

Сургалт, Судалгаа Болон Туршилтын Грид Системийн Дэд Бүтэц

С.Батбаяр

Монгол Улсын Их Сургууль,
Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан, Инженерчлэлийн Сургууль
s.batbayar@yahoo.com

Хураангуй — Одоогийн байдлаар үндсэн хоёр төрлийн GRID систем байдаг бөгөөд энэ өгүүлэлд зөвхөн үйлчилгээний GRID-ийн тухай яригдана. Өгүүлэлд GRID технологийг сурталчлах зорилготой олон улсын эрдэм шинжилгээний байгууллагуудын хамтарсан төсөлд оролцон, сургалт судалгааны болон туршилтын GRID системийн дэд бүтцийг үүсгэхэд хувь нэмэр оруулсан үр дүнгийн тухай танилцуулна.

Түлхүүр үг — GRID технологи; middleware; GRID сайт; виртуал сервер

I. УДИРТГАЛ

Ян Фостер GRID системд дараах тодорхойлолтыг өгсөн[1]. Үүнд:

- Нөөц төвлөрсөн удирдлаггүй үед нөөцийг ашиглах боломжийг олгоно,
- Нээлтгэй, универсал протокол болон интерфэйсууд ашиглана,
- Дээд зэргийн найдвартай, чанартай үйлчилгээг үзүүлнэ.

Middleware¹ хэмээх шинэ үеийн програм хангамжийн тусламжтай дэлхийн мэдээллийн болон тооцон бодох нөөцүүдтэй нэгдэх шинэ хэлбэрийн компьютерийн дэд бүтцийг бий болгоно[2].

GRID систем дээр хөгжүүлж байгаа технологийг их энергийн физик, нанотехнолог, сансарын физик, микробиолог, эколог, цаг уур, инженерийн болон бизнесийн гэх мэт салбарт ашиглаж байна.

GRID технологийн салбарт мэргэшсэн мэргэжилтэн эрэлт хэрэгцээтэй байгаа боловч мэргэжилтэн бэлтгэх ажил дээр хангалттай анхаарал хандуулахгүй байна. GRID технологийн салбарт мэргэжилтэн бэлтгэх нэгдсэн бодлого хэрэгтэй гэж үзээд олон улсын хамтарсан төслүүдийг хэрэгжүүлж байна.

Олон улсын төсөл дэх ОХУ-ын Дубна хотын Цөмийн Шинжилгээний Нэгдсэн Институтийн Мэдээллийн технологийн лабораторийн оролцоо,

гүйцэтгэх үүргийн хүрээнд, мөн түүнчлэн GRID технологийг сурталчлах зорилгоор сургалт, судалгаа болон туршилтын GRID дэд бүтцийг боловсруулан ашиглаж байна[3].

Энэ төслийн зорилгыг тодорхойлбол:

- 1) Доорх бүлэг хэрэглэгчдийг бэлтгэх шаардлагатай:
 - a) GRID-ийн хэрэглэгчид,
 - b) GRID сайтын систем администратор,
 - c) GRID сайтын хэрэглээний болон үйлчилгээний програм боловсруулагчид.
- 2) Middleware (gLite²-дунд түвшний програм хангамж) програм хангамжийн GRID-үйлчилгээ болон дэд системүүдийн үйл ажиллагааг тестлэх,
- 3) Өнөөдөр бидний ашиглаж байгаа програм хангамжуудыг GRID руу портлох болон GRID-үйлчилгээний програмыг боловсруулах.

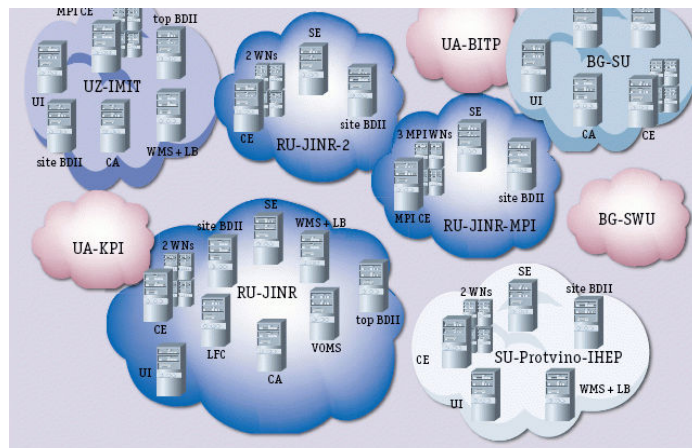


Рис. 1. Схема распределенной учебной инфраструктуры на базе gLite

Зураг 1. Сургалтын GRID системийн дэд бүтэц

¹ URL: <http://home.cern/about/computing/grid-software-middleware-hardware>

² URL: <http://grid-deployment.web.cern.ch/grid-deployment/glite-web/>

II. ГРИД СИСТЕМ ИЙН ДЭД БҮТЭЦ

Энэ дэд бүтэц нь зургаан физик сервер дээр суулгасан виртуал машин дээр ажилладаг.

gLite дунд түвшний програм хангамжийн орчинд ажиллах сургалт, судалгааны грид систем нь Цөмийн шинжилгээний нэгдсэн институтийн (Дубна хот) гурван грид сайт[4], Их энергийн физикийн институтийн (Протвино хот) нэг грид сайт, Шинжлэх ухааны академийн дэргэдэх Математик, мэдээллийн технологийн институтийн (Ташкент хот) нэг грид сайтаас тогтоно (Зураг 1). Грид сайтууд дээр дараах үйлчилгээний програмууд ажилладаг. Үүнд:

- 1) *Грид сайт №1 (GRID сайтын нэр - RU-JINR):*
 - a) *хэрэглэгчийн интерфэйс User Interface, UI*
 - b) *хоёр ажлын зангилаатай lcg-CE төрлийн тооцоолон бодох элемент (Worker Nodes, WNs),*
 - c) *Disk Pool Manager төрлийн өгөгдлийг хадгалах элемент(DPM Storage Element, DPM SE),*
 - d) *файлын каталог - LCG File Catalog (LFC),*
 - e) *бодлогуудыг удирдах систем – Workload management system (WMS),*
 - f) *бодлогуудын тухай мэдээлэл болон түүний төлөвийг хадгалах, цуглуулах сервис – Logging and bookkeeping (LB),*
 - g) *Грид сайтын нөөцийн тухай мэдээллийн сервис– site BDII (sBDII),*
 - h) *Грид сайтын тухай мэдээллийн сервис – тор BDII (tBDII);*
 - 2) *Грид сайт №2 (GRID сайтын нэр RU-JINR-2):*
 - a) *хоёр ажлын зангилаатай lcg-CE ,*
 - b) *DPM SE,*
 - c) *sBDII;*
 - 3) *Грид сайт №3 (GRID сайтын нэр RU-JINR-MPI):*
 - a) *Message Passing Interface – MPI³ дэмжлэгтэй, параллель бодлогуудтай ажиллахад зориулагдсан гурван ажлын зангилаатай lcg-CE тооцоолон бодох элемент*
 - b) *DPM SE,*
 - c) *sBDII;*
 - 4) *SU-Protvino-IHEP GRID сайт:*
 - a) *UI-хэрэглэгчийн интерфэйс,*
 - b) *хоёр ажлын зангилаатай lcg-CE,*
 - c) *dCache төрлийн SE,*
 - d) *WMS,*
 - e) *бодлогуудын тухай мэдээлэл болон түүний төлөвийг хадгалах, цуглуулах сервис – Logging and bookkeeping (LB),*
 - f) *Грид сайтын нөөцийн тухай мэдээллийн сервис– site BDII (sBDII),*
- 5) *UZ-IMIT GRID-сайт:*
 - a) *UI,*
 - b) *параллель бодлогуудтай ажиллахад зориулагдсан дөрвөн ажлын зангилаатай lcg-CE тооцоолон бодох элемент*
 - c) *WMS,*
 - d) *LB,*
 - e) *sBDII,*
 - f) *tBDII;*
 - 6) *BG-SU GRID сайт:*
 - a) *UI,*
 - b) *параллель бодлогуудтай ажиллахад зориулагдсан дөрвөн ажлын зангилаатай lcg-CE тооцоолон бодох элемент*
 - c) *DPM SE,*
 - d) *sBDII.*

III. ГРИД САЙТ БОЛОВСРУУЛАХ ТҮРШИЛТ

MN-NUM грид сайтыг дараах үзүүлэлттэй компьютер дээр боловсруулсан. Үүнд:

- 1) *System Manufacturer: Acer*
- 2) *System Model: Veriton X470G*
- 3) *Processor: Intel Core i3 CPU 550, 3,2 GHz, (4CPUs)*
- 4) *Memory: 2048 MB RAM*
- 5) *IDE ATA/ATAPI controllers:*
 - a) *Intel(R) 5 Series/3400 Series Chipset Family 2 port Serial ATA Storage Controller- 3B26*
 - b) *Intel(R) 5 Series/3400 Series Chipset Family 4 port Serial ATA Storage Controller- 3B20*
- 6) *Intel 82578DC Gigabit Network Connection*

Грид сайт боловсруулах алхамуудыг төлөвлөсөн. Үүнд:

- 1) *Сервер компьютер дээр Scientific Linux v5.6 үйлдлийн систем суулгах,*
- 2) *Серверыг өндөр хурдны сүлжээнд холбох,*
- 3) *Scientific Linux дээр OpenVZ⁴ виртуал машин суулгах(UI, WN, CE,SE) дөрвөн Real IP авч ЦШНИ-ийн Мэдээллийн технологийн лабораторийн сургалтын грид системтэй холбох,*
- 4) *Виртуал кластеруудыг цаг хугацаагаар синхрончлох,*
- 5) *gLite 3.2 middleware програмыг UI(User Interface) дээр суулгах, Worker Node-ыг суулгаж тохируулах, хостууд дээр*

³ URL: <http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpi/>

⁴ https://openvz.org/Main_Page

- сертификатыг тохируулж өгөх, Site-info.def тохируулгын файлыг Yaim tools програмын тусламжтай хост бүр дээр компайлдах,*
- 6) *CE-Computing Element, SE-Storage Element-ыг суулгаж тохируулах, хостууд дээр сертификатыг тохируулж өгөх, Site-info.def тохируулгын файлыг Yaim tools програмын тусламжтай хост бүр дээр компайлдах*
- 7) *Грид сайтын ажиллагааг шалгаж үзэх.*

Дээрх төлөвлөгөөний дагуу MN-NUM Grid сайтыг боловсруулсан. Scientific Linux 5.6 (64-н бит) үйлдлийн системтэй, OpenVZ виртуал машин суусан сервер компьютер дээр Grid сайтыг зохион байгуулж, OpenVZ төрлийн дөрвөн виртуал машин (VM19, VM20, VM21, VM22) тус бүр дээр сервис програмуудыг суулгаж тохируулсан. VOMS (Virtual Organizations Management Service) виртуал байгууллагад бүртгүүлж жилийн хугацаатай хэрэглэгчийн сертификат авсан.

VM19 виртуал машин дээр gLite-UI(gLite-User Interface)-ыг суулгаж, тухайн зангилаа дээр hostcert.pem (containing the machine public key) болон hostkey.pem(containing the machine private key) сертификат тохируулж, тухайн зангилаа дээрх site-info.def тохиргооны файлын параметруудад өөрчлөлт оруулан YAİM програмын тусламжтай компайлдах.

VM22 виртуал машин дээр gLite-SE(Storage Element) буюу өгөгдлийг хадгалах элементийг суулгаж, тухайн зангилаа дээр hostcert.pem болон hostkey.pem сертификат тохируулав. Зангилаа дээрх site-info.def тохиргооны файлын параметруудад өөрчлөлт оруулан YAİM програмын тусламжтай компайлдах.

VM20 виртуал машин дээр gLite-WN (Worker Node) суулгав. Тухайн зангилаа дээр hostcert.pem болон hostkey.pem хоёр сертификат тохируулж, тухайн зангилаа дээрх site-info.def тохиргооны файлын параметруудад өөрчлөлт оруулан YAİM програмын тусламжтай компайлдах.

VM21 виртуал машин дээр gLite-CE (Computing Element) суулгав. Тухайн зангилаа дээр hostcert.pem болон hostkey.pem хоёр сертификат тохируулж, зангилаа дээрх site-info.def тохиргооны файлын параметруудад өөрчлөлт оруулан YAİM програмын тусламжтай компайлдах.

Грид сайтын ажиллагааг амжилттай туршиж үзсэн.

I. СУРГАЛТ, СУДАЛГААНЫ ГРИД СИСТЕМ ИЙН ХЭРЭГЛЭЭ

Энэ үүссэн Grid дэд бүтцийг бүхэлд нь биеэ даасан болгохыг тулд Гэрчилгээжүүлэх байгууллага (VC-Verification Center) болон edu (education англ.) виртуал байгууллагыг дэмжих Виртуал байгууллагуудыг удирдах үйлчилгээг (VOMS) ЦШНИ-д хэрэгжүүлсэн байна.

Сургалт, судалгааны Grid систем нь тухайн орчинд тавигдсан бодлогын шалгуур үзүүлэлтийг хангасан Grid дэд бүтцэд байгаа хэд хэдэн

тооцоолон бодох элементүүдээс (CE-Computing Element) сонгох боломжийг олгодог.

Тухайн байгууллагын Grid сайт нэгдсэн Grid дэд бүтцэд нэгдэн орсноор gLite дундын програм хангамжийн бүх үйлчилгээний програмуудыг өөрийн Grid сайт дээр суулгах шаардлагагүй болно. Энэ нь Grid сайтын үйл ажиллагааг хариуцсан администраторын ажлыг хөнгөвчилнө.

Grid систем дэх tBDII, WMS, LB, VOMS, LFC зэрэг үйлчилгээний програм нь Grid дэд бүтцэд холбогдсон бүх байгууллагуудын хэрэгцээг хангаж чадна.

Сургалт, судалгааны Grid системийн тасралтгүй болон найдвартай үйл ажиллагааг хангахын тулд дээрх үйлчилгээний програмуудын хэд хэдэн хуулбаруудыг үүсгэж өгсөн байна.

Энэ сургалтын Grid системийг ашиглалтанд оруулсан цагаас эхлээд түүн дээр ЦШНИ-ийн дэргэдэх сургалт, судалгааны төв болон “Дубна” их сургуулийн оюутнуудад Grid технологийн хичээлийг заах болсон.

IV. ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Дээрх туршилтын үр дүнд дараах үйлчилгээний програмуудтай MN-NUM Grid сайт (Хүснэгт 1.) боловсруулсан. Үүнд:

- хэрэглэгчийн интерфейс User Interface (UI),
- нэг ажлын зангилаатай lcg-CE төрлийн тооцоолон бодох элемент (Worker Nodes, WNs),
- Disk Pool Manager төрлийн өгөгдлийг хадгалах элемент (DPM Storage Element, DPM SE),
- Grid сайтын нөөцийн тухай мэдээллийн сервис– site BDII (sBDII),

MN-NUM Grid сайтыг ЦШНИ-ийн Мэдээллийн технологийн лабораторийн сургалт, судалгааны Grid системтэй амжилттай холбосон[5].

МУИС, ШУТИС, Шинжлэх ухааны академийн мэргэжилтэн, багш нар хамтран MN-NUM Grid сайт боловсруулах ажлыг төлөвлөгөөний дагуу гүйцэтгэж, олон улсын хамтарсан сургалт, судалгааны Grid системийн нэгэн хэсэг болж оролцсон.

ХҮСНЭГТ 1. MN-NUM ГРИД САЙТ

VM	Domain Name	IP address	Service
HN	http://vm.ac.mn	202.170.68.136	Localhost
VM101	http://vm101.ac.mn	202.170.68.137	UI
VM102	http://vm102.ac.mn	202.170.68.138	sBDII,CE
VM103	http://vm103.ac.mn	202.170.68.139	WN
VM104	http://vm104.ac.mn	202.170.68.140	SE
VM106	Localhost	----	Local CA

ДУГНЭЛТ

Grid технологийг боловсрол, шинжлэх ухаан болон бизнесийн салбарын сургалт, судалгаанд ашиглаж болох юм. Монгол улсын их дээд сургуулиуд нэгдэн дотоодын нэгдсэн Grid дэд

бүтцийг үүсгэж, тухайн дэд бүтцийг сургалт, судалгаандаа ашиглах бүрэн бололцоотой.

ОХУ-ын Дубна хотын ЦШНИ-ийн Мэдээллийн технологийн лабораторийн эрдэмтэн, судлаачидтай хамтарсан төслийг цаашид үргэлжлүүлэх нь зүйтэй юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] “What is the Grid? A Three Point Checklist”, Ian Foster, Argonne National Laboratory & University of Chicago
- [2] “The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure,” Ian Foster and Carl Kesselman, editors, Morgan Kaufmann, 1999
- [3] “Инфраструктура обучения grid-технологиям”, Владимир Кореньков, Николай Кутовский
- [4] “Educational GRID infrastucture”, Available at : <https://gridedu.jinr.ru>
- [5] “ЦШНИ-ийн ГРИД”, Available at: <https://grid.jinr.ru/>