

Үдиртгал

F.CS306 ПАРАЛЛЕЛ ПРОГРАММЧЛАЛ – Лекц 1

Г.ГАНБАТ

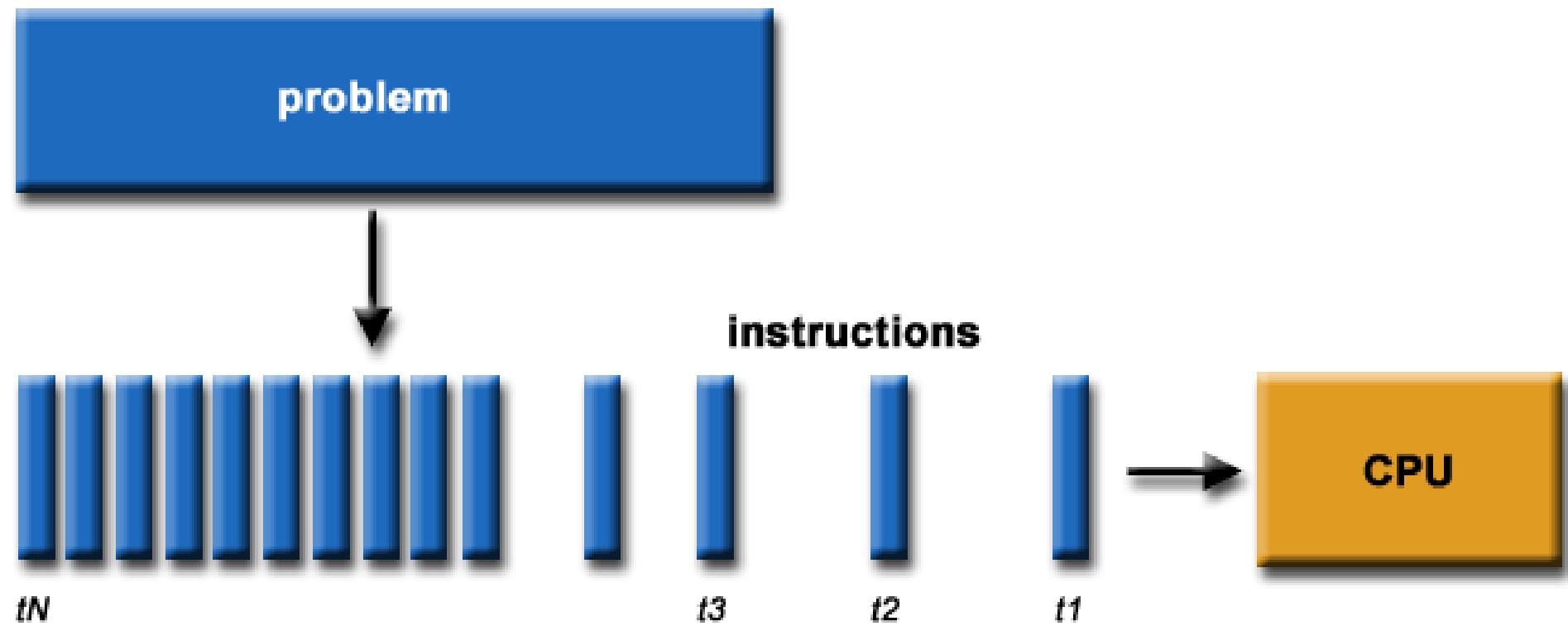
ganbatg@must.edu.mn

Хичээлийн агуулга

- ❖ Уламжлалт болон параллел программчлал
- ❖ Параллел тооцооллын зориулалт
- ❖ Параллел тооцооллын шалтгаан
- ❖ Одоогийн компьютерийн үзүүлэлт
- ❖ High Performance Computing
- ❖ ПП-ын хөгжүүлэлтийн алхмууд

Уламжлалт тооцоолол

- ❖ Нэг компьютер нэг CPU
- ❖ Асуудлыг заавруудыг дараалалд хуваагдана
- ❖ Тухайн хоромд нэг үйлдэл гүйцэтгэнэ

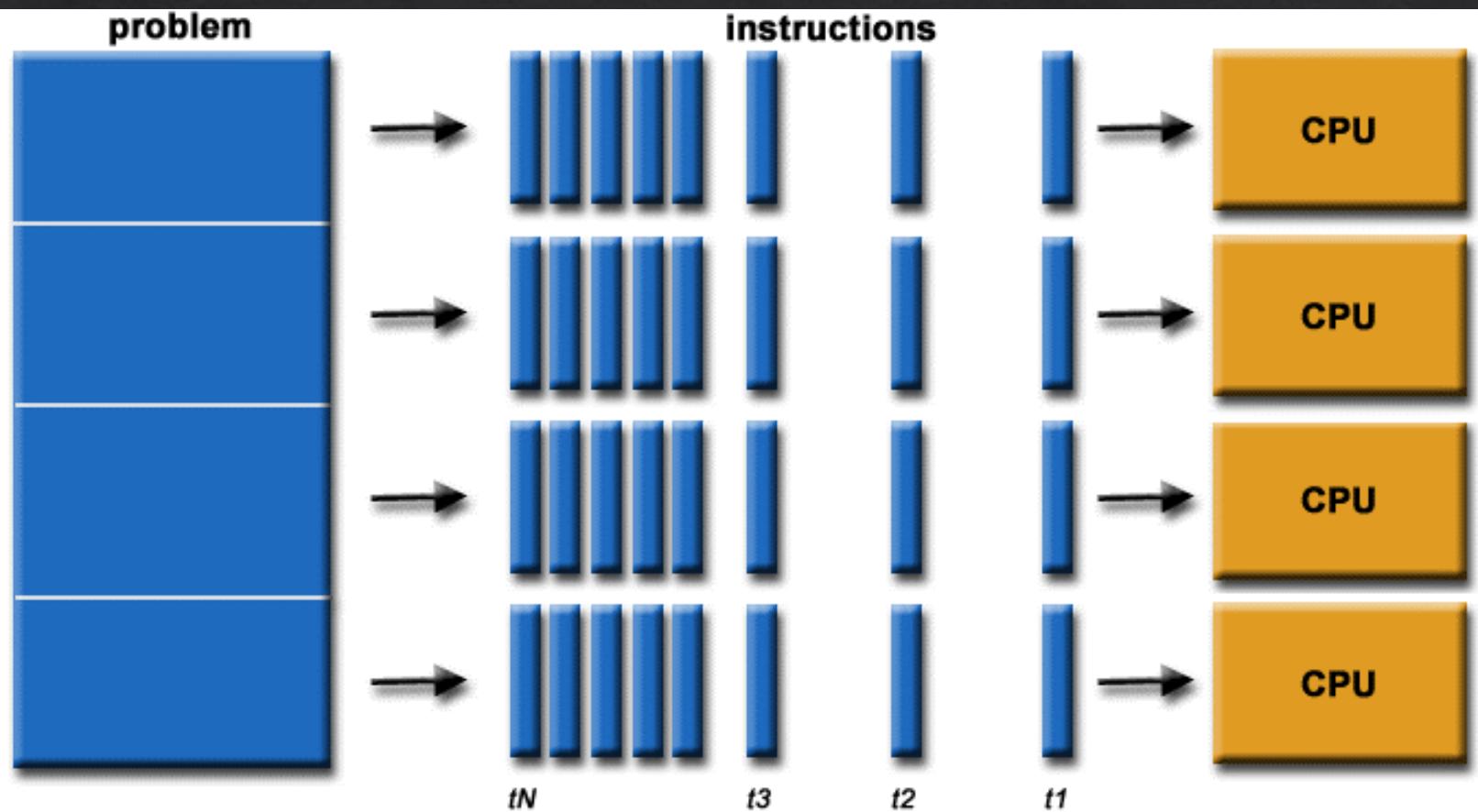


Уламжлалт тооцооллын хязгаарлалт

- ❖ Уламжлалт тооцооллын хязгаар
 - ❖ Физик, фрактик шалтгаанууд хоёул хурдан компьютер бий болгоход гол хязгаарлалт болдог
- ❖ Дамжуулах хурд
 - ❖ Гэрлийн хурд – 30 см/наносекунд
 - ❖ Зэсийн дамжуулах хурд – 9 см/наносекунд
- ❖ Жижгэрүүлэх хязгаар
 - ❖ Молекул, атомын түвшний компонентууд ч хязгаартай
- ❖ Эдийн засаг
 - ❖ Нэг процессорыг хурдан болгохоос дундаж үзүүлэлттэй процессорыг олныг ашиглах нь өртөг багатай

Параллел тооцоолол

- ❖ Зэрэг гүйцэтгэх боломжтой заавруудын багцуудад хуваана
- ❖ Багц бүр өөр өөр CPU дээр ажиллана



Параллел тооцооллын зориулалт

- ❖ Параллел тооцоолол нь байгаль ертөнцөд тохиолддог үзэгдлийг дууриахыг хичээдэг уламжлалт тооцооллын хувьсал юм.
- ❖ Параллел тооцоололийг “Тооцооллын дээд цэг” гэж үздэг байсан бөгөөд комплекс системийн тоон симуляцийн шаардлагаар гарч ирсэн.
- ❖ Өнөө үед арилжааны программууд нь илүү хурдан компьютерийг хөгжүүлэхэд илүү их нөлөөтэй байна. Эдгээр программууд нь их хэмжээний өгөгдлийг комплекс байдлаар боловсруулахыг шаарддаг.



Galaxy Formation



Planetary Movements



Climate Change



Auto Assembly



Jet Construction



Drive-thru Lunch



Rush Hour Traffic



Plate Tectonics



Weather

Параллел тооцооллын шалтгаан

- ❖ Цаг/мөнгийг хэмнэх
- ❖ Том/илүү комплекс асуудлуудыг шийдэх
- ❖ Давхардлыг удирдах
- ❖ Гадаад нөөцийг ашиглах
- ❖ Параллел төхөөрөмжийг илүү хэрэглээтэй болгох

Цаг/мөнгийг хэмнэх

- ❖ Онолын хувьд, аливаа ажил дээр илүү их нөөцийг хаях нь хугацааг богиносгодог, улмаар зардлаа хэмнэх боломжийг бий болгоно.
- ❖ Параллел компьютерийг хямд, худалдааны эд ангиуд аваад угсарчихна.



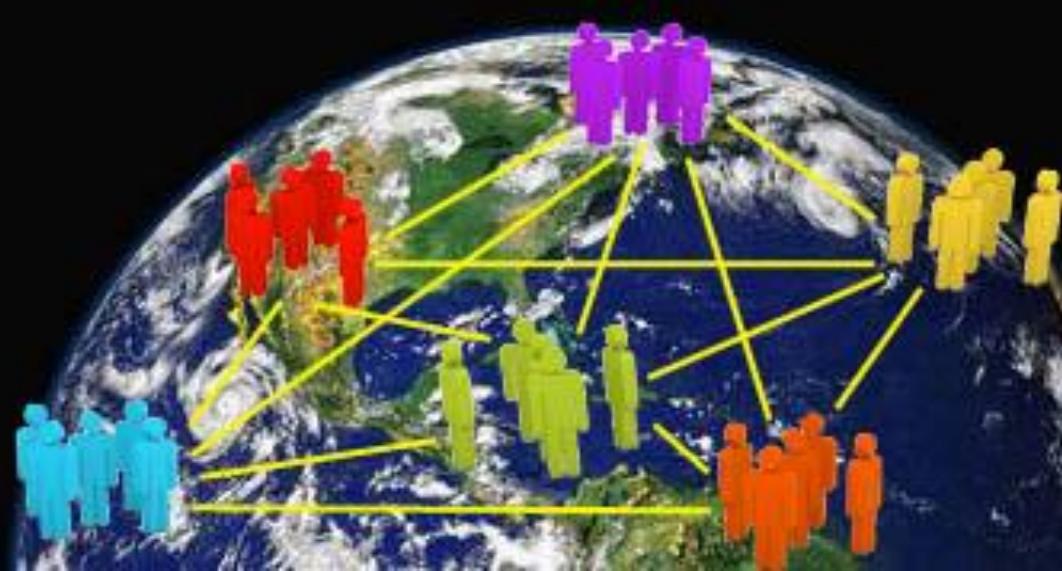
Том/илүү комплекс асуудлуудыг шийдэх

- ❖ Нэг компьютерээр буюу хязгаарлагдмал санах ойд турших эсвэл шийдэх боломжгүй.
 - ❖ "Grand Challenge Problems" – PetaFLOPS, PetaBytes
 - ❖ Веб хайлтын систем – нэг секундэд сая сая үйлдэл



Давхардлыг удирдах

- ❖ Нэг нөөцтөт тооцоолол нь нэг л зүйлийг хийнэ. Олон нөөцтэй бол нэг зэрэг олон зүйлийг хийнэ.
- ❖ Хамтын ажиллагааны сүлжээнүүд нь дэлхийн өнцөг булан бүрээс хүмүүс холбогдож, хамтран ажиллах боломжтой “виртуал” орчин.



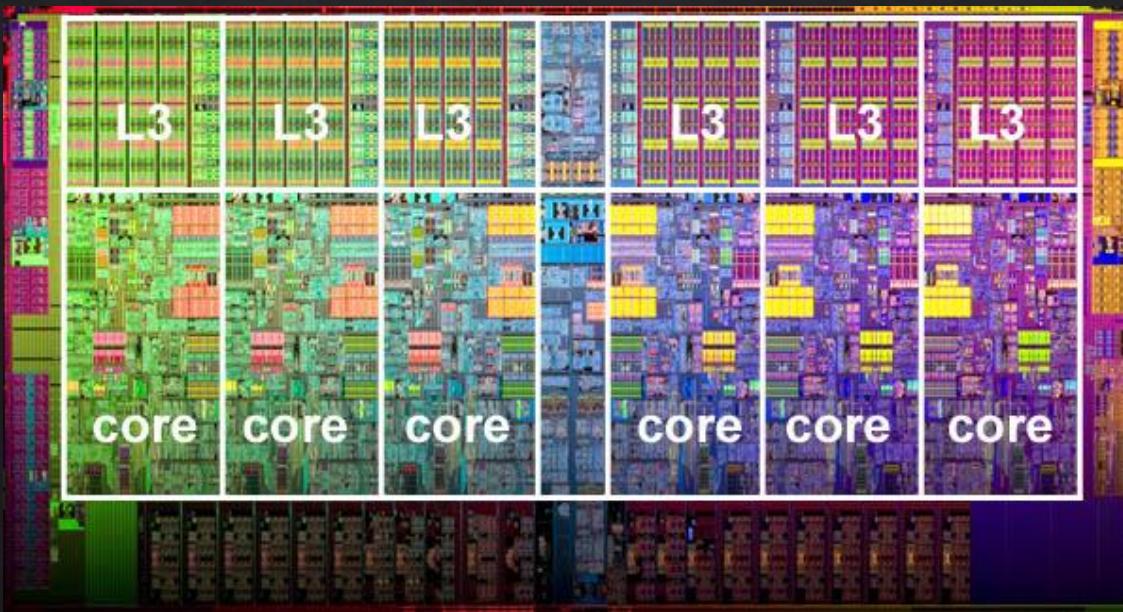
Гадаад нөөцийг ашиглах

- ❖ Дотоод тооцооллын нөөц хомс эсвэл хүрэлцэхгүй үед нийтийн сүлжээнд, тэр ч байтугай Интернет дэх компьютерын нөөцийг ашиглах. Доорх хоёр жишээ, тус бүр нь дэлхий даяар 1.7 сая гаруй хувь нэмэр оруулагчтай (2018 оны 5-р сар):
 - ❖ Жнь: SETI@home (setiathome.berkeley.edu)
 - ❖ Жнь: Folding@home (folding.stanford.edu)



Параллел төхөөрөмжийг илүү хэрэглээтэй болгох

- ❖ Олон процессор/цөмтэй ахитектур бүхий орчин үеийн Компьюер, лаптоп дээр параллелчлах
- ❖ Параллел програмууд зэрэгцээ цөм, thread зэрэгтэй төхөөрөмжид зориулагдсан байдаг
- ❖ Ихэнх тохиолдолд уламжлалт програмууд орчин үеийн тооцоолох хүчин чадалд “гологдож” байна.



Одоогийн компьютерийн үзүүлэлт

- ❖ Компьютер/Зангилаа (node)
 - ❖ Санах ой хэмжээний өсөлт
 - ❖ Кэшийн хэмжээний өсөлт
 - ❖ Bandwidth-ийн өсөлт
 - ❖ Latency-ийн бууралт
- ❖ Компьютер/Зангилааны сүлжээ
 - ❖ Bandwidth-ийн өсөлт
 - ❖ Latency-ийн бууралт
- ❖ Тооцооллын төхөөрөмжийн тооцоолох хүчин чадалын өсөлт

High Performance Computing

CPU давтамжийн хөгжил тогтворжсон учраас Тооцоолох хүчин чадлын нэмэгдүүлэхийн тулд процессоруудад тооцоолох цөм нэмэх байдлаар хөгжүүлж байна. Сүүлийн үед Тооцоолох төхөөрөмжүүд нь ерөнхий зориулалтын тооцоололд хэрэглэгддэг гэдгээрээ HPC системийг бүрдүүлэх нэгж болж байна.

- ❖ Multicore CPUs – Зэрэгцээ цөмт (≤ 8 CPUs)
- ❖ Manycore CPUs – Олон цөмт (> 8 CPUs)
- ❖ GPUs
- ❖ Manycore coprocessors – Олон цөмт копроцессорууд

Multicore vs. Many core

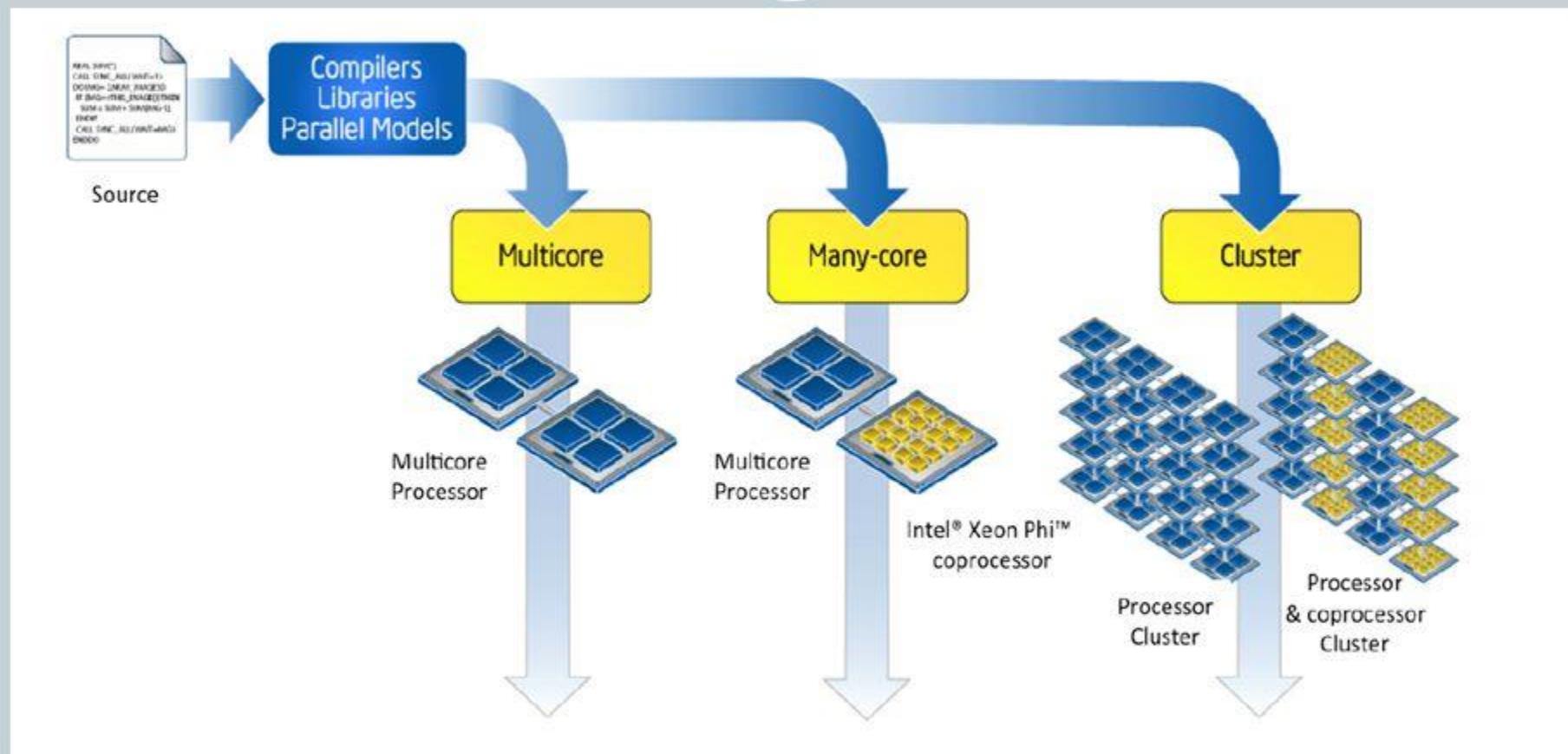
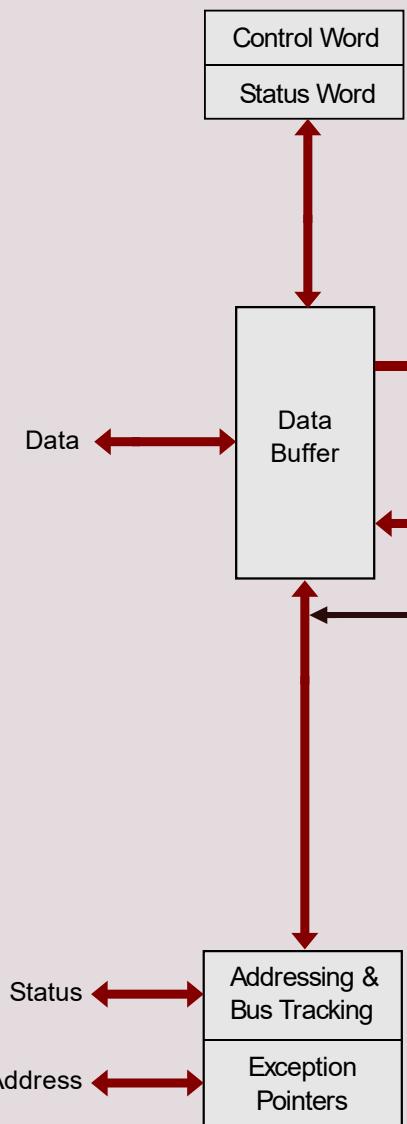


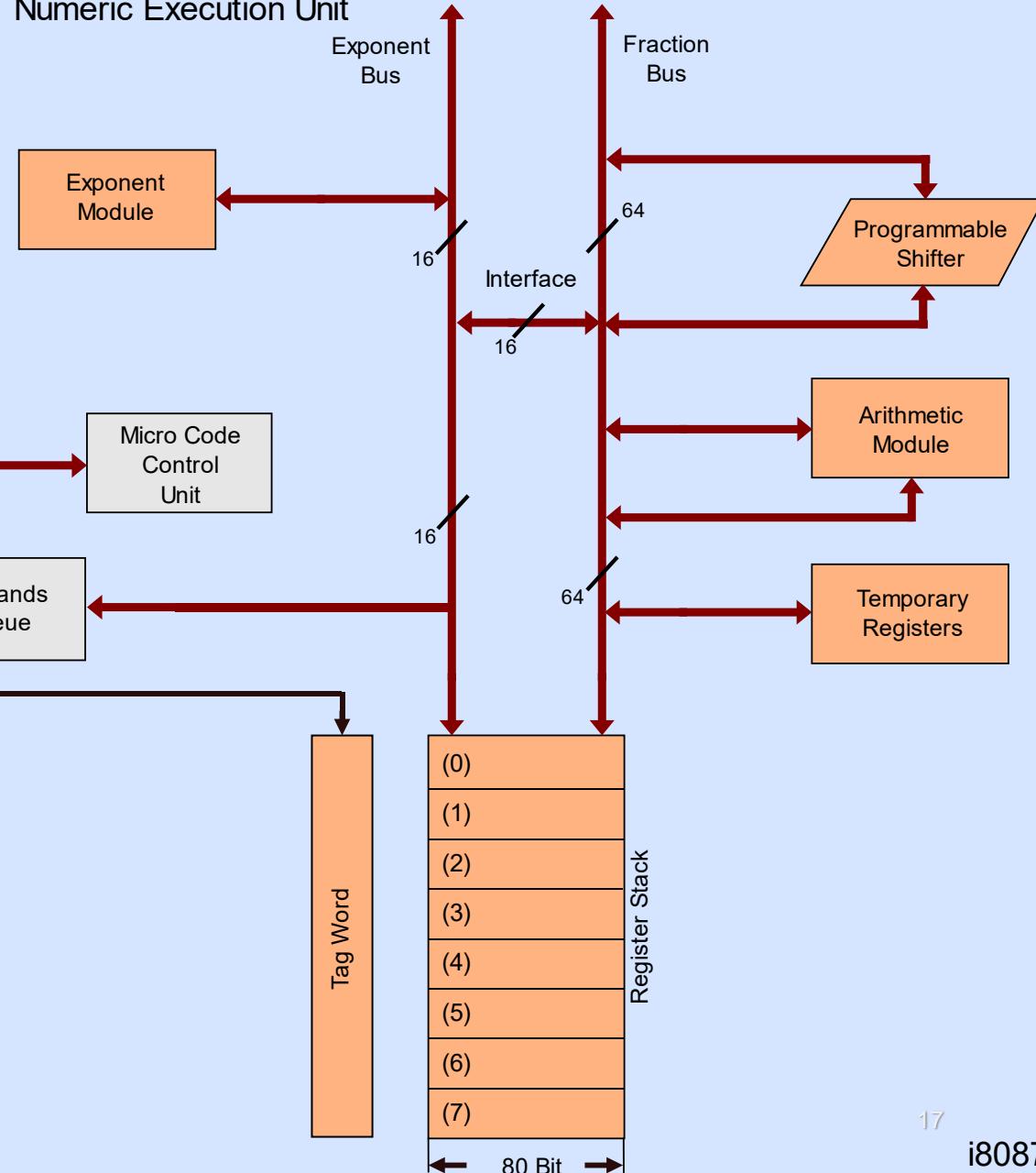
Fig 01 : Many Core vs. Multicore.

Ref <http://software.intel.com/en-us/articles/intel-xeon-phi-coprocessor-codename-knights-corner>.

Control Unit



Numeric Execution Unit

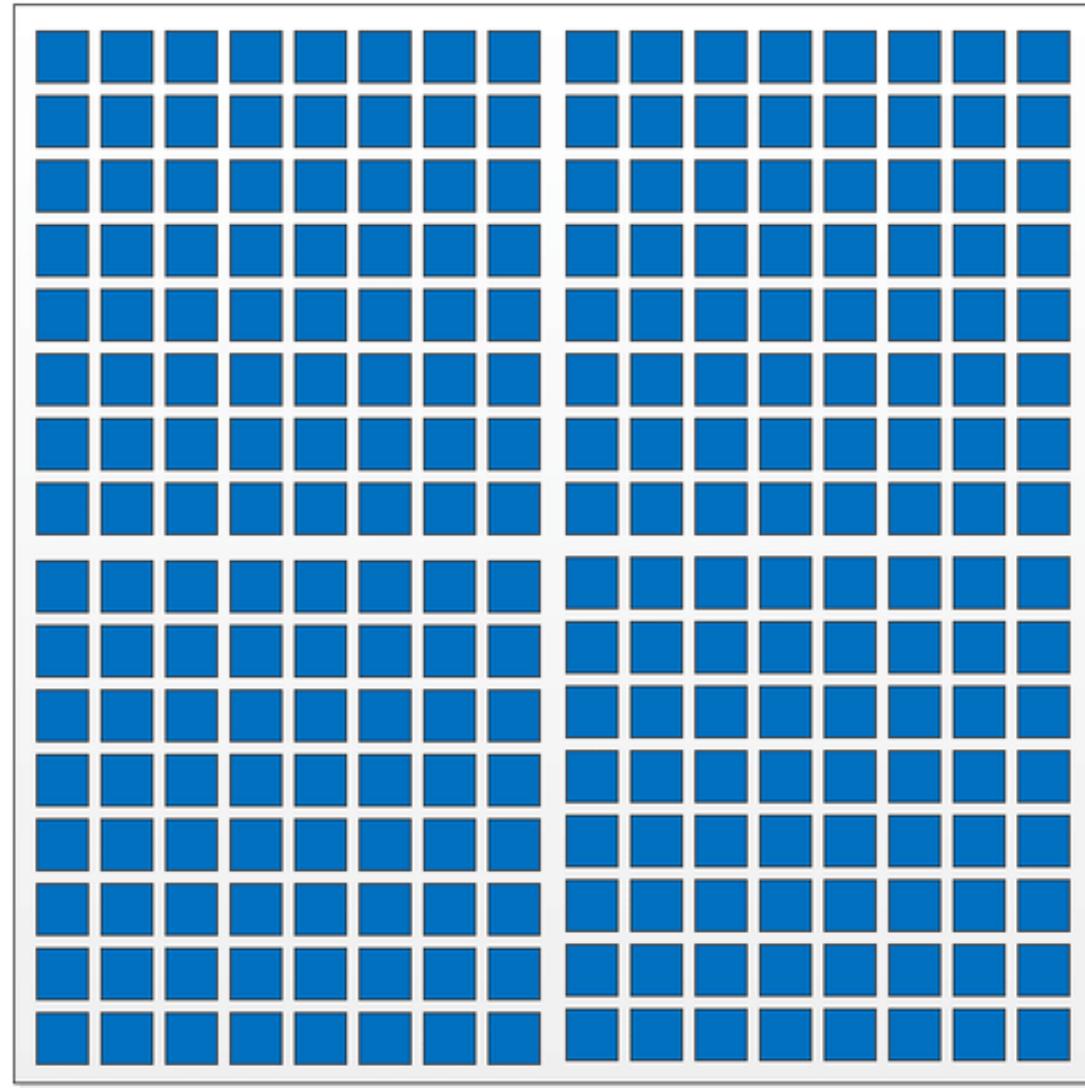
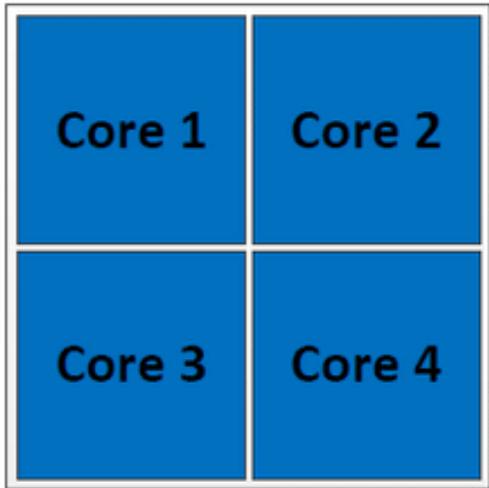


GPU

(Hundreds of cores)

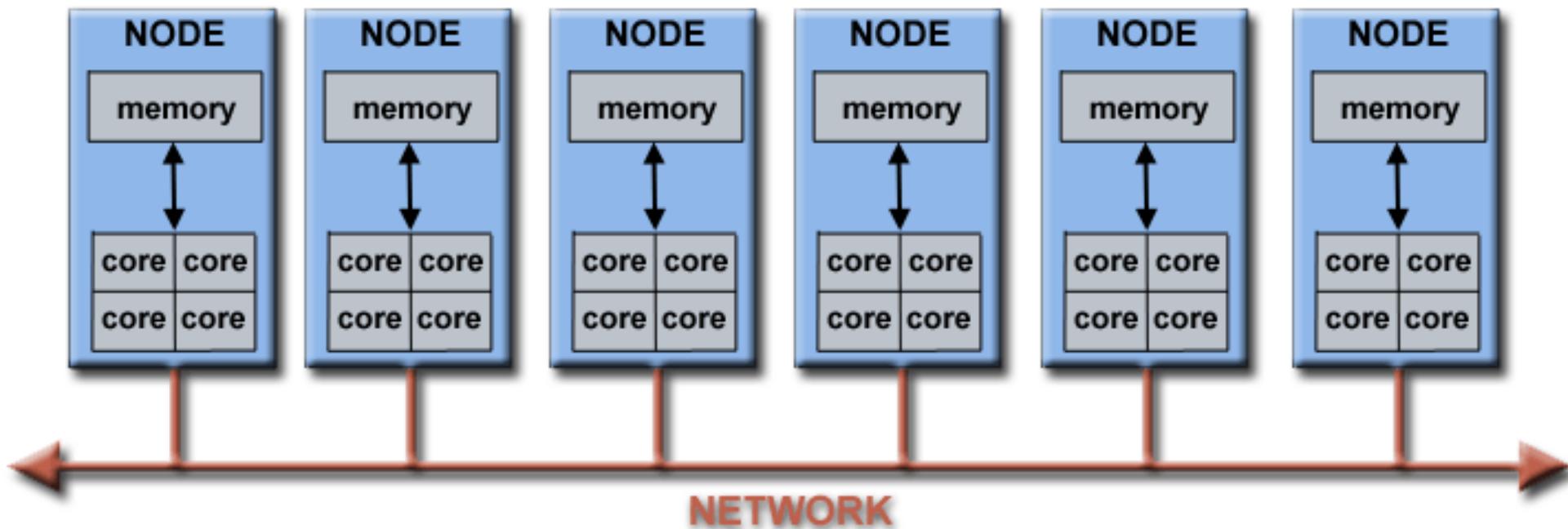
CPU

(Multiple cores)



МЭДЭЭЛЭЛ СОЛИЛЦОО

- ❖ Компьютерийн сүлжээ нь олон компьютер/зангилааг холбон том параллел тооцооллын кластер үүсгэнэ.



ПП-ЫН ХӨГЖҮҮЛЭЛТИЙН алхмууд

1. Оролтын өгөгдлийн бэлтгэл
 - ❖ Өгөгдлийн формат, Шаардлагатай үйлдлүүд, Гаралтын формат
2. Алгоритмын зохиомж
 - ❖ Ижил зорилгод хүргэх Дараалсан эсвэл Параллел алгоритмууд
 - ❖ Ерөнхийдөө дараалсан алгоритмыг параллелиар ажиллуулдаг
3. Алгоритмын гүйцэтгэл
 - ❖ Application Programming Interfaces (APIs). Ижил төрлийн төхөөрөмжүүдийг үр ашигтай хэрэглэх боломж
4. Кодын оновчлол.
 - ❖ Өгөгдөл дахин зохион байгуулах, Байршуулах
 - ❖ Тооцоолол болон мэдээлэл солилцооны давхардал
 - ❖ Зангилаанууд болон цөмүүдийн тооцооллын дундах ачааллын тэнцвэр

Параллеллах арга зүй

1. C, Fortran зэрэг хэл дээр дараах сангуудаар хөгжүүлэлт хийнэ.
 - ❖ Nvidia CUDA, OpenCL, OpenMP, Pthreads.
2. Энгийн програмын код дотор параллелиар гүйцэтгэх хэсгүүдэд нэмэлт команд бичиж өргөтгөнө.
 - ❖ OpenACC, OpenMP зориулсан командууд
3. Θндөр түвшний фрэймворк ашиглах нь бүтээмжийг нэмэгдүүлэх зорилгоор хялбарчилж болно.
 - ❖ Графд суурилсан KernelHive,
 - ❖ OpenCL-ийн тооцооллын кернелүүд

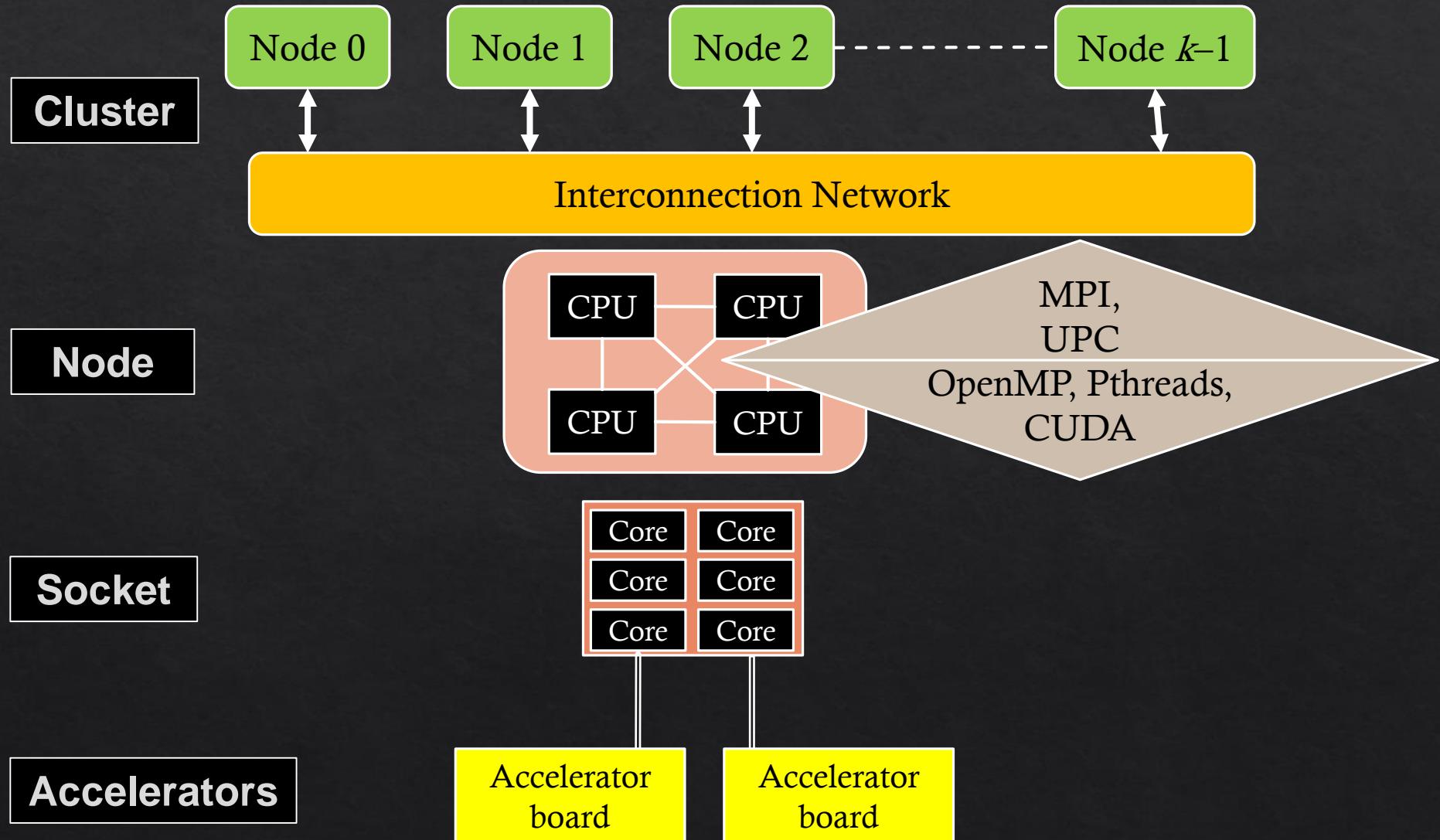
Програмчлалын түвшин

- ❖ Single/uniform device type. Нэг API нь ижил төхөөрөмжийн багц дээр ажилладаг.
 - ❖ MPI – CPU зангилаанууд
 - ❖ CUDA - GPU картууд
- ❖ Hybrid. Тооцоолол болон мэдээлэл солилцоо/синхрочлолыг хөгжүүлэхэд нэг эсвэл олон API хэрэглэнэ.

Кодчилолтын зориулалт

- ❖ Homogeneous – Нэг түвшинд ижил компонентууд байх.
 - ❖ Жнь: Ижилхэн CPU бүхий зангилаануудаас кластер үүсч болно.
- ❖ Heterogeneous – Тооцоолох системийн нэг түвшинд дэхь тооцоолох хүчин чадал, нөөцийн боломж ялгаатай байж болно. Энд өгөгдөл/тооцооллын хуваалт болон системийн синхрончлол хэвийн бус байхыг шаардана.
 - ❖ Жнь: тооцооллын сервер зэрэгцээ цөмт CPU-үүд болон олон төрлийн GPU картуудтай байх. Энэ нь төхөөрөмжийн ангилал бүрээр зангилаа үүснэ.

Heterogeneous HPC систем



Баярлалаа.