"We overcome the multicore/manycore programming wall by means of compiler, architecture, and OS techniques"

Multicore Computing Research Laboratory
멀티코어 컴퓨팅 연구실

서울대학교 301동 515호
Phone: **02-880-1837**
Email: **chief@aces.snu.ac.kr**
Web: **http://aces.snu.ac.kr/**

고성능 컴퓨터 시스템

슈퍼컴퓨터 '천둥'

고성능 컴퓨터 시스템의 구축은 병렬 프로그래밍 모델 및 소프트웨어의 성능을 평가하는데 있어 매우 중요합니다. 멀티코어 컴퓨팅 연구실에서는 병렬 프로그래밍 모델 SnuCL의 성능평가를 위해 2012년에 이종 슈퍼컴퓨터 '천둥'을 설계하고 구축하였습니다. 천둥은 자체 수냉 시스템을 탑재하였으며 낮은 가격 및 저전력으로 높은 성능을 달성하는데 초점이 맞춰져 있습니다. 현재 천둥 1.5가 대중에게 공개되어 있고, 변화하는 하드웨어 요구사항에 맞추어 끊임없이 개선되고 있습니다.

기록

- **TOP500 277위 등재 (2012년 11월)**
- **Green500 32위 등재 (2012년 11월)**
- 단 7억원의 시스템 구축 비용 (1US달러 당 159 MFLOPS)
- TOP500에서 7번째로 전력 효율이 높음 (2012년 11월)
- TOP500의 412개 클러스터 중 노드당 성능이 가장 높음 (2012년 11월)

하드웨어 사양

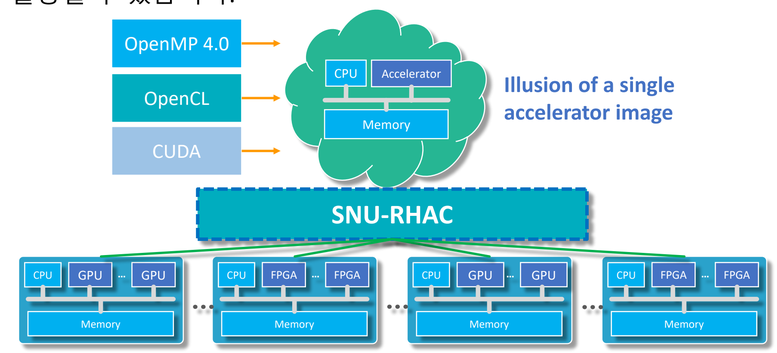
52 nodes × [**2×** Intel Xeon E5-2650 CPUs (8-core) / **4×** AMD Radeon HD 7970 GPUs or AMD Radeon R9 Nano GPUs or AMD Radeon R9 290X GPUs or Nvidia GeForce GTX 1080 GPUs / **128 GB** main memory] + **InfiniBand 4x QDR** interconnection network / **144 TB** storage space / Water cooling system

천둥은 2013년 4월부터 국내 사용자에게 연구 및 교육 목적으로 사용할 수 있도록 서비스를 제공하고 있습니다: **http://chundoong.snu.ac.kr/**.
지금까지 **330명 이상**의 사용자가 천둥을 이용하였습니다.

범용 프로그래밍 모델

SNU Runtime for Heterogenous Accelerators in a Cluster (SNU-RHAC)

SNU-RHAC는 연구실에서 개발중인 이종 클러스터를 위한 범용 프로그래밍 모델입니다. SNU-RHAC를 통해 사용자는 **여러 노드에 장착된 다양한 종류의 가속기를 마치 하나의 가속기인 것처럼 사용**할 수 있습니다. 실제로 어떤 가속기가 사용되는지에 관계 없이 사용자는 OpenMP, OpenCL, CUDA 등의 원하는 프레임워크로 개발할 수 있습니다. 또한, MPI-OpenCL처럼 여러 프로그래밍 모델을 복잡하게 혼합하여 사용하는 불편함 없이 클러스터의 모든 자원을 활용할 수 있습니다.



SNU-RHAC의 전신인 SnuCL은 오픈소스 소프트웨어입니다: h**ttp://snucl.snu.ac.kr/**.
SnuCL은 top-tier 컴퓨터 학회에서 10개의 논문과 9번의 튜토리얼을 통해 소개되었습니다.

FPGA를 위한 OpenCL/CUDA 프레임워크

FPGA는 뛰어난 에너지 효율성으로 인해 고성능 컴퓨팅을 위한 차세대 가속기로서 주목받고 있습니다. 하지만 FPGA 프로그래밍의 어려움이 FPGA가 범용 계산에 사용되는 데에 큰 걸림돌이 되고 있습니다.
멀티코어 컴퓨팅 연구실에서는 FPGA를 위한 OpenCL/CUDA 프레임워크를 개발하고 있습니다. 이 프레임워크의 목표는 컴파일러 최적화 기술과 유연한 메모리 서브시스템을 활용하여, Verilog 또는 VHDL로 쓰여진 프로그램과 비슷한 수준의 성능을 달성하는 것입니다.

Microsoft는 검색 엔진, 딥 러닝 등 다양한 워크로드를 가속하기 위하여 자사 데이터센터에 FPGA를 탑재하였습니다.

Amazon은 FPGA가 탑재된 EC2 F1 인스턴스를 서비스하고 있습니다.

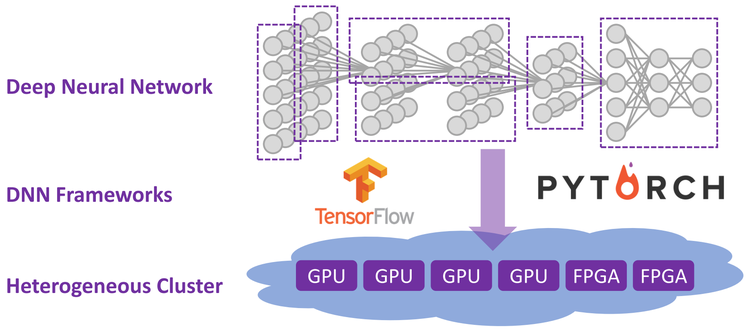
딥 러닝 프로그래밍 모델

클러스터에서의 딥 러닝

딥 러닝의 성공은 **대량의 데이터와 컴퓨팅 파워의 향상**을 통해 이루어졌습니다. 특히, GPU의 대규모 병렬 처리 능력은 딥 뉴럴 네트워크 모델이 합리적인 시간 안에 훈련되는 것을 가능하게 만들었습니다.

Obtaining high performance → Training a bigger model w/ more data → Getting a practical result

그러나 널리 쓰이는 딥 러닝 프레임워크들은 여전히 멀티 GPU 또는 멀티 노드 환경에서 성능 확장성을 가지지 못합니다. 멀티코어 컴퓨팅 연구실에서는 딥 러닝 프로그램의 계산 및 메모리 접근 패턴을 파악하여 대규모 클러스터에서 확장성 있는 훈련 성능을 달성하기 위한 연구를 진행하고 있습니다. 또한, 해당 기법을 널리 쓰이는 딥 러닝 프레임워크에 적용하면 기존에 사용하던 딥 러닝 프로그램의 수정 없이 고성능을 달성할 수 있습니다.



FPGA를 이용한 딥 러닝

최근 높은 에너지 효율을 달성하기 위해 FPGA를 이용한 딥 러닝이 주목받고 있습니다. 멀티코어 컴퓨팅 연구실에서는 사용자가 딥 뉴럴 네트워크의 명세를 입력하면 FPGA에서 실행할 수 있도록 자동으로 코드를 생성하는 딥 러닝 컴파일러를 개발 하고 있습니다.
또한, 많은 수의 FPGA 딥 러닝 가속기가 고정소수점 데이터의 추론만 지원하는데 반해, 멀티코어 컴퓨팅 연구실에서는 부동소수점 및 추론/학습을 모두 지원하는 가속기를 구현한 바 있습니다. 이 가속기는 강화학습의 한 종류인 Asynchronous Advantage Actor-Critic(A3C)에서 GPU보다도 뛰어난 성능과 에너지 효율을 보여주었습니다.