

Grid Brókerek evolúciója: egységben az erő

KERTÉSZ ATTILA

SZTE Informatikai Tanszékcsoport, Szoftverfejlesztés Tanszék
MTA SZTAKI Párhuzamos és Elosztott Rendszerek Kutatólaboratórium
keratt@inf.u-szeged.hu

Lektorált

Kulcsszavak: Grid Brókerek, erőforrás-választás, Meta-Brókerek, együttműködés

A közel egy évtizede beharangozott, és azóta folyamatosan bővülő és egyre széleskörűbben használt grid rendszerek mára számos európai és világméretű projektek kutatási célpontjaivá váltak. Ezen heterogén, erőteljesen dinamikus rendszerek erőforrásainak eléréséhez és hatékony használatához nélkülözhetetlen, úgynevezett Grid Brókerek, erőforrás-kezelő rendszerek alkalmazása. Az új trendek és fejlődési irányok a brókerek fejlesztésére is kihatottak: kezdetben elegendő volt egy erőforrást társítani egy tetszőleges feladathoz, mára egyre fontosabbá válik a felhasználók igényeinek kiszolgálása. Az üzletiesedő grideken minőségi szolgáltatásokat kell nyújtani és kulcsfontosságú az együttműködés megteremtése az eltérő megvalósítású, de hasonló elven működő grid rendszerek között.

1. Bevezetés

A 90-es években kezdett kibontakozni egy új kutatási irány az elosztott számítások területén, melyet grides számításoknak (Grid Computing) neveztek el. A grid-rendszerek lényege a világ különböző tájain lévő számítási rendszerek összekapcsolása, nagyobb számítási kapacitás elérése érdekében. Az érdeklődés egyre nagyobb ezen szakterület iránt; ezt bizonyítja a számos világméretű gridkutatással foglalkozó projekt (CoreGRID [1], LA Grid [2], Globus [3]). Ekkor még a nagy számítási igényű feladatokkal rendelkező kutatók kétkedve néztek a grideket hirdető, népszerűsítő fejlesztőkre, akik rövidebb futtatási időt és kényelmes kezelő-felületet ígértek. Időközben a grid rendszereken belül különféle kihívások megoldása és komponensek fejlesztése végett eltérő kutatási irányok körvonalazódtak ki, melyek önálló kutatási területtől emelték a grides számításokat. A grid-rendszerek fejlődése során számos kutatási területről (biológia, kémia, fizika) érkeztek felhasználók, akik a kezdeti nehézségek ellenére beléptek a gridet alkalmazók körébe. Ma már a friss statisztikák és kutatási eredmények is azt mutatják, hogy helyesen cselekedtek.

A napjainkra elegendően stabil és megbízható gridek kutatása a felhasználói igényekre összpontosít, hiszen ezen követelmények elengedhetetlenek a majdan üzleti célokat szolgáló gridek számára. A grid-rendszereken belül az erőforrás-kezelő komponensek fejlesztésével foglalkozó kutatási területet érinti a leginkább a felhasználói igények felerősödése. Ezek alapján a kutatás két fő igényre összpontosít: a szolgáltatás szintű szerződések lehetővé tételére (Service Level Agreements, WS-Agreements [4]) és az eltérő megvalósítású szolgáltatói gridek együttműködésének elősegítésére. E cikk az utóbbi cél elérésére tett kísérleteket és kutatási irányokat mutatja be a grides erőforrás-kezelés témakörében. Bár napjainkra számos jól megtervezett, széles körben használt grides erőforrás-kezelő

rendszer (Resource Management System), grid-bróker [5] elérhető a felhasználói közösség számára, ezek az eszközök a gridet megvalósító, úgynevezett köztes réteg (grid middleware) komponenseire, szolgáltatásaira épülnek, melyek kevésbé adnak lehetőséget az újonnan felmerült igények kielégítésére. A jelenlegi megvalósítások nagy része nem képes átlépni a köztes réteg alkalmazói korlátait, ezáltal a teljes grid rendszer fejlesztésével azonos mértékben fejlődhetnek, mely igen lassú előrelépést és az új igények tekintetében radikális változtatásokat jelent. A több évtizede kidolgozott feladat-ütemezési stratégiák ritkán használhatók grides környezetben, aminek a gyakran változó terheltség és elérhetőség, valamint a grid middleware korlátjai jelentenek akadályt. Mindezek ellenére hazánkban is folynak kutatások újabb, a grides környezethez alkalmazkodó ütemezési stratégiák kidolgozására [14]. Emellett napjaink szolgáltatói gridjei viszonylag elkülönített felhasználói közösséggel és fejlesztői csoporttal rendelkeznek, mely szintén az együttműködés elősegítésének útjában áll.

Az 1. ábrán látható napjaink grides alkalmazása: a grides erőforrások elérése általában grid portálokon keresztül történik, de lehetőség van közvetlenül az erőforrás-brókerek meghívására is.

Az együttműködő gridek problémájával nagytekintélyű szakértői csoportok is foglalkoznak. Az egyik ilyen, Európában irányadó grides szakértői csoport a Next Generation Grids Expert Group, mely az Európai Bizottság égisze alatt működik. Legújabb közleményükben [6] az európai gridek jövőjéről, a 2010-ig megvalósítandó és azon túlmutató célokat, kutatási irányokat jelölték ki. Ebben a webes és grides technológiák konvergenciáját állapították meg és egyben kijelölték az utat a szolgáltatás-orientált tudás-alapú komponensek, SOKU-k (Service Oriented Knowledge Utility) fejlesztése felé, melyeknek együttműködő, megbízható és hibátűrő működést megvalósító megfelelő tudás-bázissal rendelkező szolgáltatásoknak kell lenniük.

Mindezen felhasználói igényeket és szakértői útmutatásokat figyelembe véve ez a cikk egy olyan magas szintű erőforrás-kezelő szolgáltatást javasol az együttműködési probléma megoldására, mely az előírásoknak megfelelő tulajdonságokkal rendelkezik és nem igényli a köztes réteg komponenseinek újratervezését.

2. Erőforrás-kezelés és választás – a kezdetektől napjainkig

Kezdetben a grides erőforrás-kezelő komponensek csak a rendszerbe bekapcsolt, számításokat végző számítógépek elérését tették lehetővé egy feladatot beküldő, állapotot ellenőrző és eredményt letöltő interfészen keresztül. Az egyre nagyobb méretű és egyre több feladatot kiszolgáló gridekben viszont felmerült az igény olyan brókerek kifejlesztésére, melyek a gridek információs rendszerével kommunikálva a feladat végrehajtásának legmegfelelőbb (általában lehető leggyorsabb futási időt biztosító) erőforrásra ütemezze a felhasználó feladatát (job-ját). Az erőforrás-információk begyűjtésén és az ütemezésen túl a Grid Bróker feladata az erőforrással történő kapcsolatfelvétel, a feladat beküldése, állapotának ellenőrzése és jelentése a felhasználónak, végül az előállított eredmény visszajuttatása. A felhasználói feladatok leírása feladat-leíró nyelven (job description language) történik, ezt kell átadni a brókernek a futtatható állománnyal együtt.

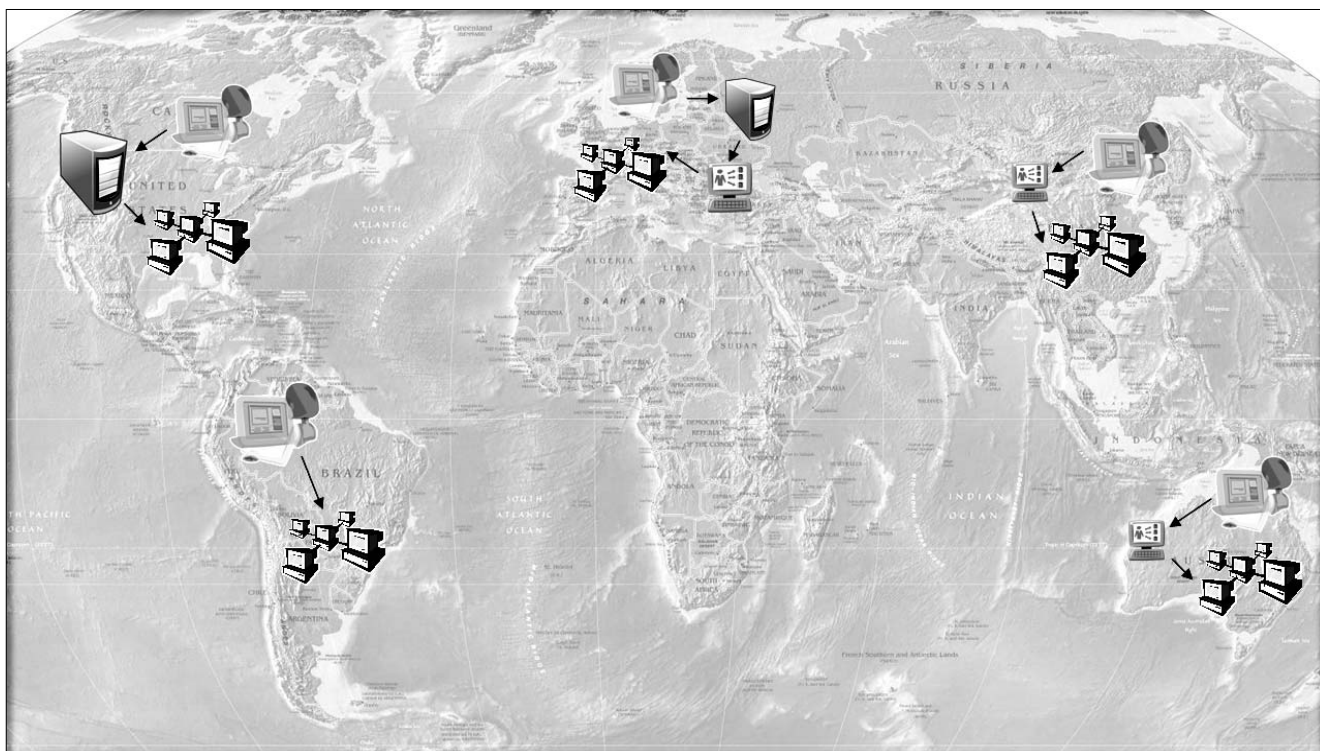
Itt szembesülünk az első problémával: a különböző megvalósítású gridrendszerek általában eltérő formátumú leíró nyelveket használnak. Ezen túlmenően, bár a köztes réteg komponensei és szolgáltatásai azonos mű-

ködedési elvvel rendelkeznek, szintén eltérő protokollt használnak a fájlok továbbítására, az információs rendszer adatainak tárolására és elérésére, valamint az erőforrások kezelésére. Ezen eltérések láttán nem meglepő, hogy mind a felhasználók (a leíró nyelvek formátuma miatt), mind a fejlesztők (az eltérő protokollok és interfészek miatt) csoportokba tömörültek és az általuk választott rendszer használatát, illetve fejlesztését választották. Ugyanezen érvek miatt az egyes Grid Brókerek is bizonyos köztes réteghez, gridrendszerhez kötöttek.

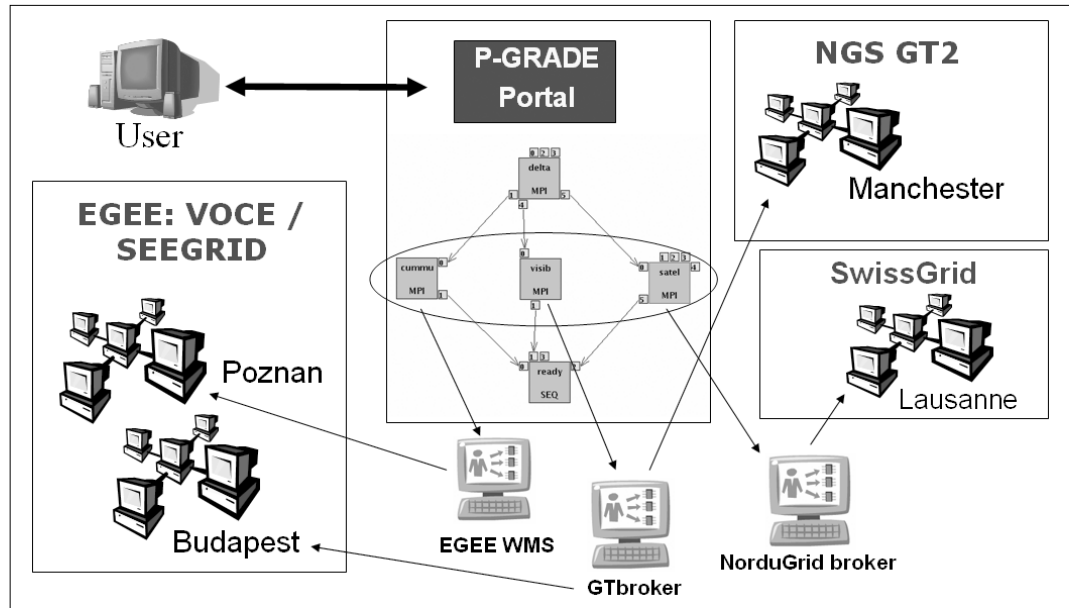
Napjainkra a kutatók és bróker-fejlesztők többsége felismerte ezt a problémát, és megtették az első lépést az együttműködés elősegítése érdekében: elkezdték újratervezni, kibővíteni a brókerek bizonyos komponenseit lehetővé téve újabb nyelvek megértését és eltérő protokollok használatát. Ennek köszönhetően egyes brókerek már képesek többféle griddel együttműködni, ezáltal különböző felhasználói csoportokat kiszolgálni. Ezek a bővítések napjainkban is folynak, viszont érthető módon hosszabb időt és több munkát igényelnek, nem is beszélve arról, hogy ezáltal a brókerek egyre összetettebbé és megbízhatatlanabbá válnak, hiszen nő a hibalehetőségek száma.

A másik viszonylag könnyen megvalósítható megoldás a gridportálok kibővítése. Ezek az eszközök kényelmes, egyszerűen használható felhasználói felületet biztosítanak az egyes gridkomponensek használatára, a felhasználói feladatok végrehajtására. Léteznek korlátozott szolgáltatásokkal rendelkező vagy bizonyos feladatok támogatására specializált portálok is. Erre egy példa a hazánkban kifejlesztett Confler keretrendszer (CONFigurable portLET) [13], melynek segítségével egyedi feladatokhoz készíthetünk portált, megkönnyítve ez-

1. ábra Szolgáltatói gridek felhasználása napjainkban



2. ábra
Multi-grid elérés
és brókerezés
a P-GRADE Portálban



zel a grides alkalmazást, futtatást. Bár a legtöbb grid portál egy adott gridrendszerhez kötött, lehetséges a brókerek kibővítéséhez hasonlóan újabb nyelvek, protokollok és interfészek támogatásának beépítése, ezáltal a portál képes lesz több szolgáltatói gridet használni, eltérő felhasználói közösségeket kiszolgálni. További előny a nagyobb számítási kapacitás biztosítása, hiszen több grid több erőforrást jelent.

A 2. ábra mindkét megoldásra bemutat egy példát a P-GRADE Portál [7] használatán keresztül. Ez a grid-portál egy általános workflow-fejlesztő és -futtató környezetet nyújt a felhasználók számára. Az ábrán a Portál dobozban a nagyobb téglalapokkal jelölt elemek a végrehajtandó felhasználói programok (delta, cummu stb.), ezek összekapcsolásával áll elő a grides alkalmazás, más néven workflow. Az alkalmazás megszerkesztése során a felhasználó nyilakkal kötheti össze a futtatható programok kimeneti és bemeneti fájljait (a kisebb, számozott téglalapok), ezek a nyilak az egyes programok közötti függőségeket jelölik. A szerkesztés utolsó fázisában erőforrásokat vagy brókereket rendelhetünk a programokhoz (más néven feladatokhoz, jobokhoz), melyek az alkalmazás indítása után elvégzik a feladatok futtatását a hozzájuk tartozó gridekben. A megoldás hátránya hasonló, mint az előző esetben: eltérő gridek támogatása a rendszer módosítását, újratervezését igényli.

3. Evolúciós lépés: Grid Brókerek egyesítése

Az előzőekben bemutatott nehézségek láttán több kutatói csoport is új utat keresett az együttműködési probléma megoldására. Nyilvánvalóvá vált, hogy a jelenlegi architektúra megtartásával a közeljövőben nem, csak a gridek köztes rétegének hosszabb időt igénylő fejlődése után valósítható meg az együttműködő gridek világa. A megoldás kulcsa a brókerek közötti kommunikáció megvalósításában rejlik.

Az egyik legnagyobb világméretű grid kutatói szervezet az OGF (Open Grid Forum) a grid rendszerek minden területén szabványosításra és új megoldások kidolgozására törekszik. Számos kutatói csoportja közül az egyik, az OGF-GSA-RG (Grid Scheduling Architecture Research Group [8]) egy minden bróker által elfogadott és megvalósított interfész kidolgozását tűzte ki célul. Egy ilyen interfész lehetővé tenné, hogy kommunikáljanak egymással a brókerek és különféle felhasználói feladatokat osszanak meg egymás között, közösen válasszanak erőforrást a feladatoknak, mindezt a lehető legnagyobb számítási kapacitást érhetnék el a felhasználók. Az első nagy nehézséget jelentő probléma ebben a megközelítésben a közös interfész kidolgozása. Ha ez a közeljövőben meg is születne, az egyes brókerek interfészhez igazítása, újratervezése, majdan a közös ütemezési művelet megtervezése és megvalósítása biztosan hosszú időt fog igénybe venni.

A másik megközelítés az elkülönített rendszerekben működő hasonló megvalósítású brókerpéldányok kommunikációját célozza meg. Mivel ezen brókerpéldányok megegyeznek és ugyanazon kutatók fejlesztik, egyszerűbbé válik közös interfész megalkotása és használata. (Megjegyzendő, hogy ez esetben az eltérő kutatói csoportok vélhetően más-más interfészen dolgoznak, enél fogva a teljes grid rendszer ismételten szeparált marad.) Ezt az irányvonalat követik a következő projektek: Koala [9], LA Grid [2] és Gridway [10].

Mindegyik megoldás egy-egy saját brókerpéldányt működtet elkülönített gridekben vagy eltérő virtuális szervezetekben, domain-ekben. A brókerpéldányok képesek kommunikálni egymással és ha a saját hatáskörükben lévő erőforrások túlterheltek vagy nem képesek végrehajtani a felhasználói feladatot, továbbítják azt egy másik domain-t kiszolgáló példányhoz. A szerzők legutóbbi publikációikban már bemutatták, hogy járható az általuk kijelölt irány, ugyanakkor az eltérő rendszerek közötti együttműködés még ebben az esetben sem megoldott.

A végső megoldást az úgynevezett meta-brokering, a létező brókereket együttesen használó, magas szintű, metaadatokat felhasználó brókerezés jelenti. Ez a megközelítés egy újabb szintet hoz létre a gridbrókerek fölé és azokat együttesen használja a felhasználók kiszolgálására. Az OGF korábban kidolgozott egy szabványt a feladatleíró nyelvek egységesítésére, ez lett a JSDL (Job Submission Description Language [11]).

A Grid Meta-Bróker tervezése során definiáltunk egy új nyelvet a brókerek tulajdonságainak egységes leírására, azaz a brókerekkel kapcsolatos metaadatok tárolására – ezt neveztük el BPDFL-nek (Broker Property Description Language [12]). A meta-brókeres szinten történő ütemezéshez szükség van még egyéb ütemezési felhasználói igények leírására és minőségi szolgáltatást biztosító szintén ütemezéssel kapcsolatos bróker-tulajdonságok definiálására.

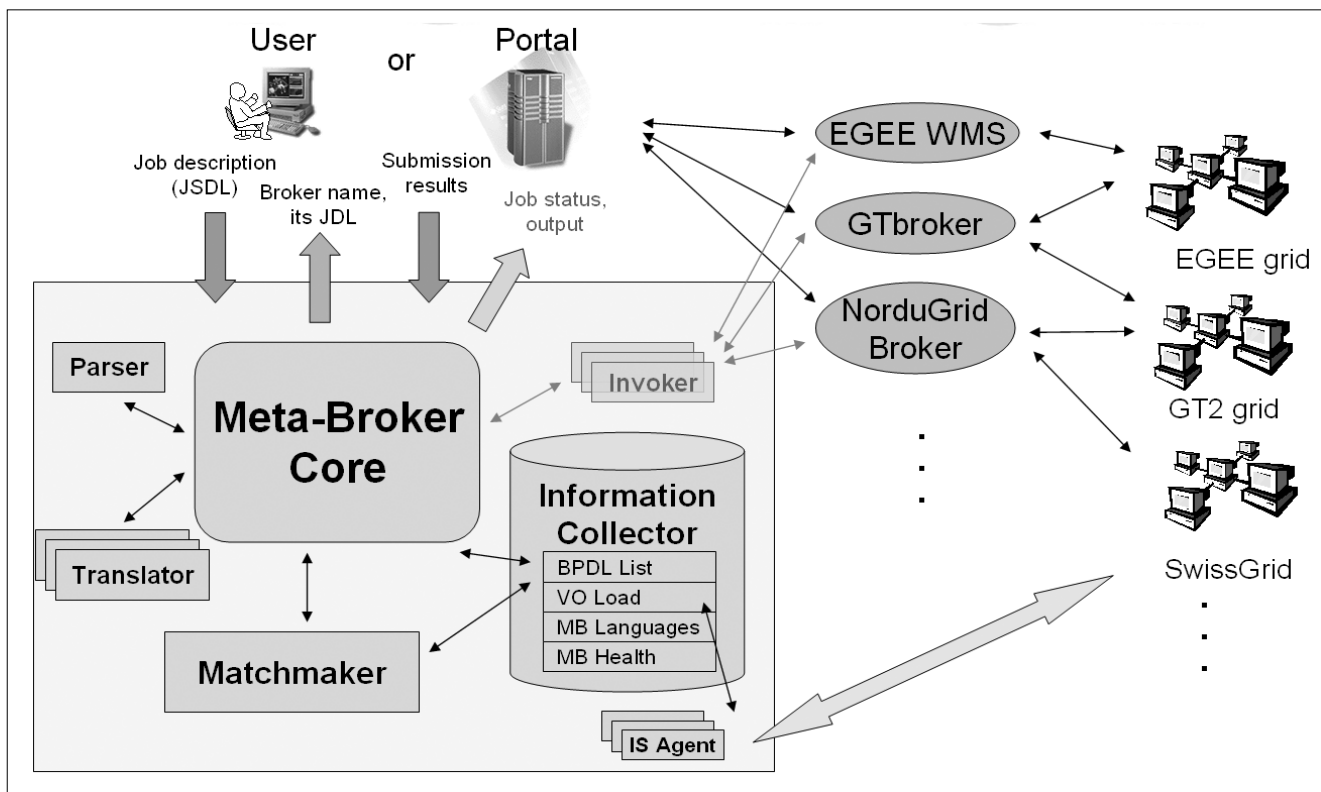
Ezeket az attribútumokat a BPDFL első verziója tartalmazta, a legújabb, folyamatban lévő fejlesztésünkben viszont külön választottuk ezeket az adatokat és mind a felhasználói feladatok, mind a brókerek leírására használhatjuk azokat a JSDL és a BPDFL kiegészítéseként. Ez az újabb nyelv az MBSDDL (Meta-Broker Scheduling Description Language) nevet kapta, mellyel hangsúlyozzuk, hogy a nyelv attribútumai ütemezési tulajdonságokat és igényeket írnak le. A szétválasztásra azért volt szükség, mert mind a BPDFL mind a Meta-Bróker JSDL kiegészítő nyelve tartalmazta ezen attribútumok jelentős részét – így fölöslegesen, duplán tároltunk bizonyos adatokat.

A másik indok a szabványosítás megkönnyítésében rejlik: az OGF-GSA-RG [8] már korábban elkezdett egy

ütemezéssel kapcsolatos leíró nyelvet kidolgozni (SDL, Scheduling Description Language). Mivel az SDL követelményrendszerét lefedték a BPDFL 1.0 és a JSDL kiterjesztés bizonyos részei, kigyűjtöttük ezeket az attribútumokat az MBSDDL nyelvbe és felvettük a kapcsolatot a kutatócsoporttal a kompatibilitás megtartása és a további munka elősegítése céljából. Az ütemezési algoritmus ezeket a metaadatokat használja fel arra, hogy válasszon az adott feladathoz egy brókert, ezáltal egy gridet, futtatási környezetet. A kiválasztás után a feladatot eljuttatja a brókernek, amely végrehajtja az általa megszokott módon. A Meta-Bróker feladata az általános feladatleírás lefordítása a választott bróker nyelvére.

A Grid Meta-Bróker architektúrát (3. ábra) egy önálló webszolgáltatásként valósítottuk meg. Ezáltal független a grides köztes rétegektől és szabványos interfészen keresztül kommunikál a felhasználók és a gridek felé. A brókerválasztást IS Agent-ek, grid-információs rendszerekkel kapcsolatban álló ügynökök segítik. Az általuk gyűjtött információkkal kiszűrhetőek a túlterhelt vagy hibásan működő erőforrásokot használó brókerek. Az Invoker nevű komponensek a Meta-Bróker által használt brókerek meghívását, a feladatok továbbítását és az eredmények begyűjtését végzik. Egy másik lehetőség megvalósításban az Invoker-ek használata helyett a felhasználóra vagy a Meta-Brókert használó portálra bízhatjuk a tényleges feladatbeküldést. Ez esetben a Meta-Bróker a kiválasztott bróker nevét és a lefordított leírást adja vissza a felhasználónak és a feladat lefutása után értesítést vár a lefutás sikerességéről. Ezt az információt az adott brókert leíró teljesítményadatokban frissíti.

3. ábra Grid Meta-Bróker architektúra



4. Összefoglalás és jövőbeli tervek

Láthattuk, hogy a bevezetésben említett új kihívásoknak nem képesek megfelelni a korábban megalkotott grides erőforrás-kezelő rendszerek. A legújabb felhasználói igényeket, nagyobb számítási kapacitást és üzleti követelményeket kiszolgáló szolgáltatás megvalósításához egy új szemléletre, magasabb szintű megközelítésre van szükség: egyesíteni kell az elkülönült szolgáltatói grideket menedzselő brókereket. Ezen brókerek további rendszerekhez történő adaptálása vagy portálokba integrálása jó kezdeti megoldásnak bizonyul, de hosszú távon kezelhetetlenné és sérülékennyé válnának.

Egy másik ígéretes megközelítés az azonos megvalósítású bróker példányok egymás közötti kommunikációjának lehetővé tétele, mely az azonos brókerek által működtetett gridek együttműködését megoldja, viszont ezek az egyesített gridek ugyancsak elkülönülnek egymástól, hiszen az eltérő fejlesztésű brókerek nem képesek kommunikálni egymással.

A végső megoldást a Grid Meta-Bróker alkalmazása jelenti, mely a legújabb elvárásoknak megfelelő felépítéssel rendelkezik és szabványos nyelveket és interfészeket használ az együttműködő gridek megvalósításához. A meta-brókeres működés lényege, hogy a már jól bevált, széles felhasználói körrel rendelkező brókereket együttesen alkalmazva egy közös hozzáférési szolgáltatást nyújtunk az összes felhasználó számára az összes elérhető gridhez. A bemutatott Meta-Bróker megvalósítása folyamatban van, a következő lépés a rendszer tesztelése, mellyel bizonyítjuk a hatékonyabb, kényelmesebb és egyszerűbb grid alkalmazást.

Egy világméretű egyesített grid rendszerben (WWG, World Wide Grid [15]) a Meta-Brókerek játszhatják majd az összekötő szerepet, ami szükségessé teszi, hogy az egyes példányok megosszák a feladatokat és kommunikáljanak egymással. A Meta-Bróker architektúra megfelel az NGG jelentésben [6] foglalt követelményeknek, és együttesen alkalmazza a legújabb webes és grides technológiákat.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett munka a CoreGRID NoE IST-2002-004265 projekt támogatásával jött létre.

Irodalom

- [1] <http://www.coregrid.net>
- [2] <http://www.latinamericangrid.org/>
- [3] <http://www.globus.org/>
- [4] <http://www.ogf.org/documents/GFD.107.pdf>
- [5] A. Kertész, P. Kacsuk:
A Taxonomy of Grid Resource Brokers,
6th Austrian-Hungarian Workshop on Distributed and Parallel Systems (DAPSYS 2006) in conjunction with the Austrian Grid Symposium 2006, Innsbruck, 21-23 September 2006, pp.201–210.
- [6] Next Generation Grids Report:
Future for European Grids: GRIDs and Service Oriented Knowledge Utilities – Vision and Research Directions 2010 and Beyond,
(NGG3), December 2006.
- [7] A. Kertész, G. Sipos, P. Kacsuk:
Multi-Grid Brokering with the P-GRADE Portal,
In post-proceedings of the Austrian Grid Symposium (AGS'06), OCG Verlag, Austria, 2007.
- [8] <https://forge.gridforum.org/sf/projects/gsa-rg>
- [9] A. Iosup, D. H.J. Epema, T. Tannenbaum, M. Farrellee, M. Livny:
Inter-Operating Grids through Delegated MatchMaking,
In proceedings of the Int. Conf. for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC07), Reno, Nevada, November 2007.
- [10] T. Vazquez, E. Huedo, R. S. Montero, I. M. Llorente:
Evaluation of a Utility Computing Model Based on the Federation of Grid Infrastructures,
(Euro-Par 2007), 28 August 2007, pp.372–381.
- [11] <http://www.ogf.org/documents/GFD.56.pdf>
- [12] A. Kertész, I. Rodero, F. Guim:
Data Model for Describing Grid Resource Broker Capabilities, CoreGRID Workshop on Grid Middleware in conjunction with ISC'07 Conference, Dresden, Germany, 25-26 June 2007.
- [13] D. Pasztuhov, I. Szeberényi:
A Confler rendszer új architektúrája,
Networkshop 2007.
<https://nws.niif.hu/ncd2007/docs/ehu/036.pdf>
- [14] L. Cs. Lőrincz, A. Ulbert, Z. Horváth, T. Kozsik:
Towards an Agent Integrated Speculative Scheduling Service, 6th Austrian-Hungarian Workshop on Distributed and Parallel Systems (DAPSYS 2006), Innsbruck, 21-23 September 2006., pp.211–222.
- [15] P. Kacsuk, A. Kertész, T. Kiss:
Can We Connect Existing Production Grids into a World Wide Grid?,
Submitted to 8th International Meeting High Performance Computing for Computational Science (VECPAR'08), Toulouse, France, 24-27 June 2008.