



백서

엔비디아 SDR(Software Defined Radio) 기술

엔비디아 i500 및 Tegra 4i 의 모뎀 혁신

목차

소개	3
고정 기능 하드웨어 모뎀의 한계	3
엔비디아 소프트웨어 정의 모뎀	5
Deep eXecution 프로세서 아키텍처	7
엔비디아 소프트웨어 정의 무선 기술의 이점(i500 및 Tegra 4i).....	8
결론	12
부록	13

소개

모바일 장치의 특성과 기능이 성장을 거듭하면서 더 높은 컴퓨팅 성능과 효율성에 대한 요구 못지 않게 빠르고 안정적이며 원활한 연결에 대한 요구도 커지고 있다. 스마트폰과 태블릿은 주된 컴퓨팅 장치로 빠르게 자리 잡아 가고 있으며, HD 비디오를 스트리밍하거나 멀티플레이어 게임을 즐기거나 웹 사이트를 검색하거나 고해상도 미디어 콘텐츠를 공유하는 사용자에게 PC 급 성능과 동급 최고 수준의 연결 기능을 제공할 것으로 기대된다.

이중 셀(DC-HSPA+)이나, 요즘 주목받는 LTE 처럼 처리량이 큰 무선 인터페이스의 출현으로 모바일 장치를 일상적인 콘텐츠 생성 및 소비 플랫폼으로 선택하는 사용자가 빠르게 늘고 있다. LTE 가 제공하는 최고 대역폭은 동축 케이블이나 DSL 같은 기존 무선 솔루션에 버금가거나 많은 경우에 그러한 솔루션을 웃돈다. 소비자는 LTE 를 통해 추가로 제공되는 대역폭을 폭발적으로 소비할 뿐만 아니라 기대치까지 높이면서 LTE 연결을 모바일 데이터 영역의 새로운 기본 요건으로 만들어 나가고 있다. 클라우드 스토리지 및 컴퓨팅 기술의 출현과 꾸준한 증가는 LTE 와 같은 고성능 표준을 지원할 필요성을 더욱 높인다.

NVIDIA® i500 LTE 모뎀과 i500 모뎀이 통합된 엔비디아 Tegra® 4i 의 프로세서는 DC-HSPA+, LTE 등의 최신 무선 프로토콜을 지원하는 동시에, 차세대 인터페이스와 표준을 지원하도록 프로그래밍이 가능한 혁신적인 **소프트웨어 정의 무선 기술**을 사용한다. 엔비디아 i500 은 경쟁 LTE 모뎀보다 다이 크기가 작고 전력 소모가 적으며 구현 방식의 유연성도 훨씬 크다. 또한 기존 모뎀과 차별화되는 i500 소프트 모뎀의 소프트웨어 재구성 기능은 무선 사업자와 OEM 이 현장에서 무선 업데이트를 통해 모뎀 기능을 쉽게 업데이트하고 성능을 향상시키는 혁신적인 알고리즘을 이용할 수 있게 한다.

고정 기능 하드웨어 모뎀의 한계

기존의 모뎀 설계는 '고정 기능' 모뎀이라는 용어로 정의할 수 있다. 이러한 모뎀에서는 대부분의 모뎀 기능이 칩에 구현되어 다이 크기가 커지고 유연성에 한계가 있기 때문이다. 무선 인터페이스의 수와 복잡성이 증가하면서 모뎀의 계획, 설계, 제조, 테스트 및 유지 관리와

관련한 문제도 늘어나고 있다. 갈수록 늘어나는 지역 및 무선 사업자별 모드, 대역 및 프로토콜을 수용하려면 최신 모뎀을 테스트하고 설계하는 데 많은 리소스가 소요된다. 이는 기존의 고정된 모뎀 설계 방식으로 인해 크고 복잡하면서도 비용이 많이 드는 결과로 이어졌다. 더 중요한 사실은 무선 표준이 빠른 속도로 계속 발전하면서 융통성이 없는 기존의 하드 모뎀 설계 흐름은 유연성과 적응성에서 한계를 드러내고 있다는 것이다. 일반적으로 기존 모뎀 설계는 새로운 무선 인터페이스 표준이 발표되고 승인될 때마다 막대한 비용과 시간을 들여 칩을 다시 설계해야 하고 새로운 사양을 지원할 처리 성능을 추가해야 한다. 이는 새로운 무선 표준을 지원하려는 OEM 과 무선 사업자의 출시 시기를 크게 지연시킨다.

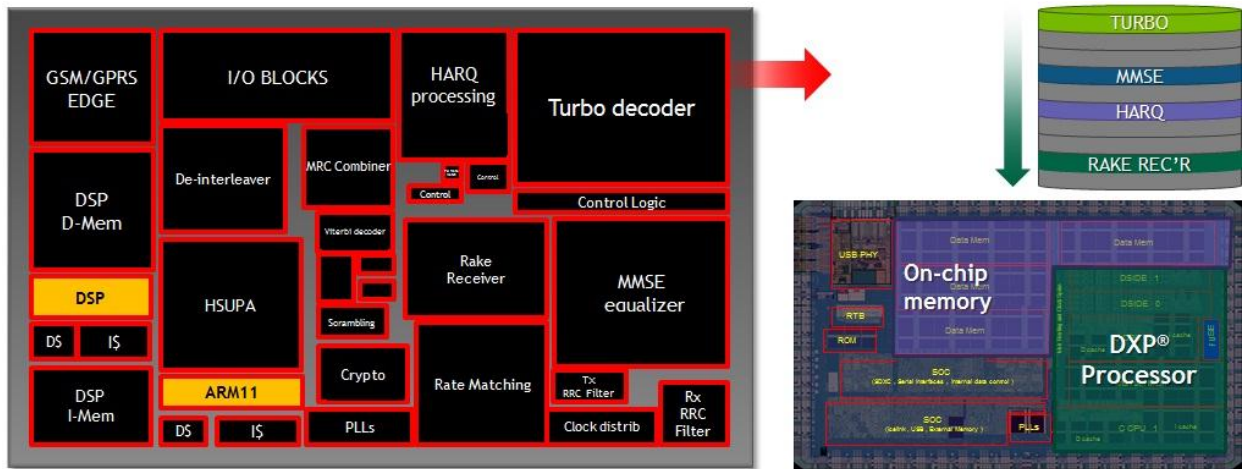


그림 1 고정 기능 블록을 사용한 기존 모뎀과 프로그래밍 가능한 소프트웨어 모뎀

게다가 기존 모뎀 설계에서는 지원되는 연결 프로토콜마다 별도의 고정 기능 블록을 구현하기 때문에 다이 크기가 커지고 전력 소모가 늘어날 수 있다. 마지막으로, 설계 주기가 길고 개별 고정 기능 하드웨어가 필요하며 적응성이 부족한 기존 고정 기능 모뎀의 경우 칩의 크기가 크고 복잡하고 비효율적이며 비싸다.

이는 무선 사업자 입장에서는 장치 성능이 저하되고 네트워크 비용 지출이 높아지는 원인이 되며, 공급업체에 있어서는 제품 경쟁력이 저하되는 원인이 된다.

소비자의 입장에서는 최종 사용자 환경의 기능이 저하되고, 장치의 가격이 상승하고, 선택의 폭이 좁아짐을 의미한다.

엔비디아 소프트웨어 정의 모뎀

엔비디아 i500 은 혁신적이고 전력 효율이 높은 멀티 모드 소프트 모뎀으로, 차세대 고급 무선 인터페이스와 연결 기술을 지원한다. 성능이 검증된 Icera SDR(Software Defined Radio) 기술을 기반으로 한 i500 은 업계 최고 수준의 전력 효율과 가장 작은 설치 공간에서 최적화된 훨씬 더 높은 사용자 처리량, 고급 모뎀 기능, 향상된 음성 품질, 저렴한 가격을 실현할 수 있게 한다.

엔비디아 i500 의 주요 사양:

- 최고 1.3GHz 의 프로그래밍 가능한 풀 게이팅 코어 8 개(코어당 800Gops), 엔비디아 DXP® 아키텍처
- 28nm HP HKMG(High-K Metal Gate) 공정, 초저전압
- 7 x 7mm 패키지, 기존 동급 4G 모뎀 크기의 40%
- 멀티밴드 LTE UE Category 3 100Mbps, HSPA+ 42Mbps, GSM/GPRS/EDGE,
- 완전 통합된 2G/3G 음성 통화, CSFB 및 VoLTE 지원
- 캐리어 어그리게이션(CA: Carrier Aggregation)을 사용한 LTE UE Category 4 150Mbps, HSPA+ 84Mbps 완벽 지원
- 엔비디아 IceClear® 간섭 소거 기술로 셀 에지 성능 및 eICIC 지원 향상
- 듀얼 SIM, ETWS, CMAS 지원

Tegra 4

World's Fastest Mobile Processor

Tegra 4i

1st Integrated Tegra 4 LTE Processor

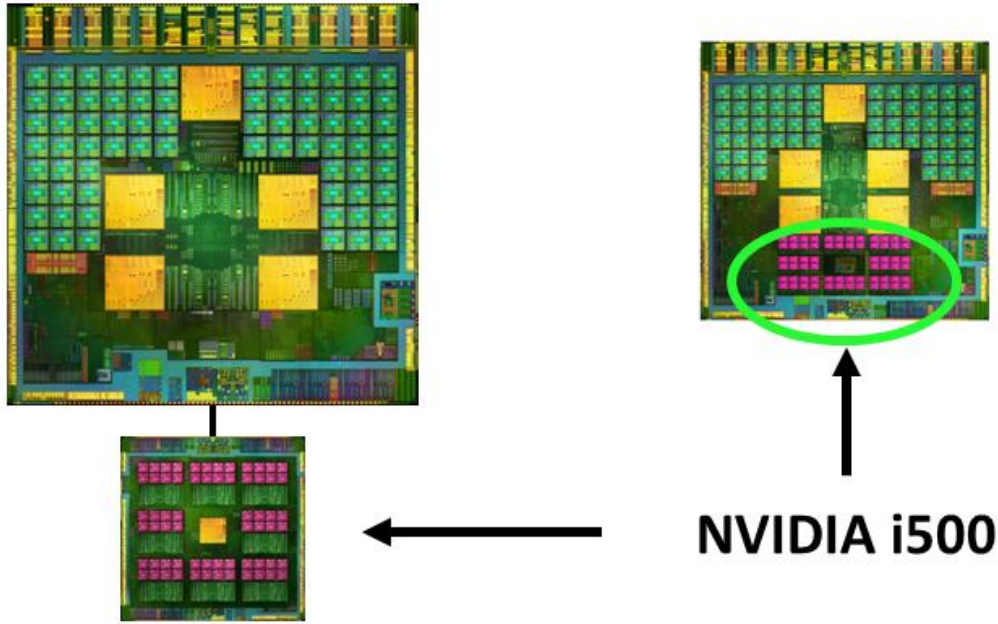


그림 2 Tegra 4 및 Tegra 4i 의 엔비디아 i500 소프트 모뎀

ICE9245 저전력 멀티 모드 RF IC 와 결합된 엔비디아 i500 은 기존 2G/3G/4G 사양을 완벽하게 지원하면서 가용 TX-RX 및 필터 경로를 새로운 대역, 모드 및 애플리케이션 요구 사항으로 확대할 수 있는 유연성과 기능을 제공한다.

LTE 는 광대한 범위의 대역폭과 막대한 수의 주파수 대역, 인프라 구축의 불확실성이 과제로 남아 있다. ICE9245 RF 는 현재 단계에서 LTE 인터페이스를 발표하는 데 필요한 유연성과 효율성을 제공한다. 유연한 TX, RX 및 다양한 포트 구조와 베이스밴드에 대한 100% 디지털 인터페이스는 저전력 설계에서 다양한 LTE 및 기타 무선 인터페이스를 지원할 수 있게 한다.

엔비디아 ICE9245 RFIC 의 주요 사양:

- FDD/TD LTE, HSPA+ DC 및 쿼드 밴드 EDGE 멀티모드 RFIC
- 65nm LP CMOS 공정, 6.5 x 6.5mm 패키지
- 통합 LNA(저잡음 증폭기)
- 베이스밴드에 대한 디지털 IceLINK
- LTE/3G/2G Tx 포트 8 개, 멀티밴드 RX 의 다양성
- 컨버지드 PA 완벽 지원
- DCXO 기반 설계 지원
- Type 3i 리시버 기능

Deep eXecution 프로세서 아키텍처

100Mbps LTE 연결을 제공하는 데 필요한 컴퓨팅 성능은 약 150GFLOPS/s 이다. 엔비디아 i500 소프트웨어 모뎀 아키텍처는 엔비디아 **Deep eXecution® 프로세서(DXP)**를 기반으로 고속 LTE 연결에 필요한 성능을 제공하는 동시에 소비 전력을 최소화한다. **DXP** 는 무선 신호 처리를 위해 완전히 새로운 방식으로 개발된 새로운 유형의 비대칭 마이크로프로세서로, 32 비트 및 64 비트 레지스터 파일이 각각 별도로 포함되어 있다. 프로세서의 명령어 세트에는 C-컴파일러에 최적화된 32 비트 명령어 세트와 구성 가능한 벡터 명령어 세트가 데이터 메모리와 함께 들어 있다.

32 비트 명령어 세트는 일반적으로 3GPP 프로토콜 스택의 위쪽 레이어에서 사용되는 수백만 줄의 코드에 사용되도록 고안되었다. 이 명령어 세트는 충분한 코드 밀도를 지원하며, 명령어를 압축할 필요가 없다. 또한 음성 코덱 및 데이터 암호화를 지원하는 특정 명령어가 포함되어 있다.

구성 가능한 벡터 명령어는 성능에 있어 중요한 모든 PHY 레이어 알고리즘을 수작업으로 코딩하기 위한 용도로, 컴파일러를 대상으로 하지 않으며 흐름 제어, 부동 소수점 및 오류

처리를 위한 명령어를 지원하지 않는다. 하지만 특허받은 알고리즘을 최적화하여 PHY 레이어를 관리하는 데 사용되는 새로운 기능이 다양하게 포함되어 있다.

딥 실행 프로세서(Deep Execution Processor)는 아키텍처 및 칩 구현의 주요한 최적화를 통해 와트당 성능을 극대화하고 전반적인 전력 소모를 최소화한다. DXP 아키텍처는 양방향 LIW, 다중 벡터 데이터 경로(SIMD), 복합 명령어(딥 실행 유닛[Deep Execution Unit]에서)를 사용하여 성능 효율을 향상시킨다. DXP 프로세서의 명령어 세트는 베이스밴드 신호 처리에 최적화되어 있으며, 하드웨어 비용과 전력 소모를 최소화하도록 설계되었다.

칩 구현 레벨에서는 맞춤형 트랜지스터 라이브러리, RAM 매크로 블록 및 설계 키 블록의 수동 배치 및 배선(Place-and-Route)을 통해 전력 소모가 더욱 최소화된다.

기존 모뎀보다 트랜지스터 수가 줄었을 뿐 아니라 트랜지스터가 초저전압으로 작동하여 정지 전력을 매우 낮은 수준으로 유지한다. 이러한 기능과 지능형 클럭 및 전원 게이팅 기능이 결합하여 전반적인 작동 전력 소모를 대폭 줄여 준다.

엔비디아 소프트웨어 정의 무선 기술의 이점(i500 및 Tegra 4i)

엔비디아 소프트웨어 정의 모뎀은 기존 하드 모뎀에 비해 몇 가지 중요한 이점을 제공한다.

작은 크기와 낮은 비용

엔비디아 i500 소프트 모뎀은 DXP 기술과 프로그래밍 가능한 맞춤형 코어를 사용하여 모든 컴퓨팅 작업과 신호 처리 작업을 수행한다. 따라서 신호 처리의 모든 단계(Viterbi 디코더, Turbo 디코더, 이퀄라이저 등)에서 프로그래밍 가능한 하드웨어 블록을 효율적으로 재사용 및 재활용할 수 있기 때문에 다이 크기와 비용이 절감된다. 반면 기존 하드 모뎀은 대분의 단계에 별도의 컴퓨팅 블록(관련 메모리 및 글루 로직 포함)이 필요하므로 다이 크기가 커진다.

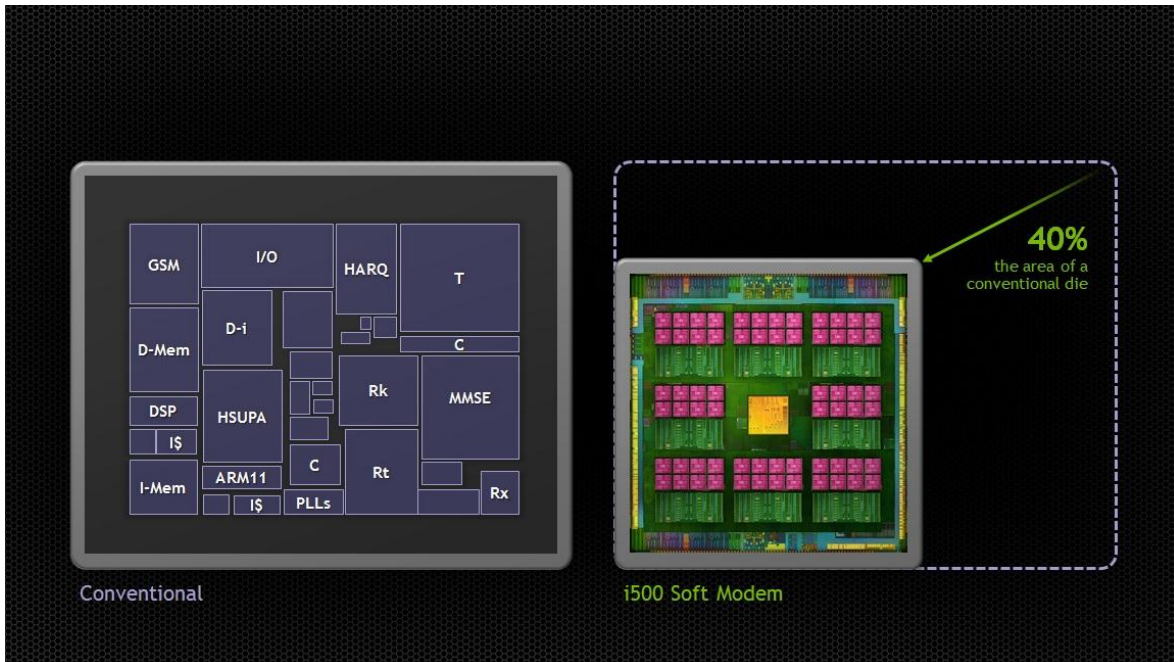


그림 3 기존 다이 크기의 40%인 엔비디아 아이세라 i500 다이

프로그래밍 가능한 코어와 DXP 기술의 사용으로 엔비디아 i500 소프트 모뎀의 다이 크기는 기존 하드 모뎀 설계의 40%에 불과하다. 이는 칩 비용을 줄이는 데 유리하며, 연결 표준과 인터페이스가 복잡해질수록 그 이점은 더욱 커진다.

저전력

일반적으로 고정 기능 하드웨어는 범용 하드웨어보다 특정 작업을 더 효율적으로 수행할 수 있다. 하지만 크게 증대되는 베이스밴드 처리의 복잡성과 하드 모뎀에서 무수한 표준 및 프로토콜을 처리하는 데 필요한 고정 기능 블록의 수는 칩 다이 크기와 전력 소모를 늘리는 동시에 고정 기능 설계의 효율성을 최소화한다.

그에 비해 엔비디아 i500 은 베이스밴드 처리 알고리즘을 실행하는 데 사용되는 DXP 프로세서를 기반으로 한다. DXP 아키텍처는 와트당 성능을 극대화하도록 고도로 최적화되었으며, 하드웨어는 프로세서가 광범위한 작동 전압으로 실행되도록 하는 완벽한 맞춤형 레이아웃과 저전력 트랜지스터 라이브러리에 최적화되어 있다.

소프트 모뎀 아키텍처는 필요한 트랜지스터 수가 하드 모뎀보다 훨씬 적다. 따라서 저전압으로 실행되는 더 높은 성능의 트랜지스터를 사용할 수 있어 소비 전력이 더욱 감소한다. 베이스밴드 처리 알고리즘은 소프트웨어를 기반으로 하기 때문에 이러한 알고리즘을 지속적으로 조정하고 최적화하여 소비 전력을 최소화할 수 있다. 또한 i500 설계에서는 수요와 사용량(2G, 3G, LTE, 음성과 데이터 등)에 따라 동적 전압 및 주파수 스케일링 기능을 활용하여 성능과 전력 소모를 최적화한다.

유연성

엔비디아 i500 소프트 모뎀 기술은 기존 메인스트림 플랫폼에 최신 기술(새로운 프로토콜, 무선 인터페이스 등)을 적용할 수 있게 해 준다. 블록 및 관련 파라미터가 대부분 융통성이 없고 수요에 관계없이 구현되는 기존의 하드 모뎀에 비해 엔비디아의 SDR 스택은 공급업체와 시장별 수요 및 요구 사항에 따른 유연한 컴퓨팅 구현을 지원하는 동시에 시간이 지나면서 성능을 세부적으로 조정할 수 있게 한다. 소프트 모뎀 방법론은 미래 경쟁력을 갖춘 설계를 빠르게 개발하고 배포할 수 있게 해 준다.

DXP 기술에는 값비싼 고정 기능 하드웨어 가속기를 사용할 필요가 없기 때문에 기존 플랫폼에서도 아키텍처를 변경하지 않고 고급 모드와 기능을 지원할 수 있다. 또한 세대를 거듭할 때마다 보다 효과적인 컴퓨팅 기능을 바탕으로 갈수록 복잡해지는 컴퓨팅 및 신호 처리를 효율적으로 처리한다. 예를 들어 i500은 LTE Category 3 지원 기능이 처음으로 적용된 제품이지만 소프트웨어를 통해 캐리어 어그리게이션을 사용한 LTE Category 4를 지원하도록 업그레이드될 예정이다.

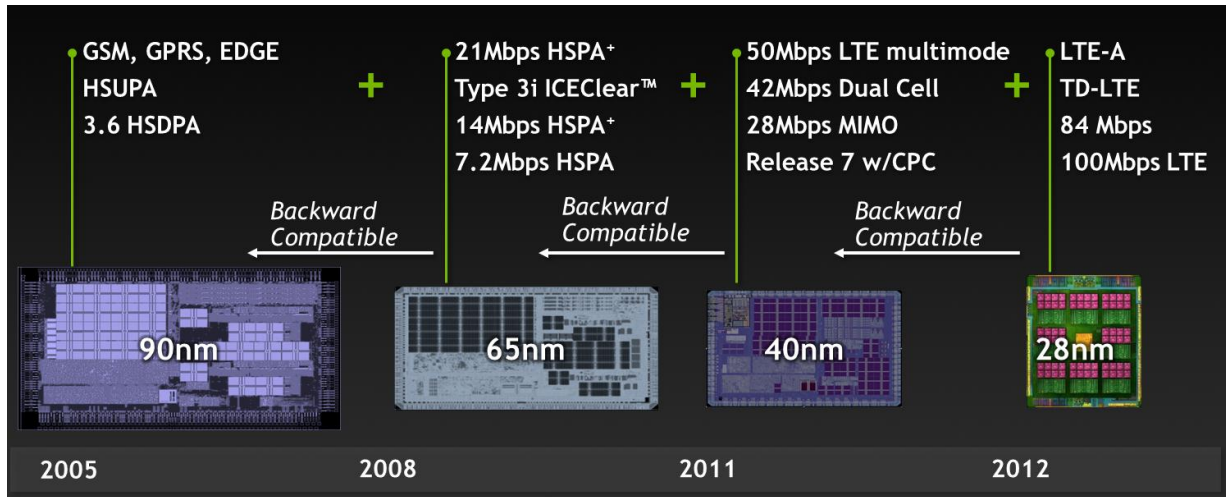


그림 4 빠른 기능 개발을 위해 이전 세대 기술 재활용

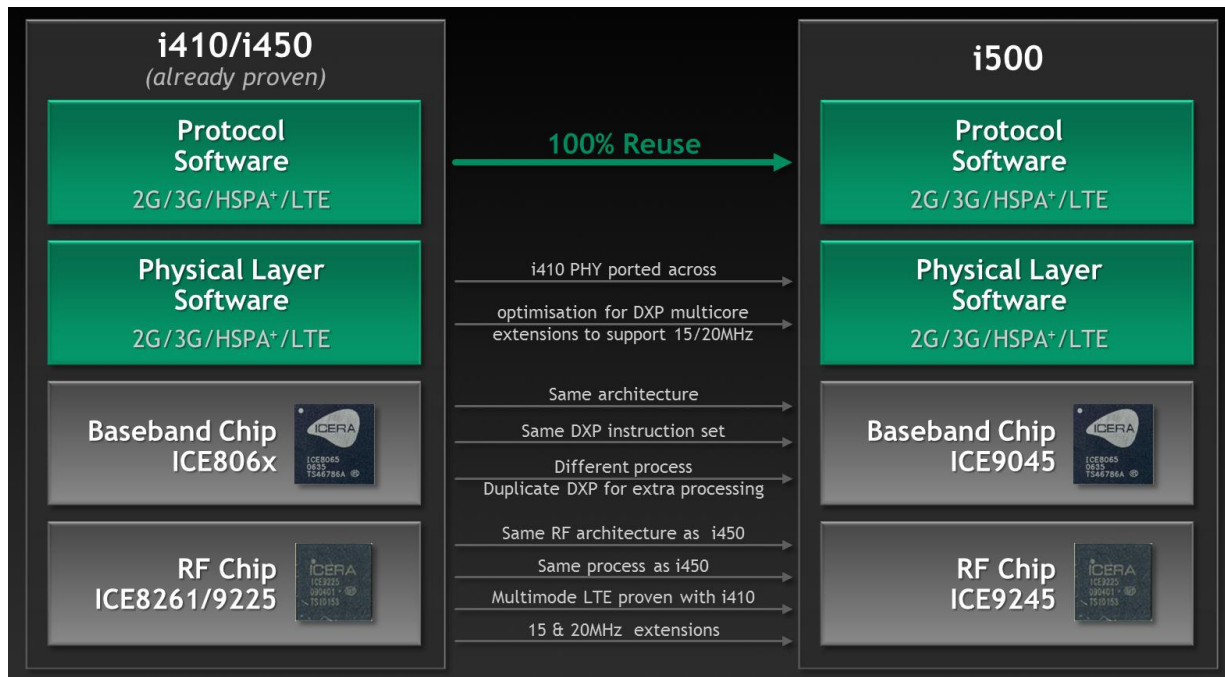


그림 5 4 세대 엔비디아 모뎀의 LTE 멀티모드 소프트웨어의 폭넓은 재사용

출시 시점(Time-to-Market)

각 세대의 베이스밴드 기술은 빠른 기능 개발 및 검증 요건을 줄이기 위해 재활용되었다. 사실 소프트웨어를 반복적으로 사용하면 되기 때문에 출시 시간과 배포가 점점 빨라진다. 예를 들어

이미 AT&T LTE 인증을 받은 엔비디아 i410 에 사용된 모든 LTE Category 2 관련 IP 는 i500 에 재활용 및 구축되어 개발과 검증에 소요되는 시간을 단축해 주었다.

적응성

소프트 모뎀 기술의 다른 이점으로, 네트워크 상황에 실시간으로 대응하는 능력을 들 수 있다. 엔비디아 i500 소프트 모뎀의 엔비디아 Adaptive Wireless™ 기술은 다양한 채널 파라미터와 조건(인터페이스, 주파수, 지형)에 따라 지능적으로 가용 컴퓨팅 리소스를 재할당하고 파라미터를 수정하고 현재 채널 조건에 가장 적합한 RX 구조를 선택할 수 있다. 이는 주어진 네트워크 조건에서 셀 처리 능력과 사용자 처리량을 지속적으로 극대화하여 사용자의 환경을 개선하고 무선 사업자의 수익을 확대하기 위한 것이다.

결론

일반적인 통념과 기존 모뎀 공급업체의 막대한 기존 투자 규모로 인해 고정 기능 방식이 탄생했다. 하지만 처리량이 많은 멀티 모드 셀룰러 무선 인터페이스의 복잡성은 기존 방식의 혁신을 요구하고 있다. 엔비디아 소프트웨어 정의 모뎀 기술은 이러한 혁신을 실현해 주었다.

엔비디아 모뎀 기술은 높은 성능과 낮은 소비 전력을 제공하는 완전히 새로운 모뎀 기술 개발 패러다임을 가능케 했다. 이는 고성능 칩 설계 기법과 세계적인 수준의 적응 알고리즘 설계가 결합된 결과이다. 엔비디아는 이러한 접근 방식을 최초로 도입한 반도체 회사지만, 언젠가는 모든 모뎀이 이러한 방식으로 개발될 것이다.

	nVidia i500	nVidia Tegra 4i
무선 인터페이스		
GSM/EDGE	지원	지원
WCDMA	지원	지원
TD-SCDMA	지원	지원
FDD LTE	지원	지원
TDD LTE	지원	지원
3GPP Release		
Rel 9	지원	지원
Rel 10 LTE-A(Carrier Aggregation)	지원	지원
HSPA+ Category		
Cat 24 DC-HSPA+ 42Mbps	지원	지원
Interference Cancellation	지원	지원
LTE		
Cat 3 20Mhz 100/50Mbps DL/UL	지원	지원
Cat 4 20MHz 150/50Mbps DL/UL	지원	지원
Carrier Aggregation	지원	지원
MIMO 2 x 2	지원	지원
MIMO 4 x 2	지원	지원
2G 음성 통화		
FR, HR, EFR, WB-AMR	지원	지원
3G 음성 통화		
3G NB-AMR	지원	지원
3G WB-AMR	지원	지원
LTE 음성 통화		
CSFB	지원	지원
VoLTE with SRVCC	지원	지원
Multi MIC AEC NR	지원	지원
패키지		
공정 기술	28nm	28nm
패키지 크기	7x7	12x12
앱 프로세서		
통합 AP	지원 안 함	지원
RF		
Primary RX port	8	8

표 1 엔비디아 i500 사양

고지

논평, 의견, NVIDIA 설계 사양, 참조 보드, 파일, 그림, 진단, 목록 및 기타 문서(통칭 "자료")를 비롯하여 본 백서에서 제공하는 모든 정보는 "있는 그대로" 제공됩니다. NVIDIA는 자료와 관련하여 명시적, 묵시적, 법적 또는 기타 어떠한 형태의 보증도 하지 않으며, 비침해성, 상품성 및 특정 목적에의 적합성과 관련한 모든 묵시적 보증을 명시적으로 부인합니다.

여기에 포함된 정보는 정확하고 신뢰할 수 있다는 믿음에 따라 제공됩니다. 단, NVIDIA Corporation은 그러한 정보의 사용으로 인해 발생하는 결과나 그 사용으로 인해 발생하는 특허권 또는 기타 제3자 권리의 침해에 대해서 책임을 지지 않습니다. NVIDIA Corporation의 특허 또는 특허권상 어떠한 사용권도 묵시적 또는 다른 방식으로 허용되지 않습니다. 본 발행물에 언급된 사양은 별도의 통보 없이 변경될 수 있습니다. 본 발행물은 이전에 제공된 모든 정보에 우선하며 그러한 정보를 대체합니다. NVIDIA Corporation의 명시적인 서면 동의 없이는 생명 유지 장치 또는 시스템의 중요 구성 요소로 사용이 허용되지 않습니다.

상표

NVIDIA, NVIDIA 로고, Chimera 및 Tegra는 미국 및 기타 국가에서 NVIDIA Corporation의 상표 또는 등록상표입니다. 기타 회사명과 제품명은 관련된 해당 회사의 상표일 수 있습니다.

저작권

© 2013 NVIDIA Corporation. All rights reserved.