

비메모리 산업의 마지막 선택

—마이크로프로세서 &
마이크로컨트롤러—

黃 琦 秀

現代電子(株)

I. 서 론

반도체 집적 기술이 지금과 같이 발전되기 이전에는 컴퓨터의 중앙 처리 장치 즉 CPU는 여러 개의 칩 혹은 여러 개의 보드로 구현되었다. 그러나 현재에는 고도의 반도체 집적 기술 덕분에 수십 개의 보드로 이루어졌던 중앙 처리 장치보다 훨씬 뛰어난 성능을 자랑하는 CPU가 하나의 칩으로 구현되기에 이르렀다. 이것이 바로 마이크로프로세서이다. 다시 말해서 마이크로프로세서는 컴퓨터의 중앙 처리 장치를 단일 칩상에 구현한 것이다. 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러는 그 제품이 쓰여지는 용도에 따라 구분하는 것이 가장 바람직할 것이다. 마이크로프로세서는 주로 범용 컴퓨터의 중앙 처리 장치로 사용되어진다. 범용 컴퓨터는 사용자가 원하는 어떠한 일이라도 프로그래밍 되어 수행할 수 있도록 설계되어진 것이므로 마이크로프로세서의 처리 기능 역시 다양하고 막강한 기능을 갖추고 있는 것이 대부분이다.

마이크로컨트롤러는 주로 특정 기계의 제어에 사용되므로 정해진 특정한 일만을 계속 반복 처리하게 된다. 따라서 각 응용분야에 따라 그 응용 분야에 적합한 처리 기능을 강화하고 필요없는 기능을 과감히 삭제시키기도 한다. 그리고 마이크로컨트롤러는 중앙 처리 장치 외에 기본적인 주변장치 즉 메모리, 인터럽트 컨트롤러 등을 포함하고 있는 경우가 많아 제어기 설계가 용이하도록 하기도 한다. 그러나 현재 통용되고 있는 마이크로컨트롤러들의 성능이나 기능이 마이크로프로세서와 비교해 봤을 때 결코 마이크로프로세서에 뒤지는 것은 아니다. 또한 마이크로프로세서는 당연히 마이크로컨트롤러로 사용될 수 있으며 마이크로컨트롤러로 개발된 제품 중에서도 충분히 마이크로프로세서로 사용되어질 수 있는 것도 있다.

마이크로프로세서를 이해하는데 있어서 꼭 알아두어야 할 개념 중에 하나가 CISC와 RISC에 대한 개념이다. CISC(Complex Instruction Set Computer)형 마이크로프로세서는 강력한 기능을 발휘하는 명령어들을 풍부하게 제공하여 프로그래

머가 할 일을 대폭 줄여줄 수 있도록 설계된 마이크로프로세서이다. 실제로 CISC형 마이크로프로세서에서는 각 제품마다 조금씩 차이는 있지만 레지스터파일 전체를 메모리에 세이브하거나 로드하는 일, 초월 함수를 계산하는 일, 프로텍션에 필요한 테이블을 생성 로드하는 일 등과 같이 복잡한 일들을 명령어 하나만으로 처리할 수 있도록 지원한다. 따라서 CISC형 마이크로프로세서는 하드웨어 자체도 크고 복잡하지만 그것만으로는 사용자가 원하는 막강한 기능의 명령어를 제공할 수 없기 때문에 마이크로프로그램이라는 마이크로프로세서 하드웨어 자체를 제어하는 특수한 프로그램을 마이크로프로세서 내부 ROM에 탑재하여 작동하게 된다. 따라서 CISC형 마이크로프로세서에서 제어 로직과 마이크로 ROM이 차지하고 있는 비중은 매우 크다.

이에 반하여 RISC(Reduced Instruction Set Computer)형 마이크로프로세서는 꼭 필요한 최소한의 명령어만을 제공하여 하드웨어 제어 로직이 차지하는 비중을 대폭 줄이고 이 남는 공간에 보다 많은 레지스터를 두고 진보적인 아키텍처를 구현하여 연산 속도를 빠르게 할 수 있도록 설계된 마이크로프로세서이며 모든 명령어가 한 사이클에 수행되는 것이 대부분이다. RISC형 마이크로프로세서는 마이크로프로세서 자체의 하드웨어가 CISC형에 비하여 비교적 간단하므로 모든 제어는 하드웨어 자체의 제어 로직으로 이루어지기 때문에 마이크로프로그램이 필요 없다. 따라서 내부에서 마이크로 ROM이 차지하는 공간이 필요없으므로 CISC형에 비하여 보다 많은 레지스터와 진보적인 아키텍처를 구현할 수 있는 여유가 생기게 된다. CISC형 마이크로프로세서에는 연산에 필요한 오퍼랜드들을 모두 레지스터에 기억시키기에는 너무 레지스터 수가 부족하므로 주로 메모리에서 필요한 오퍼랜드 들을 가져오게 되어 연산속도를 저하시키는 요인이 된다. RISC형 마이크로프로세서는 바로 이 점을 개선하여 충분한 수의 레지스터를 마련해 둘 수 있으면 메모리 액세스 횟수를 줄임으로써 연산 속도를 획기적으로 개선하였다. 이 외에도 명령어 자체가 간단하므로 파이프라이닝, 슈퍼

스칼라 등 획기적인 아키텍처를 쉽게 적용시킬 수 있고 컴파일러의 적절한 도움을 받으면 강력한 명령어들로 무장된 CISC형 마이크로프로세서에 뒤지지 않는 혹은 능가하는 성능을 발휘할 수 있게 된다.

마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러의 역할은 바로 범용 컴퓨터나 복잡한 기계장치의 두뇌 역할이다. 인간이나 동물이 두뇌없이 아무 일도 할 수 없듯이 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 없이 컴퓨터와 기계장치는 아무 일도 할 수 없다. 이러한 중요한 역할을 하는 부분인 만큼 경쟁력 있는 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러를 만들기 위해서는 컴퓨터 구조, CAD, 하드웨어 에뮬레이션, 반도체 공정, 시스템 OS, 컴파일러 등 하드웨어와 소프트웨어를 총망라하는 최첨단 복합 기술이 요구된다. 따라서 비메모리 분야에서 새로운 시장을 창출하고 이끌어 가는 회사들은 모두 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 개발 기술을 보유한 회사인 것을 볼 때 마이크로프로세서 개발 기술이 비메모리 분야에서 차지하는 비중이 얼마나 큰 것인가를 쉽게 짐작할 수 있을 것이다. 그런 만큼 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 개발 경쟁은 그 어느 분야보다도 치열하다. 이로 인하여 기술 발전은 다른 분야에서 유례를 찾기를 힘들 정도로 숨가쁘게 진행되고 있다. 본 고에서는 이러한 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 기술의 발전 과정과 현황을 개략적으로 살펴보기로 한다.

II. 기술 발전 과정

1. 마이크로프로세서의 기술 발전 과정

마이크로프로세서는 마이크로프로세서를 CPU로 채택한 마이크로컴퓨터와 밀접한 연관관계를 맺으며 발전해 왔다. 보다 빠르고 강력한 컴퓨터를 위해서 마이크로프로세서의 성능이 개선되고 마이크로프로세서의 성능이 개선됨으로써 컴퓨터의 성능이 향상되는 상호 상승적인 효과를 통해 마이크로프로세서와 마이크로컴퓨터는 끊임없이 그리고

눈부시게 발전을 거듭해 오고 있는 것이다. 따라서 마이크로프로세서 기술의 발전 과정을 애기함에 있어서 마이크로컴퓨터 기술의 발전을 언급하지 않을 수 없다. 이 장에서는 마이크로프로세서와 마이크로컴퓨터의 발전 과정을 함께 살펴보기로 한다.

1) CISC형 마이크로프로세서

4비트 마이크로프로세서

1971년 인텔사는 세계 최초의 마이크로프로세서인 4004를 발표했다. 4004는 45가지의 명령어를 제공했으며 액세스 가능한 메모리 주소 영역도 4096개 밖에 안되었다. 그래도 4004는 일본 비지컴사의 전자계산기에 사용되었고 초기의 간단한 비디오 게임에도 사용되었다. 그러나 일단 마이크로프로세서라는 개념을 4004가 일반인들과 기술자들에게 심어 주고 나자 수많은 응용 분야가 생겨나기 시작했다. 이러한 모든 응용 분야에 4004만으로는 한계를 느낀 모든 사람들이 보다 뛰어난 성능의 마이크로프로세서를 원하게 되었다.

8비트 마이크로프로세서

4004를 가지고 독특한 재미를 봤던 Intel사는 곧 8비트 마이크로프로세서인 8008을 선보인다. 8008은 4004와 호환성을 유지하면서 명령어를 추가해 총 48가지의 명령어를 제공하였고 확장메모리(expanded memory)기법을 통해 16Kbyte의 메모리를 액세스할 수 있는 능력을 갖추게 되었다. 그러나 여전히 사용자들의 요구를 모두 충족시키기에는 역부족이라는 판단 하에 1973년 인텔사는 8080을 발표한다. 8080이 비로소 현실적인 그리고 요즈음 마이크로프로세서들이 갖추고 있는 기능들의 구색을 갖춘 최초의 8비트 마이크로프로세서라고 할 수 있겠다. 8080은 8008보다 10배 정도 빠른 연산 속도를 갖추었다.

이 시기에 즈음하여 인텔의 다른 회사들도 8비트 마이크로프로세서들을 내놓기 시작한다. Fairchild사의 F-8, MOS Technology사의 6502, 모토롤라사의 MC6800, National 반도체의 IMP-8, Rockwell International의 PPS-8 등이 이 시기에 등장한 8비트 마이크로프로세서들이다. 이 중에서 6502와 Z80은 꽤 눈에 익은 마이크로프로세서일

것이다. 6502는 개인용 PC라는 개념을 새로 만들어낸 것이나 진배없는 애플 컴퓨터의 두뇌로 채택되었던 칩이다. 그리고 Z80은 국내에서 개발된 개인용 컴퓨터 삼성 SPC-1000의 두뇌로 채택되기도 하였으며 현재에도 가장 안정된 마이크로프로세서로 높이 평가받아 인공위성의 제어에도 사용되고 있고 그 외 다른 분야에서도 썩 가격과 쉬운 사용법을 바탕으로 널리 사용되고 있다.

1977년 인텔사는 8080의 새로운 버전인 8085를 개발하였다. 8085는 8080보다 속도가 조금 개선된 점을 제외하고는 기능 면에서 8080과 똑같지만 클락 생성기와 인터럽트 컨트롤러 등이 한 칩내에 포함되었다는 점이 특이하다. 8085는 인텔사 자체에서 만도 100만개 이상을 팔았으며 NEC, AMD, 도시바, 히다치 등의 회사에 라이선스를 해 줄 정도로 대단한 히트를 기록한 마이크로프로세서였다.

16비트 마이크로프로세서

1978년 인텔사에서 8086을 발표하여 16비트 마이크로프로세서 시대를 개막하였다. 그리고 약 1년 후에 8086과 내부 구조는 같으나 외부 데이터 버스를 16비트로 줄인 8088을 발표하였다. 이는 8080 혹은 8085 용으로 개발되었던 수많은 8비트 용 주변기기들과 쉽게 호환될 수 있도록 하기 위한 것이었다. 그러나 이 이전에 이미 인텔은 iAPX432라고 명명한 32비트 마이크로프로세서 개발 프로젝트를 진행 중에 있었다. 이 프로젝트 진행 중에 모토롤라사에서 16비트 마이크로프로세서인 MC68000 개발을 시작하였다는 정보를 입수하자 이에 대응할 인텔사의 16비트 마이크로프로세서를 보유하기 위하여 서둘러 8086을 개발하여 모토롤라사보다 먼저 시장에 내놓게 된다. 이로 인해 386, 486, Pentium까지 이어지면서 인텔의 x86계열 마이크로프로세서 아키텍처의 원조가 되는 8086의 아키텍처는 많은 약점을 안은 채로 발표되게 된다. 현재 x86계열의 마이크로프로세서를 설계를 하면서 가장 곤란한 부분이 바로 8086과 호환성을 유지하는 문제인 것도 바로 이 때문이다. 그럼에도 불구하고 IBM이 16비트 마이크로컴퓨터를 설계하기 시작했을 때 당장 사용가능한 16비

트 마이크로프로세서는 8086과 8088 뿐이었다. 그래서 최초의 16비트 PC인 IBM XT의 마이크로프로세서로 8088과 8086이 채택되게 된 것이다. 모토롤라가 MC68000을 좀더 일찍 시장에 내놓았다면 마이크로프로세서의 역사는 현재와는 판이하게 달라졌을 지도 모를 일이다. 이 시기에 Zilog 사도 Z8000이라는 16비트 마이크로프로세서를 발표하였다.

8086은 2.5MIPS(Millions of Instructions Per Second) 정도의 성능을 보였으며 1Mbyte 메모리를 액세스할 수 있었다. 16비트 마이크로프로세서의 가장 특징적인 것은 마이크로프로세서가 곱하기와 나누기 명령어를 제공하였다는 것이다. 8비트 마이크로프로세서까지만 해도 모토롤라의 MC6809를 제외하고는 이러한 기능을 제공하는 마이크로프로세서는 없었던 것이다. 8086에 이어 인텔사는 80286을 개발하였다. 80286에는 메모리 관리 기능을 하드웨어적으로 지원하기 위하여 일반 사용자와 특권 사용자를 구별해 주는 프로텍트드 모드가 추가되었다. 그리고 액세스 가능한 범위도 16Mbyte로 확장되었다. 80286의 연산속도도 8MIPS 정도로 향상되었다. 이외에 인텔은 8086용 수치연산보조프로세서인 8087과 80286용 수치연산보조프로세서인 80287도 함께 발표하였다. 8086/8088은 인텔외의 다른 회사에서도 호환 마이크로프로세서를 개발하였는데 NEC, AMD, Matra, 후지쓰, Siemens, oki, Chips & Technology사 등이다.

모토롤라사의 MC68000은 애플사의 매킨토시의 CPU로 채택되었다. 모토롤라사는 MC68000으로 넘어가면서 인텔사와는 달리 MC6800과의 호환성을 과감히 포기하고 16비트에 걸맞는 그리고 향후 32비트 64비트 확장에도 용이한 새로운 구조의 아키텍처를 채택하였다. 모토롤라사는 MC68000에 이어 계속 MC68000 패밀리 성능을 향상시켜 갔는데 MC68008, MC68010, MC68012까지가 16비트 마이크로프로세서이며 그 이후는 32비트 마이크로프로세서이다. 이에 따라 매킨토시의 성능도 한층 강화되어 갔다.

인텔과 모토롤라사와는 별도로 Zilog사에서는

범용 16비트 마이크로프로세서인 Z8000을 내놓았으나 마이크로컴퓨터의 CPU로 채택되지 못하여 인텔과 모토롤라사와 같이 전세계의 마이크로프로세서 시장을 양분하는 대열에서는 탈락하였다.

32비트 마이크로프로세서

현재 각광을 받으며 PC의 CPU로 채택되고 있는 마이크로프로세서들은 모두 32비트 마이크로프로세서들이다. 20년이 조금 넘는 마이크로프로세서의 역사를 고려해 보면 100MIPS에 이르는 현재의 32비트 마이크로프로세서로의 발전은 그야말로 눈부신 것이다. 그만큼 마이크로프로세서 시장의 규모가 크고 막대하다는 것을 입증해 주는 것이기도 하다. 그러나 이러한 황금시장에서 성공을 거둔 회사는 인텔과 모토롤라 두 회사뿐이라고 해도 과언이 아니다. 그 중에서도 인텔은 IBM 호환 PC의 수요가 폭발적으로 증가하는데 힘입어 80386을 비롯 80486, Pentium을 꾸준히 발표하면서 마이크로프로세서 시장을 독점하다시피 하였다. 여기에 최근 AMD, Cyrix, Chips & Technologies, NextGen같은 회사들이 도전장을 던졌으나 이들이 차지한 시장점유율을 모두 합쳐도 10%에 못 미치는 수준이다. 매년 인텔이 반도체 매출 1위를 기록하며 승승장구하고 있는 것도 이에 힘입은 바 크다.

IBM PC의 아키텍처가 공개되어 IBM외에도 수많은 클론 회사들이 참여해 마이크로프로세서 수요를 폭발적으로 증가시켰던 x86계열 마이크로프로세서와는 달리 모토롤라사의 MC68000 패밀리는 애플사가 타사의 매킨토시 호환기종 개발을 적극적으로 저지함으로써 x86계열과 같은 호환은 누릴 수 없었다. 그러나 PC최초로 그래픽 유저 인터페이스를 채택한 매킨토시는 쉬운 사용 방법과 막강한 그래픽 소프트웨어들이 갖추어져 있어 이를 이용하고자 하는 사용자들의 성원에 힘입어 IBM 호환 기종과 함께 PC시장을 양분하는데 성공하였다. 이에 모토롤라사는 MC68020, MC68030, MC68040 등의 32비트 마이크로프로세서들을 발표하면서 인텔의 독주에 대항하였다. MC68030은 메모리 관리 기능을 마이크로프로세서 내부에 포함시켰으며 256-byte캐쉬 2개를 포함하였다.

MC68040에서는 캐쉬의 크기가 4Kbyte로 커졌으며 수치연산보조프로세서를 내장하였고 멀티프로세서 시스템을 지원하기 위한 버스 감시 기능도 추가되었다. MC68881은 MC68040 이전 마이크로프로세서들을 위한 수치연산보조프로세서이다.

인텔의 80386은 4Gbyte의 메모리를 액세스할 수 있으며 v86모드를 추가하여 프로텍티드 모드에서 8086용 프로그램들을 쉽게 수행할 수 있도록 하였다. 80486은 이에 더하여 수치연산보조프로세서를 한 칩내에 포함하고 캐쉬도 한 칩내에 포함하였다. Pentium은 외부 데이터버스를 64비트로 늘여 메모리 액세스를 보다 빠르게 하였으며 CISC 최초로 슈퍼스칼라 아키텍처를 채택하는 등 RISC의 신 개념들을 대거 수용하여 PC의 성능을 워스테이션과 버금가게 하는데 큰 기여를 하였다. 이외에도 인텔은 8088과 비슷하게 내부적인 연산은 32비트로 하면서 외부 데이터 버스만 16비트로 줄인 80386SX를 발표하였으며 80386용 수치연산보조프로세서 80387을 발표하였다. 또한 수치연산보조프로세서를 뺀 80486SX와 80486SX용 수치연산보조프로세서 80487을 발표했다. 이밖에 연산속도를 개량하거나 동작 전압을 바꾸어가며 수많은 80386, 80486, Pentium의 다른 버전들을 발표하여 소비자들의 욕구에 부응하였다.

AMD는 인텔과 맺은 라이선스 계약을 심분 활용하여 80386과 100% 호환성을 갖는 Am386을 비롯하여 Am486 등을 발표하면서 x86마이크로프로세서 시장을 잠식하는데 성공하였다. 실제로 80386시장에서는 AMD가 오히려 인텔보다 시장 점유율이 높을 정도이다. 이는 Am386DX/Am386SX가 40MHz에서 동작하여 인텔386보다 20% 정도 높은 성능을 보이기 때문이다. 특히 Am386DXL의 경우 클럭이 공급되지 않더라도 레지스터 값이 소멸되지 않아 BIOS의 특별한 도움 없이도 전력 소모를 효과적으로 줄일 수 있다는 막강한 장점이 있으며 3.3V에서 동작하는 Am386DXLV/Am386SXLV까지 갖추었다. 그러나 인텔과의 특허 분쟁에서 대부분 패소하여 인텔에 대한 기술 종속을 탈피하고자 Pentium과 호환성을 가지면서도 성능은 뛰어난 전혀 새로운 아키텍처의 마이크로프로세서 개발에 박차를 가하고 있다.

텍처의 마이크로프로세서 개발에 박차를 가하고 있다.

Cyrix는 먼저 x86계열 마이크로프로세서의 수치연산 보조프로세서인 x87계열 마이크로프로세서들을 인텔 것보다 빠르게 만드는데 성공하면서 인텔의 아성에 도전장을 던지게 된다. Cyrix의 486DLC 마이크로프로세서는 80386수준의 CPU를 사용하고 수치연산보조프로세서를 제외시키는 대신 1Kbyte의 내부 캐쉬를 장착하여 성능을 높였다. 그리고 이것을 80386소켓에 맞도록 설계하여 노트북 회사들이 486용 보드를 따로 설계하지 않고 486노트북을 만들 수 있게 함으로써 큰 성공을 거두었다. Cyrix는 AMD와는 달리 특허분쟁에서 유리한 입지를 다졌다. 이는 Intel Inside라는 인텔의 이미지 광고에 맞서 Cyrix Instead라는 이미지 광고가 사용자들에게 깊은 인상을 심기 시작하자 인텔에서 Cyrix Instead라는 이미지 광고를 Cyrix가 쓰지 않는다는 조건으로 한 발 양보한 결과이다.

Chips & Technology사는 IBM AT호환 컴퓨터의 PC 칩셋 메이커로 유명한 회사인데 AMD와 마찬가지로 인텔386보다 강력한 386 마이크로프로세서를 만들어 인텔의 아성에 도전한 회사이다. Chips & Technology사의 386 마이크로프로세서들은 38605DX/38605SX, 38600DX/38600SX 등이 있다. 38605DX와 38605SX는 각각 인텔의 80386DX, 80386SX와 호환되는 마이크로프로세서이며 내부 명령어 캐쉬를 가지고 있고 절전 모드를 지원한다. 38600DX/38600SX는 명령어 캐쉬 없이 절전 모드만을 지원한다. 그리고 모두 40MHz에서 동작하므로 인텔 386보다 20% 더 빠르다.

IBM은 IBM에서 만든 PC에만 탑재한다는 조건으로 80386과 80486호환 마이크로프로세서인 386SLC와 486SLC를 설계하였는데 인텔 마이크로프로세서들 보다 높은 성능을 보인다. 386SLC는 내부적으로 8Kbyte의 캐쉬를 구현하였고 절전 모드도 지원한다.

2) RISC형 마이크로프로세서

RISC 마이크로프로세서는 1980년대 초반부터

그 모습을 나타내기 시작한다. 스탠포드 대학의 MIPS, 버클리대학의 RISC I/II 그리고 Acron사의 ARM, IBM 801 등이 이 시기에 개발되었던 RISC형 마이크로프로세서들이다. 이 때 발표된 RISC 마이크로프로세서들은 명령어의 단일 사이클 수행, 일정한 길이의 명령어 인코딩, 레지스터 레지스터 간 연산, 확장된 레지스터 화일 구조 등 RISC 마이크로프로세서의 전형적인 특성을 고루 갖추고 있다. 이 시기에 개발된 RISC 마이크로프로세서들을 1세대라고 한다.

1980년대 중반부터 2세대 RISC 마이크로프로세서들이 발표되기 시작하는데 2세대 RISC 마이크로프로세서들은 1세대에 비하여 캐쉬, 멀티프로세서 지원 기능, 부동소수점 연산 등의 기능이 대폭 강화되었다. SUN사의 SPARC, MIPS사의 R2000/R3000, 버클리대학의 SPUR, 스탠포드 대학의 MIPS-X, 휴렛팩커드사의 HP-PA, AMD사의 29000, AT&T사의 CRISP, Xerox사의 Dragon, Inmos사의 Transputer, 모토롤라사의 MC88100 등이 2세대 RISC형 마이크로프로세서에 속한다.

제3세대 RISC 프로세서들은 슈퍼스칼라, 슈퍼파이프라이닝, 스코아보드 등의 기술을 이용하여 한 사이클에 수개의 명령어를 수행할 수 있는 고성능 마이크로프로세서 들이다. 1989년 Intel i860을 선두로 SUN/TI SuperSPARC, Cypress/Ross HyperSPARC, 모토롤라 MC88110, 휴렛팩커드 PA7100, 애플/IBM/모토롤라 PowerPC, MIPS R4000, DEC Alpha 21064, SGS-Thomson T9000 Transputer, Intergraph C400 등이 제3세대 RISC형 마이크로프로세서에 속한다.

RISC마이크로프로세서는 주로 PC보다는 워크스테이션의 CPU로 채택되었으며 그 발전 과정도 워크스테이션의 발전과 밀접한 관련을 맺는다. 워크스테이션에 주로 RISC마이크로프로세서가 CPU로 채택된 이유는 멀티 유저를 지원하고 고성능을 지향하는 워크스테이션에 적합한 CISC형 마이크로프로세서가 별로 없었기 때문이다. 현재에는 RISC 마이크로프로세서들이 선도했던 진보적인 아키텍처들이 대거 CISC마이크로프로세서 상에도 구현되

어 CISC의 성능 향상에 큰 기여를 하고 있다.

앞에서 언급한 여러 가지 RISC형 마이크로프로세서들 중에 주요한 몇 가지에 관해서 비교 검토해보기로 한다.

SPARC

SPARC(Scalable Processor Architecture)은 SUN사가 최초로 그 아키텍처를 정했지만 현재 쓰고 있는 마이크로프로세서나 칩셋은 전부 다른 회사에서 만든 것이다. SUN사는 SPARC 마이크로프로세서를 채택하여 만든 SUN웍스테이션으로 유명한 회사이다. SPARC이 다른 RISC 마이크로프로세서와 구별되는 점은 오버래핑 레지스터 윈도우(overlapping register windows)를 사용한다는 점이다. SPARC은 2개에서 32개의 레지스터 윈도우를 지원하며 각 레지스터 윈도우는 24개의 워킹 레지스터(working register)와 8개의 광역 레지스터(global register)로 구성된다. 24개의 레지스터 윈도우는 3개의 그룹으로 나뉘는데 3개의 그룹은 각각 INS, LOCAL, OUTS로 명명되며 INS는 이전 레지스터 윈도우의 포인터로 OUTS는 다음 레지스터 윈도우의 포인터로 사용되며 실제 연산은 LOCAL에서 이루어진다. 광역 레지스터는 모든 레지스터 윈도우에서 모두 액세스 가능하다.

SPARC 아키텍처를 최초로 실제 칩으로 구현한 것은 후지쓰의 MB86900이고 16.67MHz에서 동작하며 32비트 마이크로프로세서이다. 후지쓰는 MB86900용 수치연산보조프로세서로 MB86910을 만들었다. 후지쓰는 마이크로프로세서와 함께 칩셋들도 같이 제공하였었다. 후지쓰는 1988년에 보다 완전한 SPARC칩셋을 제공하였는데 여기에는 MB86901 마이크로프로세서, MB86911 수치연산보조프로세서 그리고 MB86920 메모리 관리 유닛이 포함된다.

다른 SPARC 마이크로프로세서 제조사들로는 Cypress 반도체, LSI logic, Bipolar integrated Technology 등이 있다. LSI는 L64801, L64811을 만들었는데 L64801은 MB86900과 비슷한 수준이고 L64811은 33MHz에서 동작한다. Cypress는 CY7C601을 만들었으며 역시 33MHz에서 동작한다.

MIPS

MIPS사에 의해 개발된 RISC 마이크로프로세서 아키텍처이며 하드웨어적으로 파이프라인 지연(Interlocking Pipeline Stage)을 지원하지 않는 것이 특징이다. 5단계 파이프라인으로 모든 명령어들이 한 사이클에 수행되며 명령어 캐쉬와 데이터 캐쉬가 따로 있는 구조를 가지고 있다. MIPS 역시 SPARC와 마찬가지로 다른 제조회사들에게 제조권을 나누어 주었는데 이 회사들은 LSI logic, Integrated Development Technology, Performance Semiconductor이다.

최초로 MIPS 아키텍처가 구현된 것은 R2000 시리즈이다. LSI Logic의 R2000A가 여기에 속한다. R2000A는 32비트 마이크로프로세서이며 32개의 레지스터를 제공하고 TLB(Translation Lookahead Buffer)를 포함하고 있다. TLB는 가상 메모리 관리를 효율적으로 하기 위한 것이다.

R2000을 강화시킨 R3000들 중에는 LSI Logic의 LR3000, Integrated Development Technology의 79R3000, Performance Semiconductor의 R3000 등이 있다. LR3000은 3개의 칩셋으로 이루어져 있는데 LR3000 CPU, LR3010 수치연산보조프로세서, LR3020 쓰기 버퍼로 구성된다. LR3000 CPU가 제공하는 명령어는 곱하기와 나누기 명령어를 제외하고는 전부 한 사이클에 수행된다. 79R3000은 한 칩상에 구현된 두 개의 프로세서로 구성되었다. 첫번째 프로세서는 RISC형의 32비트 프로세서이고 두번째 프로세서는 TLB와 메모리 서브시스템을 포함하는 시스템 보조 프로세서이다. 역시 32개의 레지스터를 제공한다.

모토롤라의 88000 패밀리

최초의 88000은 88100CPU와 88200CMMU(Cache/Memory Management Unit) 두 개의 VLSI 칩으로 구성되었다. 88000은 명령어 캐쉬와 데이터 캐쉬, 정수 연산 유닛, 부동소수점 곱셈 유닛과 부동소수점 나눗셈 유닛의 다섯 가지 유닛으로 구성된다. 이들 유닛은 32개의 레지스터를 공유하며 데이터를 가지고 연산하는 동안 명령어를 디코딩할 수 있도록 해주는 하버드 버스 구조를 가지고 있다. 그리고 각 레지스터들은 스코어 보드를

가지고 있으며 하드웨어적으로 파이프라인 지연을 지원하고 25MHz에서 동작한다.

인텔의 80860(i860)

i860 CPU는 RISC 정수 유닛, 페이징을 지원하는 메모리 관리 유닛, 버스 제어 유닛, 부동소수점 제어 유닛, 부동소수점 덧셈 유닛, 부동소수점 곱셈 유닛, 3차원 그래픽 유닛, 명령어 캐쉬, 데이터 캐쉬를 모두 한 칩안에 포함하고 있다. i860의 레지스터들은 정수 연산용과 부동소수점 연산용 두 그룹으로 나뉘어 정수 연산과 부동소수점 연산이 동시에 수행될 수 있도록 해준다. 80386과 같이 2단계 페이징을 이용하여 가상 메모리를 관리하기 때문에 80386과 소스 코드 단계에서 호환성을 갖는 OS를 작성할 수 있다.

AMD(Advanced Micro Devices, Inc.)의 29000

AM29000은 제2세대 RISC 마이크로프로세서로 192개의 레지스터, 스택 캐쉬, 분기 예측 캐쉬를 포함하고 있으며 최소한의 메모리 참조, 분기 지연(delayed branch) 등을 하드웨어적으로 지원한다. 그 외에도 성능 향상을 위한 여러 가지 기술들을 하드웨어 적으로 구현하였다. 또 3개의 연산자를 갖는 명령어를 지원하여 프로그램의 길이를 줄일 수 있도록 하였고 그 밖에 고성능 메모리 관리 유닛을 마이크로프로세서 내부에 포함시켜 어드레스 변환 때문에 생기는 지연을 최소화시키는 등 강력한 기능들을 보유하고 있다.

2. 마이크로컨트롤러

마이크로컨트롤러 역시 마이크로프로세서와 마찬가지로 인텔사의 4004가 그 시초이다. 마이크로컴퓨터가 등장하기 이전에 마이크로프로세서는 주로 마이크로컨트롤러로 사용되었으며 이러한 현상은 8비트 마이크로프로세서 시대까지 지속된다. 인텔의 8008, 8080, 8085, 모토롤라의 MC6800, Zilog의 Z80, Fairchild사의 F-8, MOS Technology사의 6502, National 반도체의 IMP-8, Rockwell International의 PPS-8 등은 거의 모두 마이크로컨트롤러로 사용되었다. 1987년까지만 해도 마이크로컨트롤러 전체 시장의 53%를 4비트 마

이컨트롤러들이 차지하고 있었고 그 나머지를 8비트 마이크로컨트롤러가 차지했으며 16비트 마이크로프로세서 시장은 1% 미만이었다. 이들 4비트 내지 8비트 마이크로컨트롤러들은 대체로 1 내지 4MHz의 속도로 동작하였다. 1991년까지 16비트와 32비트 마이크로컨트롤러 시장을 의도적으로 키운 결과 마이크로프로세서 시장의 20%를 16비트와 32비트 마이크로컨트롤러들이 차지하게 되었다. 이들 마이크로컨트롤러들은 대체로 16 내지 24MHz의 속도로 동작한다.

마이크로컨트롤러는 대부분 마이크로프로세서를 포함하고 거기에 주변기기 제어기 등 기계장치를 제어하기 위한 제어기 설계를 용이하게 하기 위한 여러 가지 유닛들을 덧붙여져 있는 것이 대부분이다. 이렇게 덧붙여진 유닛의 종류와 성능에 따라 수십 가지의 다양한 변종이 생기게 되고 사용자는 이들 중에서 자신의 목적에 가장 적합한 한가지를 골라서 쓸 수 있도록 하고 있다. 따라서 이러한 수많은 마이크로컨트롤러들을 모두 나열할 수는 없고 기준이 되는 몇몇 핵심 마이크로컨트롤러들을 중심으로 마이크로컨트롤러의 기술 발전 과정을 살펴보기로 한다. 그리고 앞에서 언급한 마이크로프로세서들은 모두 마이크로컨트롤러로도 사용될 수 있음을 염두에 두어야 한다.

8비트 마이크로컨트롤러

인텔이 보유한 8비트 마이크로컨트롤러에는 8051/31계열과 8052/32계열이 있다. 8051/31계열은 4Kbyte에서 8Kbyte 크기의 ROM을 액세스할 수 있고 128byte 내지 256byte의 RAM을 탑재하고 있다. 특히 MCS 251은 8051과 핀 호환이 되면서 RISC스타일로 8051을 재 디자인한 제품이다. 12MHz에서 동작하며 8051보다 12배 빠르다. 그리고 3단계 파이프라인으로 구현되었다. 인텔 외에 8051/8031계열 호환 마이크로컨트롤러를 만드는 회사들이 있는데 Oki사의 83C514, Siemens사의 SAB80C501, Philips사의 83CL51 등 이밖에도 여러 회사에서 8051/8031계열 호환 마이크로컨트롤러를 만들고 있다. 이들은 주로 가전 제품, 모터 컨트롤러 등에 사용된다.

모토롤라사의 8비트 마이크로컨트롤러에는

68HC05, 68HC11 등이 있다. 68HC05의 동작주파수는 4내지 12MHz이며 62개의 명령어를 제공하고 디스플레이 드라이버 컨트롤러, 아날로그 I/O 컨트롤러로 주로 사용되었다. 68HC11은 3내지 4MHz에서 동작하며 주변기기를 붙이기 쉽다는 강점을 지니며 약간의 16비트 레지스터를 제공하기도 한다. 68HC05, 68HC11 호환 마이크로컨트롤러는 Harris, 히다치, SGS-Thomson, 도시바 등의 회사에서 개발되었다.

Zilog사의 8비트 마이크로컨트롤러로는 Z8과 Z80이 있는데 Z80은 현재 20MHz CMOS Z80이 나와 있으며 Z180, Z280으로 성능의 진전이 이루어 졌다. Z8은 RISC스타일의 마이크로컨트롤러로 4단계 파이프라인 구조를 가지고 있으며 124개에서 256개의 레지스터를 제공하고 6가지 어드레싱 모드를 제공한다. Z8과 Z80 역시 다른 여러 회사들이 호환 마이크로컨트롤러들을 선보였는데 SGS-Thomson, 도시바, 히다치, NEC, 샤프 등이다.

MOS Technology사의 6502와 6500은 애플 컴퓨터의 CPU로 채택되기도한 마이크로컨트롤러이며 미쯔비씨의 M374XX, Rockwell사의 R65C02, WDC사의 W65C02 등의 호환 마이크로프로세서들이 있다.

이 밖에 자사의 독특한 아키텍처로 구현된 8비트 마이크로컨트롤러들이 있는데 Microchip사의 PIC 16CXX/17CXX, National사의 COP820, SGS-Thomson사의 ST6210, TI사의 TMS370 등이 있다. 특히 PIC 16CXX/17CXX는 특이하게 RISC스타일의 마이크로컨트롤러이며 명령어와 데이터를 따로 가져오는 하버드 버스 구조를 가지고 있다.

16비트 마이크로컨트롤러

인텔사의 16비트 마이크로컨트롤러에는 80186/80188 계열이 있다. 80186은 8086을 중심으로 클럭 생성기, 2개의 DMA채널, 인터럽트 제어기, 16비트 타이머, Dynamic RAM 재충전 유닛 등을 포함한 마이크로컨트롤러이다. 80186에는 8086보다 10개의 명령어가 더 추가되었으며 8086과 오브젝트 코드 단계에서 호환성을 가진다. 80186/80188 역시 다른 회사들에서 호환 칩을 개발하였

는데 NEC, Vadem, AMD, Siemens 등이다.

모토롤라사의 16비트 마이크로컨트롤러에는 68HC16이 있으며 68302는 MC68000의 RISC버전이다. Zilog사 역시 TLCS-90이라는 16비트 마이크로컨트롤러를 개발하였으며 도시바에서 호환 칩을 개발하였다. Zilog사의 16비트 마이크로컨트롤러로는 Z8000이 있으며 메모리 관리 기능이 없다. Z8000은 Z80을 그대로 쓰면서 16비트 레지스터를 대폭 추가하고 여러 가지 회로를 부가하여 16비트화 시킨 것이다.

그밖에 Siemens사의 80C166/167은 RISC스타일의 16비트 마이크로컨트롤러이며 40MHz의 동작 속도를 자랑한다. 그리고 National사의 HPC46XXX는 DSP(Digital Signal Processor) 스타일의 고성능 마이크로컨트롤러이며 Togai사의 FC110은 하드웨어적으로 퍼지 회로를 구현한 마이크로프로세서이다. 그리고 히다찌사의 H8/300/500이 있고 SGS-Thomson사의 ST10은 파이프라인 구조를 가졌으며 플래시 메모리를 장착한 RISC스타일의 마이크로컨트롤러이다.

III. 국내외 기술 현황 및 전망

1. 마이크로프로세서

CISC 마이크로프로세서 시장에서는 인텔의 독주를 막기 위해 여러 회사들이 도전장을 던지는가 하면 연합전선을 구축하여 인텔을 공략하기 시작하였다. 이에 맞서 인텔은 새로운 마이크로프로세서 개발 기간을 단축시켜 타 회사의 추격을 따돌리기 위해 노력하고 있다. CISC 마이크로프로세서의 성능을 향상시키기 위하여 인텔을 비롯한 각 회사들이 고도의 반도체 집적 기술의 발달을 바탕으로 RISC형 마이크로프로세서에서나 가능했던 파이프라인, 슈퍼스칼라 등의 아키텍처를 차세대 마이크로프로세서에 도입함으로써 CISC와 RISC의 경계가 모호해지는 추세를 보이고 있다. 한편 RISC 마이크로프로세서 시장에서는 CISC계열이 따라올 수 없는 보다 고성능 마이크로프로세서 개발에 박

차를 가하여 고성능 CISC 마이크로프로세서들의 RISC 시장 잠식을 무마하려는 노력이 가속화되고 있다. 이러한 움직임들을 각 마이크로프로세서 제조업체들의 개발전략 통해 살펴보기로 한다.

인텔의 포부

인텔은 Pentium을 발표하면서 CISC 마이크로프로세서 최초로 슈퍼스칼라 구조를 도입하였다. Pentium은 2개의 실행 유닛을 가지고 있고 8Kbyte 용량의 명령어용 캐쉬와 역시 8Kbyte 데이터용 캐쉬를 포함하여 파이프라인 구조를 갖는 수치연산보조프로세서까지 한 칩상에 구현하였다. 이를 위하여 약 300만개 이상의 트랜지스터를 0.8um BiCMOS 기술을 이용해 하나의 칩안에 집적하였다. 현재 Pentium은 100MHz 버전까지 시판되고 있다.

여기에 그치지 않고 인텔은 부동소수점연산 유닛도 완벽한 슈퍼스칼라 방식으로 설계하고 레지스터 renaming기법, 비순차 실행 등의 획기적인 아키텍처를 도입하여 133MHz 동작 주파수에서 250 내지 300MIPS 정도의 성능을 가지는 P6를 곧 발표할 예정이다. 그밖에도 P6의 내부 캐쉬 크기를 256Kbyte로 확장할 예정이며 2차 버전에서는 512Kbyte까지 확장할 예정이다. 또한 주변기기와 접속을 위한 PCI(Peripheral Component Interconnect) 인터페이스 유닛과 멀티프로세서 지원을 위한 APIC(Advanced Programmable Interrupt Controller)를 내장할 것으로 알려져 있다.

그리고 21세기에는 트랜지스터 1억개 규모로 4개의 프로세서를 한 칩에 집적하고 2BIPS(Billions Instructions Per Second) 정도의 처리 속도에 3차원 고해상도 칼라 그래픽 유닛, 휴먼 인터페이스를 위한 음성 입출력 유닛 등을 하나의 칩안에 집적한 Micro2000을 선보일 것이라는 야심찬 계획을 수립하고 있다. Micro2000의 구조를 예측하기는 매우 힘든 일이나 휴렛팩커드사와의 기술 제휴를 추진하고 있으므로 휴렛팩커드사의 PA-RISC의 핵심 기술인 VLIW 구조가 도입될 것이라는 예측도 나오고 있다. 그러나 VLIW 구조를 채택할 경우 이제까지 인텔이 고수해온 x86계열 마

이크로프로세서들과의 호환성을 유지할 수 없으므로 VLIW 구조를 채택하기 위해서는 인텔의 결단이 필요할 것이다.

AMD의 출사표

AMD는 항상 인텔의 뒤를 쫓아가기만 하는 입장을 탈피하기 위하여 인텔과 전혀 다른 구조의 마이크로프로세서인 K5를 개발하였다. 슈퍼맨을 무력화시키는 가공의 물질 Kryptonite에서 빌려온 코드네임 Krypton의 첫자를 따서 명칭을 붙였을 만큼 인텔을 누르고자 하는 AMD의 각오는 남다르다. K5는 외부에서 보기에는 Pentium과 다를 바 없지만 내부적으로는 RISC 코어를 채택한 전혀 다른 마이크로프로세서이다. K5는 Pentium의 명령어를 디코딩유닛에서 자동으로 내부 RISC명령어로 변환하여 실행하는 구조를 갖고 있다. 4개의 명령어를 동시에 수행할 수 있고 16Kbyte의 명령어 캐쉬와 8Kbyte의 데이터 캐쉬로 구성된다. 16개의 범용레지스터를 가지고 레지스터 renaming 기법을 이용해 Pentium과 호환성을 유지하면서 분기 예측, 비순차 수행 등을 통해 Pentium보다 30% 정도 향상된 성능을 보인다.

Cyrix의 도전

Cyrix는 M1 마이크로프로세서를 개발하여 인텔 Pentium과 경쟁하고 있다. M1은 슈퍼스칼라 구조로 2개의 명령어를 동시에 수행할 수 있고 7단계의 파이프라인 구조를 가지고 있다. Pentium과는 달리 32Kbyte의 단일 캐쉬를 가지고 있으며 단일 캐쉬의 약점을 보완하기 위해 256byte의 명령어 캐쉬를 따로 두고 있다. 32개의 범용 레지스터를 레지스터 renaming 기법을 통해 Pentium과 호환성을 유지하며 부동소수점연산자의 성능은 486급으로 하는 대신 보다 많은 면적을 캐쉬에 할당하여 성능을 높이고 있다.

NextGen의 출격

NextGen은 K5와 비슷하게 RISC86이라고 불리는 내부 RISC 코어를 이용하여 Pentium 명령어를 에뮬레이션 함으로써 인텔을 향한 공격의 포문을 열었다. NextGen의 NX586은 Pentium보다 두 배 큰 명령어 캐쉬와 데이터 캐쉬를 내장하였으며 8개의 범용 레지스터와 14개의 renaming 레지

스터를 제공한다. 그러나 부동소수점연산 유닛을 제외시켰고 NX586의 핀은 Pentium 핀과 다르게 배치되어 별도의 칩셋을 사용해야 한다는 약점이 있다. 그러나 NextGen은 2년 이내에 Nx586보다 2배 내지 4배의 성능을 갖는 Nx686을 개발할 계획을 세우고 있다.

IBM/모토롤라/애플 연합함대

인텔 x86아키텍처와는 전혀 다른 새로운 마이크로프로세서를 개발하기 위해 IBM, 모토롤라, 애플 3개의 거대 함대가 연합전선을 구축하였다. 그러나 그 공격 목표가 인텔인 것은 이들이 개발한 PowerPC가 x86 명령어를 하드웨어적으로 에뮬레이션 하기 위해 많은 배려를 하고 있다는 점에서 분명해 진다. 실제로 PowerPC를 CPU로 하여 만든 애플사의 PowerPC시리즈는 매킨토시 소프트웨어 뿐 아니라 MS-Windows도 수행할 수 있도록 하여 사용자들로부터 상당한 호응을 얻고 있다. 이에 PowerPC615는 80x86과 호환할 수 있도록 나올 것이라고 한다. 1994년 말에 발표된 PowerPC620은 64비트 마이크로프로세서이며 32Kbyte 명령어 캐쉬와 32Kbyte 데이터 캐쉬를 탑재하고 있으며 6개의 명령어를 동시에 수행할 수 있다. 그리고 256개의 BHT(Branch History Table)을 이용하여 90% 정확도의 분기 예측을 실현하였다. 3.3볼트에서 133MHz로 동작한다.

터미네이터의 힘 T5

MIPS사는 터미네이터의 첫 자를 따 새로운 제5세대 슈퍼스칼라 마이크로프로세서의 이름을 붙였다. T5는 1994년 초에 발표된 R8000 슈퍼컴퓨터용 프로세서를 데스크탑 PC용으로 개발한 것이다. 64비트 슈퍼스칼라 구조로 5개의 명령어를 동시에 실행할 수 있다. 32Kbyte의 명령어 캐쉬와 데이터 캐쉬를 가지고 있으며 16Mbyte의 이차 캐쉬를 칩 내부에서 제어할 수 있다. 레지스터 renaming, 동적 분기 예측, 비순차 실행 기능을 가지고 있으며 3.3볼트에서 200MHz로 동작한다.

변함없는 전진 SPARC

SPARC 아키텍처는 다른 마이크로프로세서 발전 속도에 약간 뒤처지는 감은 없지만 꾸준히 SuperSPARC인 SPARC-V8 그리고 Ultra-

SPARC인 SPARC-V9로 발전하고 있다. TI에서 개발 중인 UltraSPARC은 64비트 아키텍처이며 한번에 4개의 명령어를 동시에 수행할 수 있는 슈퍼스칼라 구조를 가지고 있다. 명령어와 데이터 각각 16Kbyte 캐쉬를 할당하였으며 Multi-thread OS와 OOP(Object Oriented Programming)을 효율적으로 지원하기 위하여 context switching이 빠르도록 설계되었다. 그리고 멀티미디어를 지원하기 위한 명령어들도 추가되었다. Nested Trap도 지원한다.

초고속 Alpha

DEC사가 개발한 64비트 마이크로프로세서인 Alpha는 동시에 4개의 명령어를 수행할 수 있는 슈퍼스칼라 구조를 가지고 있다. Alpha는 슈퍼컴퓨터 CRAY에 버금가는 성능을 보이며 관련 기술을 개방하였다. 7단계 정수 연산 파이프라인과 10단계 부동소수점 연산 파이프라인 구조를 가지고 있다. 8Kbyte의 명령어 캐쉬와 데이터 캐쉬를 내장하고 있으며 96Kbyte의 통합 캐쉬를 따로 가지고 있다. 3.3볼트에서 300MHz로 동작한다.

초고속의 승리자 PA-RISC

휴렛팩커드의 아심작 PA-RISC는 상업적으로도 큰 성공을 거두었다. PA7100은 99MHz에서 동작하면서도 150MHz에서 동작하는 Alpha칩의 성능을 능가하면서 그 우수성을 인정받았다. 휴렛팩커드사는 PA7100과 메모리 컨트롤러, IO 컨트롤러, 캐쉬, 멀티미디어 지원 블록을 모두 포함하는 고집적 프로세서인 PA7100SLC를 계속해서 개발하였고 64비트 PA7100 Prime을 개발하고 있으며 VLIW기술을 이용한 차세대 PA 마이크로프로세서를 개발하고 있다.

조용한 응비 국산 마이크로프로세서

국내에서는 과학원과 현대전자가 공동으로 순수 국내 기술만으로 1994년에 80387과 호환되는 HK387을 개발하였고 1995년에는 80386과 호환되는 HK386을 개발하였다. HK386과 HK387은 각각 최고 40MHz에서 동작한다. HK386과 HK387은 이미 시장 참여의 시기를 놓쳐 양산체제를 갖추지는 않았지만 향후 80486, Pentium, P6, P7 등으로 이어지는 x86계열 호환 마이크로프로

세서 개발 경쟁에 참여할 수 있는 기반 기술을 확보하였다는 측면에서 큰 의의가 있다. 과학원과 현대전자는 앞으로 80486호환 마이크로프로세서는 물론 Pentium, P6호환 마이크로프로세서 개발 계획을 수립하여 추진 중에 있다. 그리고 현대전자는 Metaflow사와 공동으로 SpuerSPARC을 개발 중이다.

이외에도 연세대 ASIC공동 연구소에서는 1993년 SPARC 호환 마이크로프로세서 SPK611B를 개발하였다. SPK611B는 4단계 파이프라인 구조로 20MIPS의 성능을 나타낸다. 앞으로 SPK701을 설계중이며 SPK701은 SPK611B를 바탕으로 통합 캐쉬, S-BUS 컨트롤러 등을 포함하고 휴대용 워크스테이션에 탑재될 것을 목표로 하고 있다. 그리고 100MHz에서 동작하는 Pentium호환 마이크로프로세서인 YS6를 개발하고 있다.

2. 마이크로컨트롤러

마이크로컨트롤러는 마이크로프로세서와는 달리 지금도 각 응용분야의 용도에 맞게 현재의 고성능 32비트 마이크로컨트롤러 외에도 4비트, 8비트, 16비트 마이크로컨트롤러 시장이 꾸준히 남아있다. 각 비트 별로 국내의 현황과 전망을 살펴보면 다음과 같다.

4비트 마이크로컨트롤러

4비트 부문에서는 일본 업체가 전세계 시장의 92%를 확보한 상태이며 미국 업체들은 가격 경쟁력 상실로 4비트 마이크로프로세서 시장에서 철수하고 있는 상황이다. 4비트 마이크로컨트롤러의 주된 응용 분야는 VTR, TV, AUDIO, 조리기기 등의 가전 부문과 어댑터, 충전기, 각종 제어기 등의 산업부문으로 나누어 볼 수 있다. 국내에서는 4비트 마이크로컨트롤러의 수요 중 90% 가량을 일본 업체에 의존하고 있는 실정이다. 국내 4비트 마이크로컨트롤러 개발 현황을 살펴보면 삼성에서는 NEC의 56/57시리즈와 TI의 51000시리즈를 보유하고 있고 LG에서는 히다치의 4비트 마이크로컨트롤러 코어를 보유하고 있으며 대우도 4비트 코어를 확보하고 있다. 현대전자도 4비트 마이크로컨트롤러를 자체 개발하여 보유하고 있다.

8비트 마이크로컨트롤러

8비트 시장에서는 4비트에서와는 달리 모토롤라사가 전체시장의 약 30%를 차지하고 있고 일본은 초기 인텔, 모토롤라사의 8비트 마이크로컨트롤러를 바탕으로 제품 종류를 다양화시켜 가고 있다. NEC는 타이머와 ROM용량을 대용량화하였으며 미쯔비시는 종속(slave)기능을 보강하였다. 그리고 마쓰시다는 연간 20여종의 8비트 마이크로컨트롤러를 개발하였다. 8비트 마이크로컨트롤러의 수요가 증가하여 95년에는 국내 마이크로컨트롤러 시장의 50%를 8비트 마이크로컨트롤러가 차지하고 있다. 응용 분야는 고급 AUDIO, 위성 수신기, 전화기 등의 가전 부문과 프린터, 팩시밀리, 복사기 등의 산업 부문이 있다. 삼성은 KS56xxx, KS57xxx 등의 Zilog계열의 마이크로컨트롤러를 보유하고 있으며 LG는 Z80을 대우는 80C49와 80C51을 보유하고 있다. 현대전자도 80C51 호환 마이크로컨트롤러를 보유하고 있다.

16비트 마이크로컨트롤러

16비트 부문에서는 고도의 제어기능을 가진 주변 하드웨어와 고성능 CPU에 의한 제어기능으로 특화하는 경향과 범용 16비트 마이크로프로세서와 호환성을 중시하는 경향 크게 두 가지 경향으로 나누어지고 있는 실정이다. 주요 응용 분야는 OA기기, FA기기, 자동차 전장기기 등이다. 도시바에서 2.5인치 하드디스크 제어용 마이크로컨트롤러를 개발하였으며 미쯔비시는 타이머 기능을 강화하고 개발 도구의 성능을 향상시켰으며 저전압에서 동작할 수 있도록 개량하였다. 국내에서는 아직 16비트 마이크로컨트롤러를 보유한 업체가 없다.

32비트 마이크로컨트롤러

32비트 마이크로컨트롤러는 로보틱스, 화상처리, 항공 전자 공학 등에 적용되고 있으며 슈퍼스칼라 식의 RISC 마이크로프로세서를 채택하는 경향을 보이고 있다. 32비트 마이크로컨트롤러는 현재에도 개발이 활발히 진행 중이며 앞으로 시장 규모가 확대될 것이라고 기대하지만 현재는 전체 마이크로컨트롤러 수요에 5% 정도를 차지하고 있다. 현재 개발되어 있는 32비트 마이크로컨트롤러에는 인텔사의 80960과 80860, ARM사의 ARM,

SGS-Thomson사의 Transputer 등이 있다.

인텔사의 80960은 슈퍼스칼라 방식을 채용한 RISC형 마이크로컨트롤러이다. 20MHz에서 동작하고 한 사이클에 3개의 명령어를 수행할 수 있다. 주로 레이저프린터, 그래픽 프로세싱, 통신 등에 쓰인다. 80860은 VLIW(Very Long Instruction Width) 구조를 갖는 마이크로프로세서이고 64비트 부동소수점연산을 지원한다. 25/33/40/50MHz에서 동작하며 한 사이클에 명령어를 수행할 수 있다. 주로 DSP, 그래픽 등에 사용된다.

ARM사의 ARM은 31개의 범용 레지스터를 제공하며 4Kbyte 용량의 단일 캐쉬를 내장하고 있다. 20/50MHz에서 동작하며 동기 메모리와 비동기 메모리를 모두 지원한다.

SGS-Thomson사의 Transputer는 5단계 파이프라인 구조를 가지며 16Kbyte 용량의 단일 캐쉬를 내장하고 있다. 32byte의 명령어 버퍼를 가지고 있으며 부동소수점연산 유닛을 내장하고 있다. 50MHz에서 동작하며 1사이클 당 한 개의 명령어를 수행할 수 있다.

국내에서 보유한 32비트 마이크로컨트롤러들을 살펴보면 삼성전자가 보유한 ARM계열의 Acorn RISC와 대우전자가 보유한 MIPS계열의 RISC 등이 있으며 현대전자도 Micro SPARC를 보유하고 있다.

IV. 맺음말

이제까지 살펴본 바와 같이 전세계의 반도체 제조회사들은 거대한 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 시장을 선점하기 위한 기술 개발에 총력을 기울이고 있다. 그러나 마이크로프로세서나 마이크로컨트롤러는 그저 기술적으로 우수하다고 해서 잘 팔리는 것도 아니고 기존의 사용자 기반을 비롯하여 적절한 소프트웨어의 지원, 시기 적절한 업그레이드 등 여러 가지 요소들이 복합적으로 작용하여 그 칩의 성과를 좌우하게 된다. 또한 제대로 된 마이크로프로세서나 마이크로컨트롤러를 개

발하기 위해서는 반도체 회로 설계 기술뿐 아니라 공정, CAD, 시스템 설계, 스펙 검증, OS, 컴파일러 등 하드웨어와 소프트웨어를 총망라하는 총체적인 기술적 뒷받침이 있어야 한다. 역으로 마이크로프로세서와 마이크로프로세서 개발 기술을 확보했다는 것은 단순히 설계 기술을 확보했다는 것뿐만 아니라 이러한 총체적인 기술력을 확보했다는 의미심장한 뜻을 내포하고 있는 것이다.

이제 우리 나라는 이미 나와있는 기존의 제품을 모방하여 제품을 개발하는 수준을 벗어나야 한다. 이러한 명제는 과거에 수없이 제기되어 왔으나 실현되지 못한 이유는 아직 우리나라가 모든 기술을 처음부터 끝까지 꿰뚫을 수 있는 총체적인 기술을 확보하지 못했기 때문이다. 독창적인 아이디어와 축적된 기술력을 바탕으로 정보산업을 이끄는 견인차 역할을 하며 다가오는 21세기에 대한 자신감으로 가득찬 미국을 보며 우리 기술의 현주소를 냉엄히 반성해 보아야 할 것이다. 이제는 우리만의 독창적인 제품을 개발하고 새로운 시장을 우리가 창조해 나가야한다. 이를 위해서는 단기간에 이익을 올릴 수 있는 단순 복제, 단순 제조 기술에 치중된 투자를 과감히 총체적인 기술 확보를 위해 돌려야 한다. 무조건 외국 기술을 사오고 보는 성급한 마음을 버리고 설령 당장 눈앞에 보이는 이득이 없다 하더라도 진정한 우리의 기술을 우리의 손으로 축적해 가는 꾸준하고 배포있는 자세를 가다듬을 때이다.

이미 우리나라는 국운을 반도체 산업에 걸었다 해도 과언이 아닐 만큼 그 투자 규모 면에서나 매출 규모 면에서 반도체가 차지하는 비중은 엄청나다. 그러나 메모리가 영원히 지금처럼 호황을 누릴 가능성은 희박하고 중국과 대만이 메모리 산업 대열에 뛰어들려고 하고 있다. 이들이 잠식할 메모리 시장을 보충할 만한 대안은 과연 무엇일까? 그렇다고 이미 막대한 투자를 해놓은 반도체 산업 이외의 곳에서 대안을 찾기에는 그 손실이 너무 막대하다. 따라서 메모리에 버금가는, 순이익 면에서는 오히려 메모리를 몇 배로 증가하는 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 개발 기술 확보만이 우리가 할 수 있는 마지막 선택인 것이다.

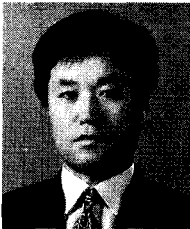
그러나 현재 국내 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 개발 기반 기술은 너무나도 빈약하다는 것이 뼈아픈 사실이다. 하지만 우리는 지금 보다 더욱 열악한 기술 여건 속에서도 지금과 같이 찬란한 메모리 산업을 일구어낸 저력이 있다. 이제 또 한번의 반도체 신화를 창조해야 할 역사적 임무가 우리에게 부여된 것이다. 산업의 쌀 반도체 산업의 재도약을 위해, 다가오는 21세기 정보산업시대를 선도해 나가기 위해 이제 범국가적으로 마이크로프로세서와 마이크로컨트롤러 개발 기술 확보에 총력을 기울여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 경종민, "최신 마이크로프로세서 구조"
- [2] 황기수, 홍세경, "마이크로프로세서의 기술 동향", 전자연구 통권 제13호, 1995년, pp. 57~61
- [3] Tom R. Halfhill, "80x86 Wars", BYTE, June 1994, pp.74~88.
- [4] Tom R. Halfhill, "AMD vs. Superman", BYTE, Nov 1994, pp.95~104.
- [5] Peter Wayner, "SPARC Strikes Back", BYTE, Nov 1994, pp.105~112.
- [6] Tom Thompson & Bob Ryan, "PowerPC620 Soars", BYTE, Nov 1994, pp.113~120.
- [7] Tom R. Halfhill, "T5: Brute Force", BYTE, Nov 1994, pp.123~128.
- [8] Eiji Yokota et al., "Pentium, P6, P7: 86 Architecture's Attempt to Survive Future", Nikkei Electronics Asia, June 1993, pp.18~25.
- [9] Hot Chips Symposium, 1992, 1993, 1994, 1995.
- [10] Marvin Hobbs, RISC/CISC Development and Test Support, Prentice-Hall, 1992.
- [11] Barry B. Brey, The Intel Microprocessors,

- MERRIL, 1994.
- [12] Intel, Pentium Processor User's Manual Vol 1, 1993.
- [13] David L. Weaver, The SPARC Architecture Manual Version 9, Prentice Hall, 1994.
- [14] Lance A. Leventhal, 68000 Assembly Language Programming, McGRAW-HILL, 1987.
- [15] Hans-Peter Messmer, The Indispensable PC Hardware Book, Addison-Wesley, 1994.
- [17] 노형래, 박성배, "마이크로프로세서 기술", 전자공학회지 제20권 제7호, pp.727~751, 1993
- [18] 이문기, "고성능 마이크로 프로세서들의 기술 동향", 전자공학회지 제22권 제2호, pp. 177~189, 1995

저자 소개



黄 琦 秀

1951年 10月 20日生

1977年 2月 연세대 전자공학과 학사

1983年 5月 美 텍사스 오스틴大 석사

1986年 12月 美 텍사스 오스틴大 박사

1976年 10月~1978年 4月 삼성반도체

1978年 4月~1980年 12月 금성통신연구소 연구원

1986年 12月~1989年 8月 제너럴 일렉트릭 연구소 연구 staff

1989年 8月~1995年 9月 현대전자 반도체2연구소 상무

주관심분야 : VLSI Design, Testing and CAD