

모바일 프로세서 기술동향 및 전망

권영수* · 엄낙웅*

*한국전자통신연구원 SW-SoC융합연구소 시스템반도체연구부

목 차

- I. 서론
- II. 모바일 프로세서의 정의
- III. 모바일 프로세서 제품 현황
- IV. 국내 산업계 현황과 대책
- V. 결론

I. 서론

최근 전세계 휴대폰 시장은 스마트폰의 등장과 더불어 급격한 변화의 시기를 맞았다. 음성정보 송·수신과 단순한 개인정보 관리, 또는 멀티미디어 데이터 처리에 주력하던 피쳐폰 시장은 고사양의 운영체제, HD급 비디오, 수십만 가지의 앱(Application), 고성능 디스플레이로 대표되는 스마트폰 시장으로 급격히 전환되고 있는데, 2011년에는 전체 휴대폰 중 30% 이상이 스마트폰으로 대체되었으며, 향후 5년 내에 70% 정도가 스마트폰으로 대체될 것으로 전망된다. 스마트폰 기술은 PC시장으로 진입하여 애플사의 iPad를 필두로 하는 태블릿PC 시장이 성장하고 있는데, 스마트폰과 태블릿PC의 플랫폼 및 핵심 프로세서 기술은 거의 동일한 형태를 보이고 있다[1].

스마트폰의 고사양화는 모바일 프로세서, 베이스밴드 칩, 다양한 센서를 포함하는 스마트폰 하드웨어와 데스크탑 수준에 근접하는 고사양의 운영체제가 견인하고 있다. 특히, 모바일 프로세서는 스마트폰 기술 발전을 견인하는 핵심 부품으로 다수의 프로세서와 외부 인터페이스 장치를 포함하는 고성능, 저전력의 시스템 온칩(SoC: System-on-Chip)이며 모바일 프로세서의 동작속도, 전력소모량 등은 스마트폰의 성능을 가능하게 하는 척도로 인식되고 있다. 최근, 모바일 프로세서는 스마트폰 시장을 넘어서 태블릿PC, 스마트TV 등 다양한 산업영역에서 채용되고 있으며 2018년에 100억개의 제품이 생산될 것으로 전망되어 모바일 시장의 폭발적인 성장을 견인하는 핵심 부품이다[2].

II. 모바일 프로세서의 정의

모바일 프로세서는 고성능 저전력의 시스템 온칩이다. 일반적으로 AP(Application Processor)라고도 일컫는 반도체를 의미한다. 모바일 프로세서 SoC는 다수의 IP를 집적하게 되는데, 중앙처리프로세서(CPU), 그래픽스 프로세서(GPU) IP를 집적하고 경우에 따라서 WCDMA, LTE 등의 무선모뎀IP를 집적하게 된다. 2010년에 출시된 스마트폰 대부분은 단일코어 CPU(Single-core CPU)를 장착하였으나, 2011년에는 듀얼코어 CPU(Dual-core CPU)가 시장의 대부분을 차지하였다. 대표적인 NVIDIA의 Tegra2 AP와 삼성전자의 ARM Dual-Core Orion AP 등이다. 듀얼코어 AP는 ARM사의 Cortex-A9 프로세서 기반의 아키텍처를 가지고 있다. 2011년에 Qualcomm의 Snapdragon 프로세서와 NVIDIA의 Tegra3 프로세서는 이미 쿼드코어(Quad-Core) Cortex-A9 기반의 AP를 출시하였다. Qualcomm과 NVIDIA가 단일 AP에 집적되는 코어의 개수 측면에서 경쟁을 서두른 반면 삼성전자는 스마트폰 자체를 생산할 수 있는 역량을 갖춘 것을 잇점으로 가져가면서 단일칩에 집적되는 코어의 개수의 증가속도를 약간 느리게 가져가는 경향을 보이고 있다. 특히, 애플사의 경우 스마트폰 전체 시장의 순이익의 60% 이상을 점유할 정도로 강세를 보이고 있기 때문에 코어 개수를 증대하기 위한 경쟁에서 한발짝 물러서는 경향을 보인다. 2012년 출시된 iPad3(New iPad)에 장착된 A5X 프로세서의 경우 전작인 A5와 같이 듀얼코어 Cortex-A9를 장착하였다. 삼성전자의 경우 2012년 6월경 출시할 Galaxy S3에 쿼드코어 CPU(Quad-core CPU)가 장착되어 출시되는 것으로 알려져 있다 (그림 1 참조).

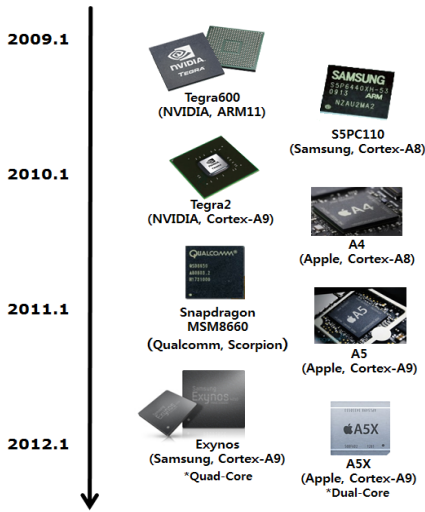


그림 1. 모바일 프로세서(AP) 출시 현황

최근 출시되고 있는 스마트폰의 구조를 그림 2에 도시하였다. 개발 업체별로 기술적 차이는 있을 수 있으나, 터치스크린 또는 키패드를 입력으로 하고, 고성능 모바일 프로세서와 베이스밴드 프로세서를 시스템상에 포함한다는 측면에서는 대체적으로 비슷한 구조를 가지고 있다. 그림 2에 나타난 바와 같이 스마트폰은 AP(Application Processor), BB(Baseband Processor), DDR SDRAM, NAND Flash 등의 메모리, 파워앰프와 트랜시버 포함 RF, Wi-Fi, Bluetooth등을 포함하는 Connectivity, GPS, Audio, 가속도센서, 자이로 센서 등의 센서 및 배터리와 PMIC로 구성된다. 터치스크린과 터치센서는 독립 모듈로 구성된다.

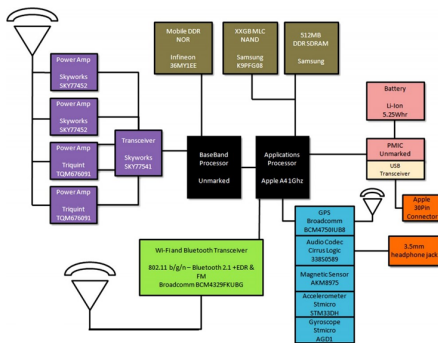


그림 2. 스마트폰 구조도(iPhone4) (출처: ifixit.com)

AP, 즉 어플리케이션 프로세서는 그림 2에 나타난 다양한 부품들 중 운영체제(OS) 및 사용자의 응용프로그램을 실행하고, 타 부품을 제어하는 스마트폰의 핵심 CPU라고 할 수 있다.

베이스밴드 프로세서는 RF모듈을 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, Qualcomm의 모바일 프로세서인 Snapdragon의 경우에는 베이스밴드를 내장하고 있다. HTC의 Desire, LG의 Maxx폰 등에서는 Qualcomm의 Snapdragon을 사용하고 있다.

모바일 프로세서의 일반적인 구조는 그림 3과 같다. 개발업체에 따라서 기술적인 차이는 있지만 일반적인 모바일 프로세서는 중앙처리장치라고 할 수 있는 MPU, 2D 또는 3D 그래픽스를 처리하는 GPU, 비디오 인코딩, 디코딩, 이미지 압축 및 해제를 처리하는 MMP, 오디오 처리를 담당하는 DSP로 구성되어 있다.

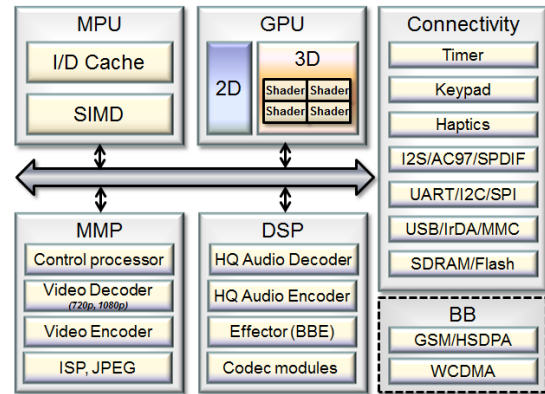


그림 3. 모바일 프로세서의 일반적인 구조

MPU는 운영체제 커널 및 OpenGL, OpenCL, Java VM과 같은 다양한 미들웨어, 사용자가 작성한 어플리케이션 등을 실행하는 중앙처리 프로세서이다. 현재 ARM사의 Cortex-A프로세서가 이 시장의 상당부분을 차지하고 있고, MIPS, PowerPC 등이 모바일 프로세서 일부 시장에 진입해 있는 상황이다. GPU의 경우 2D 또는 3D 그래픽스처리를 담당하며 OpenVG, OpenGL ES와 같은 소프트웨어와 연동되어 동작한다. Imagination

Technologies 및 ARM Mali 와 같은 IP가 대표적인 GPU IP 이다. 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, Bluetooth등을 지원하는 것이 일반적이다. 이를 위하여 연결성 IP, I2S, SPI, SPDIF, I2C, USB, IrDA, MMC, Timer, Keypad, 터치센서 제어 IP를 모바일 프로세서에 집적하고 있다. 특히 Qualcomm사의 Snapdragon 프로세서(AP)의 경우 내부에 Baseband Modem을 내장하고 있어서 스마트폰의 폼팩터(Form factor, 크기)를 작게 하고, 전체적인 전력소모를 줄이는 장점을 가지고 있다.

III. 모바일 프로세서 제품 현황

모바일 프로세서는 핵심 IP(반도체 설계 자산)을 다수 집적한 하나의 컴퓨팅 시스템 SoC 라고 볼 수 있다. 표 1에 모바일 프로세서 관련 제품 및 제조업체의 리스트가 나타나 있다. 모바일 프로세서 코어 IP의 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 모바일 프로세서 코어를 개발하고 있

표 1. 모바일 프로세서 관련 제품군별 제조사

품목	제조사(대표제품)
프로세서코어 (IP)	ARM(Cortex-A8/A9/A15), MIPS(MIPS32), IBM(PowerPC), 인텔 (Atom), ITC(Godson, 중국), Ceva(Ceva-X), Tensilica (Xtensa), ADChips(EISC)
모바일프로세서 (AP)	애플(A4,A5), 퀄컴(Snapdragon), 삼성 (S5PC111, Exynos), Freescale(i.MX53), AMD(Au1250), NVIDIA(Tegra2/3/4), 엠텍비전(MV8657), ADChips(EAGLE)
모바일 기기	애플(iPhone, iPad), 삼성(Galaxy S/S2), HTC(Desire), LG(옵티머스Q), RIM(Blackberry), 노키아(N95), 모토로라(Moto QRTY), MS(KIN)

다. MIPS의 경우 셋탑박스 또는 모바일TV 시장에서 다수 채용되었다.

모바일 프로세서의 경우 애플, 삼성, Qualcomm, Freescale, AMD등이 개발하고 있고, 삼성은 자사의 스마트폰 및 태블릿PC에, 애플사의 경우는 자사의 스마트폰, 태블릿PC, 스마트TV 등에 광범위하게 적용하고 있다.

모바일 프로세서 SoC는 2009년 말부터 본격적으로 개발되기 시작하였는데, 2010년에 45nm공정의 1GHz급의 프로세서가 다수 출시되었다. 2010년의 모바일 프로세서는 대체적으로 단일코어 CPU IP를 장착한 SoC가 출시되었다. 삼성전자와 애플사는 단일코어 Cortex-A8 기반의 AP를 개발하였으나 NVIDIA사는 기존 ARM11을 채택한 AP를 개발하다가 2010년에는 Dual-Core AP인 NVIDIA2를 출시하여 LG전자의 스마트폰 등에 채택되었다. 2011년 초 Qualcomm사는 Dual-Core Snapdragon 제품을 발표하였고, Krait 라는 코드네임 하에 2.5GHz로 동작하는 28nm 공정으로 제작된 Quad-Core AP를 개발 중에 있다.

애플의 경우 아이폰 3GS까지는 삼성으로부터 AP를 공급받았다. 그러나, 애플사는 2008년 저전력 프로세서 설계업체인 P.A.Semi를 인수하고, 2009년 고성능 모바일 프로세서 설계사인 Intrinsicity를 인수하여 자체적으로 모바일 프로세서 설계를 위한 기술을 확보하였다. 특히 Intrinsicity의 경우 Dynamic logic기술을 기존의 CAD툴에 접목한 Fast14기술을 적용하여 1GHz급의 Cortex-A8코어를 설계하였다. 해당기술은 Intrinsicity가 애플에 인수되기 전에는 삼성의 S5PC111에 사용되었고, 애플사의 A4프로세서에 적용되어 iPad 및 아이폰 4, Apple TV 등의 CPU로 채택되었다[3][4].

애플사는 2011년 2월 아이패드2를 발표하면서 자사의 A5 프로세서를 발표하였다. A5프로세서는 ARM사의 Cortex-A9 듀얼코어를 주 프로세서 IP로 채택하고 A4 프로세서에 비해서 향상된 PowerVR 545 GPU를 장착하고 있다. 애플사는 2012년 초에 iPad3 (New iPad) 제품을 출시하면서 자사가 새로 개발한 듀얼코어 프로세서인 A5X를 출시한 바 있다. A5X는 듀얼코어인 A5의 후속 제품인데도 불구하고 코어 개수는 늘이지 않은 반면 GPU의 핵심코어인 Shader 코어의 개수를 A5의 2개에서 4개로 증대하였다. 일반적으로 Cortex-A9 코어에 비해서 그래픽스 전용의 Shader 코

어의 면적 및 전력소모량은 상대적으로 적은 편이다. 애플사가 A5X에서 CPU 코어를 쿼드코어로 늘이지 않은 것은 여러 가지 측면으로 해석할 수 있으나, 대체적으로 단위 성능당 전력소모량 측면에서 기술적인 이득을 보지 못했기 때문이라는 해석이 우세하다. 즉, 쿼드코어 프로세서를 개발하더라도 현재 사용하는 iOS가 그 성능을 충분히 이용하지 못하는 반면 전력소모량의 증가는 상대적으로 크다는 것이다.

삼성전자는 Intrinsicity의 기술을 이용하여 2009년 4월 1GHz ARM Cortex-A8을 장착한 Hummingbird 프로세서(S5PC110 또는 S5PC111)를 출시하였다. 그림 4는 삼성전자의 S5PC100 프로세서의 구조를 보여주고 있다. 삼성전자의 AP는 영국의 Imagination Technologies의 3D GPU를 장착해 왔다. Imagination Technologies는 2000년대 초반부터 PowerVR GPU를 개발해 왔는데, Series5(SGXMP)의 경우 35Mpolygon, 4Gpixel/sec의 성능을 보인다. Imagination Technologies의 경우 2009년 현재 전세계 GPU IP시장의 80%이상을 장악하고 있다. S5PC111의 MMP는 삼성전자 내부적으로 개발한 MFC (Multi-format Video Codec)이며, 외부 인터페이스 중 상당수는 삼성전자 내부적으로 개발한 것으로 알려져 있지만, 핵심 MPU와 GPU 등은 해외로부터 도입한 것이다.

삼성전자는 2010년 말에 S5PC111의 후속AP인 Exynos를 개발하였다. Exynos는 ARM사의 Cortex-A9 프로세서 IP와 역시 동일한 ARM사의 Mali-400 MP GPU를 장착한 AP이다. Exynos는 1GHz로 동작하며 Exynos라는 명칭은 Galaxy S 제품에 장착하였던 S5PC111의 명칭으로 불리던 Hummingbird를 브랜드 형태로 정착하기 위한 시도로 알려져 있다(그림 4 참조). Exynos는 기존의 Hummingbird와는 달리 삼성에서 제작한 첫 Dual-Core AP라는 점과 그리고 기존의 PowerVR GPU 대신 ARM사의 Mali GPU를 채택했다는 점이 특이점이다. 여기에는 2009년을 기점으로 Imagination Technologies사의 최대 주주가 경쟁사인 애플사라는 점이 작용한 것으로 보인다. 삼성전자는 2011년에 ARM Cortex-A9을 이용한 쿼드코어 프로세서 SoC의 개발을 완료하였으며 이를 2012년 6월 출시할 Galaxy S3에 적용할 예정으로 알려져 있다. 또한, Cortex-A15 기반의 고성능 모바일 프로세서 개발을 서두르고 있는 것으로 보인다.

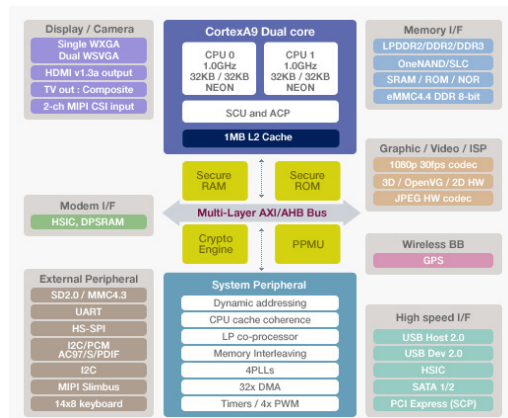


그림 4. Exynos의 구조도
(출처: www.samsung.com)

NVIDIA의 Tegra2 모바일 프로세서의 간략한 구조가 그림 5에 나타나 있다. Tegra2는 ARM사의 멀티코어 프로세서 플랫폼인 Cortex-A9 Dual-Core를 장착하고 있다.

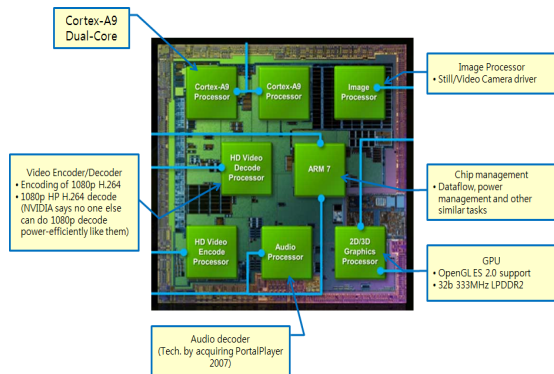


그림 5. NVIDIA의 Tegra2 구조도
(출처: www.anandtech.com)

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 Encoder/Decoder가 장착되어 있다. NVIDIA는 데스크톱 그래픽 시장에서 오랜 기간 1위를 차지해왔기 때문에 자사의 웨이더 기반 그래픽 기술을 Tegra2에 접목하였다. Tegra2에 지

적된 GPU는 GPGPU 형태가 아닌 프로그래머블 셰이더와 3D가속 하드웨어 IP가 접목된 GPU이다. Tegra2에는 카메라 등을 위한 ISP(Image Signal Processor)가 장착되어 있고, 내부적으로 스트림의 흐름을 제어하기 위한 ARM7프로세서가 집적되어 있다. NVIDIA의 발표에 의하면 MPU인 Cortex-A9을 제외한 다른 모든 IP는 NVIDIA가 자체적으로 개발한 IP들이다. NVIDIA는 특히 타사와는 달리 ARM Cortex-A8기반의 프로세서는 개발하지 않고 ARM11을 채택하여 Tegra600 등을 개발하다가 ARM Cortex-A9 듀얼코어를 채택한 Tegra2를 곧바로 출시하면서 업계 최초로 듀얼코어 AP를 필두로 시장에 진출한 예라고 할 수 있다.

NVIDIA는 이후 2011년 6월 Tegra3 프로세서를 개발하면서 업계에서는 쿼드코어 프로세서를 선도적으로 출시한 업체가 되었다. NVIDIA는 특히 4+1 프로세서라는 용어를 자주 사용하는데, 이는 쿼드코어 외에도 중저성능을 필요로 하는 어플리케이션을 저전력으로 수행하기 위한 별도의 코어를 채용하고 있기 때문이다. 그림 6을 보면 5개의 코어가 선명하게 나타나 있는 것을 볼 수 있다. Tegra3는 특히 면적이 80mm²로서 Tegra2의 49mm²에 비해서 60%이상 면적이 증가되었다. 이것은 Tegra2에 비해서 코어갯수가 2.5배 증가하고, 그래픽스를 위한 Shader 코어 개수가 증가했음에도 불구하고 전작과 동일한 40nm 공정을 사용했기 때문이다. 결국, 거대한 면적은 Tegra3의 전력소모량과 칩 가격을 올리는 요소로 작용한 것으로 보인다. 4+1 코어 구조는 전력소모량을 줄이기 위한 방책이다.

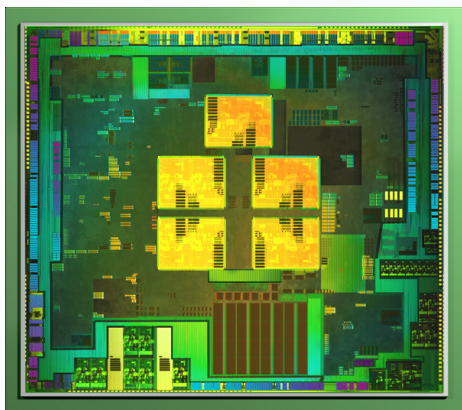


그림 6. NVIDIA의 Tegra3 Die
(출처: www.anandtech.com)

Tegra3의 보조코어는 500MHz로 동작하며 쿼드코어는 1.3GHz에서 1.4GHz로 동작한다. Tegra3의 이러한 구조를 NVIDIA에서는 vSMP (Variable Symmetric Multi Processing)이라고 명하는데, 이는 기본적인 SMP구조를 가지면서도 전력소모량과 성능요구량에 따라서 가변적인 동작모드를 가지기 때문이다.

NVIDIA는 면적 감소 및 가격 경쟁력 향상을 위하여 최근 28nm의 초미세 공정으로 이동하기 위한 설계를 진행하였으나, 주 공정사인 TSMC에서 28nm 공정에서 수득율(Yield) 난조를 보이면서 양산과정에서 기술적인 문제를 겪는 것으로 알려져 있다.

Qualcomm사는 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 Qualcomm사는 ARM사의 ARMv7 (Cortex-A8 ISA)을 라이선싱 한 것으로 보인다. 이를 기반으로 동작속도 측면에서 개선된 Cortex-A8급의 프로세서를 자체 개발한 것으로 보이며, 동작속도는 1.5GHz로 보고되었다. Qualcomm사는 AMD의 모바일 사업부를 인수하여 Adreno GPU라는 독자적인 GPU기술을 보유하고 있다.

Qualcomm사는 2011년 1월 4세대의 AP를 Krait라는 코드네임 아래 28nm공정으로 개발하고 있음을 발표하였다. Qualcomm사의 MSM8960은 Dual-Core Krait을 장착한 AP로서 Adreno225 GPU를 장착하고 있고 2011년 하반기에 출시될 것으로 예상된다. Krait는 프로세서 코드네임이지만 실제로는 Scorpion의 후속 CPU IP로 추측되며 프로세서 성능을 더욱 향상시킨 제품으로 추측된다. Qualcomm사는 2012년에 28nm공정하에서 제작된 2.5GHz의 속도, Krait CPU 기반의 APQ8064를 출시하겠다는 야심 찬 계획을 세우고 있다.

안드로이드 TV 등 셋탑박스 형태의 제품, PMP등의 플랫폼에도 모바일 프로세서가 장착된다. 국내의 경우 2008년경 PMP및 다수의 자동차용 네비게이션 제품이 출시될 당시, TI사의 DaVanCi 플랫폼이 채택되었다. DaVanCi의 경우 ARM Cortex-A8과 자사의 TMS320C64x DSP를 1개 또는 2개 이상 집적한 제품이 출시되었다. 또, AMD사의 Au1250프로세서는 전력효율성을 필두로 다수의 PMP및 네비게이션 제품에 채택되었다.

Au1250의 경우 MIPS기반의 프로세서로서 RMI(Raza Microelectronics, Inc.)에서 초기에 개발되었으나 추후 RMI가 AMD에 인수되었다.

중국에서는 독자적인 프로세서의 개발이 시도되고 있다. 중국 정부는 국가주도의 단일칩 멀티프로세서 개발을 위해 2001년부터 ICT (Institute of Computing Technology)에 대규모 투자를 진행하였다(출처: EETimes, 2009년 9월) 중국은 저렴한 컴퓨팅 플랫폼 개발을 통해 중국 국민 전체를 대상으로 컴퓨팅 플랫폼 보급하는 것에 목적을 두고 있다. 또, 중국 역시 미국과 마찬가지로 국가보안에 관련된 기관에서는 자국에서 생산된 프로세서 및 컴퓨팅 플랫폼만을 채용한다는 전략을 가지고 있으므로, 독자적인 컴퓨팅 기술 개발이 IT기술개발에 절대적이라는 정책을 유지하고 있다. ICT는 MIPS 프로세서 아키텍처를 기반으로 Godson 프로세서를 개발하고, x86 어플리케이션이 수행가능 하도록 에뮬레이션 기능을 개발하였다. Godson 프로세서의 멀티프로세서 아키텍처인 Loongson은 2009년 개발이 완료되어 STMicroelectronics 가 Loongson 기반 프로세서를 생산하고 있다. 중국정부는 Loongson을 고성능 프로세서와 모바일 프로세서 제품군으로 분리하여 안드로이드 기반의 제품을 2011년경에 출시할 계획에 있다.

국내의 모바일 프로세서는 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 엠텍비전은 최근 1GHz를 지원하는 ISP통합 AP인 MV8910을 출시하였고, 이 제품은 HW비디오 코덱을 통한 1080p 동영상 재생과 ARM Mali기반의 고성능 3D그래픽스를 지원한다.

AP, 즉 어플리케이션 프로세서는 다수의 핵심IP, 즉 반도체 설계 자산이 집적된 모바일 프로세서 SoC이다. 현재 삼성전자, 애플사, NVIDIA, Qualcomm 등 글로벌 기업들이 앞다투어 AP를 개발하여 출시하고 있지만 실제로 핵심 IP는 거의 동일한 기술을 채택하고 있는 형편이다.

표 2. 모바일 프로세서 핵심 IP 현황

AP	Embedded CPU	GPU	Fab.
A4 (Apple)	Cortex-A8 (single core)	PowerVR SGX 535	Samsung 45nm
A5 (Apple)	Cortex-A9 (single core)	PowerVR SGX 543MP2	Samsung 45nm
A5X (Apple)	Cortex-A9 (Dual core)	PowerVR SGX 543MP4	Samsung 45nm
S5PC110 (Samsung)	Cortex-A8 (single core)	PowerVR SGX540	Samsung 45nm
Exynos 4212 (Samsung)	Cortex-A9 (dual core)	ARM Mali400 MP4	Samsung 45nm
Exynos Quad (Samsung)	Cortex-A9 (quad core)	ARM Mali400 MP4	Samsung 32nm
Tegra2 (NVIDIA)	Cortex-A9 (dual core)	GeForce ULP(4core)	TSMC 40nm
Tegra3 (NVIDIA)	Cortex-A9 (quad core)	GeForce ULP(12 core)	TSMC 40nm
MSM8655 (Qualcomm)	Scorpion (ARMv7, single)	Adreno 205	TSMC 45nm
MSM8960 (Qualcomm)	Cortex-A9 (quad core)	Adreno GPU	TSMC 28nm

표 2에 각 AP별로 채택한 핵심 IP를 기술하였다. AP전체의 실리콘 면적으로 볼 때, 임베디드 CPU와 GPU가 핵심적인 IP로서 가장 큰 면적을 차지한다. 임베디드 CPU의 경우 2010년 출시된 제품들이 대부분 Cortex-A8을 채택하는 반면 2011년 출시될 제품들은 Cortex-A9 듀얼코어 CPU를 채택하고 있다. GPU의 경우 NVIDIA는 독자적인 GeForce GPU, Qualcomm은 Adreno GPU, 애플사의 경우 PowerVR을 장착하고 있으나, 삼성은 ARM사의 Mali를 장착하고 있다. NVIDIA는 15년 이상 축적된 자체 GPU기술을 보유하고 있으며, Qualcomm은 AMD의 모바일 GPU사업부 인수, 애플사는 Imagination Technologies사를 실제적으로 인수한 결과이다. 삼성전자의 경우 ARM사의 IP를 적극적으로 도입하는 상황에 있다. 제작 공정의 경우 애플사와 삼성은 삼성의 45nm 공정을, NVIDIA와 Qualcomm등은 TSMC의 45nm, 20nm 등의 공정을 이용하고 있다. 최근 애플사는 AP제작 공정 다변화를 위

하여 TSMC로의 이전을 추진하고 있으며, 이는 삼성과의 경쟁관계를 의식한 것으로 보인다.

이 같은 핵심 IP 개발 상황으로 볼 때, 국내 대기업은 스마트폰 시대를 맞아 성공적으로 AP를 개발하여 시장에 진입하였으나 AP내부에 채용되는 IP, 즉, 반도체 설계 자산은 대부분 해외의 것을 채용하였음을 알 수 있다. 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 이 분야에서는 경쟁력이 있다고 볼 수 있다.

‘스마트폰’의 본격적인 시장 성장을 알린 것은 애플사의 아이폰(iPhone)이다. 아이폰은 스티브 잡스의 기술 구상 하에 터치스크린에 대한 기술개발 및 AT&T와 애플사의 30개월 가량의 공동개발에 의해 개발된 제품으로 알려져 있는데 2007년 1월에 처음으로 공개되었고 2008년부터 아이폰3G/3GS 를 발표하면서 2009년까지 3천 4백만개의 아이폰을 판매하였다. 아이폰의 기술적 핵심은 애플사가 그 동안 판매에 주력해오던 Mac컴퓨터의 운영체제(OS)를 전력소모량을 최소화할 수 있도록 개량한 OS, 고품질의 입력장치인 정전용량식의 멀티터치 가능 터치스크린, 다양한 센서 도입 등에 있다고 할 수 있다. 2010년 6월에는 1GHz급의 모바일 프로세서와 고화질 디스플레이인 ‘레티나(Retina)’를 장착한 아이폰4를 발표하여 또다시 시장의 큰 반향을 불러 일으키고 있다. 아이폰의 운영체제는 OS X을 변형한 버전이며 OS X은 Mac컴퓨터에 사용되던 것으로 UNIX기반의 운영체제로서 애플사는 이 운영체제에 사용자와의 교감을 최대화한 GUI를 접목하여 사용자 친화성을 강조하였다.

아이폰의 성공은 2008부터 최근까지 전세계적으로 스마트폰 시장의 활성화를 도모하는 계기가 되었다. 웹검색 솔루션을 제공하는 구글사는 Android, Inc. 인수 후 안드로이드 운영체제를 개발하여 이를 OHA (Open Handset Alliance)를 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 조사

자료에 의하면 미국 내의 스마트폰 운영체제 시장에서 33%로 1위를 점유하고 있고, 2위는 RIM OS, 3위는 애플사의 iOS로 보고되었다.

애플사는 2009년부터는 하드웨어 시스템뿐만 아니라 모바일 프로세서 부품설계를 위하여 P.A.Semi, Intrinsicity 등의 회사를 인수하여 반도체 칩 제작으로 사업을 확장하였고, 실제로 개발된 프로세서를 최근의 iPad, 아이폰4에 적용하였다. 안드로이드의 경우를 보면 구글사는 안드로이드 소프트웨어만을 제공하고 있으며, 모바일 프로세서는 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 모바일 프로세서뿐만 아니라 베이스밴드 프로세서 및 중력 센서, 지자기 센서, 자이로 센서 등 다양한 센서들이 장착되어 있다.

모바일 시장은 단순히 스마트폰을 넘어서 Kindle과 같은 e-Book, Table PC, 네비게이션 또는 차량용 블랙박스와 같은 자동차 기기, 홈엔터테인먼트, 게임산업 등을 망라하는 대형 시장이다. 유수 시장 조사 기관의 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 안드로이드TV, 애플 iTV등은 모바일 TV 또는 모바일 광고 시장으로의 산업체 이동을 보여주고 있다.

시장조사 전문기관은 모바일 시장의 급격한 변화는 컴퓨팅 패러다임의 변화와 연관된 것으로 분석하고 있다. 모건스탠리의 시장 자료에 의하면 인텔, AMD등이 1980년대 데스크탑 PC의 성장과 더불어 고성능의 데스크탑 프로세서와 프로세서 관련 칩셋의 개발로 30년간 시스템반도체 시장을 주도한 것과 동일한 산업계 환경 변화가 현재 나타나고 있는 것으로 보고하고 있다. Geoffrey Moore의 “Crossing the Chasm”이라는 보고서에 따르면 IT산업계의 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 컴퓨팅 패러다임의 진화를 보이는 것이며, 2018년경에 등장할 모바일 시

장은 이전의 데스크톱이 주도하던 시장보다 더 거대한 시장이 될 것으로 예측된다.

IV. 국내 산업계 현황과 대책

2011년 현재의 시장 상황을 보면 인텔, AMD가 주도하는 데스크톱 프로세서 시장은 시장 자체가 포화단계로 진입하고 있고 그 판매량은 점차적으로 감소 추세를 보이고 있다. 기술적인 측면을 보면 이들 업체가 급속한 성장속도를 보이는 모바일 시장을 목표로 한 Atom등의 프로세서를 출시하고 있으나, x86프로세서는 전력소모량 측면에서 기술적 한계를 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 때문에, x86의 수W(와트)수준의 전력소모량을 모바일 프로세서가 요구하는 수백 mW 이하 수준으로 감소시키는 것은 기술적인 난제로 인식된다(참고: NVIDIA CEO Jensen Hwang's interview, EETimes, 2010).

따라서, 최근의 모바일 프로세서는 특정 회사의 프로세서코어의 동작속도를 증대시키거나 다수의 코어를 집적하는 방향으로 발전해왔다. 이것은 각 회사별로 모바일 프로세서 코어 및 플랫폼에 대한 솔루션이 부재한 상태에서 안정적인 플랫폼을 채택하고 여기에 업체의 차별화된 경쟁력을 부각시키는 일환으로 동작속도를 증대하거나 다수의 코어를 집적해 왔기 때문이다.

국내의 삼성전자는 S5PC111 (Hummingbird)를 개발하여 성공적으로 시장에 진입하였고, 최근에는 Exynos와 같은 듀얼코어 AP 및 쿼드코어 AP를 개발하였다. 채택한 CPU와 GPU는 모두 ARM사의 Cortex-A9과 Mali GPU를 채택하고 있다. LG전자는 자체 AP기술 확보가 미진하여 2010년에 스마트폰 시장의 상당부분을 잃는 등 부진을 겪었고, 2012년 현재에도 자사의 AP는 출시되지 않고 있는 상태이다.

모바일 프로세서, 즉, AP 기술 개발을 위한 핵심 IP 및 기술 확보 측면을 보면 애플사, NVIDIA, Qualcomm의 경우에서 보듯이 ARM사의 CPU IP에서 완전히 독립할 수는 없지만 자체 CPU IP (Qualcomm의 Snapdragon), GPU (PowerVR, NVIDIA의 GeForce ULP, Qualcomm의 Adreno)를 확보하여 수직적인 기술 체계를 구축하고자 하는 시도가 계속되고 있다. 반면, 모바일 프로세서 핵심 IP 확보 측면에서 국내의 기

술 개발 상황은 부진한 편이다. AP SoC 개발에서는 일부 대기업이 상당한 영향력을 발휘하고 있지만 최근의 애플사의 TSMC로의 이동관련 기사에서 보듯이 산업적인 변화를 겪을 가능성은 충분하다.

국내에서도 모바일 프로세서의 시장이 성숙기를 넘어서 쇠퇴기로 진화할 경우를 대비하여 앞으로 다가올 신시장에 최적화된 모바일 프로세서 기술을 조기 확보하는 것이 반드시 필요하다. 모바일 프로세서의 진화방향과 그에 대한 대응책을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 쿼드코어, 헥사코어(Hexa-Core), 옥트코어(Oct-Core)로 이어지는 단순 코어 개수 증대는 결국 한계점에 봉착할 것이다. 애플사의 A5X의 경우 쿼드코어로 바로 진입하지 못한 이유는 결국 전력문제로 추정된다. 심지어 A5X의 Quad-Shader GPU의 전력소모로 인해서 아이폰5에는 A5X가 사용되지 못할 것이라는 주장도 있다. 또한, 2011년에 듀얼코어 및 쿼드코어로 급속히 진화하던 모바일 프로세서 시장이 2012년에 들어서면서 코어 개수 증대에 관한 시장 움직임이 둔해지는 것을 볼 수 있다. 따라서, 가까운 미래에는 성능을 극대화하면서도 전력소모량을 최소화하기 위한 기술이 필수적으로 요구된다. 성능 극대화를 위해서는 멀티코어 개발이 필수적이지만 그를 위한 소프트웨어, 즉, 운영체제 및 어플리케이션 운용 방안의 개발이 필수적인 것이다.

둘째, 국내의 특정 대기업을 중심으로 모바일 프로세서 시장이 상당한 강세를 보이고 있지만, 실제로 스마트폰의 순이익률 측면에서는 애플사에 비하여 고전을 면치 못하고 있다. 이는 코어, GPU, SoC, OS에 이르기까지 수직적인 기술 확보 체계의 부재에 있다고 할 것이다. 지금부터라도 핵심 IP, SoC 및 OS(운영체제)기술 확보를 위한 투자가 절실한 시점이라고 할 수 있다. 이는 스마트 혁명이 단순히 스마트폰이나 태블릿 PC가 아니라 향후 IT산업 전반으로 확장될 것이 자명하기 때문이다.

V. 결론

국내 스마트 기기 시장은 2010년에 스마트폰으로 대변되는 급격한 시장변화를 겪었고, 2012년에는 급격한 변화보다는 시장 점유율 측면의 안정기에 접어들

것으로 예상된다. 모바일 프로세서는 2010년의 단일코어에서 2011년에는 듀얼코어가 다수 보급되었고 2012년에는 쿼드코어가 일부 보급되고 있지만, 급격한 코어 개수의 증대는 이루어지지 않을 것이다.

현재 국내 모바일 프로세서 기술의 면면을 살펴보면 ARM사의 임베디드 CPU, ARM사의 Mali-400 등의 GPU 및 Google사의 Android가 시장의 상당부분을 장악하고 있다. 또한, 국내 특정 대기업 외에는 스마트 기기 관련 모바일 프로세서 시장에서 약세를 면치 못하고 있다. 국내 산업계가 차세대 모바일 기기 시장에서 일정 규모의 주도권을 확보하기 위해서는 모바일 프로세서, GPU, SoC설계, 운영체제(OS) 및 서비스 소프트웨어의 핵심기술을 확보하고 다가오는 제2의 스마트 혁명에 대비하는 것이 절실하다. 스마트 혁명은 스마트폰, 태블릿 PC를 넘어서 전 IT기기의 스마트화로 나타날 것이 자명하기 때문에 이를 위한 핵심, 원천기술을 확보하는 것이 산업 주도권을 유지하기 위한 첫걸음이다.

참고문헌

[1] John von Newmann, "First draft of a report on the EDVAC", Moore School of Engineering, University of Pennsylvania, 1945

[2] "The mobile internet report", Morgan Stanley, Dec. 2009

[3] Anderson, M, "A more cerebral 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

저자소개

권 영 수



1997년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 학사

1999년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 석사

2004년 8월 : KAIST 전기 및 전자공학과 박사
2005년 9월 : MIT Postdoctoral Associate
2005년 10월~ : 한국전자통신연구원 선임연구원
※관심분야 : 프로세서 코어 아키텍처, 컴파일러, 운영체제(OS)

엄 낙 응



1984년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사

1987년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 석사

2001년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 박사
1987년 2월~ : 한국전자통신연구원 책임연구원
※관심분야 : 임베디드 프로세서, 멀티미디어 멀티포맷 코어