecture의 3분야로 대분류 할 수 있다.

현재 미국, 유럽, 일본에서 진행되고 있는 제 5 세대 컴퓨터의 요소기술을 세분화 시켜보면, Micro 전자공학에서는 초고속 VLSI같은 소자기술은 물론, 회로설계

나 응용기술에서 근본적인 변화를 일으켜 non-numerical 데이터 처리를 주로 수행하게 될 다음세대 컴퓨터를 위하여 기억소자의 고집적화와 전기적 특성의 개선으로서 GaAs 회로를 비롯한 반도체 재료기술과 VLSI 설계를 위한 CAD, IC processing과 fabrication 기술 등이 연구개발되고 있다. 이는 제 5 세대 컴퓨터에 소요되는 기본 elements의 고속, 극소형화는 물론, 지식정보의 추론 형태인 symbolic manipulation을 효율적으로 수행하는 고도의 parallel architecture 개발도 포함하고 있다. 대량의 지식정보처리를 수행하기 위해서는 기본적으로 병렬처리 구조가 제시되어 연구중에 있는데 이를 위한 수백에서 수천개의 parallel processor도 VLSI설계기술에 바탕을 두지 않을 수 없다.^[2] 또한 인공지능에 있어서는 인간의 지적인 활동의 mechanism을 명확히 modelling하여 이것을 software 공학으로서 컴퓨터에 실현하려는 노력이 MYCIN, MACSYMA, PROSPECTOR 같은 Expert system으로서 성공적인 application을 보여 주고 있으나,^[1] 제 5 세대 컴퓨터의 지능적 처리 능력을 위하여는 앞으로도 계속해서 연구 개발되어야 할 분야는 거의 무한하다고 할 수 있다. 이를 위해서 정보의 지적 처리능력, 즉 지식의 획득과 이용에 의해 추론 및 판단하고 문제해결 할 수 있는 인공지능형 컴퓨터에 소요되는 인공지능의 이론분야에 대한 연구를 더욱 활성화 시키고 있다. 인공지능에서 추구하고 있는 知的 능력은 현재까지도 그의 mechanism이 명확하지 않기 때문에 논리적으로 해답을 발견할 수 없는 문제에 대해서는 인간의 경험으로 해결하려는 발견적방법(heuristics)이 중심이 되고 있는데^[4] 이러한 인간의 지적 사고작용을 모델화하고 제한 카테고리내에서 처리될 수 있도록 다각적으로 연구되고 있다. intelligent computer를 실현하기 위해 연구중인 이론분야와 응용분야는 다음과 같다.

i) 이론분야

- Search technique(heuristic)
- 지식표현과 획득, 학습
- Reasoning & logic
- AI 프로그래밍언어 및 개발 tools

ii) 응용분야

- 자연언어 이해(기계번역, Q/A 시스템등)
- Expert system(전문지식 이용 및 각종진단)
- Automatic programming
- Computer vision(화상의 인식과 이해, 動的 화상의 해석)
- CAI

- Problem solving & planning
- 자동초록과 문장이해
- 음성인식과 이해
- Intelligent robot

소프트웨어공학과 컴퓨터구조에 있어서는, 지식정보의 지능적처리를 위한 병렬처리 컴퓨터 구조에 대한 연구개발로서 i)parallel processing ii)dataflow 기법 iii) 관계 D/B구조 iv) 다중processor의 구조설계가 진행되고 있으며, 비수치형 data의 처리를 위한 기본 및 응용 software로서는 i) signal, symbolic, image처리 ii) 순차형 및 병렬형 처리 algorithms iii) 각종 user-inteface iv) 문제해결과 추론 v) 지식 base구축 vi) 기초 응용시스템 (기계번역, Expert, intelligent programming 시스템등)이 연구 개발되고 있다.

그림 1은 이러한 제 5 세대 컴퓨터 개발의 관련기술을 배경으로 추진되고 있는 미국방성의 「Strategic Computing」 프로그램의 구조를 도시한 것인데, 인공지능형 컴퓨터의 개발로서 전략적 사용과 경제적 우위를

동시에 확보하려는 전형적인 제 5 세대 컴퓨터의 제작을 목표로 삼고 있음을 알 수 있다.

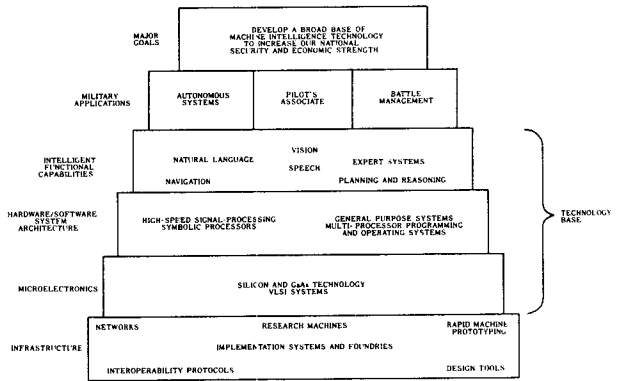


그림 1. DARPA의 프로그램 구조

2. 제 5 세대 컴퓨터시스템 Projects

‘지식정보산업을 지배하는 국가는 21세기의 세계를

표 1. 제 5 세대 컴퓨터 주요 Projects의 요약

(1984년 12월 현재)

주관기구 구분	DARPA	MCC	ICOT	Alvey Committee	ESPRIT
Project명	Strategic Computing & Survivability	Micro-electronics & Computer technology Corporation (MCC Program)	Fifth Generation Computer Systems	Program for Advanced Information Technology	European Strategic Programme for Research & Development in Information Technology
주도국가	U. S. A	U. S. A	JAPAN	U. K	EC
목 적	• 다음세대 컴퓨터의 소요기술 개발 (미국방성) • 지능시스템의 군사적 이용	• 다음세대 컴퓨터의 소요기술 개발 (민간기업체) • 참여 기업체의 연구개발물 공유	• 인공지능형 컴퓨터의 선도적 연구개발 • 지식정보 처리의 실용화	• 미래의 지능 컴퓨터 시장에서 영국의 국제경쟁력 강화	• 미래의 컴퓨터산업 시장에서 유럽공동체의 공동경쟁력 강화
Project 기 간	1983~1990	1983~1992	1982~1992	1983~1987	1984~1993 (ESPRIT 자체는 5년간)
투입예산	10억 \$	6 천만 \$/년	8.5억 \$ (정부 : 산업체 = 4.5 : 4)	3.5억파운드 (정부 : 산업체 = 2:1)	1,500MECUS (EC 정보기술 개발 총투자액의 6%)
참여기관	국가연구기관 (2), 대학(5), 산업체(2)	18개 민간 기업체	국가연구기관, 산업체(8), 대학	국가연구기관, 산업체, 대학	EC 회원국의 산업체, 대학

주도할 것이다' 라고 예견한 Robert E. Kahn의 주장을 반영하듯이 미국, 일본, 유럽국등이 정보산업기술의 중요성을 인식하고 각종 정보를 지능적으로 가공 및 처리할 수 있는 다음세대 컴퓨터의 소요기술 개발에 착수한 지도 길게는 3년이 경과하였다. 현재 추진되고 있는 제 5세대 컴퓨터 관련 주요 project가 추구하는 목표와 연구개발의 내용을 요약한다.

2. 1 세계 주요 Projects

세계적으로 현재 진행되고 있는 제 5세대 컴퓨터 시스템 관련 project는 미국의 Strategic Computing & Survivability(DARPA)와 Micro-electronics & Computer technology Corporation(MCC), 일본의 FGCS(ICOT), 영국의 Program for Advanced Information Technologies(Alvey Committee), 유럽공동체의 European Strategic Programme for Research & Development in Information Technology(ESPRIT)가 대표적이다.

2. 1. 1 DARPA 프로그램⁽²⁾

1) 목적

미국방성의 DARPA 주관하에 인공지능, software engineering, computer architecture, microelectronics의 연구성과를 군사적 응용분야에 사용하여 미래 전략을 위한 super-intelligent 컴퓨터 기술을 개발한다.

2) 주요 R & D Specification

주로 대학과 연구기관에서 수행된 연구 성과물에 의거하여 참여 산업체가 군사적 목적에 이용될 관련기술을 실용화 시키는 것으로서 제 1단계 개발대상은 무인 전술장비의 제작에 관한 요소 기술이다.

i) VLSI Technology

Super smart 지능컴퓨터용의 각종 hardware 소자 개발을 위한 기술

- Physics & science, materials, circuits
- Devices & components
- Interconnections packaging, design & layout
- Simulation, testing, lithography
- IC processing & fabrication, wafer scale integration

ii) Computer Architecture

지식정보의 intelligent processing을 위한 병렬실행 컴퓨터 구조에 대한 연구개발

- Parallel processing
- Data flow techniques
- 데이터 베이스 구조
- Multi processors

iii) Software Engineering

지능적 처리를 위한 기본 S/W 및 응용 S/W의 연구개발

- Symbolic, signal, image processing
- Algorithms
- User interface

iv) Artificial Intelligence

인공지능의 핵심응용기술 개발

- Expert systems
- Knowledge based system
- Speech, pattern recognition
- Natural language processing

v) Production 기술

- Automated assembly
- Design tools, CAD/CAM

vi) 관련기술의 연구

- Computer science
- Automated software engineering

2. 1. 2 MCC Program⁽⁵⁾

1) 목적

세계 자유경쟁 시장에서 미국 민간기업체의 제품 경쟁력을 강화하기 위하여 VLSI를 비롯한 소요부품, 제 5세대 컴퓨터 시스템과 이에 관련한 제반 응용 기술을 공동으로 연구 개발하는 것이다. MCC program은 미국내의 컴퓨터 관련 기업체가 ICOT의 FGCS 프로젝트 착수에 대응하여 공동으로 결성한 프로그램이다.

2) 주요 R & D Specification

MCC 프로그램에 공동으로 투자한 미국내 민간기업체(CDC, DEC, Motorola 등 18개 회사)가 각각의 제품개발에 필요한 각 소요기술을 연구 개발한다. 세부 항목은 DARPA의 strategic computing program과 대체로 동일하며 연구분야별로 구분된 7개 project가 있다.

i) VLSI technology

ii) CAD/CAM

iii) Knowledge database

iv) Parallel processing 컴퓨터 구조

v) Man/machine interface

vi) Artificial Intelligence

vii) Software engineering

2. 1. 3 FGCS Program⁽⁶⁾⁽⁷⁾

1) 목적

지식 정보를 지능적으로 처리할 수 있는 인공지능형 컴퓨터 기술을 개발함으로써 미래의 컴퓨터 산업시장

표 2. 미국의 제 5 세대 컴퓨터 관련 projects

조직 형태	구 성 원			투 입 예 산			구 성 인 원		위촉기술직
	Univ.	Corp.	Other	Amount \$	From	To	행정지원	기 술 직	
Darpa/gov't	0	0	Self	1 billion 1983~90	미국정부	5개대학 2개기업체 2개연구소 소규모위촉자	5~10		
MCC/corp.	0	18	0	50million 1984	18members	Self (18)	15	300~400	10
SRC/ consortium	0	23	0	31million 1982~84	23members	30개대학	8	4	150
MCNC/ consortium	5	0	RTI	50million 1981~85	43million (노드캐럴라 이내state의 지원) 7million (산업체)	5개대학 RTI	35	30	100

에서 일본의 경제력을 계속적으로 증대시키는데 있다. FGCS project에서는 non-numerical data를 효과적으로 처리하는 지식정보 처리 시스템을 개발하는 것으로서 추론 시스템과 지식기반 시스템을 구축하여 컴퓨터의 지능적 처리능력을 향상시키려는 연구개발이 추진중에 있다.

2) 주요 R & D Specification

지식 정보처리 시스템 제작에 필요한 H/W 및 S/W 메카니즘을 연구 개발한다.

i) 문제해결과 추론 시스템

- 제 5 세대 컴퓨터 kernel언어
- Dataflow machine
- 순차형 추론 machine
- 병렬형 추론 machine

ii) 지식 base 시스템

- 지식 표현시스템
- 대규모 지식기반 시스템
- 분산형 지식기반 관리시스템
- Relational database machine

iii) 지능적 Man/machine interface 시스템

- 자연언어 처리
- 음성, 도형, 화상처리
- Man/machine interface 장치

iv) 개발지원 시스템

- 순차형 추론 machine용 hardware/software
- 지능적인 VLSI-CAD 시스템
- 시스템 architecture

• Hardware/software 개발지원 시스템

v) 기초응용 시스템

- 기계번역 시스템
- Expert 시스템
- Intelligent programming 시스템

2.1.4 Alvey Program^{(5),(8)}

1) 목적

Alvey program이 추구하는 목적은 향후의 세계시장에서 영국의 정보산업이 충분한 경쟁력을 갖도록 하는 제반 기술을 연구 개발하기 위한 것이다. 이를 위해 영국의 연구소 및 기업체, 다국적 기업이 참여하여 비경쟁 분야의 연구를 공동으로 수행토록 되어 있는데 ICOT와 유사한 지식기반 시스템의 개발에 비중을 두고 있다.

2) 주요 R & D Specification

i) Software engineering

Information technology(IT) 시스템을 개발 하는데 필요한 제반 환경을 제공하는 information systems factories(ISF)를 80년대 말까지 개발한다.

- Completeness & consistency of system design
- Programming support
- CAD for VLSI
- Database or knowledgebase

ii) Man/machine interface

- Human factors(대화처리, 문제해결)
- I/O devices
- Speech, figure, image processing

iii) Intelligent knowledge based systems (IKBS)

Software engineering 기술과 결합하여 지식기반 시스템을 개발한다.

- Parallel architecture, inference
- Intelligent D/B 시스템
- Expert 시스템
- Natural language, image processing

iv) Micro-electronics

VLSI 기술과 CAD tool의 개발로 구분하여 진행시키며 1980년대 말까지 영국을 VLSI 분야의 선두 국가로 부상시킨다.

- 반도체 개발기술
(Silicon & non-silicon 기술, process & fabrication 기술)
- CAD 개발기술
(Design 시스템의 분석, 합성, 관리 기능을 포함한 advanced VLSI design system)

2. 1. 5 ESPRIT Program ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

1) 목적

세계 2 차대전 이후 미국, 일본에 넘어간 경제적 주도권에 대항하고, 향후의 세계시장에서 유럽의 산업이 미국, 일본에 대해 경쟁력을 갖도록 하기 위한 기본기술을 제공하여 유럽공동체의 공동이익을 추구하기 위함이다.

2) 주요 R & D Specification

i) Micro-electronics

- Interconnection of high pincount IC
- Interconnection for VLSI
- High level의 CAD 시스템 (interactive layout 및 design)
- Compiler for parallel signal processor

ii) Software engineering

- Advanced information processing을 위한 제반 software 생산기술
- Expert system의 응용

iii) Advanced information processing

- Knowledge engineering
- Database, dataflow machine
- Inference machine
- Parallel ultra-computer

iv) Office automation

- Intelligent workstation
- Text, image, voice의 혼합처리
- Integrated LAN

- Optical fiber 이용한 local 광대역 사무통신 시스템
- v) Computer integrated manufacturing
공통 database에 의해 다음과 같은 기술을 집적.
- CAD/CAM 기술
- Computer aided engineering
- Assembly, testing & repair

이상의 5개 주요 project의 요약에서 공통적으로 찾을 수 있는 점은 인공지능을 기본기술로 한 intelligent computer의 새로운 개척일 것이며, 이의 실현을 위한 제반 기술 역시 장기적 계획하에 성숙된 연구개발력이 충분히 뒷받침 되어야 함을 알 수 있다.

이어서 본고에서는 제5세대 컴퓨터가 공통적으로 추구하는 지능적 처리기능을 실현하기 위해 설계 및 implement되고 있는 추론 시스템에 대하여 기술현황을 간단히 정리해 보았다.

III. 제5세대 추론컴퓨터의 구조

1. 기술배경

기존의 컴퓨터는 주로 수치형 데이터(numerical data)를 처리하는데 사용되어 왔으며 이것은 응용분야와 처리능력에 있어서도 한계가 있다. 그러나 향후의 정보화 사회에서 처리되는 각종정보는 수치 data보다는 오히려 비수치형 data가 더 많이 발생할 것으로 전망되므로 컴퓨터의 응용분야 확산과 더불어 컴퓨터의 처리 능력에도 변화가 요구되고 있다. 특히 현존하는 컴퓨터가 만족스럽게 처리하기에 부적합한 pattern인식, 자연언어의 이해, 학습시스템(learn systems)등이 있는데 다음 세대의 컴퓨터 시스템은 주로 이러한 분야인 non-numerical data, 즉, 텍스트, 음성, 화상, 도형 정보를 처리하는데 사용되게 될 것이다.

다음세대 컴퓨터 기술개발을 project로 착수한 ICOT는 이러한 기존 컴퓨터의 결점을 극복하는 가능한 방법은 컴퓨터가 인간에게 친숙한 high logic level로 지원해야 한다는 결론을 얻었다. 이러한 처리능력을 갖는 시스템을 지식정보 처리 시스템(KIPS)이라고 하는데 KIPS는 지식base를 갖고서 인간의 접근방식과 유사하게 지식base를 사용하여 추론하고 문제를 해결할 수가 있다. 이 목적을 달성하기 위해서는 numerical operation에 집중된 오늘날의 Von neumann型 계산기를 입력된 정보로부터 의미를 추출해서 문제를 해결할 수 있는 지능적 계산기로 개혁을 시켜야 하는데 이러한 개혁을 위해서는 다음과 같은 요소들이 해결되어야 한다.

- 제5세대 컴퓨터의 핵심기능을 형성하는 추론(infe-

rence), association과 학습을 위한 기본 mechanism의 실현

- 핵심 기능을 충분히 이용하기 위한 기본적 인공지능 software의 준비
- 하드웨어/소프트웨어를 이용하여 지식base를 retrieve하고 관리하기 위한 기본 mechanism의 실현
- 인간에게 자연스러운 man/machine interface를 실현하기 위한 pattern 인식과 인공지능의 충분한 개척
- 소프트웨어 생산성을 높이기 위한 각종 지원시스템 그러나 이러한 진보된 컴퓨터를 제작하기 위해서는 다양한 복합기술, 즉 지식표현(knowledge representation), 추론동작(inference operations), 지식획득(knowledge acquisition), 고수행력의 병렬실행(parallel execution)메카니즘 및 VLSI등 제반관련 기술들이 연구개발 되어야 하는데 현재 미국, 유럽, 일본에서 이에 관련된 기술환경을 국가적 차원 또는 기업체간 공동결성으로 착실히 구축해 나가고 있다.

2. 연구개발의 Target

제 5 세대 컴퓨터 시스템은 새로운 이론과 신기술에 기초하며 90년대의 컴퓨터가 요구하는 지식 base를 위한 추론 메카니즘과 지능적 대화기능 같은, 많은 요소들을 수용하게 되는데 다음세대 컴퓨터의 기능들은 3 가지 상이한 카테고리로 구분 할 수 있다.

- Problem solving과 추론기능
- 지식 base 관리기능
- 지능적 interface 기능

문제해결과 추론기능은 수학적 계산을 수행 하는데 필요한 제어기능과 마찬가지로 4 척연산(+, -, *, /)으로 수행 될 수 있다. 이들 기능을 실현할 시스템은 hardware inference메카니즘, control 메카니즘, 병렬처리(parallel processing), 이들 컴퓨터에서 개발된 logic program, high order의 술어(predicate) 연산을 위한 software 시스템에 의해 완성될 수 있을 것이며 소프트웨어, 하드웨어 간의 interface는 LISP, Prolog를 포함하는 프로그래밍 언어, 핵언어(kernel language)가 사용되고 있다. prolog같은 logic programming언어들을 처리하는 추론기계(inference machine; IM)는 하드웨어에 구축된 고성능의 추론 메카니즘으로 장치된다.^[9]

이 추론기계는 또한 병렬처리를 위한 하드웨어 data flow oriented techniques를 사용하게 되는데, 혁신된 이들 메카니즘들은 재래식 program을 효율적으로 실행하는데에도 필요하다. 그러므로 추론기계(IM)는 추상적인 data type들을 위한 지원메카니즘을 필요로 하

고 있는데 추상적인 의미 데이터(semantic data)를 처리하기 위해서는 지식 base를 관리하는 기능들이 강화되어야 한다.

술어연산(predicate calculus)을 적용하기 위해서는 관계 데이터 베이스(relational data base)모델이 기본적인 data model로서 선택되고 있으며 지식기반 inference machine은 relational algebraic operation을 위한 병렬처리 machine과 relational database machine의 결합으로서 구성되고 있다. 이 machine은 추론 machine으로 집약 될 것으로 전망되는데 지식 base와 IM은 제 5 세대 컴퓨터를 위한 공통언어이기도 한 공통 kernel language로서 functional programming language를 사용한다. 제 5 세대 컴퓨터의 소프트웨어는 이 kernel language로 작성되어 hardware machine에 의해 직접 실행되는 것으로 되어 있다.

기존 컴퓨터의 입출력 기능과 비교되는 지능적 interface기능은 많은 종류의 입출력 정보, 즉 문자, 음성, images, figures등을 처리하고 인식하며 합성하는 시스템들의 집합으로 구성되고 있다.

제 5 세대 컴퓨터를 구성하는 하드웨어/소프트웨어 시스템의 개념은 다음과 같이 도시할 수 있다.^[10]

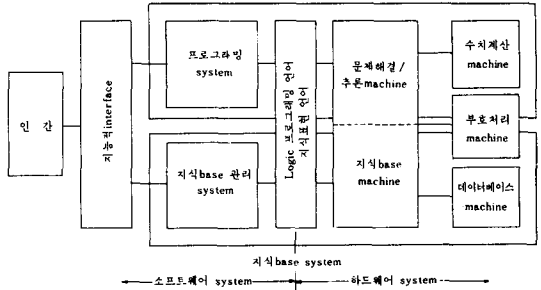


그림 2. 제 5 세대 컴퓨터 overview

시스템의 상단부분은 문제해결과 추론기능 module이고 하단 부분은 지식 base기능을 수행하는 module이다. 또한 시스템의 좌측부분은 이들 두가지 기능(문제해결과 추론기능, 지식base기능)에 깊게 결부되어 있는 지능적인 interface module이다.

음성, 도형 또는 화상(images)을 사용하는end user들의 언어를 통해서 application 시스템에서 나타난 문제점은 언어와 images에 관한 knowledge를 사용함으로써 분석되고 인식된다. 이것은 중간내역(specification)으로 해석되어 programming 시스템으로 넘어 가

는데 여기서 문제영역에 관한 지식을 사용하여 문제들을 이해하도록 시도한다.

그리고 그 결과로서 처리내역이 계통적으로 도출된다. 이들 내역은 program으로 변형 되어서 추론 machine system과 지식표현에 관한 지식을 참조하여 최적화된다. 그런후에 몇가지 논리 프로그램 언어로 작성된 이 program은 문제해결/추론메카니즘과 지식 base machine에 의해 처리된다. 그림 2에서 수치계산, 부호처리(symbolic manipulation)와 data base machine은 문제해결과 추론의 coprocessor라 할 수 있겠다.

3. 추론 Machine의 구조

언급된 바와 같이 다음세대 컴퓨터의 핵심은 문제해결과 추론 machine의 개발이 될 것인데 이들 machine은 간단히 IM machine으로 언급되기도 한다. ICOT에서는 인공지능 공학을 위하여 basic language로서 LISP대신에 prolog를 선택했는데 prolog가 더 효과적인 것으로 생각한 이유는 prolog가 parallel processing의 가능성을 더 많이 제공하며 IM machine의 궁극적인 개발 목표가 되는 완전한 병렬처리형 IM machine에 더 효율적일 것으로 믿었기 때문이다. 이러한 목표들에 도달키 위해서 현재의 research program은 2가지의 다른 target을 갖고 수행되고 있다.

- 단기 target : 20K~30K LIPS(Logical Inferences Per Second)를 수행할 수 있는 PIM(personal inference machine)을 개발한 후, 100k-1M LIPS를 수행할 수 있는 super personal SIM(sequential inference machine)으로 개량하는 program
- 장기 target : 최대처리 능력이 100M-1GLIPS인 완전 병렬형 추론 machine을 개발하는 program(LIPS: 논리 프로그래밍의 처리 속도 단위로서 초당 실행되는 unification 횟수를 표시하는데 1LIPS는 기존 컴퓨터의 $10^2 \sim 10^3$ instructions/초에 해당하는 처리 속도이며 기존범용컴퓨터는 $10^4 \sim 10^5$ LIPS의 처리속도를 보유하는 것으로 평가됨)

다음에는 이들 research program에서 얻어지고 있는 중요한 결과의 overview를 설명한다.

4. Prolog와 추론 Mechanism

추론 mechanism의 수행에 사용되고 있는 prolog

프로그램의 실행을 다음의 예로서 나타내었다.

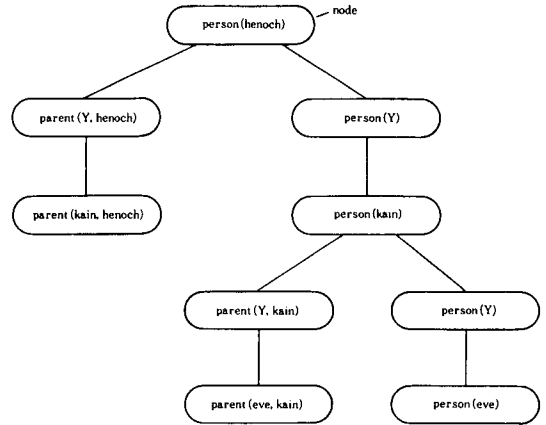


그림 3. Prolog 프로그램과 실행 tree 구조

우선 실행되어야 할 top level goal인 person(henoch)이 주어지면 prolog machine은 top level goal을 새로 생성된 subgoal로 reduction하는 추론처리를 시작한다. 이들 subgoal, 즉 'parent(Y, henoch)'와 'parent(Y)'는 추론을 위한 data base에 있는 definition clauses(이 경우의 clause는 (3)임)을 current goal과 match시킴으로서 생성된다. 이러한 추론처리는 모든 goal들이 fact들로 고쳐질때까지(예를들면 clause(6)의 경우)이거나 inference rules이 적용되지 않기 때문에 goal들 중의 하나가 더 이상 고쳐질 수 없을 때까지 계속한다. 한개 이상의 clause는 증명의 과정에서 current goal을 만날 수 있는데 이것은 goal들의 결합(conjunction)이다. 예를 들면 clause(4), (5), (6)은 다음과 같이 read된다.

```

'X is the parent of Y
if either X=eve and Y=kain
or X=adam and Y=abel
or X=kain and Y=henoch'
    
```

<Program>

- (1) Person(eve)
- (2) Person(adam)
- (3) Person(x) : -parent(X, Y), parent(Y).
- (4) Parent(eve, kain)
- (5) Parent(adam, abel)
- (6) Parent(kain, henoch)

여러가지 이유때문에 prolog는 병렬실행에 매우 적

합한 것으로 생각되는데 prolog의 병렬처리현상(parallelism)은 3 가지 형태로 구분할 수 있다.

(1) AND Parallelism

동일 命題의 구성요소들인 모든 clause는 병렬로 실행된다. 즉 단일화(unification) 알고리즘이 추론을 위한 data base로부터 clause인 $[p(X,Y):-q(X),r(Y,Z)]$ 을 선택했다면 그때 호출자(calls) $q(x), r(Y,Z)$ 는 동시에 실행된다.

(2) OR Parallelism

한 결합(conjunction)의 구성 요소들인 모든 clause는 병렬로 실행된다. 즉 호출자 $P(A,B)$ 가 두개의 clause인

$$\begin{bmatrix} P_1(X,Y) : - \dots \\ P_2(X,Y) : - \dots \end{bmatrix}$$

에 의해 결정될 수 있으면 그때 p_1 과 p_2 는 병렬로 실행된다. 이러한 parallelism은 순차적인 수행(sequential implementation)에서 back tracking메카니즘을 대신할 수 있다.

(3) Unification Parallelism

단일화 algorithm은 한 relation에 대한 모든 논증(arguments)들을 data base내에 있는 대응 clause의 논증들과 match시킨다. 이것은 병렬로 수행될 수 있는데 만일 호출자 $P(K,L,M,N)$ 이 clause $[P(A,B,C,D):- \dots]$ 과 대응 되어야 한다면 이때 $A \rightarrow K, B \rightarrow L, C \rightarrow M, D \rightarrow N$ 으로 동시에 match되어 단일화 시킨다.

5. Personal 순차형 추론 Machine

Personal 순차형 추론 machine(SIM)은 제5세대 컴퓨터 연구자들에게 software개발에 필요한 programming 환경을 제공하게 된다. 그러나 personal SIM machine의 설계는 이미 수많은 혁신적 상황들을 고려해야 하는데 앞으로도 이 분야에 대한 많은 연구성과물이 개발될 것으로 기대되고 있다.

현재 이분야에 활발한 연구활동을 수행하고 있는 ICOT의 개발계획은 크게 3 가지로 요약할 수 있다.

- 1) Kernel언어의 개발: 논리 프로그래밍에 기초한 새 programming language를 설계하며 이 kernel 언어로서 prolog를 대체시킨다.
- 2) Personal SIM machine의 개발: personal SIM machine은 ICOT의 새로운 language(kernel language ;KL)를 전문적으로 실행시킨다.
- 3) operating system의 개발: 고도의 수행능력을 가지며 man/machine interface를 효율적으로 수행하는 새로운 machine을 동작시키는 operating system을 개발한다.

즉 personal SIM machine의 목표는 퍼스날 컴퓨터의 고성능 man/machine interface를 갖는 high performance의 32bit 슈퍼미니컴퓨터 결합과 유사 하다고 할 수 있겠다.

5. 1 Personal SIM의 Configuration

그림 4는 personal SIM machine의 block diagram을 나타내고 있는데 CPU는 micro programming되어 있고 현재 16K 64bit words의 microcode를 위해 Writable control store를 사용한다. micro코드화된 sequencer는 핵언어(KL)의 내부 object form을 interpret 한다.

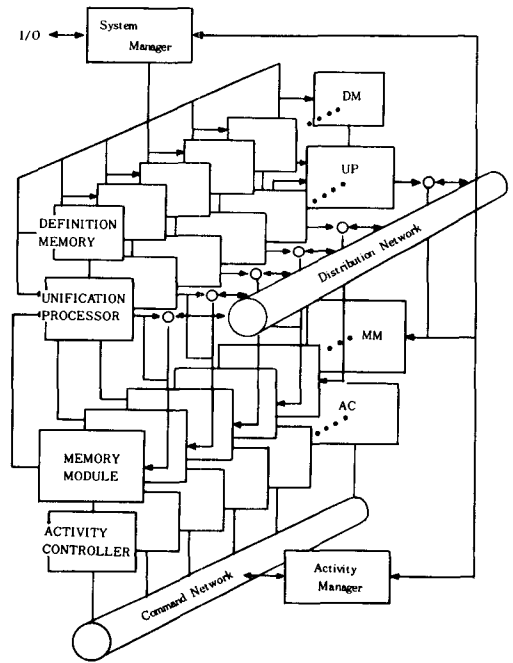


그림 4. Personal SIM의 diagram

하드웨어 메카니즘은 주로 단일화에 관여하는데 수개의 discrete레지스터, 한개의 register file, 한개의 연산용 operation unit를 갖고 있으며 memory access 시간을 줄이기 위해 personal SIM은 Cache memory 2 set을 사용하고 있다. 핵언어(KL)를 interpret 하기 위해 몇개의 stack area가 요구되는데 각 stack area는 program을 실행하는 동안 전횡적으로 생길수 있기 때문에 personal SIM machine은 logical addressing을 적용하고 있다. memory control unit의 역할은 address해석과 Cache control인데 만약 필요한 data

가 Cache memory내에 있으면 SIM machine은 이 data를 1μ instruction이내에 fetch할 수 있다. SIM machine에 hard disk, keyboard, bitmap display, mouse 또는 LAN(local area network)controller 를 장착하기 위해 multibus를 장치하며 특수한 I/O 장치를 직접연결하기 위해서는 표준 parallel I/O port 를 부착한다. 그러나 SIM의 단점은 추론에 필요한 탐색영역을 depth first 형식으로 하나씩 실행하므로 execution speed가 늦어 지는 점이다.

6. 병렬형 추론machine

지식 base처리 시스템에 적합한 프로그래밍 언어로서 기능언어(functional programming language)와 논리언어(logic programming language)가 있으나 knowledge로 부터의 추론작용에는 새로이 대두되고 있는 논리언어가 사용되고 있다. 현재의 순차형 추론machine이 갖고 있는 낮은 실행속도를 개선하기 위해 병렬수행 방식으로 필요한 탐색영역을 병렬로 수행하는 병렬형 추론machine이 연구되고 있는데 병렬수행을 효율적으로 행하기 위해서는 논리언어의 병렬수행방식을 어떻게 modelling하느냐와, 이러한 model을 실행하는 병렬형 추론 machine(parallel inference machine ; PIM)의 구조제작이 매우 중요하다. PIM machine의 장점은 SIM의 탐색방식과는 다르게 병렬적으로 탐색함으로써 수행속도를 가속화시킬 수 있다는 점이라 할 수 있다.

지식 base를 병렬적으로 추론하는 PIM machine은 다음과 같은 model들이 주로 사용될 수 있을 것이다.

- (1) multiprocessing모델
- (2) dataflow 모델
- (3) functional모델
- (4) logic모델

이러한 PIM machine의 모델중에서 multiprocessing, dataflow, functional 모델은 논리프로그램 수행시에 몇 개의 중간구조로 변환되어야 하며 중간구조는 기계마다 다를 수 있다. 그러나 logic모델은 논리프로그램을 직접 실행할 수 있기 때문에 logic모델은 현재 가장 진보된 것이라 하겠다. 따라서 앞으로도 logic모델에 관한 개발이 더욱 활성화 될것으로 전망되고 있다. PIM machine을 위해 현재까지 연구되어 온 병렬수행 모델은 논리언어들이 갖고 있는 병렬수행 가능성들에 근거하고 있는데 AND/OR parallelism, Stream parallelism, Search parallelism으로 대분류할 수 있다.

(1) AND parallelism : 한 clause내에 있는 여러 Subgoal들이 병렬수행 가능성을 갖고 있다.

(2) OR parallelism : goal statement를 수행할때 형성되는 AND/OR 탐색 tree중에서 <OR> process의 병렬수행 가능성을 갖는 것에서부터 시작한다.

(3) Stream parallelism : 두개 subgoal사이의 공유변수가 structure를 가진 경우에 성립될 수 있는 병렬수행으로서, producer가 되는 subgoal에서 만들어 내는 structure가 완전히 성립되지 않더라도 계속하여 consumer에게 공급함으로써 consumer가 계속 대기하지 않도록 한다.

(4) Search parallelism : program의 clause들을 여러 개의 group으로 나누어서 store한후 원하는 clause를 병렬로 찾아내는 parallelism이다.

그러면 이러한 추론 machine을 이용하여 지식정보를 처리하는데 목적을 두고서 제 5 세대 컴퓨터의 연구개발을 먼저 착수한 ICOT의 추진 상황을 요약하기로 한다.

IV. 제 5 세대 컴퓨터 H/W와 S/W시스템

대규모의 복잡한 지식정보처리의 실현을 목표로 착수한 ICOT의 제 5 세대 컴퓨터 하드웨어 / 소프트웨어 시스템의 추진내용을 소개한다.

ICOT는 3 단계의 추진계획하에 FGCS를 추진하고 있으며 현재는 중기계획을 수행중에 있다.

- 제 1 단계 (전기 3년) : 지식정보처리 분야에 있어서 세계의 관련 연구결과를 수집 및 평가하고 재구성하여 중기의 연구개발태마를 위한 기본기술을 개발.
- 제 2 단계 (중기 4년) : 전기의 성과에 의해 H/W, S/W의 기본 model을 작성, 시스템 실현을 위한 algorithm, basic architecture를 설정하고 중소규모의 subsystem을 試作.
- 제 3 단계 (후기 3년) : S/W 및 H/W 시스템간의 기능분배와 그것에 기초한 지식정보처리 시스템의 prototype을 試作.

현재 진행되고있는 연구내용은 핵언어(KL)를 중심으로 전개되는 것인데, KL은 H/W와 S/W의 interface를 규정하는 것으로써 H/W의 연구성과와 S/W 연구성과가 KL에 연결된다. 핵언어 KL은 연구진전에 따라서 변화하게 되는데 전기는 KL-[0], KL-[1]의 내용을 확정하고 중기에는 KL-[2]를 확정한다. 후기에 試作하는 제 5 세대 컴퓨터의 prototype은 이러한 KL-[2]판에 의한 것이다. KL은 ICOT가 개발에 착수한 logic언어로서 KL-[0]는 순차형 추론 machine의 기계어이며 KL-[1]은 병렬형 추론machine의 기계어로서 사용된다. 그러나 제 5 세대 컴퓨터의 제작

을 위해서 문제해결법, 지식표현과 의미의 이해등에 대한 연구개발이 중요시 되고 있는데, 이를 위해서는 지식정보 처리에서 각 지식정보간의 병렬성, 지식base, man/machine interface 등에 대한 연구가 더욱 활성화 되어 H/W와 S/W메카니즘이 상호 유기적으로 구축되어야 할 것이다.

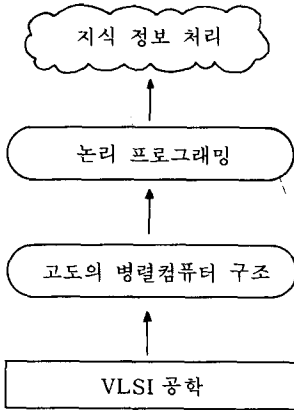


그림 5. 제 5 세대 컴퓨터 개념 (ICOT)

1. 제 5 세대 컴퓨터 Hardware시스템

ICOT는 제 5 세대 컴퓨터의 H/W와 S/W간의 interface로서 논리언어를 가장 적합한 것으로 판단하고 있다. 논리언어는 고도의 병렬구조와 VLSI 기술을 사용한 고성능의 H/W시스템 및 지식정보처리시스템을 위한 고도의 S/W시스템을 실현하는 기반으로서 현재 최적의 언어로 간주되고 있다.

1.1 추론 시스템

제 5 세대 컴퓨터를 위한 H/W는 추론시스템과 지식base시스템이 결합된 것이며 추론의 실행속도 100 M ~ 1 G LIPS를 갖는 하드웨어 메카니즘을 완성한다. 이를 위해서 ICOT는 향후에 KL-[1]을 고효율로 수행시키기 위한 machine으로서 약 100여대 processor로 구성된 병렬추론 machine architecture를 확립한다. 그러나 제 5 세대 컴퓨터의 H/W(prototype)는 약 1천여대의 processor로 구성된 병렬추론 machine을 목표로 하고 있기때문에^[11] 이러한 대규모의 병렬추론machine과 지식base machine의 결합mechanism을 어떻게 효과적으로 처리하느냐 하는것이 제 5 세대 컴퓨터 H/W구성의 주요과제가 될것이다.

1.2 지식base시스템

지식표현시스템이나 대규모 지식base시스템에서 요구하는 기능을 만족시키고 대량의 지식base를 능률적으로 축적, 검색, 갱신할 수 있는 H/W로서, 최대 100

- 1000GB의 용량과 추론에 필요한 지식base검색을 수 초이내에 수행하는 성능을 갖는 H/W의 개발이다. relational database machine을 기반으로 개량하여 지식연산메카니즘, 병렬 architecture, 분산형 지식base 제어 메카니즘을 확립한다.

- 지식base machine architecture
- 분산형 지식base 제어 mechanism
- 대규모 지식base machine architecture

2. 제 5 세대 컴퓨터 Software시스템

ICOT의 개발목표는 지식정보처리를 위하여 초병렬 컴퓨터 시스템을 제작하는 것이다. 기초 S/W는 이러한 초병렬 컴퓨터와 지식정보처리를 연결시키는 중심 S/W기능개발을 대상으로 하고 있다.

제 5 세대 컴퓨터의 중심 S/W group으로서 kernel language KL-[1]을 확충하여 병렬처리를 기본으로 하는 병렬형 추론제어등 새로운 S/W 기술을 목표로 한다. KL-[2]를 발전시켜서 기초 S/W시스템의 최종 목표인 Co-operative problem solving system을 개발하기 위해 고차원의 추론기능, 분산형 지식base 관리기능을 포함시킨다. 또한 logic programming에 의한 지능적 interface기능과 지능적 programming 기능을 확립한다.

기초 S/W의 주요 항목은 다음과 같다.^[12]

- kernel language/knowledge programming language
- problem solving과 inference module
- 지식base management module
- intelligent interface module

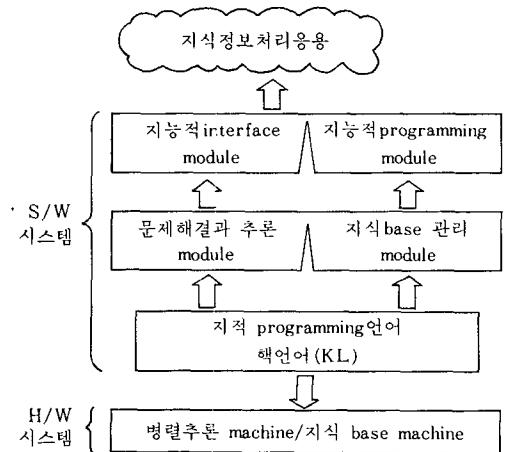


그림 6. 제 5 세대 컴퓨터 H/W 및 S/W시스템

• intelligent programming module

1) 핵언어(KL)

제 5 세대 컴퓨터의 각 module을 개발하고 total化 하기 위하여 공통 programming 언어로서 KL이 채택되었다. KL은 H/W, S/W간의 interface를 정의하기 위한 논리형 programming언어로서 지식에 관한 유연성, 확장성, 귀납적 추론기능을 강화시켜준다. KL의 주요기능에는 i) AND 병렬기능, ii) OR 병렬기능, iii) module化기능, iv) 추론지원기능등 4 가지가 있다. 현재의 KL 개념구조는 그림과 같다.

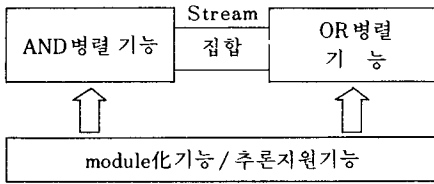


그림 7. 핵언어 KL의 개념구조

2) problem solving과 inference module

문제 해결을 위한 추론S/W와 지식base 관리 S/W는 지식정보처리 시스템의 2 개 중심부분이라 할 수 있는데 이를 위해 병렬추론S/W, Co-operative problem solving기본 S/W, 추론기본S/W를 개발대상으로 한다.

- 병렬추론S/W : 광범한 응용분야를 대상으로 하여 병렬추론 시스템의 구성방법 및 각종 병렬처리 algorithm을 개발.
- Co-operative problem solving기본S/W : 여러분야의 전문지식을 지식base로 부터 추론하고 문제해결할 수 있는 S/W를 개발(multi expert시스템은 응용의 일예)
- 추론기본S/W : 귀납적 추론을 비롯하여 인공지능적 처리기능을 실현하는 S/W를 개발.

3) 지식base 관리시스템

문제해결 및 추론에 필요한 각종지식의 표현과 이용, 지식획득, 지식축적등 distributed 지식base 관리에 소요되는 기본 S/W를 개발한다.

- 지식표현과 이용 : 지식programming언어로서 지식정보처리에 필요한 각종지식을 표현하고 대규모 relational 지식 database로 부터 필요한 지식base를 이용하는 S/W이다. 지식표현은 인공지능중에서 주요테마의 하나로서 모든 종류의 지식을 지식정보처리에 가장 적합한 형태로 표현해야 한다.
- 지식획득과 축적 : 각종분야의 전문가로 부터 지식

을 획득하고, 취득된 지식을 지식base로 축적하는데 필요한 지원 tool을 개발하는 것으로서, 귀납적 추론에 근거한 지식획득 규칙들을 합성하는것과 대규모 지식base를 축적하는 것이 포함된다.

4) intelligent interface module

인간과 컴퓨터간의 의사소통 장애를 극소화 시켜주기 위한 man/machine interface기능은 지식정보의 지능적처리 못지 않게 중요하다. 이를위해 semantic information를 사용한 semantic dictionary와 semantic analysis system을 작성하고 문장해석 및 합성 S/W, 대화처리시스템, 음성·도형·화상의 interactive 시스템을 개발한다.

- semantic dictionary/semantic analysis system: 의미해석을 위한 전자사전(각국의 언어)을 작성하고 자연언어 이해에 필요한 제반기술을 개발.
- 문장해석 / 합성 소프트웨어 : 입력된 문장을 해석 및 합성하는 기능을 갖는 S/W를 개발.
- 대화처리시스템 : 대화자가 사용하는 지식base의 변화에 따라서 음성, 도형, 화상, 문자의 interactive access를 가능케하는 시스템을 개발.

ICOT는 제 5 세대 컴퓨터의 man/machine interface 기능을 강화하기 위해 대규모의 언어정보를 수록하는 전자사전의 제작, 구문해석시스템 및 문맥이해시스템의 연구개발에도 진척을 보이고 있다.

- 구문해석system : 높은 효율의 문법기술언어의 작성과 구문해석기능을 갖는 parsing system으로서, 자연언어로 작성된 문장의 구문을 기계적으로 해석하는 역할을 한다. ICOT는 논리programming언어로서 context free grammar(문맥자유형 문법)를 작성하여 고효율의 구문해석방법을 개발한다.
- 문맥이해시스템 : 자연언어처리 연구분야에서 중요하고도 난점을 많이 포함하는 분야로서 문맥이해(semantic & pragmatic information processing)가 있다. 제 5 세대 컴퓨터에서는 유연하고 작성성이 용이한 interface를 구축해야 하기 때문에 문맥이해에 영향을 주는 주요요소들, 즉 일관성(coherency), 전제(presupposition), 상호신념등을 문맥의 행동원리, 최적성으로 변환시켜야 한다. 그러나 문장의 정확한 의미해석은 문맥상황을 정확히 분석할 수 있어야 가능하기 때문에 현재는 상황의미론에 대한 연구가 활발하다.
- 전자사전 : 자연언어처리, 지식base등의 연구결과에 기초하여 대규모의 언어정보를 수록하는 전자사전의 작성은 man/machine interface기능을 크게 보강시켜 준다. 전자사전은 기계번역시스템, 문맥이해를 위한

semantic 및 pragmatic 정보제공등에도 효과적이 될 수 있다.

5) intelligent programming module

記述 및 검증system, S/W 지식관리시스템, program 변환/증명/합성 소프트웨어, 소프트웨어의 설계/작성/보수시스템 module의 개발이다.¹¹⁾¹²⁾

- 記述 및 검증system : 記述언어와 검증시스템
- S/W 지식관리시스템 : 순차형 추론machine의 S/W maintenance 시스템
- program 변환/증명/합성 소프트웨어 : program의 최적화를 위해 각 program의 변환, 변환 program의 증명, 변환에 따른 프로그램의 합성을 종합적으로 수행하는 소프트웨어.
- 소프트웨어의 설계/작성/보수시스템 : 논리형 program과 기존 programming언어로 작성된 program의 개발단계부터 보수에 이르는 전과정을 관리 및 지원하는 시스템

V. 結 論

본 원고에서는 미국·유럽·일본등지에서 경쟁적으로 수행되고 있는 人工智能형의 다음세대 컴퓨터에 대하여 일반적인 기술환경과 각 project의 연구개발내용을 중심으로 기술하였다. 그러나 인간의 知的인 능력을 컴퓨터에 실현하려는 야심적인 제 5 세대 컴퓨터의 개발은 앞서 언급된 제반기술, 즉 VLSI공학, Artificial Intelligence, software공학과 새로운 병렬형 컴퓨터 구조에 대한 연구성과물이 유기적으로 충분히 결합될 때에만 가능한 것인데, 이러한 제반 소요기술이 제 5 세대 컴퓨터에서 추구하고 있는 intelligent machine의 제작이나 지식정보처리 시스템의 개발에 충분히 적용되기에는 아직도 미흡한 상태에 있다고 할 수 있다. 특히, 인공지능은 1950년대부터 기본적인 연구와 응용이 진행되어 현재는 Expert system의 성공적인 성과로 인공지능을 이용한 상품화 가능성이 높아지고 있으나 공학으로서 성숙한 상태에는 도달하지 못하고 있다. 또한 VLSI/VHSIC hardware 소자 개발기술이나 병렬형 추론 mechanism을 위한 parallel processor, 인공지능의 기초이론 및 공학적 이용기술의 정착을 비롯하여 새로운 컴퓨터 구조, 지식base 시스템과 이를 지원하는 하드웨어/소프트웨어 관련기술이 계속 연구개발 되어야 하는 문제점을 안고 있다. 따라서 super-smart intelligent 컴퓨터나 지식정보처리 시스템의 연구개발 초기단계를 수행하고 있는 각국의 project가 성공적인 결실을 맺기 위해서는 이러한 관련 소요기술에 대한 상호교류가 요구되고 있는데 이의 실현 역시

어려운 실정이라 하겠다.

그러나 이러한 New generation 컴퓨터의 실현을 위한 구체적인 노력의 결과로서 1990년대 중반에는 어떠한 형태로든 지능적인 능력을 가진 시스템이 실현될 것이라는 예상은 충분히 할 수 있으며, 이러한 intelligent machine/system의 출현은 인간에게 중대한 변혁을 가져다 줄 것임이 확실하다.

參 考 文 獻

- [1] Edward A. Torrero., "Tomorrow's Computers," Next generation, *IEEE Spectrum*, pp. 34-35, Nov., 1983.
- [2] "New-generation Computing Technology," STRATEGIC COMPUTING, Defense Advanced Research Projects Agency, 25th anniversary, pp. 3-60, Oct., 1983.
- [3] Feigenbaum. E., "The art of artificial intelligence: Proc. of 5th International Joint conference on Artificial Intelligence," pp. 779-807, 1977.
- [4] Minsky. M., "Steps toward artificial intelligence," Proc. of IRE, vol. 49, pp. 8-30, Jan., 1961.
- [5] "Next generation," *IEEE Spectrum*, pp. 36-109, Nov., 1983.
- [6] 淵一博, "프로젝트의 기본理念-再說", 第五世代コンピュータ 國際會議, ICOT, pp. 1-6, Nov., 1984.
- [7] 川野邊一清, "研究開發の現状と今後の計書", 第五世代コンピュータ 國際會議, ICOT, pp. 7-16, Nov., 1984.
- [8] "Future Generations Computer Systems," FGCS, North-Holland, vol. 1, no. 1, pp. 61-78, July, 1984.
- [9] H. Nishihawa, M. Yokota, A. Yamamoto, K. Tah, S. Uchida, "The Personal Sequential Inference Machine (PSI): Its design Philosophy and Machine Architecture," ICOT, Technical Report TR-013, 1983.
- [10] H. Tanaka, "Fifth Generation Computer Systems and its Computer Architecture"
- [11] 村上國男 外 2人, "アーキテクチャおよびハードウェアシステム", 第五世代コンピュータ 國際會議, ICOT, pp. 17-32, Nov., 1984.
- [12] 古川康一 外 1人, "基礎 ソフトウェア システム", 第五世代コンピュータ 國際會議, ICOT, pp. 33-44, Nov., 1984. *