

GRID AZ OKTATÁSBAN

*Kápolnai Richárd, kapolnai@iit.bme.hu
Németh Dénes, nemeth.denes@iit.bme.hu
Dr. Szeberényi Imre, szebi@iit.bme.hu
BME IIT – BME IK*

1. Bevezetés

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem több magyarországi intézménnyel együtt részt vesz Európa legkiterjedtebb grides projektjében, a svájci CERN vezette EGEE projektben. Ennek során olyan saját számítási és tárolási erőforrásokat is csatlakoztatunk az EGEE infrastruktúrájához, melyekhez nemcsak a grid felhasználói férnek hozzá, hanem az egyetemen folyó kutatás, oktatás során is használunk.

A BME informatikus hallgatói számára lehetőséget biztosítunk, hogy laboratóriumi gyakorlaton megismerhessék a grid működésének elveit, és kipróbálhassák egyszerű feladatok futtatását a helyi infrastruktúrán. A grid felhasználói tipikusan egy vagy több virtuális szervezeten keresztül férnek hozzá a szolgáltatásokhoz, ezért létrehoztunk egy virtuális szervezetet a BME hallgatói számára.

A cikkben bemutatjuk a tanszéken kialakított infrastruktúra felépítését, szemléltetjük a működését nyomon követve egy mintaalkalmazás életciklusát, és összegezzük a felmerülő problémák során szerzett tapasztalatainkat.

2. Az EGEE infrastruktúra

A 2004-ben útjára indított Enabling Grids for E-sciencE (EGEE) projekt célkitűzése egy olyan stabil Grid infrastruktúra létrehozása, amelyet ipari és tudományos célokra világszerte használhatnak [2]. A mostanra gigászi méretűre duzzadt projekt létrejöttét elsősorban a CERN-ben folyó részecskefizikai kísérletek ösztönözték. Az igazi főpróbát a 2007-ben beinduló nagyenergiás ütközések során nyert évi 10-12 petabájtnyi adat (17-20 millió CD-nyi adat) feldolgozása és tárolása fogja adni. A kísérleti adatokat az ún. Large Hadron Collider (LHC) fogja szolgáltatni, mely mind méretével, mind energiájával a világ legnagyobb tudományos műszere.

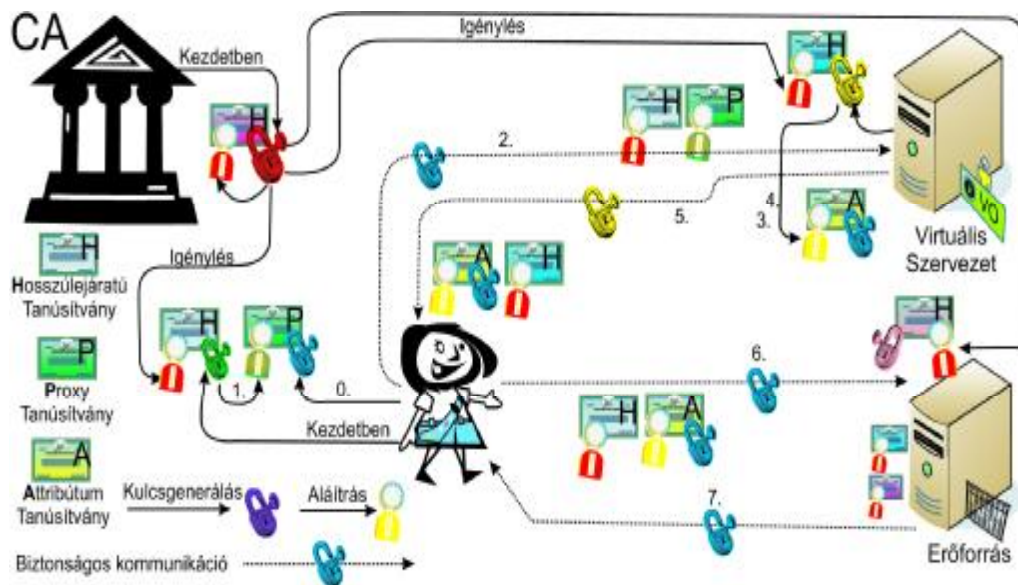
Az alábbiakban ismertetünk néhány alapfogalmat az EGEE infrastruktúrából [3],

melyek az üzembe helyezett site működésének megértéséhez a legszükségesebbek.

Biztonság a virtuális szervezetekben

A *virtuális szervezeteken* (VO) keresztül lehetőség nyílik az erőforrásokhoz történő hozzáférés szabályozására. A VO egy tagjának képességeit (jogait) annak csoportja és szerepköre határozza meg.

A biztonságos kommunikációt az EGEE rendszerben X.509 alapú tanúsítványok garantálják, melyeket a hitelesítő központ (CA) állít ki, amely mindenki által elfogadott digitális aláírással rendelkezik. A szolgáltatásokon (erőforrásokon) kívül minden felhasználónak saját tanúsítványa van, amivel bármikor előállíthat rövid lejáratú meghatalmazást (azaz proxy tanúsítványt). A proxy tanúsítványok kiemelt szerepet játszanak, hiszen a felhasználó közreműködésükkel férhet hozzá az erőforrásokhoz, anélkül, hogy saját tanúsítványát veszélyeztetné (1. ábra).



1. ábra. Proxy tanúsítvány kiállítása és használata

A gLite felépítése

Az EGEE infrastruktúra a projekt keretében fejlesztett *gLite* köztesrétegre épül, mely a grides alkalmazások felé egységes felületen keresztül gondoskodik a biztonsági, feladatkezelési és egyéb szolgáltatásokról. A *gLite* köztesréteg szolgáltatásait a 2. ábra szemlélteti,



2. ábra. A gLite moduláris felépítése

melyek közül a WMS és CE komponenseket emeljük ki.

A számítási egység (Computing Element, CE) komponens egyrészt a beküldött feladatok menedzseléséért és végrehajtásáért felelős, másrészt a helyi szolgáltatásokat és az aktuális állapotot leíró információkat biztosítja a külvilág felé. A terheléelosztó rendszer (Workload Management System, WMS) a gridbe juttatott feladatokhoz valamilyen globális ütemezési politika szerint megfelelő erőforrásokat (pl. CE-t) párosít. A WMS az erőforrás kiválasztásához figyeli a globális információs csatornákat, és tárolja a kiszolgálásra várakozó feladatokat.

3. Grid kialakítása a BME IIT-n

Az itt bemutatott rendszer kettős szerepet tölt be: az EGEE infrastruktúrába való bekapcsolás mellett másfajta, már megszokott elosztott számítási környezetet is nyújt a BME kutatói számára. E nem grides szolgáltatások fenntartása mellett a fő célkitűzés az volt, hogy a munkaállomásokkal vagy más számítási egységekkel való bővítés minimális adminisztrációt vonjon maga után. Továbbá törekedtünk az egyszerű karbantartás és emellett magas biztonság és stabilitás elérésére.

A rendszer strukturális felépítését [4] mutatja be, ezért itt a funkcionalitás (szolgáltatások) szempontjából közelítünk.

Számítási egység és adminisztráció

A számítási egységünk (CE) szerepe a köteget rendszer elérésének biztosítása és felügyelete mellett az, hogy szolgáltatásokat nyújtson munkaállomások (WN) működtetéséhez. Ez utóbbi szolgáltatásokat úgy terveztük meg, hogy a WN gépeknek ne legyen szükségük lokális merevlemezre, így hatékonyabb az adminisztrációjuk és

rugalmasabb a rendszer. Ezért a gLite CE szolgáltatásait futtató gépet a szokásos hálózati komponenseken kívül a következőkkel is terheljük. *DHCP* teszi lehetővé a WN gépek hálózati beállítását, *TFTP* biztosítja a rendszermagot (kernelt) a hálózati induláshoz, és *NFS* teszi elérhetővé a gyökérkönyvtárat és a felhasználók saját könyvtárát.

Tárolási egység

A tárolási egység (SE) feladata, hogy a rendelkezésünkre álló HP SFS szerver [4] és a WN gépeken található esetleges tárkapacitást elérhetővé tegye a felhasználók és az EGEE infrastruktúra számára. A megosztandó tárterületet az egyes gépek NFS segítségével felkínálják, és az SE gép felcsatolja ezeket, integrálva a teljes tárkapacitást.

Felhasználói hozzáférés

A BME hallgatói és kutatói grides és konvencionális felületen egyaránt elérhetik a fürtöt. Nem grides erőforrás-eléréshez PVM, MPI és Condor áll rendelkezésre, a grides elérést pedig 4. szakaszban mutatjuk be.

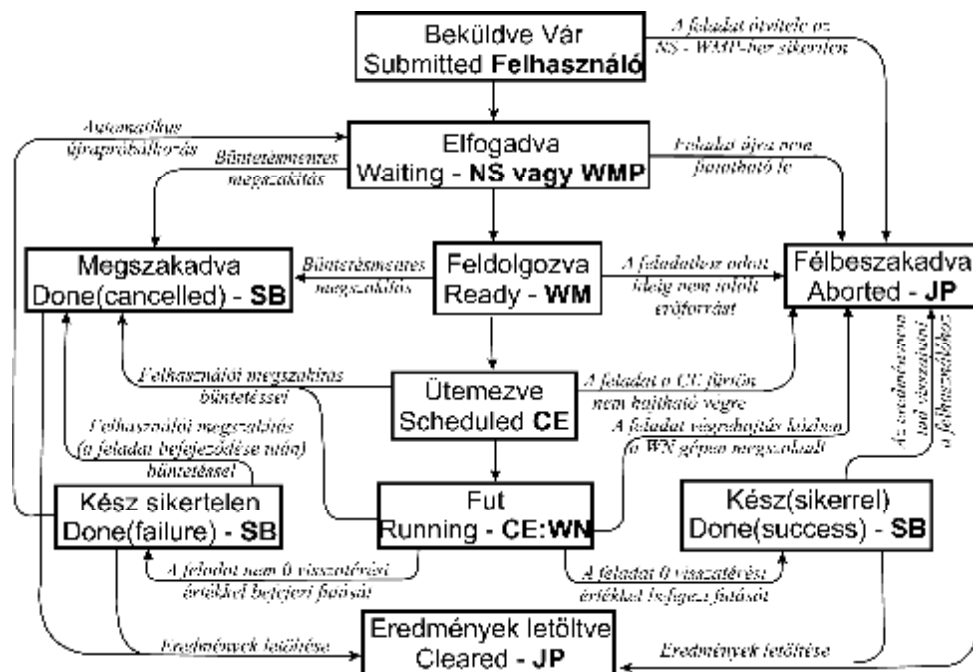
Az egeeBME virtuális szervezet

Magyarországon az EGEE infrastruktúrában érvényes tanúsítvány megszerzése a NIIF CA szolgáltatásán keresztül lehetséges. Mivel a BME hallgatói számára csak egy egyszeri kipróbálás lehetőségét nyújtjuk, elegendő egy csak a helyi infrastruktúrán belül érvényes tanúsítvány is számukra. Hogy felmentsük az érdeklődőket a regisztrációs procedúra alól, létesítettünk egy helyi hitelesítő központot, amely által kibocsátott tanúsítványokat nyilván csak a tanszéki gépek fogadják el.

A hozzáférés szabályozásához létrehoztuk a helyi tanúsítványokkal rendelkező felhasználók részére az *egeeBME* helyi virtuális szervezetet. A helyi VO a következő négy csoportot kezeli: Adminisztrátor, VO Adminisztrátor (felhasználók menedzselése), Tanuló (számítási erőforrások elérése) és Tanár (felügyeli a tanulók hozzáférését). A csoportok mellett definiáltuk az SE elérését szabályozó *tárolási képességet*, így a csoportok és képességek révén az erőforrások hozzáférési politikáját finoman szabályozhatjuk.

4. Szemléltetés: „Hello Grid World!”

E szakaszban egy alkalmazás (*job*) segítségével áttekintést nyújtunk a számítási feladatok életciklusáról, és a parancssori felhasználói felületről. Ehhez elegendő egy egyszerű alkalmazás is, mely például kiírja az őt futtató számítógép nevét és a pontos időt. A végrehajtás fázisait a 3. ábrán követhetjük végig.



3. ábra. Számítási feladat életciklusa

A parancssori bejelentkezést követően először egy proxy tanúsítványt kell készítenünk, mellyel az alkalmazás hozzáférhet a grides erőforrásokhoz. Ehhez – mint az *egeeBME* virtuális közösség tagja, – a személyes tanúsítvány birtokában a következő parancsot használjuk:

```
$ glite-voms-proxy-init --voms egeebme
```

Hogy a parancsokat megkülönböztessük a rendszer választótól¹, egy \$ karakterrel kezdjük őket. A rendszer válasza szerint sikerült a 12 órán át érvényes tanúsítvány létrehozása:

```
Your proxy is valid until Mon Feb 12 19:51:08 2007
```

A feladat beküldéséhez egy feladatlíró nyelven (*JDL*) kell leírunk az alkalmazásunk tulajdonságait (bemeneti fájlok, paraméterek, stb.), mely alapján már beküldhetjük a feladatot a gridbe:

```
glite-job-submit HelloGridWorld.jdl
```

Ekkor a feladat belép a 3. ábrán látható „**Beküldve**” állapotba, ahonnan sikeres végrehajtás esetén a „**Kész**” állapotban, hiba esetén a „**Félbeszakítva**” állapotban landol. Mint az a rendszer válaszából kiderül, bármikor lekérdezhetjük a feladatunk állapotát:

¹A rendszer választát terjedelmi okokból csak rövidítve közöljük

```
The job has been successfully submitted to the Network Server.  
Use ``glite-job-status'' command to check job current status.  
Your job identifier is  
- https://lite.iit.bme.hu:9000/qDTKAglyAdWi05OGlo8BKw
```

Ettől kezdve a feladathoz rendelt fenti URL-t használva kezelhetjük azt. A

```
$ glite-job-status $URL
```

parancs megadja, hogy melyik állapotban tartunk. Példánkban négy egymás utáni lekérdezés a következő állapotokat mutatja (lásd a 3. ábrát):

```
Current Status:      Ready  
Current Status:      Scheduled  
Current Status:      Running  
Current Status:      Done (Success)
```

Mivel a „**Kész**” állapotba érkeztünk, lekérdezhetjük a futási eredményeket a

```
$ glite-job-output $URL
```

paranccsal. Ekkor a rendszer letölti a program szabványos kimeneti- és hibaállományát a gridről a helyi gépre:

```
Retrieving files from host: lite.iit.bme.hu
```

A program kimenete megadja a kívánt eredményt:

```
Gép neve:      w8.hpc.iit.bme.hu  
Pontos idő:   Mon Feb 12 10:25:29 CET 2007
```

5. Továbbfejlesztési lehetőségek, összegzés

A kialakított rendszer kétféleképpen bővíthető könnyen. Egyrészt a számítási egység (CE) kiegészíthető egy új munkaállomással (WN), ekkor csak a TFTP szervert kell egy megfelelő kernellel ellátni. Lehetőség van egy távoli fürt csatlakoztatására is: ehhez az új fürtöt számítási egységgé kell alakítani, amely a régi fürt és a WMS felhasználásával csak egy az erőforrások összegyűjtésével foglalkozó szolgáltatás (gép) felvételét jelenti.

A tárolási egységben alkalmazott NFS technológiának jól ismert korlátai vannak. A HP SFS kiaknázatlan lehetőségei rugalmasabbá és hatékonyabban konfigurálhatóvá tehetik a rendszert [4].

A jelenlegi rendszer csak Unix alapú munkaállomásokkal képes együttműködni, de a jövőben – a gLite tanúsítványkezelésének előrehaladtával – a Windows alapú desktop gépeket is bekapcsolhatjuk a rendszerbe pl. éjszakai üzemmódban.

Kiépítettünk tehát egy skálázható, biztonságos és központilag adminisztrálható grid

fürtöt, mely az EGEE infrastruktúrába kapcsolva a kutatóközösség számára erőforrásokat nyújt. A rendszer lokális szolgáltatásait a BME hallgatói is kipróbálhatják a gLite felületén keresztül a helyi virtuális szervezet tagjaként. A helyi erőforrások nemcsak a gLite, hanem egyéb elosztott technológiák segítségével is elérhetőek.

6. Köszönetnyilvánítás

E munka részben a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal Pázmány Péter programjának (RET-06/2005) támogatásával jött létre. A szerzők szeretnék kifejezni a köszönetüket az Európai Unió által támogatott EGEE projektnek (EU INFSO-RI-031688), valamint az NKFP MEGA (2_009_04) projektnek.

Hivatkozások

- [1] Németh Dénes: Grid rendszerek kialakítása és alkalmazása. Diplomamunka (BME). 2007.
- [2] EGEE Information Sheets. http://www.eu-egee.org/information_sheets/
- [3] gLite 3 User Guide. <http://glite.web.cern.ch/>
- [4] Dóbé Péter: SFS integrálása Grid rendszerhez. In Networkshop (konferenciaanyag). 2007.