

모바일프로세서 산업 동향

Industrial Trend of Mobile Processors

IT 융합 · 부품 기술 특집

권영수 (Y. S. Kwon) 멀티미디어프로세서연구팀 선임연구원

엄낙웅 (N. W. Eum) 멀티미디어프로세서연구팀 팀장

목 차

-
- I. 모바일 시장의 성장
 - II. 모바일프로세서 산업 동향
 - III. 차세대 모바일프로세서
 - IV. 맺음말

국내 휴대폰 시장은 최근 급격한 변화의 시기를 맞고 있다. 음성정보 송·수신과 단순한 개인정보 관리, 또는 멀티미디어 데이터 처리에 주력하던 피쳐폰 시장은 고사양의 운영체제, HD급 비디오, 수십만 가지의 앱(App.; Application), 고성능 디스플레이로 대표되는 스마트폰 시장으로 급격히 전환되고 있다. 이러한 스마트폰의 고사양화는 모바일프로세서, 베이스밴드 칩, 다양한 센서를 포함하는 스마트폰 하드웨어와 데스크톱 수준에 근접하는 고사양의 운영체제가 전인하고 있다. 특히, 모바일 프로세서는 스마트폰 기술 발전을 견인하는 핵심 부품으로 다수의 프로세서와 외부인터페이스 장치를 포함하는 고성능, 저전력의 시스템온칩(SoC)이며 모바일프로세서의 동작속도, 전력소모량 등은 스마트폰의 성능을 가능하는 척도로 인식되고 있다. 최근, 모바일프로세서는 스마트폰 시장을 넘어서 넷북, MID, 스마트 TV 등 다양한 산업영역에서 채용되고 있으며 2018년에 100억 개의 제품이 생산될 것으로 전망되어 모바일 시장의 폭발적인 성장을 견인하는 핵심 부품이다.

I. 모바일 시장의 성장

국내의 개인형 휴대폰은 1990년대 말 도입되었지만 초기의 휴대폰은 무선 음성통화를 가능하게 하는 기능이 주된 기능이었다. 반면, 개인정보관리, 문서작업, 게임, 개발업무 등을 포함하는 개인형 컴퓨터 시장은 데스크톱 프로세서가 그 역할을 해왔다.

IBM은 1992년에 Simon이라는 스마트폰의 개념을 처음으로 도입하였는데 당시 COMDEX라는 IT 기기 관련 전시회에서 콘셉트 수준의 제품이 처음으로 소개되었고, 이듬해에 실제로 시장에 출시되기도 했다. 이 제품에는 캘린더, 주소록, 계산기 등의 기능이 포함되어 있었고, 터치스크린을 이용한 입력이 가능했다. 2007년에 애플이 초기 모바일 시장 진입을 위한 전략제품이었던 아이폰(iPhone)을 도입하기 전까지 무선음성통신의 개념을 접목하여 상당량이 보급된 노키아의 커뮤니케이터(communicator), 에릭슨의 GS88 등의 제품이 있었다. 그 중에서도 캐나다의 RIM사가 2002년경에 키패드(QWERTY)를 탑재한 무선 이메일 송수신에 특화된 블랙베리(BlackBerry)를 출시하여 3천만 명에 달하는 사용자를 확보하면서 스마트폰 시장의 강자로 군림하기 시작하였다.

스마트폰의 도입 이전에도 개인정보 관리 및 멀티미디어 서비스를 위한 제품은 존재했는데, PDA가 그 대표적인 예라고 할 수 있다. PDA는 팜탑컴퓨터(Palmtop Computer)라고도 알려져 있는데, 터치스크린과 Wi-Fi 또는 블루투스 같은 무선 접속 기능을 갖추고 정보관리, 동영상 재생 기능, 게임 기능 등을 포함한 제품이다. PDA는 2000년대 초반에 HP사, Palm사 등이 상당한 시장을 확보하였으나, 현재는 스마트폰이 그 기능을 거의 흡수하여 전화 기능이 없는 PDA는 그 시장이 상당히 축소된 상태이다.

‘스마트폰’의 본격적인 시장 성장을 알린 것은 애플

사의 아이폰(iPhone)이다. 아이폰은 스티브 잡스의 기술 구상 하에 터치스크린에 대한 기술개발 및 AT&T와 애플사의 30개월 가량의 공동개발 하에 개발된 제품으로 알려져 있는데 2007년 1월에 처음으로 공개되었고 2008년부터 아이폰 3G/3GS를 발표하면서 2009년까지 3천4백만 개의 아이폰을 판매하였다. 아이폰의 기술적 핵심은 애플사가 그동안 판매에 주력해오던 Mac 컴퓨터의 운영체제(OS)를 전력 소모량을 최소화 할 수 있도록 개량한 OS, 고품질의 입력장치인 정전용량식의 멀티터치 가능 터치스크린, 다양한 센서 도입 등에 있다고 할 수 있다. 2010년 6월에는 1GHz급의 모바일프로세서와 고화질 디스플레이인 ‘레티나(Retina)’를 장착한 아이폰4를 발표하여 또다시 시장의 큰 반향을 불러 일으키고 있다. 아이폰의 운영체제는 OS X을 변형한 버전이며 OS X은 Mac 컴퓨터에 사용되던 것으로 UNIX 기반의 운영체제로서 애플사는 이 운영체제에 사용자와의 교감을 최대화한 GUI를 접목하여 사용자 친화성을 강조하였다.

아이폰의 성공은 2008부터 최근까지 전세계적으로 스마트폰 시장의 활성화로 도모하는 계기가 되었다. 웹검색 솔루션을 제공하는 구글사는 Android, Inc. 인수 후 안드로이드 운영체제를 개발하여 이를 OHA를 결성함으로써 오픈소스 모바일 운영체제를 공개하고 있다. 애플사가 하드웨어와 소프트웨어를 모두 개발, 공급하는데 반해 구글사는 소프트웨어는 자사가 공급하는 반면 하드웨어는 제조사가 개발하도록 하고 있다. 그럼에도 불구하고, 안드로이드 운영체제는 2010년 2분기의 NPD Group 조사자료에 의하면 미국 내의 스마트폰 운영체제 시장에서 33%로 1위를 점유하고 있고, 2위는 RIM OS, 3위는 애플사의 iOS로 보고되었다.

고사양의 운영체제에 의한 스마트폰 시장의 급격

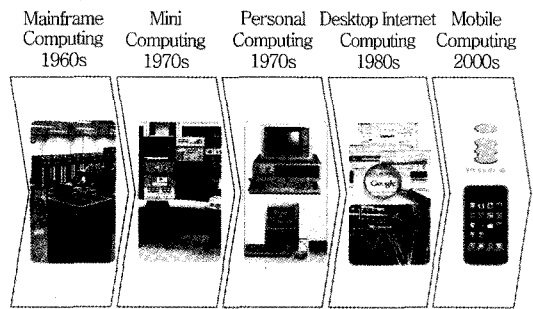
한 확대와 더불어 이를 지원하기 위한 하드웨어 시장 역시 급격한 성장을 하고 있다. 애플사는 전통적으로 매킨토시, iMac 등의 데스크톱 컴퓨터 및 Macbook 과 같은 노트북 컴퓨터를 제조해왔기 때문에 하드웨어 설계에 대한 강점을 가지고 있다. 아이폰의 하드웨어 시스템은 애플에서 직접 설계하고 있으며, 2009년부터는 하드웨어 시스템뿐만 아니라 모바일프로세서 부품설계를 위하여 P.A.Semi, Intrinsity 등의 회사를 인수하여 반도체 칩 제작으로 사업을 확장하였고, 실제로 개발된 프로세서를 최근의 iPad, 아이폰 4에 적용하였다. 안드로이드의 경우를 보면 구글사는 안드로이드 소프트웨어만을 제공하고 있으며, 모바일프로세서는 삼성전자, 퀄컴, 인텔, 프리스케일 등의 전통적인 반도체 업체에서 생산하는 반면, 스마트폰의 하드웨어 시스템은 노키아, HTC, 마이크로소프트, RIM, 모토로라와 국내업체인 삼성, LG, 팬택 등에서 생산하고 있다. 스마트폰의 시스템을 보면 모바일프로세서 뿐만 아니라 베이스밴드프로세서 및 중력 센서, 지자기 센서, 자이로 센서 등 다양한 센서들이 장착되어 있다.

모바일 시장은 단순히 스마트폰을 넘어서 Kindle 과 같은 e-Book, Table PC, 내비게이션 또는 차량용 블랙박스과 같은 자동차 기기, 홈엔터테인먼트, 게임산업 등을 망라하는 대형 시장이다. 유수 시장 조사기관의 보고서 및 현재의 시장상황을 살펴보면 모바일 시장은 2009년부터 2010년에 걸쳐 급격한 성장을 하고 있으며, 모바일 기기 시장은 이미 스마트폰을 넘어서 모든 모바일 단말 또는 기기 시장으로 확대되고 있다. 특히 구글의 안드로이드 TV, 애플 iTV 등은 모바일 TV 또는 모바일 광고 시장으로의 산업체 이동을 보여주고 있다.

최근의 모바일 시장은 2009년부터 2010년에 걸쳐 급격한 성장을 할 것으로 전망되고 있는데, Gart-

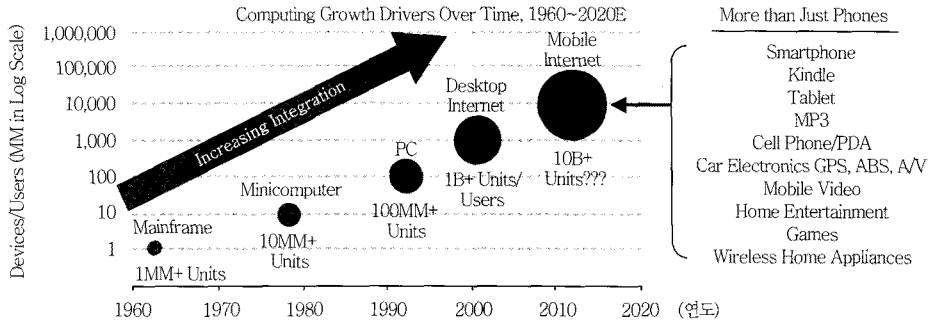
ner의 2010년 4월 IT 시장 보고서에 의하면 모바일 기기 시장은 2014년 전 세계 1,110억 달러 시장으로 성장할 것으로 전망되고 있다.

시장조사 전문기관은 모바일 시장의 급격한 변화는 컴퓨팅 패러다임의 변화와 연관된 것으로 분석하고 있다. 모건스탠리의 시장 자료에 의하면 인텔, AMD 등이 1980년대 데스크톱 PC의 성장과 더불어 고성능의 데스크톱 프로세서와 프로세서 관련 칩셋의 개발로 30년간 시스템 반도체 시장을 주도한 것과 동일한 산업계 환경 변화가 현재 나타나고 있는 것으로 보고하고 있다. Geoffrey Moore의 “Crossing the Chasm”이라는 보고서에 따르면 IT 산업계의 새로운 컴퓨팅 패러다임은 약 10년을 주기로 나타나는 것으로 알려져 있으며, 새로운 컴퓨팅 시대의 주도권을 잡는 기업은 그 이전의 산업규모보다 더 거대한 산업을 이끌게 되는 것이다. 즉, 현재 모바일 시장의 변화는 (그림 1)에 나타난 바와 같이 컴퓨팅 패러다임의 진화를 보이는 것이며, 2018년경에 등장할 모바일 시장은 이전의 데스크톱이 주도하던 시장보다 더 거대한 시장이 될 것으로 예측된다[1].



(그림 1) 컴퓨팅 패러다임의 변화

(그림 2)는 현재까지의 IT 산업계의 진화, 즉 1960년대 메인프레임 컴퓨터로부터 퍼스널 컴퓨터, 데스크톱 인터넷 컴퓨팅과 앞으로의 모바일 컴퓨팅의 시장규모를 도시하고 있다(출처: ITU, Mark Lipacis, Morgan Stanley Research). 모바일 컴퓨팅



(그림 2) IT 산업의 모바일 시장으로의 재편

의 개념은 스마트폰, e-book, TV, MP3, 홈엔터테인먼트 등 IT 산업 전분야를 망라한다. 특히, 모건스탠리의 자료에 의하면 2018년에는 모바일 인터넷이 대부분의 IT 기기에 적용되고 또한, 모바일 기기의 출하 대수가 현재의 데스크톱 컴퓨터의 10배인 100억 개의 제품에 이를 것으로 예상하고 있다.

II. 모바일프로세서 산업 동향

1. 프로세서 기술 동향

프로세서는 수학자 본 뉴먼(John von Newmann, 1903~1957년)이 1945년 “프로그램 저장장치를 가진 컴퓨터”인 EDVAC에 관한 논문에서 일련의 명령어(instruction)를 수행하면서 프로그래머가 원하는 동작(operation)을 행하는 컴퓨터의 개념을 제시한 이래 프로세서(processor, microprocessor)는 전자공학 및 전산학 분야에서 가장 오래 연구된 분야 중 하나이다[2].

프로세서 기술은 컴퓨터라는 개념의 초석이 되는 근본 기술로서 시스템 반도체 하드웨어 기술 위에서 체계화된 소프트웨어 레이어들의 결합이 이루어내는 시스템 반도체의 결정 기술이라고 할 수 있다. 프로세서 코어 기술은 일반적으로 메인 메모리, 캐시 메모리(cache memory), 레지스터 파일(register file), 명

령어 및 오퍼랜드(instruction, operand) 제어 유닛, 고정 및 부동소수점(fixed-point, floating-point) 데이터 연산기 등을 포함하는 시스템 반도체로 설계된 코어의 설계, 반도체 제작기술 및 운용기술을 의미한다. 프로세서 코어 아키텍처는 순차적 명령어 페치(in-order instruction fetch) 구조에서 슈퍼스케일러(superscalar), 동시 멀티스레딩(simultaneous multithreading) 등의 고성능 구조로 발전해 왔다. 프로세서 소프트웨어 기술은 C, C++, Fortran, Ada, Clang 등의 다양한 프로그래밍 언어(programming language)를 본 뉴먼이 제시하였던 ‘저장된 명령어’ 형태로 변환하는 컴파일러(compiler) 기술을 중심으로, 어셈블러(assembler), 링커(linker) 기술 등을 포함한다. 이러한 소프트웨어 개발환경(software development environment) 상에서 디바이스 드라이버(device driver) 및 Linux, Windows와 같은 데스크톱 운영체제 및 uC/OS, Embedded Linux와 같은 임베디드 시스템 운영체제(operating system) 또는 VxWorks 등과 같은 실시간 운영체제가 구현된다. 이러한 운영체제의 상위에는 시스템 서비스를 제어하는 미들웨어가 구현되고, 최상위에 사용자 애플리케이션(user application)이 구현된다. 이와 같이 프로세서 기술은 최고 수준의 시스템 반도체 기술을 요하는 프로세서 코어 기술과 다수의 소프트웨어 레이

어로 구성되는 복합적인 기술로서 컴퓨터의 발전과 그 맥을 같이 하여 오랜 역사를 가지고 있다.

1980년대 반도체 집적 기술의 발전은 1970년대 및 1980년대의 펀치페이퍼(punch paper) 또는 진공관(vacuum tube)으로 구현되어 하나의 큰 빌딩을 차지하던 컴퓨터를 프로그래머 또는 사용자들의 데스크톱에 올려놓을 수 있는 형태로 발전시켰다. Intel사가 8086(1978년)을 시장에 출시한 이후 x86 명령어 및 아키텍처는 현재에도 가장 널리 사용되는 데스크톱 프로세서 아키텍처가 되어 80386, Pentium™, Core2™ 등으로 발전을 거듭하고 있다. 모바일 디바이스의 개념이 본격화된 1990년대에는 32bit RISC 프로세서를 개발하던 Acorn Computers Ltd.에서 분사한 ARM사가 기존의 단품(discrete device) 형태의 프로세서 생산 개념에서 벗어나 시스템 반도체 내에 집적될 수 있는 IP 형태의 프로세서 라이선싱 사업을 시작하면서 개발한 ARM7™, ARM9™ 프로세서 등이 성공을 거두어 StrongARM™, ARM11™, XScale™, Cortex™ 등으로 제품군을 확장하고 있다.

랩톱 컴퓨터, 셀폰, PDA, PMP 등 모바일 디바이스 시장의 급격한 성장과 더불어 배터리 사용시간의 중요성 및 폼팩터(form factor) 등이 중요한 시스템 디자인 이슈로 부각되면서, 임베디드 프로세서 시장이 동반 성장하였다. 임베디드 프로세서는 오디오 및 비디오 디코딩, 데이터 통신 등의 태스크를 수행하는데 소모되는 에너지량 및 성능이 중요한 프로세서 선택 기준이 된다.

최근까지 PDA, PMP 등에는 ARM사의 프로세서들이 모바일 프로세서 시장의 상당량을 점유해 왔는데, ARM사는 ARM11 이후에 새로운 아키텍처로 ARMv7 아키텍처를 선보였으며, ARMv7 아키텍처는 2008년부터 Cortex™라는 제품군으로 출시되고 있다. Cortex™ 제품군은 기존의 ARM 사용자들에

게 성능 및 기능별로 특정 애플리케이션에 차별화된 다양한 솔루션을 제공하는 것을 특징으로 보이고 있다. 이는 Intel사가 자사의 모바일 및 데스크톱 제품군을 Core2™라는 제품군에 통합시킨 것과 비슷한 맥락으로 보인다. ARM Cortex™ 제품군은 세 가지 시리즈로 구성되어 있는데 Cortex-A는 고성능 OS 및 다중 사용자 애플리케이션, Cortex-R은 반응시간을 중요시하는 실시간 임베디드 시스템, Cortex-M은 비용에 민감한 마이크로컨트롤러(microcontroller) 및 FPGA에 최적화된 프로세서이다. Cortex-M은 기존의 Renesas사 등이 점유하고 있던 마이크로컨트롤러 시장 점유를 목표하고 있는 것으로 보인다. Cortex-A의 경우 ARM사의 멀티코어 플랫폼으로서 성능 지향적인 프로세서 제품군이다. ARM사는 MPCore 플랫폼으로 불리는 멀티코어 프로세서 플랫폼을 수년간 개발해왔는데, Cortex-A는 이를 채용한 플랫폼으로서 미디어 가속 엔진인 NEON Media Processing Engine, 보안솔루션으로서 TrustZone™ 등의 IP를 제공한다.

PDA의 경우 HP사, Palm사 등이 시장에서 치열한 경쟁을 벌여왔다. 2002년에는 BlackBerry가 소형의 키보드를 장착한 제품으로 상당한 시장을 점유하기 시작했는데, 이는 캐나다의 RIM사가 개발한 모바일 무선 통신 기기이다. BlackBerry는 초기에 QWERTY 형태의 소형의 키보드를 장착한 제품으로 시장을 점유하기 시작했는데, 초기에는 Intel사의 80386 프로세서를 사용하다가 BlackBerry 950 또는 957의 경우, ARM7, ARM9 및 PXA901을 채용하였다. PXA901은 Marvell사가 Intel사의 XScale 코어 부문을 인수한 후 출시한 프로세서이다. CDMA용 BlackBerry의 경우 ARM9 프로세서에 기반한 Qualcomm사의 MSM6x00 칩셋을 채용하였다. 2009년 4분기의 보고에 따르면 BlackBerry 사용자는 3

천만 명에 이르는 것으로 알려져 있다. PMP는 PDA의 기능에 멀티미디어 디코딩 기능을 강화한 제품이라고 할 수 있는데, 특히 국내에서 많은 제품들이 개발되었다. Alchemy로 알려진 프로세서는 1981년 John L. Hennessy가 처음으로 개발했던 MIPS 프로세서가 장착되어 있다. Alchemy 프로세서는 AMD사가 처음 개발하다가 2006년 중반에 RMI사로 사업 부분이 인수되어 현재는 RMI사가 개발하고 있는 프로세서이다. 국내의 PMP 및 내비게이션 제품들에서 상당수의 Alchemy 프로세서가 사용된 것으로 알려져 있다. Alchemy 프로세서는 2008년까지 UMPC에도 사용되었다.

UMPC는 랩톱 컴퓨터의 이동성(mobility), 소형화, 저전력화를 더욱 강조한 제품이라고 볼 수 있다. 모바일 디바이스의 대표적인 제품군인 PDA, PMP, 랩톱 컴퓨터(노트북 컴퓨터)의 경우, 이 제품군들은 UMPC 형태로 시장이 통합될 것으로 보인다. 기존 랩톱 컴퓨터는 가격 측면이나 소형화 측면에서 UMPC로 시장이 이동하고 있고, PDA 및 PMP 등은 Palm OS 또는 PMP들에서 사용되던 제품특화된 운영체제들의 호환성 및 제한적인 애플리케이션 문제를 해결하기 위해서 Windows 또는 Linux로 재편되고 있는 것으로 보인다. 저전력 랩톱 프로세서 시장에서는 초기에는 Intel사나 AMD 외에도 초기 Transmeta사 등의 회사가 경쟁을 하였다. Transmeta사는 Intel사와의 시장 경쟁 중에 2005년에 프로세서 제작을 중단하고 자사의 저전력 기술을 판매하는 회사로 변모하였으며, Intel사와의 특허소송을 2007년에 마무리 지었다. UMPC 시장에서 초기 강세를 보이던 VIA사의 C7 프로세서는 x86 아키텍처를 라이선싱했던 VIA사가 수 년 간의 개발 끝에 소수의 디자인 엔지니어들이 개발한 독자적인 x86 아키텍처를 가진 프로세서이다. VIA사는 코드명 Isaiah라고 불리는 VIA

Nano™ 계열의 프로세서를 2008년에 출시하여, Intel사의 Atom 프로세서와의 경쟁을 시도하고 있다. Intel사의 Atom 프로세서는 2008년도에 출시된 x86 또는 x86-64 계열의 프로세서이다. Atom 프로세서 아키텍처는 두 개의 명령어를 동시 수행할 수 있는 구조로서 800MHz~1.86GHz의 클럭 주파수로, 3300MIPS 정도의 성능으로 Pentium M™의 50% 정도의 성능을 보인다. 특히, 기존의 고성능 슈퍼스케일러 데스크톱 프로세서에서 보이던 instruction reordering, speculative execution, register renaming 등의 기능을 없애고, 아키텍처 측면에서 초기 Pentium 또는 80486의 개념을 다시 채택함으로써 전력 효율성을 강조한 제품이라고 볼 수 있다. 실리콘 면적 측면이나 전력 측면에서 Atom 프로세서는 ARM 프로세서 또는 TI의 OMAP에 비해서 약점을 보이기는 하지만 x86 구조 지원 측면 및 Intel사의 시장 장악력을 볼 때 UMPC 시장에서 상당한 시장을 점유할 것으로 예상된다. 또한, UMPC용 프로세서 분야 역시 x86 아키텍처를 중심으로 재편되고 있고, 저전력 및 고성능을 추구한다는 측면에서 볼 때 장기적으로 멀티코어 프로세서로 전환을 시도하리라는 관측이 우세하다. 인텔의 Atom에 대항하기 위해서 AMD는 컴퓨텍스 2010에서 Fusion APU라는 새로운 프로세서 개념을 제안하였다. Fusion APU는 x86 CPU와 GPU를 단일칩에 집적한 프로세서이다. 이는 AMD가 수 년 전 데스크톱 그래픽스 시장에서 2위를 고수하던 ATI를 인수하였기 때문에 가능한 일이다. CPU는 GPU가 단일칩에 집적되면 상호 데이터 이동량에 대해서 좀 더 유연한 대처를 할 수 있다.

2010년 현재의 시장 상황을 보면 인텔, AMD가 주도하는 데스크톱 프로세서 시장은 시장 자체가 포화단계로 진입하는 상황이다. 따라서, 이들 데스크톱 프로세서 업체는 집중화된 컴퓨팅 개념인 ‘클라우드

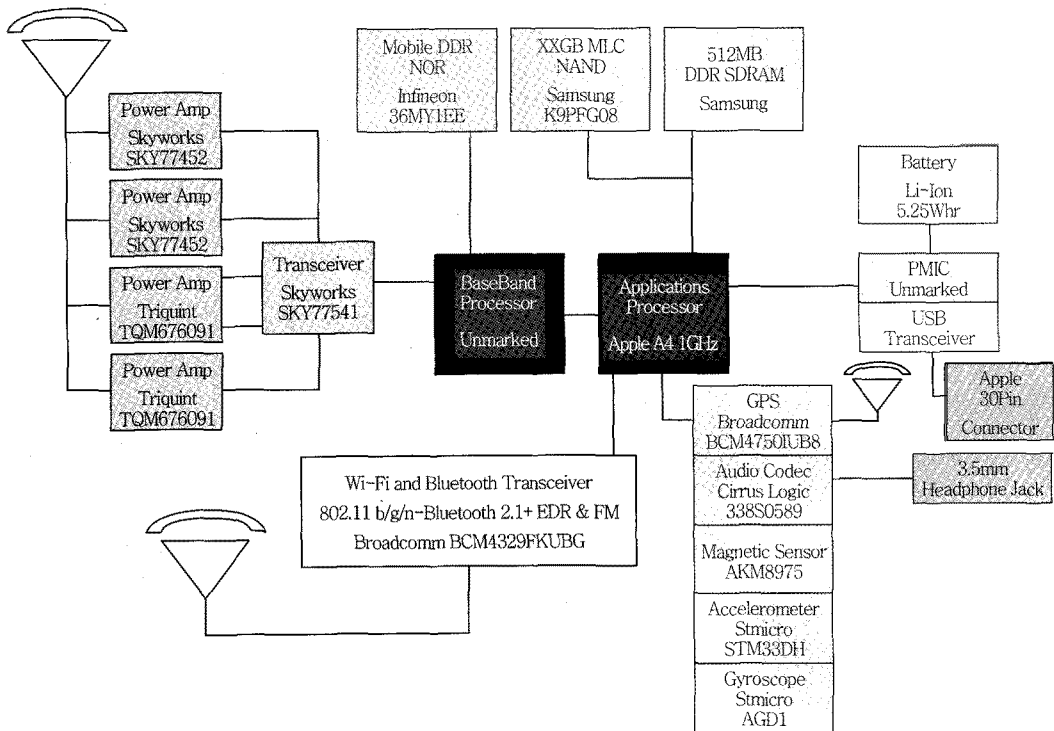
컴퓨팅'을 위한 서버 전용의 프로세서 개발에 특히 많은 자원을 집중하고 있으며(출처: EETimes 및 www.amd.com) 넷북, UMPC, MID 등을 위한 저전력 x86 프로세서를 개발하고 있다. 기술적인 측면을 보면 이들 업체가 급속한 성장속도를 보이는 모바일 시장을 목표로 한 Atom 등의 프로세서를 출시하고 있으나, x86 프로세서는 전력소모량 측면에서 기술적 한계를 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 때문에, x86의 수 W(와트) 수준의 전력소모량을 모바일 프로세서가 요구하는 수백 mW 이하 수준으로 감소시키는 것은 기술적인 난제로 인식된다(참고: NVIDIA CEO Jensen Hwang's interview, EETimes).

앞으로의 모바일 단말을 위한 프로세서, 즉 모바일 프로세서는 장시간 연속 사용을 위한 저전력, 고성능의 두 가지 목표를 동시에 달성할 수 있는 구조로 개

발될 것이다. 데스크톱 프로세서에서 CPU와 GPU를 통합한 프로세서를 2011년에 출시 계획이지만, 현재의 모바일 프로세서는 고성능의 프로세서와 GPU, 주변장치 인터페이스, 비디오 인코더 및 디코더 등이 이 단일칩에 집적하고 있다.

2. 모바일프로세서 기술과 현황

최근 출시되고 있는 스마트폰의 구조를 (그림 3)에 도시하였다. 개발 업체별로 기술적 차이는 있을 수 있으나, 터치스크린 또는 키패드를 입력으로 하고, 고성능 모바일프로세서와 베이스밴드프로세서를 시스템 상에 포함한다는 측면에서는 대체적으로 비슷한 구조를 가지고 있다. (그림 3)에 나타난 바와 같이 스마트폰은 AP, BB, DDR SDRAM, NAND Flash 등



<자료>: www.ifixit.com

(그림 3) 스마트폰(아이폰4)의 구조

의 메모리, 파워앰프와 트랜시버 포함 RF, Wi-Fi, Bluetooth 등을 포함하는 connectivity, GPS, 오디오, 가속도 센서, 자이로 센서 등의 센서 및 배터리와 PMIC로 구성된다. 터치스크린과 터치센서는 독립 모듈로 구성된다.

AP, 즉 애플리케이션 프로세서는 (그림 3)에 나타난 다양한 부품들 중 운영체제(OS) 및 사용자의 응용 프로그램을 실행하고, 타 부품을 제어하는 스마트폰의 핵심 CPU라고 할 수 있다.

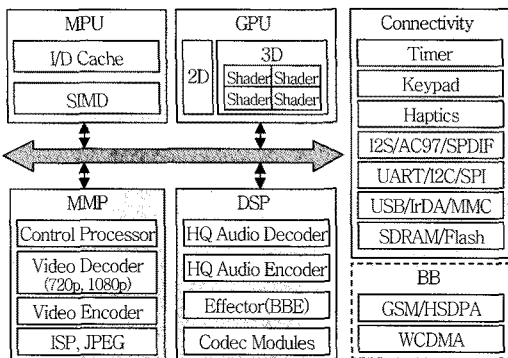
베이스밴드 프로세서는 RF 모듈을 통해서 3G 네트워크를 통한 데이터 송수신, 음성통화 및 영상통화를 가능하게 하는 부품이다. 애플사의 아이폰, 삼성의 갤럭시S 등에는 브로드컴 등에서 생산한 독립적인 베이스밴드 프로세서 칩을 사용하고 있으나, 퀄컴의 모바일프로세서인 SnapDragon의 경우 베이스밴드를 내장하고 있다. HTC의 Desire, LG의 Maxx폰 등에서는 퀄컴의 SnapDragon을 사용하고 있다.

모바일프로세서의 일반적인 구조가 (그림 4)에 나타나 있다. 개발업체에 따라서 기술적인 차이는 있지만 일반적인 모바일프로세서는 중앙처리장치라고 할 수 있는 MPU, 2D 또는 3D 그래픽스를 처리하는 GPU, 비디오 인코딩, 디코딩, 이미지 압축 및 해제를 처리하는 MMP, 오디오 처리를 담당하는 DSP로 구

성되어 있다.

MPU는 운영체제 커널 및 OpenGL, OpenCL, Java VM과 같은 다양한 미들웨어, 사용자가 작성한 애플리케이션 등을 실행하는 중앙처리 프로세서이다. 현재 ARM사의 Cortex-A 프로세서가 이 시장의 상당부분을 차지하고 있고, MIPS, PowerPC 등이 모바일프로세서 일부 시장에 진입해 있는 상황이다. GPU의 경우 2D 또는 3D 그래픽스처리를 담당하며 OpenVG, OpenGL ES와 같은 소프트웨어와 연동되어 동작한다. Imagination Technologies 및 ARM Mali와 같은 IP가 대표적인 GPU IP이다. MMP의 경우 내부적으로 프로세서를 다수 이용하나 H.264, MPEG2, DivX, XVID와 같은 다양한 멀티미디어 코덱을 지원하기 위해서 전용 하드웨어 IP와 컨트롤을 위한 프로세서를 동시에 사용하고 있다. 스마트폰의 경우 3G(WCDMA) 무선통신을 지원하는 것 외에도, 연결성(connectivity)을 위해서 Wi-Fi, Bluetooth 등을 지원하는 것이 대부분이다. 이를 위하여 연결성 IP, I2S, SPI, SPDIF, I2C, USB, IrDA, MMC, Timer, Keypad, 터치센서 제어 IP를 모바일프로세서에 집적하고 있다. 또 베이스밴드프로세서를 내장하고 있는 경우도 있다.

모바일프로세서는 이와 같이 다양한 IP를 집적한 하나의 컴퓨팅 시스템이라고 볼 수 있는데, 모바일프로세서 관련 제품 및 제조업체의 리스트가 <표 1>에 나타나 있다. 모바일프로세서 코어의 경우 ARM사가 대표적이며 Cortex-A8의 경우 1GHz로 동작하며 현재 삼성의 S5PC111에 채택되어 갤럭시S에 장착되었고, 애플의 아이폰 3GS 및 아이폰4에도 A4 프로세서가 장착되었다. 이외에도 MIPS, IBM, 인텔, 중국의 ITC 등이 모바일프로세서 코어를 개발하고 있다. MIPS의 경우 셋톱박스 또는 모바일 TV 시장에서 다수 채용되었다.



(그림 4) 모바일프로세서의 일반적인 구조

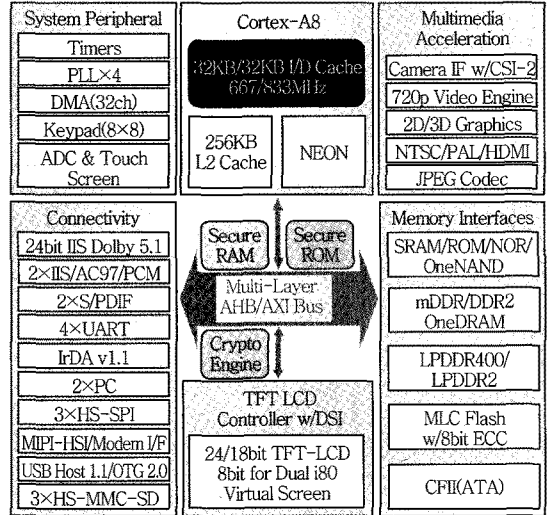
〈표 1〉 모바일프로세서 관련 제품 및 제조업체

품목	제조사(대표제품)
모바일프로세서 코어(IP)	ARM(Cortex-A8), MIPS(MIPS32), IBM(PowerPC), 인텔(Atom), ITC(Godson, 중국), Ceva(Ceva-X), Tensilica(Xtensa), ADChips(EISC)
모바일프로세서 (AP)	애플(A4), 퀄컴(SnapDragon), 삼성(S5PC111), Freescale(i.MX53), AMD(Au1250), NVIDIA(Tegra2), 앰텍비전(MV8657), ADChips(EAGLE)
모바일기기 제조업체 (스마트폰 등)	애플(iPhone, iPad), 삼성(Galaxy S), HTC(Desire), LG(옵티머스Q), RIM(BlackBerry), 노키아(N95), 모토롤라(Moto QRTY), MS(KIN)

모바일프로세서의 경우 애플, 삼성, 퀄컴, 프리스케일, AMD 등이 개발하였다. 애플의 경우 아이폰 3GS까지는 삼성으로부터 AP를 공급 받았다. 그러나, 애플사는 2008년 저전력 프로세서 설계업체인 P.A.Semi를 인수하고, 2009년 고성능 모바일프로세서 설계사인 Intrinsicity를 인수하여 자체적으로 모바일프로세서 설계를 위한 기술을 확보하였다. 특히, Intrinsicity의 경우 dynamic logic 기술을 기존의 CAD 툴에 접목한 Fast14 기술을 적용하여 1GHz급의 Cortex-A8 코어를 설계하였다. 해당기술은 Intrinsicity가 애플에 인수되기 전에는 삼성의 S5PC111에 사용되었고, 애플사의 A4 프로세서에 적용되어 iPad 및 아이폰4에 채택되었다[3],[4].

삼성전자는 Intrinsicity의 기술을 이용하여 2009년 4월 1GHz ARM Cortex-A8을 장착한 Hummingbird 프로세서(S5PC110 또는 S5PC111)를 출시하였다.

(그림 5)는 삼성전자의 S5PC100 프로세서의 구조를 보여주고 있다. 삼성전자의 AP는 영국의 Imagination Technologies의 3D GPU를 장착해 왔다. Imagination Technologies는 2000년대 초반부터 PowerVR GPU를 개발해왔는데, Series5XT(SGX

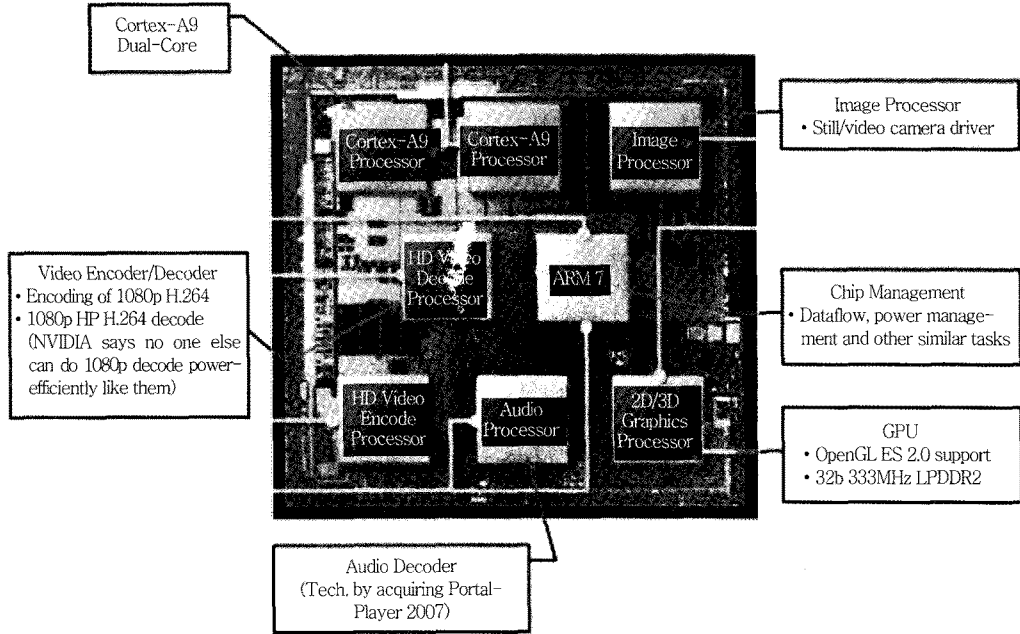


<자료>: eetimes.com

(그림 5) 삼성의 S5PC100 구조도

MP)의 경우 35Mpolygon, 4Gpixel/sec의 성능을 보인다. Imagination Technologies의 경우 2009년 현재 전세계 GPU IP 시장의 80% 이상을 장악하고 있다. S5PC111의 MMP는 삼성전자 내부적으로 개발한 MFC이며, 외부 인터페이스 중 상당수는 삼성 전자 내부적으로 개발한 것으로 알려져 있지만, 핵심 MPU와 GPU 및 다수 프로세서는 해외의 기술을 도입하고 있다.

NVIDIA의 Tegra2 모바일프로세서의 간략한 구조가 (그림 6)에 나타나 있다. Tegra2는 ARM사의 멀티코어 프로세서 플랫폼인 Cortex-A9 dual-core를 장착하고 있다. Cortex-A9은 Cortex-A8에 비해서 전력효율성은 떨어지지만 out-of-order execution 등의 고도화된 구조로 인해 성능은 우수하다. 또, HD급의 비디오 인코딩 및 디코딩이 가능한 HD video encode/decode 프로세서가 장착되어 있다. NVIDIA는 데스크톱 그래픽 시장에서 오랜 기간 1위를 차지해왔기 때문에 자사의 셰이더 기반 그래픽 기술을 Tegra2에 접목하였다. Tegra2에 지적된 GPU는 GPGPU 형태가 아닌 프로그래머블 셰이더와 3D



<자료>: www.anadtech.com

(그림 6) 엔비디아(NVIDIA)의 Tegra2 구조도

가속 하드웨어 IP가 집중된 GPU이다. Tegra2에는 카메라 등을 위한 ISP가 장착되어 있고, 내부적으로 스트림의 흐름을 제어하기 위한 ARM7 프로세서가 집적되어 있다. NVIDIA의 발표에 의하면 MPU인 Cortex-A9을 제외한 다른 모든 IP는 NVIDIA가 자체적으로 개발한 IP들이다.

퀄컴사는 ARM사의 ARMv7 아키텍처를 개선하여 개발한 Scorpion 프로세서 및 자사의 무선통신 처리 기술을 집적한 Snapdragon 플랫폼을 출시하였고, 이를 HTC와 LG전자 등에 공급하고 있다. Snapdragon에 장착된 MPU를 위하여 퀄컴사는 ARM사의 ARMv7(Cortex-A8 ISA)을 라이선싱한 것으로 보인다. 이를 기반으로 동작속도 측면에서 개선된 Cortex-A8급의 프로세서를 자체 개발한 것으로 보이며, 동작속도는 1.5GHz로 보고되었다. 프리스케일사의 경우 ARM사의 Cortex-A8을 장착한 i.MX53을 2010년 5월 출시하였다.

안드로이드 TV 등 셋톱박스 형태의 제품, PMP 등의 플랫폼에도 모바일프로세서가 장착된다. 국내의 경우 2008년경 PMP 및 다수의 자동차용 내비게이션 제품이 출시될 당시, TI사의 DaVanCi 플랫폼이 채택되었다. DaVanCi의 경우 ARM Cortex-A8과 자사의 TMS320C64x DSP를 1개 또는 2개 이상 집적한 제품이 출시되었다. 또, AMD사의 Au1250 프로세서는 전력효율성을 필두로 다수의 PMP 및 내비게이션 제품에 채택되었다. Au1250의 경우 MIPS 기반의 프로세서로서 RMI에서 초기에 개발되었으나 추후 RMI가 AMD에 인수되었다.

중국에서는 독자적인 프로세서의 개발이 시도되고 있다. 중국 정부는 국가주도의 단일칩 멀티프로세서 개발을 위해 2001년부터 ICT에 대규모 투자를 진행하였다(출처: EETimes, 2009년 9월). 중국은 저렴한 컴퓨팅 플랫폼 개발을 통해 중국 국민 전체를 대상으로 컴퓨팅 플랫폼을 보급하는 것에 목적을 두

고 있다. 또, 중국 역시 미국과 마찬가지로 국가보안에 관련된 기관에서는 자국에서 생산된 프로세서 및 컴퓨팅 플랫폼만을 채용한다는 전략을 가지고 있으므로, 독자적인 컴퓨팅 기술개발이 IT 기술개발에 절대적이라는 정책을 유지하고 있다. ICT는 MIPS 프로세서 아키텍처를 기반으로 Godson 프로세서를 개발하고, x86 애플리케이션이 수행 가능하도록 에뮬레이션 기능을 개발하였다. Godson 프로세서의 멀티프로세서 아키텍처인 Loongson은 2009년 개발이 완료되어 STMicroelectronics가 Loongson 기반 프로세서를 생산하고 있다. 중국정부는 Loongson을 고성능 프로세서와 모바일프로세서 제품군으로 분리하여 안드로이드 기반의 제품을 2011년경에 출시할 계획에 있다.

국내의 모바일프로세서는 삼성전자의 경우 애플사의 아이폰3GS에 독점적으로 AP를 공급하였고, Intrinsic사와의 협력 하에 1GHz급의 Hummingbird를 개발하여 이를 자사의 갤럭시S에 적용하는 등 성공적으로 시장에 진입하였다. LG전자의 경우 1GHz급의 MPU를 가진 SnapDragon을 자사의 다수 제품에 적용하고 있고, 자체적으로 AP를 설계하기 위한 시도를 하고 있다. 팹리스 회사인 엠택비전은 최근 1GHz를 지원하는 ISP 통합 AP인 MV8910을 출시하였고, 이 제품은 하드웨어 비디오 코덱을 통한 1080p 동영상 재생과 ARM Mali 기반의 고성능 3D 그래픽스를 지원한다.

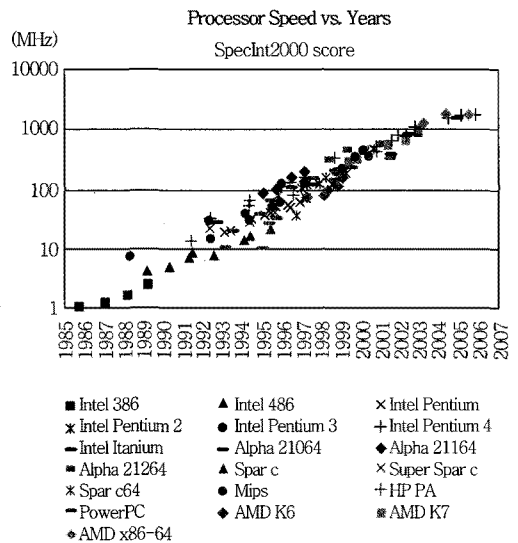
그러나, 국내의 성공적인 AP 개발에도 불구하고 AP 내부에 채용되는 IP, 즉 반도체 설계 자산은 대부분 해외의 것을 채용하였다. ARM Cortex-A8은 물론 GPU로서 Imagination Technologies, Inc.의 PowerVR 또는 ARM사의 Mali 플랫폼을 채택하였다. 비디오 인코더 및 디코더의 경우 국내의 기술력이 우수하여 회사별로 자체 개발된 IP를 사용하고 있어

그나마 경쟁력이 있다고 볼 수 있다.

III. 차세대 모바일프로세서

최근의 모바일프로세서는 특정 회사의 프로세서 코어의 동작속도를 증대시키는 방향으로 발전해 왔다. 이것은 각 회사별로 모바일프로세서 코어 및 플랫폼에 대한 솔루션이 부재한 상태에서 안정적인 플랫폼을 채택하고 여기에 업체의 차별화된 경쟁력을 부각시키는 일환으로 동작속도를 증대하여 고성능 AP를 개발해왔기 때문이다.

그러나, 프로세서 동작속도 증대 위주의 모바일프로세서 개발은 (그림 7)에 나타난 바와 같이 수년 내에 물리적 한계에 도달할 것으로 전망된다. 데스크톱 프로세서에서는 전력소모량과 안정성 문제로 인하여 45nm 공정부터는 멀티코어 프로세서 개발에 주력하고 있다(출처: MultiCore EXPO, 2008년). 이 같은 현상은 15년 이상 이어져 온 미세공정개발(DSM)에 있어 트랜지스터의 크기를 줄이는 것과 와이어의 길이를 줄이는 것이 물리적 한계에 봉착했기 때문이다.



(그림 7) 프로세서 동작 주파수 도표

또한, 면적 당 동작 트랜지스터의 수가 기하급수적으로 늘어나면서 동작 온도 상승으로 heat density가 증가하고 이는 누설전류(leakage current)를 증가시키는 악순환의 고리가 만들어져 반도체의 안정성을 심각하게 저하시키는 현상이 일어나고 있다.

국내에서 최신 스마트폰용 모바일프로세서는 고 사양의 모바일 OS 및 애플리케이션 멀티태스킹 등의 고성능 모바일 소프트웨어를 전력효율성을 가지면서 구동하기에는 아직은 기술적으로 부족하다. 모바일 소프트웨어의 요구 성능과 모바일프로세서의 지원 성능 간의 설계 성능 격차(performance gap)는 갈수록 심화되고 있다(출처: IBM Research, "Bridging Hardware-Software Gap," 2009년 1월). 현재 보급중인 국내의 스마트폰에서도 다수의 애플리케이션을 동시 수행할 경우 성능이 현저히 떨어지는 단점이 있다. 기술적으로 컴퓨팅 용량이 증가할 경우 프로세서의 성능이 떨어지는 것은 당연한 것이나 모바일 단말 사용자들은 특히 스마트폰의 성능 저하는 납득하지 못하는 경향이 있다. 또한, 2020년까지 대부분의 애플리케이션 소프트웨어는 모바일 애플리케이션으로 재설계될 것으로 예상된다(출처: Gartner, "Five social software predictions for 2010 and beyond," 2010년 3월). 추후 IT 시장이 전체적으로 모바일 시

장으로 전환되게 되면 데스크톱에 버금가는 성능을 가지면서도 모바일 환경에서 장시간 사용을 보장하는 고도의 전력효율성을 가진 모바일프로세서의 개발이 산업체 기술경쟁력의 핵심 척도가 될 것이다.

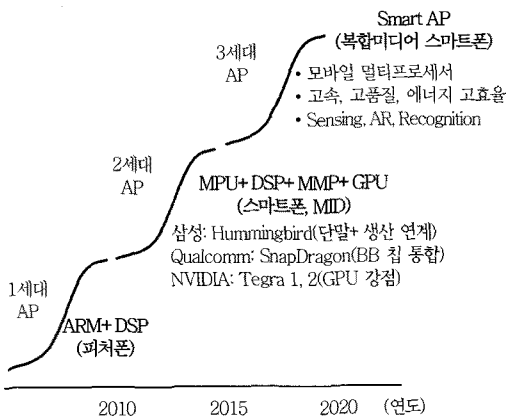
차세대 모바일프로세서의 진화방향은 (그림 8)에 나타난 3세대 AP와 같이 모바일멀티프로세서, 즉 다수의 임베디드 프로세서 코어를 장착한 MPU와 고속 동작속도, 고품질의 멀티미디어, 에너지 효율성을 극대화하는 방향으로 발전할 것이다. 또한, AR와 같은 실시간의 고속 정보처리가 필요한 애플리케이션을 지원하기 위한 모바일프로세서 아키텍처, 운영체제 및 미들웨어 등이 핵심적인 기술적 요인으로 등장할 것이다.

IV. 맺음말

스마트폰의 보급과 시장의 반응은 IT 시장이 모바일 시장으로 급격하게 전환되고 있고, 컴퓨팅 단말 시장은 모바일 단말과 모바일 애플리케이션으로 재편되는 상황에 있음을 대변하고 있다. 모바일프로세서는 모바일 단말의 성능을 좌우하는 핵심부품으로서 컴퓨터의 모든 기능을 하나의 칩으로 집적하면서도 성능은 배가되는 형태로 진화하고 있다. 차세대 모바일프로세서는 멀티프로세서 기반솔루션으로 발전, 고성능과 극한의 전력효율성을 제공함으로써 데스크톱과 IT 기기를 망라하는 대형 시장을 견인함으로써 기술적 중요성이 날이 강조되고 있다.

● 용어해설 ●

스마트폰: 개인이 소지하여 이동성이 용이한 모바일단말로서 고사양의 운영체제(OS) 상에서 개인정보관리, 고품질 오디오 및 비디오 디코딩 또는 인코딩을 포함한 멀티미디어 기능, 게임 기능, 3차원 그래픽스 기능을 구현하고 이를 무선 음성 및 영상통화(전화 기능)와 결합한 단말



(그림 8) 모바일프로세서의 진화

● 용 어 해 설 ●

모바일프로세서: 모바일단말을 구성하는 부품으로 운영체제 및 애플리케이션(앱: App)을 실행하는 핵심 CPU로서 임베디드프로세서 코어, GPU(그래픽스 프로세서), MMP(멀티미디어 프로세서), DSP 및 다수의 외부인터페이스 IP를 집적함. 스마트폰에서는 특히 AP(Application Processor)로 지칭함

PDA	Personal Digital Assistant
PMP	Portable Media Player
RIM	Research In Motion
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RMI	Raza Microelectronics Inc.
SoC	System-on-Chip
UMPC	Ultra Mobile Personal Computer

약어 정리

AP	Application Processor
AR	Augmented Reality
DSM	Deep-Sub-Micron
EDVAC	Electronic Discrete Variable Automatic Computer
GPU	Graphics Processing Unit
GUI	Graphics User Interface
ICT	Institute of Computing Technology
ISP	Image Signal Processor
MFC	Multi-format Video Codec
MMP	Multi-Media Processor
OHA	Open Handset Alliance

참고 문헌

- [1] "The Mobile Internet Report," Morgan Stanley, Dec. 2009.
- [2] John von Newmann, "First Draft of a Report on the EDVAC," Moore School of Engineering, University of Pennsylvania, 1945.
- [3] M. Anderson, "A More Celebral Cortex," *IEEE Spectrum*, Vol.47, No.1, Jan. 2010, pp.58-63.
- [4] S. Horne et al., "Fast14 Technology: Design Technology for the Automation of Multi-gigahertz Digital Logic," *Int'l Conf. on Integrated Circuit Design and Technology*, 2004, pp.165-173.