



# 고성능 스마트폰 및 태블릿을 위한 모바일 AP(Application Processor) 개발 동향

## 1. 서론

기존의 음성통화 및 SMS서비스 제공이 주 목적이었던 휴대전화 시장은 Apple iPhone의 등장과 함께 고성능 프로세서를 탑재한 스마트폰 시대로 접어들게 되었다. WiFi 및 3G / 4G 네트워크 망을 통한 고속의 데이터 통신과 함께 사용자들은 필요로 하는 Application을 선택하여 본인들의 스마트폰에 직접 설치하며, 기존의 휴대전화와는 다른 형태의 라이프스타일을 누리게 된 것이다. 이로 인하여 오랜 기간 휴대전화 시장의 강자였던 Nokia 및 Motorola의 지위가 흔들리며, Apple 및 Samsung등이 스마트폰 시장에서 새로이 확고한 우위를 다지는 등 다수의 글로벌 IT기기 제조사들 간에 희비가 엇갈리게 되었다. 또한, Apple의 iPad를 필두로 Samsung의 Galaxy Tab, Google의 Nexus 7에 이르기까지 스마트폰 보다 넓은 화면을 가지며 보다 큰 배터리를 탑재할 수 있는 다양한 고성능 태블릿이 시장에 나왔고, 모바일 기기로서 단순 콘텐츠의 소비뿐 아니라 콘텐츠의 생산영역까지도 넘보는 스마트폰과는 또 다른 시장을 형성하게 되었다. 이와 같은 새로이 열린 고성능 모바일 기기 시장은 <그림 1>에 나타난 것과 같이 향후 지속적으로 성장할 것으로 예상된다.

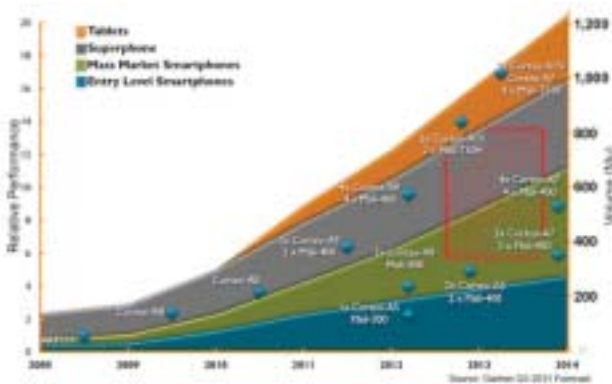
<그림 2>에 나타난 것과 같이 고성능 모바일 기기에는 다수의 프로세서가 탑재되며, 그 중 OS 및 Application, 그리고 그래픽 처리를 담당하는 고성능 모바일 AP(Application Processor)의 발전은 급격하게 증가하고 있는 고성능 모바일 기기 시장의 견인차 역할을 담당하고 있다. 또한 사용자들에게 언제 어디서나 고속의 데이터 통신을 가능케 하는 3G / 4G 통신 모뎀 역시 Cloud Computing등을 가능케 하며 사용자가 보다 질 높은 서비스를 언제 어디서나 제공받



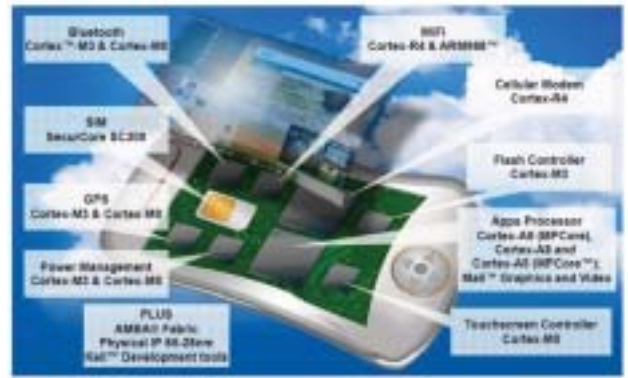
김 지 훈  
충남대학교



이 강 민  
삼성전자



〈그림 1〉 향후 태블릿 및 고성능 스마트폰 시장 전망 [1]



〈그림 2〉 모바일 기기에 탑재되는 다양한 ARM 프로세서들 [1]

을 수 있도록 하는 핵심 기술로 자리 잡았다. 기존의 PC 시장에서 절대 강자로 군림하던 Intel의 모바일 시장에 대한 대응이 늦어지는 사이 Qualcomm, Nvidia 및 Samsung 등이 발 빠르게 고성능 스마트폰 및 태블릿을 위한 자신들의 모바일 AP 개발 로드맵을 서로 앞다투어 발표하고 있으며, 이들 모바일 AP들의 경쟁력은 Samsung, Apple, LG 등과 같은 스마트폰 및 태블릿 제조 업체의 특화된 경쟁력으로 이어지는 구조가 형성되었다.

본 논문에서는 2012년 현재 High-End 스마트폰 및 태블릿에 채용된, 그리고 개발 중인 고성능 모바일 AP (Application Processor)의 기술동향과 향후 이와 같은 모바일 AP가 어떤 방향으로 발전해 나갈지를 함께 살펴본다.

## II. 기술 및 동향 분석

〈표 1〉에 나와 있는 것과 같이 현재 스마트폰 및 태블릿에 탑재된 대다수의 모바일 프로세서들은 ARM 아키텍처에 기본을 두고 있다. 또한, PC시장에서 CPU가 진화한 방향과 마찬가지로 고성능 모바일 AP의 경우 이미 single-core가 아닌 multi-core의 형태를 가진다. ARM은 Cortex-A 라인업을 통해 OS 및 다양한 user application을 구동시킬 수 있는 고성능의 ‘Application Processor’ 군을 지속적으로 발표하고 있다. 많은 모바일 AP들이 이와 같은 Cortex-A 라인업 중 Cortex-A8을 single-core 형태로 탑재하여 초창기 스마트폰 및 태블릿 시장을 이끌었으며, 현재는 dual-core 또는 quad-core 형태의 Cortex-A9가 대다수의 기기에 탑재되고 있다. 다수의 모바일 기기 제조업체들은 이와 같은 multi-core 형태의 모바일 AP를 통해서 더욱 높은 처리 능력을 갖는 스마트폰 및 태블릿 기기를 시장에 내놓고 있다.

〈표 1〉 최신 모바일 AP 비교

	Apple A5X	Nvidia Tegra 3	Samsung Exynos 4 Quad	Samsung Exynos 5 Dual	Qualcomm MSM8960	Qualcomm APQ8064
탑재된 기기	Apple New iPad	Google Nexus 7	Samsung Galaxy S3 (국내)	Not Yet	Samsung Galaxy S3 (해외)	LG Optimus G
Processor Core	ARM Cortex-A9	ARM Cortex-A9	ARM Cortex-A9	ARM Cortex-A15	Krait	Krait
Core 개수	2	4 PLUS 1	4	2	2	4
GPU	PowerVR SGX 543MP4	ULP GeForce (In-house)	ARM Mali-400 MP4	ARM Mali-T604	Adreno 225 (In-house)	Adreno 320 (In-house)
Baseband 지원	Standalone	Standalone	Standalone	Standalone	Integrated	Standalone

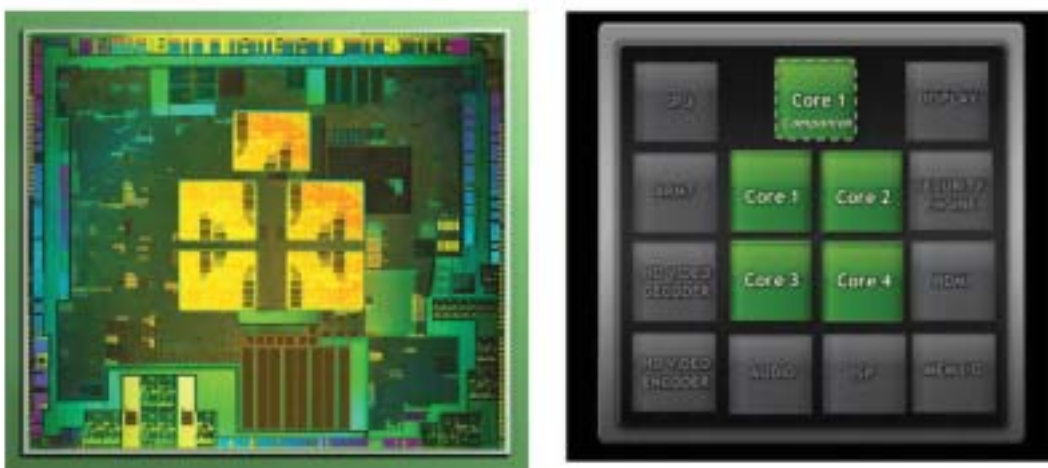
1985년 Acorn Computer Group의 RISC 프로세서로부터 그 역사를 시작하여 1990년에 설립된 ARM은, 간단한 구조를 통한 저전력 소모라는 특징을 통해 하는 휴대 기기를 대상으로 그 영향력을 확대해왔다. 1993년 발표된 ARM7 코어를 기점으로 큰 성장세를 보였으며, 그 이후 단순 프로세서 IP 제공자가 아닌 System-on-Chip (SoC)를 설계하는데 있어서 필요한 모든 것을 제공할 수 있는 업체로의 발전을 이루었다. 특히, ARM은 AMBA on-chip bus를 시작으로 PrimeCell등 SoC Integration을 위한 많은 system design IP를 보유하고 있으며, Physical IP전문 업체인 Artisan의 인수를 통해서 embedded processor, peripheral core, system-interface PHY components, 그리고 standard-library cell과 memory등 deep-submicron공정에서의 우수한 전력 특성을 보이는 IP설계능력까지 갖추고 있다.

Qualcomm의 Krait 코어를 포함하여, 현재 대다수의 모바일 AP는 그 방법에서 약간의 차이는 있지만 기본적으로 ARM 아키텍처에 기본을 두고 있다. 그리고 각자 자신들의 특성에 맞게 프로세서 코어 및 GPU (Graphics Processing Unit), 그리고 이동통신 베이스밴드 모뎀의 탑재 등을 통해 차별화를 두어 자신들만의 SoC를 설계하며, 미세공정에 최적화 되도록 프로세서 IP를 자체적으로 재설계하는 경우도 있다.

## 1. ARM 프로세서 코어

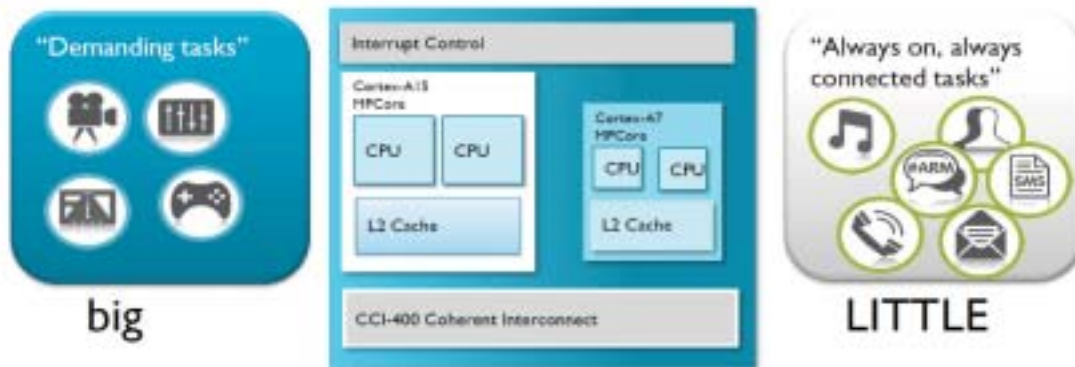
앞에서 언급한 바와 같이, 현재 대다수의 모바일 AP에서 사용되는 프로세서 코어는 모두 ARM 아키텍처에 기반하고 있다. 단지, Qualcomm은 ARM에서 제공하는 프로세서 코어를 사용하지 않고, ARM의 아키텍처 라이선스를 통해서 ARMv7-A 명령어를 사용하는 자신들만의 독자 프로세서 코어를 개발하며, 최근 Krait코어를 발표하였다. 이와 같이 자체적으로 프로세서 코어를 설계하는 경우, 개발에 많은 투자와 시간이 소요된다는 단점이 있지만 다른 업체들과는 다른 형태의 모바일 AP를 생산할 수 있다는 장점 또한 지니게 된다. 특히, Qualcomm의 경우 multi-core에서 각각의 core가 서로 독립적인 동작주파수 및 동작전압을 가질 수 있는 aSMP (asynchronous Symmetric-Multi-Processing) 아키텍처를 통해 전력관리를 더욱 효율적으로 할 수 있다는 장점을 가진다.

Multi-core형태의 모바일 AP에서 또 하나의 주목해야 할 회사는 Nvidia로서, 최근 발표한 Tegra 3라는 모바일 AP를 통해 <그림 3과 같이> GHz급의 동작이 가능한 4개의 Cortex A9 코어와 500MHz까지의 동작속도를 가지는 1개의 저전력 공정 기반 Cortex-A9 코어로 구성된 4-PLUS-1 아키텍처를 채택하였다. 이를 통해 간단한 Task는 1개의 저전력 코어만으로 동작을 하고, 처리해야 할 일이 많아지면 저전력 코어

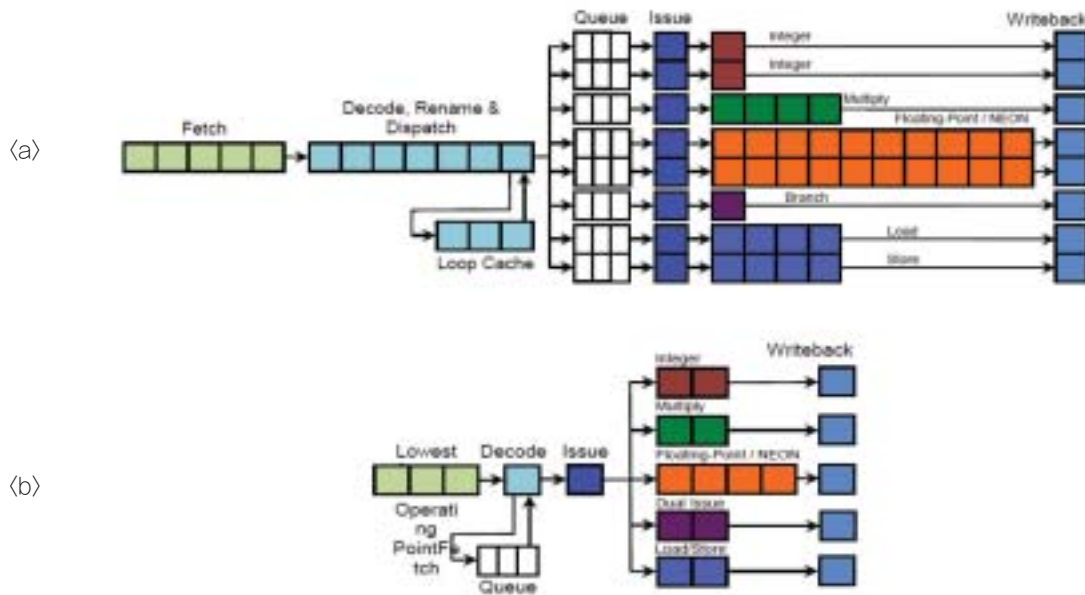


<그림 3> Nvidia의 Tegra 3 Diephoto 및 4 PLUS 1 코어의 구성도 [2]





〈그림 4〉 ARM의 big.LITTLE Processing 개념도



〈그림 5〉 (a) Cortex-A15의 파이프라인 구조 및 (b) Cortex-A7의 파이프라인 구조

는 전원이 차단되며 나머지 4개의 일반 코어가 동작하게 된다. 4개의 일반 코어 역시 처리해야 할 일의 정도에 따라 동작하는 코어의 수가 결정된다. 실제 코어의 개수는 5개임에도 불구하고, Android는 항상 최대 4개까지의 코어만 인식하며, Nvidia는 자체 스케줄러를 통해 OS의 별다른 수정 없이 위와 같은 형태의 vSMP (variable Symmetric Multi-Processing)을 채택하였으며, 이를 통해 높은 동작 성능과 낮은 전력 소모라는 두 마리 토끼를 잡았다.

이와 더불어, 최근 ARM은 〈그림 4〉에 나타난 것과

같이 Cortex-A15과 Cortex-A7을 활용한 big.LITTLE이라는 Heterogeneous Computing 구조를 제안하였다. Cortex-A15는 고성능 기기에 적합한 형태로, 〈그림 5〉에 나타난 것과 같이 out-of-order 수행을 지원함과 동시에 15~24단계 파이프라인을 통해 높은 동작속도를 보이며, ARMv7-A 아키텍처를 기반으로 hardware virtualization 및 large physical address extension을 추가 지원하는 특징을 가지고 있다. 반면, Cortex-A7은 구현 복잡도를 줄이기 위해 in-order 수행을 원칙으로 하며, 8~10 단계 파이프



라인을 통해 복잡도를 낮춤으로서 성능과 함께 전력소모를 고려한 프로세서 코어이다. Cortex-A7는 Cortex-A15을 위해 컴파일 된 코드를 모두 실행가능하며, 동작 성능은 약 2배정도 낮지만 3배 이상의 전력효율성을 가진다[3]. 이와 같은 2종류의 프로세서 코어를 활용한 big.LITTLE 구조는 현재 수행하고자 하는 Task에 적합한 프로세서를 사용하는 것을 기본 개념으로 가지고 있으며, 이는 2종류의 프로세서 코어가 동일한 코드를 수행가능하기에 가능하다. 2종류의 코어 사이에서의 Task Migration은 20us이내로 가능하기 때문에 시스템의 성능저하는 미미한 것으로 알려져 있다[3].

## 2. 베이스밴드 모뎀 탑재

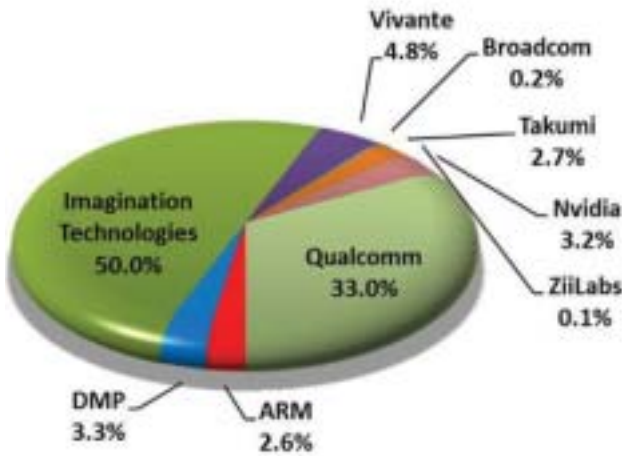
모바일 AP를 구분 짓는 요소 중의 하나는 바로 2G / 3G, 더 나아가서 LTE 베이스밴드 모뎀의 탑재 여부이다. Qualcomm의 경우 모뎀 설계에서의 우위를 바탕으로 베이스밴드 모뎀이 탑재된 모바일 프로세서를 주로 시장에 내놓았다. 하지만, 최근 대다수의 업체들이 베이스밴드 모뎀이 포함되지 않은 standalone 형태의 모바일 프로세서를 내놓고 있으며, Qualcomm 또

한 베이스밴드를 제외한 형태의 모바일 프로세서를 APQ시리즈로 명명하여 출시하였다. 이는 스마트폰과 같은 모바일 handset시장과 태블릿 시장의 서로 다른 특징에 따른 현상으로, 태블릿 제조사들이 서로 독립적인 모바일 프로세서와 베이스밴드 모뎀을 사용함으로써 cellular버전과 non-cellular버전을 동시에 손쉽게 개발할 수 있기 때문이다. 또한, 태블릿은 스마트폰에 비해서 보다 고성능의 프로세서 core 및 GPU, 그리고 상이한 interface를 갖출 수 있기 때문에 태블릿을 위한 모바일 프로세서의 특징 자체가 기존의 스마트폰과 그 차이를 나타낼 것으로 예상된다.

하지만, 이와 같은 베이스밴드 모뎀의 탑재는 다양한 측면에서 고려되어야 한다[5]. 모바일 AP와 베이스밴드 모뎀을 하나의 칩으로 통합 설계할 경우, 단말 제작 상에서 Form-factor를 크게 감소시킬 수 있다. 각 칩에서 사용하던 DRAM, PMIC 등과 같은 칩 또한 줄일 수 있어서 전체적으로 Cost 절약에 많은 도움이 된다. 그리고 기존의 두 칩 사이의 인터페이스를 위해 존재하던 MIPI-HSI, SDIO, HSIC, DPRAM과 같은 IP들을 모두 제거할 수 있으므로 칩 면적도 감소한다. 또한 두 칩 간의 인터페이스가 통합 칩에서는 칩 내의

〈표 2〉 2010년 및 2015년 모바일 프로세서 시장 규모 [4]

		2010 units (million)	2010 market share (%)	2015 units (million)	2015 market share (%)
Non-Smartphone	Baseband Only	1,200	66	1,500	39
	Standalone Mobile Processor	270	15	750	19
Smartphone	Standalone Mobile Processor	270	15	750	19
	Integrated Mobile Processor	30	2	500	13
Tablet	Baseband Only	18	1	170	4
	Standalone Mobile Processor	18	1	170	4
	Integrated Mobile Processor	0	0	50	1
Total	Baseband Only	1,488	82	2,420	62
	Standalone Mobile Processor	288	16	920	24
	Integrated Mobile Processor	30	2	550	14
		1,806	100	3,890	100



〈그림 6〉 모바일 GPU IP 시장 점유율  
(source: Jon Peddie Research)

버스를 통해서 이루어지므로 IPC 성능 면에서 우수하다고 할 수 있다.

반면, 베이스밴드 모뎀의 탑재는 Die의 면적이 크게 증가하게 되어 공정상의 수율이 감소하게 되어 cost 증가를 초래한다는 단점을 지니게 된다. 더욱 심각한 것은 AP의 스펙 업그레이드 주기와 베이스밴드 모뎀의 스펙 업그레이드 주기가 서로 일치하지 않는 경우가 많기 때문에, customer의 입맛에 맞는 통합 칩을 위해서는 여러 조합을 갖는 통합 칩을 준비해야 한다. 또한 AP와 모뎀의 검증 수준과 절차의 차이로 인하여, 통합 칩의 검증은 더 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 통합 칩에서는 동일한 메인 메모리를 공유 할 경우, 두 시스템에서 요구하는 대역폭을 모두 충족해야 하고, 메모리 용량이 부족하여 좀 더 큰 메모리를 필요로 할 수 있는데 이는 결국 cost의 증가를 가져올 수 있다. 마지막으로 베이스밴드 모뎀에는 AD/DA-Converter를 내장하고 있는데, 통합 칩에서는 고성능 AP로부터 발생하는 열과 노이즈에 영향이 더 쉽게 전달이 되므로 이를 대비하는 설계가 필요로 하게 된다.

〈표 2〉에서 볼 수 있듯이, 베이스밴드를 포함하는 형태의 모바일 프로세서가 하이엔드급 기기를 제외한 시장에서 충분한 시장성을 가지고 있기 때문에 앞으로도 Qualcomm, ST-Ericsson, 그리고 Broadcom등은

standalone 형태의 모바일 프로세서의 개발과 함께 베이스밴드를 탑재한 모바일 프로세서 역시 지속적으로 개발할 것으로 예상된다. Nvidia 역시 최근 SDR (Software Defined Radio) 기반의 모뎀 업체인 Icera를 인수하여 기존의 AP사업에 모뎀을 통합하기 위한 작업에 착수하였으며, Samsung 역시 지속적인 연구개발을 통하여 자체 모뎀을 개발하여 최근 상용화에 성공하였다.

### 3. 강력한 성능의 GPU

최근 소비자가 소비하는 콘텐츠에서 멀티미디어의 비중이 크게 높아짐에 따라, 과거에 비교적 간단한 애플리케이션만을 구동시키던 모바일 환경에서 웹 서핑, 3D Graphic, H.264 코덱 등 고성능의 그래픽 처리 능력이 요구되고 있다[6]. 특히, 지원하는 기기의 화면 크기 및 해상도가 점점 증가하고 해당 콘텐츠의 복잡도 역시 함께 증가함에 따라, PC시장과 마찬가지로 추가적인 GPU IP를 SoC안에 함께 탑재하는 흐름을 가지고 있다. 이에 따라, 많은 모바일 AP가 2D/3D 데이터와 게임, 그리고 풍부한 user interface (UI)와 같은 영상 처리를 위해서 GPU에 큰 비중을 두고 있다. 〈표 1〉는 최근 발표된 모바일 AP에 탑재된 대표적인 GPU IP를 보여주고 있다. Nvidia 및 Imagination Technologies는 이전부터 자체적으로 GPU를 개발해 왔으며 ARM과 Qualcomm은 인수를 통해서 관련 기술들을 발전시켜 오고 있다. 이와 같은 그래픽 처리 능력은 태블릿 시장의 확대와 함께 더욱 크게 요구될 것으로 보이며, 해당 업체들도 프로세서 core의 발전 로드맵과 함께 GPU의 로드맵을 함께 발표하고 있다.

현재는 〈그림 6〉에 나타난 것과 같이 Imagination Technologies가 'Power VR' 시리즈를 통해 높은 모바일 GPU IP 시장 점유율을 보여주고 있다. 또한, 프로세서에서의 확고한 우위를 점하고 있는 ARM이 Mali로 대표되는 GPU군을 지속적으로 발표하면서 프로세서와의 시너지를 통해 시장 점유율 확대를 위해 노력하고 있다. Qualcomm은 Adreno를 지속적으로 발전 시키며 GPU에 대한 연구개발을 이어가고 있으며,

전통적으로 GPU를 연구/개발해온 Nvidia 역시 'Project Denver'라는 이름으로 새롭게 ARM 아키텍처 라이선스를 통해서 개발 중인 프로세서는 CPU와 GPU의 통합된 형태를 지향할 것으로 알려져 있기에 더욱 큰 관심을 끌고 있다.

### III. 향후 전망

시장조사 전문기관인 Strategy Analytics에 의해 공개된 2012년 1분기 모바일 AP시장 분석 결과에 의하면 Qualcomm, Samsung, TI, Broadcom, 그리고 MediaTek이 시장 점유율 상위 5위에 랭크 되었다

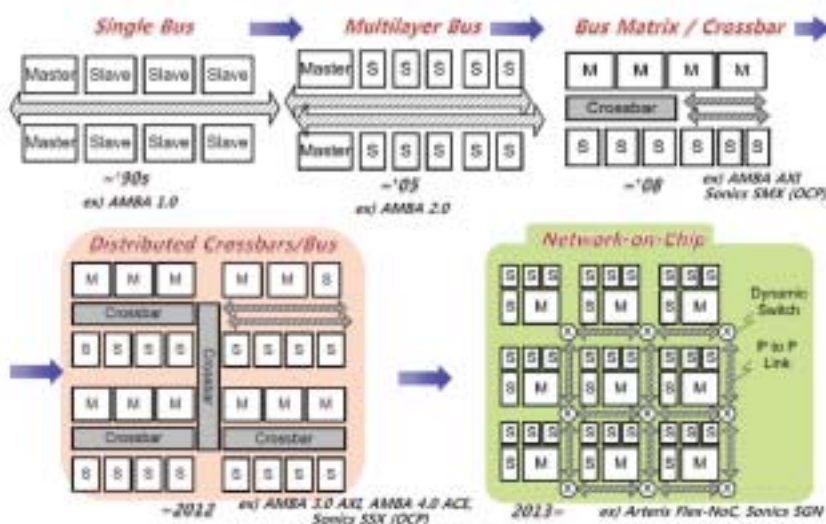
〈그림 7〉. 특히, Broadcom과 MediaTek은 베이스밴드와 결합한 형태의 모바일 AP를 통해서 기존의 Qualcomm이 우위를 점하고 있던 Low-End 스마트폰 시장을 효율적으로 공략하고 있다. Nvidia는 베이스밴드와 결합한 형태의 모바일 AP가 아닌 standalone의 형태로 아직 시장규모가 크지 않은 태블릿 쪽에 주로 공급하고 있어서 점유율 측면에서는 아직 높지 않은 상황이다. 하지만, 현재 모바일 AP는 보다 높은 사양의 프로세서 코어, 새로운 SoC 구조, 그리고 미세 공정이라는 변화에 직면해 있으며, 이와 같은 변화에 어떻게 대응하느냐가 향후 시장 점유율에 큰 변화를 줄 것으로 예상된다.

**Q1 2012 Smartphone Applications Processor Market Share Data**

Total Apps Processor Revenues (US\$ million)	1Q12	1Q11
Qualcomm	\$1,081	43.8%
Samsung	\$656	26.6%
Texas Instruments	\$179	7.3%
Others	\$552	22.4%
<b>Total</b>	<b>\$2,469</b>	<b>100.0%</b>

Source: Strategy Analytics (August, 2012)

〈그림 7〉 2012년 1분기 모바일 AP 시장 점유율



〈그림 8〉 SoC Interconnects Trends

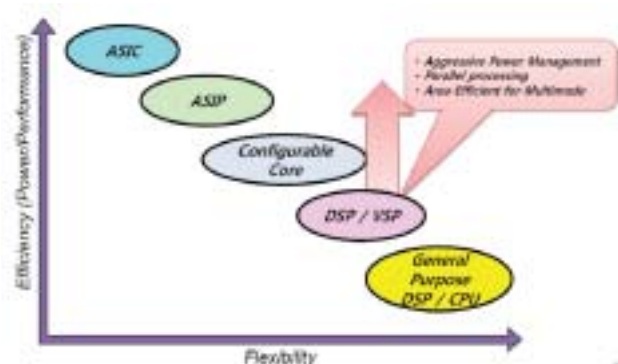




가장 눈에 띄는 흐름인 레티나 디스플레이 등의 시장 확대에 의해 높아지는 GPU의 연산 능력과 더 붙어 보다 높은 데이터 통신 속도에 대한 요구는 궁극적으로 SoC내에서 각 IP들 사이의 효율적인 데이터 전송과 직결된다. <그림 8>은 SoC on-chip interconnect의 변천사를 보여준다. 90년대 등장한 ARM의 AMBA버스는 하나의 Bus를 여러 IP가 시분할하는 간단한 구조이다. 이 경우 하나의 Master IP가 버스를 점유하고 있는 동안에는 다른 IP가 Bus를 사용할 수 없다. 이후 Multilayer Bus를 사용하면서부터는 서로 다른 Master IP가 서로 다른 Bus layer를 사용하게 함으로써 이러한 blocking 문제가 해결되었고, Multiple outstanding transaction protocol이 등장하면서, 앞의 transaction이 완료되기 전에 다음 transaction을 시작할 수 있게 되어 Bus를 Pipeline 개념처럼 좀 더 효율적으로 사용할 수 있게 되었다. 이후 2000년대 중반부터 Crossbar형태의 Point-to-Point AXI 3.0 interconnect를 사용하면서, 동시에 여러 IP들 간의 transaction이 가능하였다. 또한 시스템이 복잡해지면서, 연관된 IP들을 Cluster 형태로 그룹을 형성하고, Bus의 구조도 이에 맞추어 hierarchy를 갖는 cascade 구조를 현재 많이 사용하고 있다.

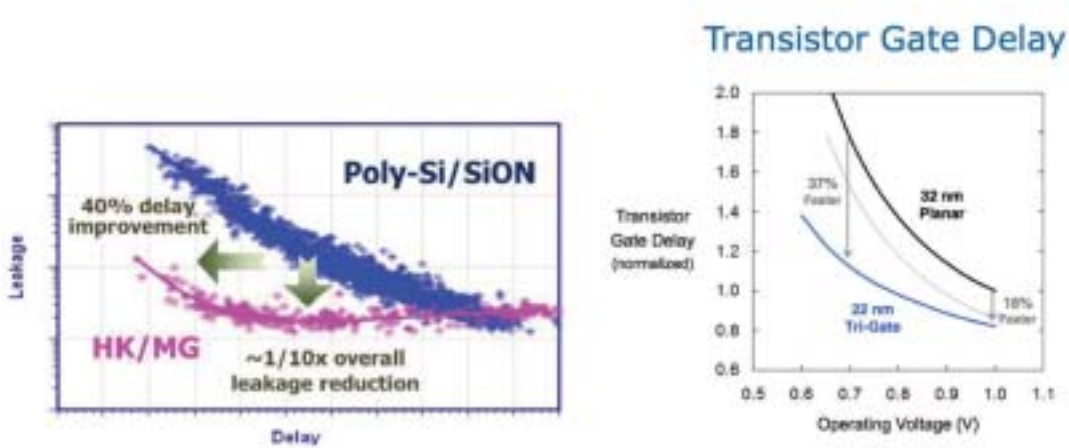
Multi-core 그리고 many-core와 같이 매우 많은 수의 Master IP를 갖는 시스템에서는 IP간의 transaction을 마치 지금의 컴퓨터 인터넷과 같은 Packet-based-switched network 개념을 사용한 Network-on-Chip (NoC) 구조로 발전할 전망이다. 이러한 NoC 구조에서는 과거 병렬컴퓨터에서와 같은 message-passing 방식의 통신을 하며, 이를 위해서 온-칩 라우터가 다양한 topology를 이루며 연결된다. 최근 모바일 프로세서에서도 초기적이긴 하지만 이러한 개념을 사용하는 경우가 나타나고 있다. 전문적으로 SoC Interconnect IP를 사업으로 하는 Sonics와 Arteris가 대표적인 업체이다. Arteris사의 FlexNoC 라는 Interconnect는 Bus Wire를 Packet 형태로 구성하고 Wire수를 줄임으로써, 칩 상의 Wiring Congestion을 해소하는데 중점을 두고 있다.

모바일 프로세서 상에는 CPU/GPU뿐 아니라 많은 H/W Accelerator가 ASIC 형태로 구현된다. 또한 베이스밴드 모뎀의 경우, PHY layer는 ASIC 형태로 구현하고 있다. ASIC 형태는 전력/성능 면에서 월등하지만, 한번 제작된 상태에서는 설계 변경이나 수정이 매우 어렵고, 모든 기능을 H/W로 설계하다 보니 면적을 많이 차지하게 된다. Time-to-Market은 점점 짧아지게 되고, 공정 비용은 점점 증가하게 됨에 따라서, 잘못 설계된 칩을 revision하는 것은 시간/비용 면에서 매우 큰 손실과 Risk를 가져오게 된다. 따라서 칩을 빠른 시일에 설계할 수 있고, 칩이 제작된 후에도 S/W에 의해 기능을 변경할 수 있는 방법론이 크게 부각되고 있다. <그림 9>에서 나타낸 바와 같이 칩을 설계하는 방법은 다양하다. 극단적으로는 모든 기능을 H/W로 구현하는 ASIC 방법과 모든 것을 S/W로 구현하는 CPU/DSP 방법이 있으며, 이를 절충하는 방안으로 ASIP (Application Specific Instruction-set Processor), Reconfigurable Processor, VSP (Vector Signal Processor) 방법이 있다. Multimedia 나 베이스밴드 응용에서는 Vector방식의 operand를 많이 취급하기 때문에, 이에 맞는 Vector Processing Unit을 병렬로 갖춘 VSP 타입이 적합하다. 특히 Multimode를 지원해야 하는 경우, 각 mode를 별도의 H/W로 구현하는 ASIC 방식과 대비하여, VSP방식은 면적 절감효과가 뛰어나다. 하지만 ASIC 대비 전력효율에 있어서 항상 열세를 면할 수 없다. 이를 극복하



<그림 9> 향후 Mobile SoC의 발전 방향





〈그림 10〉 (a) 삼성 32nm HKMG 공정[7] 및 (b) Intel 22nm Tri-Gate 특성[8]

기 위하여, ASIC에서는 적용하기 어려운 DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling)와 같은 저전력 기술들을 적극적으로 사용할 경우, 전력효율을 AISC 수준으로 끌어올릴 수 있을 것으로 기대한다.

앞에서 언급한 것과 같은 아키텍처 및 구현과 관련된 내용과 함께 주목해야 할 점은 우수한 공정기술이다. 특히 〈그림 10〉에 나타난 것과 같이 미세공정에서의 High-K Metal-Gate (HKMG) 공정 및 Tri-Gate의 도입은 전력소모가 매우 중요한 지표인 모바일 기기에 탑재될 SoC에 보다 큰 힘을 실어 줄 것이다. 하지만, 현재 많은 모바일 AP 제조업체가 공정의 미세화로 인한 수율 하락 및 단가 상승 등의 문제를 이미 겪고 있어, 향후 반도체장비업체와 파운드리, 그리고 SoC 설계 업체 간의 긴밀한 협력이 요구된다. 또한, 3D-IC와 같은 기술이 상용화 되는 시점에 맞추어 이를 최대한 활용한 칩을 제작할 수 있도록 다양한 연구가 진행되어야 할 것이다.

#### IV. 결론

최근 Microsoft는 Windows 8을 통해 Intel 및 AMD가 생산하는 x86 프로세서들뿐만 아니라, ARM 기반의 프로세서도 지원하겠다고 공식적으로 발표하였으며, 관련하여 많은 시제품들이 등장하였다. 이를 통해 Nvidia, Qualcomm 및 TI 등 많은 모바일 AP업체

들이 기존의 시장과 더불어 새로운 시장을 향한 확장 기회를 얻었다. Samsung 역시 최근 자사의 모바일 AP인 Exynos가 탑재된 카메라를 시장에 소개하는 등 모바일 AP 시장은 보다 확장될 것임을 간접적으로 보여주었다. 예전 x86기반의 프로세서 시장에서의 소수 업체들 간의 경쟁과는 달리, 이제는 진정한 SoC 시장에서의 경쟁인 만큼 보다 다양한 변수가 존재하며, 이로 인하여 많은 모바일 AP제조사 간의 더욱 치열한 경쟁이 예상된다. 성공적인 모바일 AP를 위해서는 최적의 시스템 소프트웨어 개발과 저전력 고성능의 반도체 설계, 그리고 파운드리의 미세공정기술이 모두 함께 고려가 되어야 한다는 점은 현재 시스템반도체의 최신 트렌드를 정확히 보여주며, 이를 위한 연구 및 개발, 교육이 함께 이루어져야 할 것이다.

#### V. 감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2012R1A1A1010064)



## 참 고 문 헌

- [1] <http://www.arm.com>
- [2] <http://anandtech.com>
- [3] Peter Greenhalgh, "Big.LITTLE Processing with ARM Cortex-A15 & Cortex-A7," ARM White Paper
- [4] <http://www.digitimes.com>
- [5] Hanjo Kim, et al., "Competitive Analysis: AP, Modem 1-chip vs. 2-chip," Samsung Electronics White Paper
- [6] 이광엽, 박우찬, "모바일 그래픽 프로세서," 전자공학회지 제 38권 제5호, 2011년 5월
- [7] Se-Hyun Yang, et al., "A 32nm High-k Metal Gate Application Processor with GHz Multi-Core CPU," ISSCC Dig. Tech. Papers, pp. 214-215, Feb. 2012.
- [8] Satish Damaraju, et al., "A 22nm IA Multi-CPU and GPU System-on-Chip," ISSCC Dig. Tech. Papers, pp. 56-57, Feb. 2012.



김 지 훈

2004년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 학사  
 2009년 8월 KAIST 전기 및 전자공학과 박사  
 (석박통합과정)  
 2009년 7월~2010년 2월 삼성전자 DMC연구소  
 책임연구원  
 2010년 3월~현재 충남대학교 전자공학과 조교수

〈관심분야〉  
 SoC (System-on-Chip), 프로세서 설계, 통신모뎀



이 강 민

2000년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 학사  
 2002년 8월 KAIST 전기 및 전자공학과 석사  
 2006년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 박사  
 2006년 4월~현재 삼성전자 DMC연구소 책임  
 연구원

〈관심분야〉  
 SoC (System-on-Chip), 저전력 설계, 통신 모뎀,  
 NoC (Network-on-Chip)