



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

&

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Υπολογιστικό πλέγμα: Συγκριτική παρουσίαση
πλατφορμών ενδιάμεσου λογισμικού (middleware)
και εφαρμογές στη βιοιατρική τεχνολογία**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΩΝ

**ΠΟΝΗΡΗ ΣΟΦΙΑ-ΕΛΕΝΗ
ΤΣΑΓΚΑΡΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ**

Επιβλέπων : Κουτσούρης Δημήτριος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2009

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ
& ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Υπολογιστικό πλέγμα: Συγκριτική παρουσίαση
πλατφορμών ενδιάμεσου λογισμικού (middleware)
και εφαρμογές στη βιοιατρική τεχνολογία**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

των

**ΠΟΝΗΡΗ ΣΟΦΙΑ-ΕΛΕΝΗ
ΤΣΑΓΚΑΡΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ**

Επιβλέπων : Κουτσούρης Δημήτριος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 12^η Νοεμβρίου 2009.

(Υπογραφή)

.....
Κουτσούρης Δημήτριος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Νικήτα Κωνσταντίνα
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Τσανάκας Παναγιώτης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2009

(Υπογραφή)

.....
ΠΟΝΗΡΗ ΣΟΦΙΑ-ΕΛΕΝΗ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

© 2009 – All rights reserved

(Υπογραφή)

.....
ΤΣΑΓΚΑΡΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

© 2009 – All rights reserved

Περίληψη

Ένα σύστημα Grid αποτελείται από πολλά υπολογιστικά συστήματα διασυνδεδεμένα μεταξύ τους με δίκτυο υψηλών ταχυτήτων. Ο στόχος του Grid είναι το μοίρασμα πόρων κάθε είδους στα υπολογιστικά συστήματα που συμμετέχουν ώστε να λειτουργούν σαν ένας εικονικός, πολύ ισχυρός υπολογιστής. Σε σύγκριση με τον Παγκόσμιο Ιστό, που είναι μια υπηρεσία για τη διανομή πληροφοριών μέσω του Διαδικτύου, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι το Grid είναι μια υπηρεσία για τη διανομή υπολογιστικής δύναμης, αποθηκευτικών χώρων και άλλων πόρων μέσω του Διαδικτύου. Η παρούσα διπλωματική εργασία αρχικά παρουσιάζει αναλυτικά την ιστορία και τη πορεία αυτής της σπουδαίας τεχνολογίας μέχρι σήμερα καθώς και πιθανές μελλοντικές προσεγγίσεις. Στη συνέχεια της εργασίας γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια του μεσισμικού (middleware). Το middleware είναι λογισμικό το οποίο συνδέει στοιχεία λογισμικού ή εφαρμογές και βρίσκεται «στη μέση» μεταξύ εφαρμογών λογισμικού, τα οποία μπορεί να εκτελούνται σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Μοιάζει με το μεσαίο στρώμα από ένα ενιαίο σύστημα αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων, με τη διαφορά ότι αυτό λειτουργεί ανάμεσα σε πολλαπλά συστήματα ή εφαρμογές. Σε αυτή τη διπλωματική εργασία γίνεται εκτενής παρουσίαση και σύγκριση των βασικότερων πλατφορμών μεσισμικού (middleware) που είναι οι εξής: g-Lite, Globus, Crowngrid, Vega-Gos, Unicore 5, Unicore 6, OMII-UK και ARC. Έπειτα περνάμε στο EGEE (Enabling Grids for E-sciencE) που είναι ο ηγέτης του Grid στην Ευρώπη, παρέχοντας υπολογιστική υποστήριξη υποδομών για πάνω από 10000 ερευνητές παγκοσμίως σε διάφορα πεδία, όπως η υψηλής ενέργειας φυσική, οι γεωεπιστήμες και οι βιολογικές επιστήμες. Το EGEE project φέρνει σε επαφή ειδικούς από 50 χώρες και πάνω, με κοινό στόχο που βασίζεται στις πιο πρόσφατες εξελίξεις σχετικά με την Grid τεχνολογία και δημιουργεί μια υποδομή Grid υπηρεσίας, η οποία είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα. Τέλος, παρουσιάζουμε τις σημαντικότερες εφαρμογές της τεχνολογίας του Grid στη βιοιατρική και συγκεκριμένα στους τομείς της βιοπληροφορικής, της ανακάλυψης φαρμάκων και της επεξεργασίας ιατρικών εικόνων.

Λέξεις-Φράσεις Κλειδιά: grid, πλέγμα, middleware, μεσισμικό, σύγκριση middleware, EGEE Project, εφαρμογές στη βιοιατρική, βιοπληροφορική, ανακάλυψη φαρμάκων, επεξεργασία ιατρικών εικόνων

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Abstract

A Grid system consists of many computer systems interconnected by high speed network. The goal of Grid technology is the sharing of resources between computer systems involved to operate as a virtual, very powerful computer. In comparison to the Web, which is a service to distribute information via the Internet, we could say that the Grid is a service for sharing computing power, storage space and other resources over the Internet. This thesis first presents the history and progress of this great technology so far and possible future approaches. Then, there is an introduction to the concept of middleware. The middleware is a software that connects software components or applications. It is "in the middle" of software applications, which can run on different operating systems. It looks like the middle layer of a single three-level system architecture, except that it works between multiple systems or applications. In this thesis, we conduct a comprehensive presentation and comparison of the most important middleware platforms which are: g-Lite, Globus, Crowngrid, Vega-Gos, Unicore 5, Unicore 6, OMII-UK and ARC. Then, we present the EGEE (Enabling Grids for E-sciencE), which is the leader of the Grid in Europe, providing computing support infrastructure for over 10,000 researchers worldwide in various fields such as high energy physics, geosciences and biological sciences. The EGEE project brings together experts from over 50 countries with a common goal based on the latest developments in Grid technology and creates a service Grid infrastructure which is available 24 hours a day. Finally, we present the major applications of Grid technology in biomedicine, and specifically in the fields of bioinformatics, drug discovery and medical image processing.

Keywords: grid, middleware, middleware comparison, EGEE Project, applications in biomedicine, bioinformatics, drug discovery, medical image processing

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή	1
1.1	Αντικείμενο διπλωματικής.....	1
1.1.1	Συνεισφορά	1
1.2	Οργάνωση κειμένου.....	2
2	Το GRID	3
2.1	ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ GRID	3
2.1.1	Ορισμός	3
2.1.2	Ιστορία των Grids.....	5
2.1.3	Προτυποποίηση συστημάτων Grid.....	6
2.1.4	Άλλοι ορισμοί.....	7
2.1.5	Σύγκριση με παρόμοιες τεχνολογίες.....	8
2.2	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ GRID.....	9
2.2.1	Εκμετάλλευση των υποχρησιμοποιούμενων πόρων.....	9
2.2.2	Παράλληλη υπολογιστική επεξεργασία.....	11
2.2.3	Συμμετοχή σε εικονικές οργανώσεις (VOs) και κοινή χρήση πόρων.....	12
2.2.4	Πρόσβαση και σε άλλα είδη πόρων.....	13
2.2.5	Εξισορρόπηση των πόρων.....	13
2.2.6	Επιλεκτική παραχώρηση πόρων.....	14
2.2.7	Καλύτερη Διαχείριση	14
2.2.8	Αξιοπιστία	15
2.3	ΕΙΔΗ ΠΟΡΩΝ	16
2.3.1	Υπολογιστική ισχύς.....	16
2.3.2	Αποθήκευση δεδομένων.....	17
2.3.3	Επικοινωνία- Εύρος ζώνης.....	18
2.3.4	Λογισμικό και άδειες χρήσης.....	18
2.3.5	Ειδικός εξοπλισμός - Πολιτικές διαμοιρασμού του.....	19
2.4	ΕΙΔΗ GRID – ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	19
2.4.1	Computing grids.....	19

2.4.2	Data grids – Πλέγματα δεδομένων	22
2.4.3	Collaborative grids – Συνεργατικά πλέγματα	22
2.4.4	Governmental Grids – Κυβερνητικά πλέγματα	23
2.4.5	Utility grids - Πλέγματα αξιοποίησης / χρήσης (όχι κτήσης) τεχνολογικής υποδομής	23
2.4.6	Enterprise optimization grids – Grid επιχειρηματικής βελτιστοποίησης	24
2.5	ΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΤΟΥ GRID	24
2.5.1	Σχεδιαστές του Grid	25
2.5.2	Σχεδιαστές εργαλείων	25
2.5.3	Σχεδιαστές εφαρμογών	26
2.5.4	Απλοί χρήστες	26
2.5.5	Διαχειριστές του Grid	27
3	Σύγκριση Middleware	28
3.1	Middleware	28
3.1.1	Ορισμοί	29
3.1.2	Προέλευση	29
3.1.3	Οργανισμοί	29
3.1.4	Χρήση του middleware	30
3.1.5	Τύποι Middleware	31
3.2	Σύγκριση	31
3.2.1	Περιγραφές Πλατφορμών	38
3.2.2	Σύγκριση middleware με βάση τα κύρια χαρακτηριστικά	102
4	EGEE	112
4.1	Γενικά	112
4.2	Το σχέδιο του EGEE	112
4.2.1	Στόχοι	112
4.2.2	Αποτελέσματα	113
4.2.3	Συμβούλια και Επιτροπές	114
4.2.4	Δικαιούχοι	115
4.2.5	Δομή	117
4.3	Τεχνικές πληροφορίες	123

4.3.1	Υποδομή	123
4.3.2	Middleware.....	123
4.3.3	Εφαρμογές	124
4.3.4	Εικονικές Οργανώσεις-Virtual Organisations	129
4.3.5	Ασφάλεια.....	129
4.4	Εκπαίδευση- Training	129
4.4.1	Πιστοποιημένοι EGEE εκπαιδευτές	130
4.5	Πρόγραμμα EGEE για επιχειρήσεις	130
4.6	Συνεργαζόμενα Προγράμματα.....	131
4.7	Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία Πλέγματος- EGI	132
5	Εφαρμογές στη Βιοιατρική.....	134
5.1	Γενικά	134
5.2	Βιοπληροφορική	134
5.2.1	GPS@ - Grid Protein Sequence Analysis.....	135
5.2.2	PyBioS.....	137
5.2.3	BioDCV- Biological Distributed Complete Validation.....	140
5.2.4	SPLATCHE- SPatial And Temporal Coalescences in Heterogeneous Environment.....	140
5.2.5	Big	141
5.2.6	Superlink-online	142
5.2.7	MLalign2D-MLrefine3D.....	144
5.3	Ανακάλυψη φαρμάκων	145
5.3.1	WISDOM-Wide In Silico Docking On Malaria	145
5.3.2	GridGRAMM	146
5.3.3	GROCK (Grid Dock).....	146
5.4	Επεξεργασία ιατρικών εικόνων.....	148
5.4.1	GATE.....	148
5.4.2	CDSS-Clinical decision support system.....	151
5.4.3	Pharmacokinetics.....	153
5.4.4	gPTM3D	154
5.4.5	SPM- Statistical Parametric Mapping	155

5.4.6	SEE++.....	155
6	Επίλογος.....	158
7	Βιβλιογραφία.....	159

1

Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο διπλωματικής

Η διπλωματική αυτή έχει ως σκοπό τη βαθιά κατανόηση της τεχνολογίας του Grid και την επισήμανση της σπουδαιότητας και αναγκαιότητάς της. Παράλληλα διεξάγουμε μια εκτενή σύγκριση των σπουδαιότερων middleware, πράγμα που μπορεί να φανεί χρήσιμο κατά την επιλογή της κατάλληλης πλατφόρμας για συγκεκριμένη εφαρμογή. Τέλος, το τρίτο κομμάτι της διπλωματικής αυτής, ασχολείται με το EGEE Project (Enabling Grids for E-science) που αποτελεί τη «ναυαρχίδα» των υποδομών Grid στην Ευρωπαϊκή ένωση καθώς και με τις εφαρμογές του στη Βιοιατρική.

1.1.1 Συνεισφορά

Η συνεισφορά της διπλωματικής συνοψίζεται ως εξής:

1. Μελετήσαμε αναλυτικά το Grid σαν υπάρχουσα και ταχέως διαδεδομένη τεχνολογία.
2. Συγκρίναμε τις σπουδαιότερες πλατφόρμες middleware με βάση τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά τους.
3. Καταγράψαμε τις διαφορές και τις παρατηρήσεις μας.
4. Παρουσιάσαμε αναλυτικά το EGEE Project που είναι ο ηγέτης του Grid στην Ευρώπη.
5. Παραθέσαμε τις σπουδαιότερες εφαρμογές του Grid στη Βιοιατρική.

1.2 Οργάνωση κειμένου

Στο κεφάλαιο 2 μελετούμε γενικά το Grid σαν τεχνολογία, παρουσιάζουμε τις δυνατότητές του, τα είδη των πόρων που χρησιμοποιεί, αναφέρουμε κάποια εμπορικά παραδείγματα και τους πιθανούς χρήστες του Grid. Στο κεφάλαιο 3 περνάμε στην σύγκριση των κυριότερων πλατφορμών middleware. Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 4 γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση του EGEE Project: ποιός ο στόχος και η δομή του, συμβούλια και επιτροπές, τεχνικές πληροφορίες και τομείς εφαρμογών. Τέλος, στο κεφάλαιο 5 παραθέτουμε και αναλύουμε τις εφαρμογές των Grids στην Βιοϊατρική γενικά και ειδικά στους τομείς της βιοπληροφορικής, της ανακάλυψης φαρμάκων και της επεξεργασίας ιατρικών εικόνων.

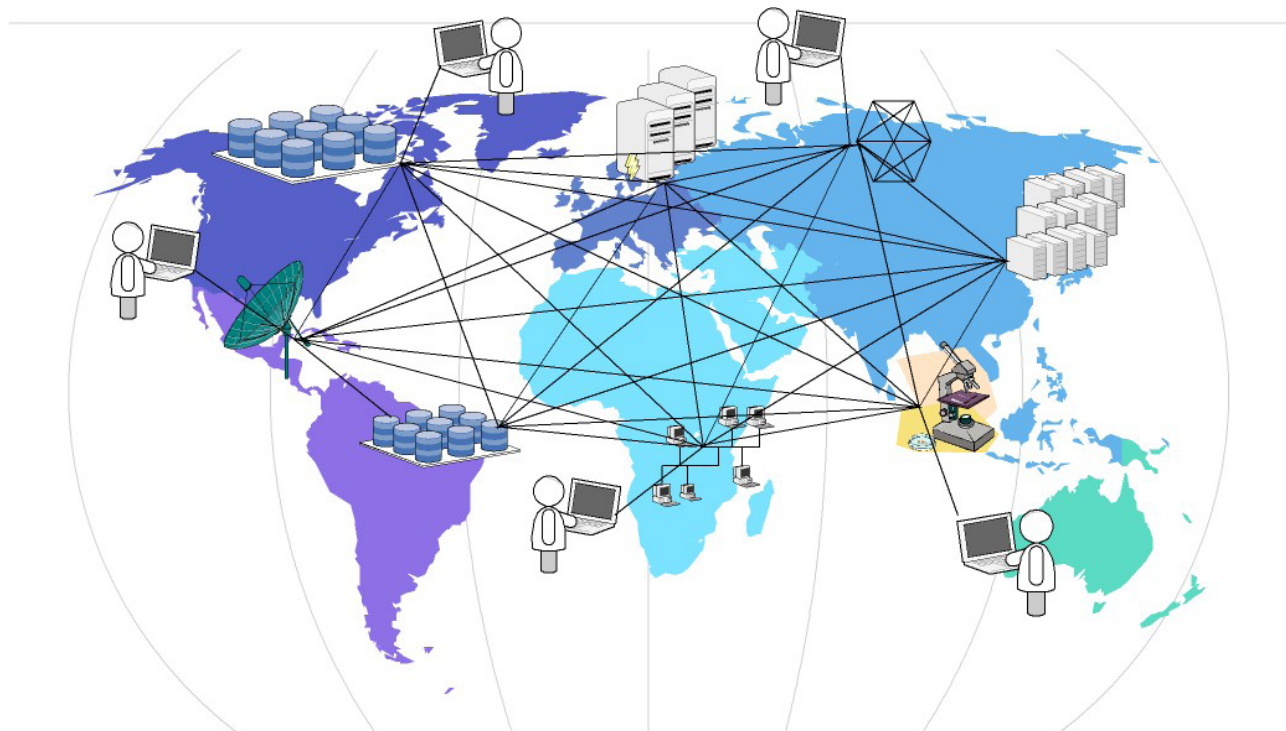
2

To GRID

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ GRID

2.1.1 Ορισμός

Το Grid (Δίκτυο Κατανεμημένης Υπερ-υπολογιστικής Ισχύος) είναι μια αρχιτεκτονική διαμοιρασμού εφαρμογών/πόρων που δίνει την δυνατότητα σε συνδεδεμένα ετερογενή συστήματα και εφαρμογές να μοιράζονται με διαφάνεια υπολογιστικούς και αποθηκευτικούς πόρους. Στόχος αυτής της αρχιτεκτονικής είναι από μεγάλο αριθμό διαφορετικών συστημάτων που συνδέονται μεταξύ τους πάνω από προηγμένα δίκτυα , να δημιουργηθεί ένα απλό, εικονικό, ενοποιημένο σύστημα. Το εικονικό, ενιαίο αυτό σύστημα δίνει σε χρήστες και εφαρμογές πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους, συσκευές και υπηρεσίες. Οι πόροι που διαμοιράζονται σε μια αρχιτεκτονική Grid μπορούν να είναι ετερογενείς (να έχουν υλοποιηθεί σε διαφορετικές πλατφόρμες, αρχιτεκτονικές υλικού/λογισμικού, γλώσσες προγραμματισμού). Μπορεί να βρίσκονται σε απομακρυσμένες γεωγραφικά τοποθεσίες και να ανήκουν σε διαφορετικές διαχειριστικές περιοχές (administrative domains). Σε σύγκριση με τον Παγκόσμιο Ιστό, που είναι μια υπηρεσία για τη διανομή πληροφοριών μέσω του Διαδικτύου, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι το Grid είναι μια υπηρεσία για τη διανομή υπολογιστικής δύναμης, αποθηκευτικών χώρων και άλλων πόρων μέσω του Διαδικτύου.



Σχήμα 2.1 Υπολογιστικό Πλέγμα - Grid

Υπάρχουν εκατοντάδες πλεγμάτων που εγκαθίστανται σε ποικίλες επιστημονικές και εμπορικές υλοποιήσεις. Πλέγματα Grid συναντάμε στις ακόλουθες βιομηχανίες:

- Αεροδιαστημική και αυτοκινητοβιομηχανία (για συνεργατικό σχεδιασμό και μοντελοποίηση).
- Αρχιτεκτονική (εφαρμοσμένη μηχανική και κατασκευές).
- Ηλεκτρονική (σχεδιασμός και δοκιμές).
- Ενέργεια (για την εξερεύνηση πετρελαίου και το φυσικού αερίου).
- Οικονομικά / ασφαλιστικά / ακίνητη περιουσία (τίτλοι και μεσιτεία — ειδικά για την ανάλυση αποθεμάτων/χαρτοφυλακίων και τη διαχείριση κινδύνου).
- Βιολογικές επιστήμες (ιδιαίτερα στα φαρμακευτικά είδη).
- Ανάλυση (επιχειρησιακές αναλύσεις, μαθηματικά και στατιστικές).
- Κατασκευές (ομαδικός συνεργατικός σχεδιασμός, διαχείριση διαδικασιών).
- Τραπεζικά και χρηματοπιστωτικά.
- Υποστήριξη αποφάσεων / ανάλυση δεδομένων (ειδικότερα στις οικονομικές αγορές).
- Δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου (παραδείγματος χάριν, για τη δημιουργία ειδικών εφέ).
- Δοκιμές (π.χ. δοκιμή φόρτωσης περιβάλλοντος λογισμικού).

- Εφαρμοσμένη μηχανική (αυτοματισμοί ηλεκτρονικού σχεδιασμού - EDA, αυτοματισμοί μηχανολογικού σχεδιασμού – MDA);
- Παιχνίδια (Internet, intranet).
- MME / ψυχαγωγία (για την παραγωγή ψηφιακού animation).

2.1.2 Ιστορία των Grids

Το ιστορικό των τεχνολογιών διασύνδεσης των υπολογιστών αρχίζει στις αρχές της δεκαετίας του '70 στην Αμερική από την ερευνητική ομάδα ARPA (Advanced Research Projects Agency) που είχε δημιουργηθεί από την κυβέρνηση για στρατιωτικούς σκοπούς. Από την ομάδα αυτή αναπτύχθηκαν πολλά σημαντικά πρωτόκολλα και τεχνολογίες όπως το TCP/IP. Υπό την καθοδήγηση του Dr. J.C.R. Licklider και την συμβολή ερευνητών από διάφορα πανεπιστήμια της χώρας, η έρευνα κατέληξε στη δημιουργία του πρώτου δικτύου υπολογιστών, προάγγελο του Internet, γνωστό ως ARPANET, στα 50 kbps. Η ερευνητική δραστηριότητα στον τομέα των δικτύων υπολογιστών συνεχίστηκε, με αποτέλεσμα την δημιουργία του NSFNET [1986], δικτύου στα 56Kbps που συνέδεε τα πέντε NSF κέντρα υπερ-υπολογιστών.

Ως συνέχεια και εξέλιξη αυτών των τεχνολογιών μπορούμε να θεωρήσουμε το πρόγραμμα Condor [1988] του πανεπιστημίου του Wisconsin. Το σύστημα αυτό είναι ένας 'διαχειριστής φόρτου εργασίας' (workload manager), με δυνατότητες παρακολούθησης και διαχείρισης πόρων, δρομολόγησης εργασιών και αποτελεί το πρώτο πρόγραμμα με κατεύθυνση προς την αξιοποίηση των Grid υπηρεσιών.

Την τελευταία δεκαετία η παραγωγή ταχύτερου υλικού (hardware) και πιο έξυπνου λογισμικού, οδήγησε στην μεγάλη αύξηση της παραγωγής προϊόντων σύγχρονης τεχνολογίας και στην αύξηση της ταχύτητας των δικτύων. Πιο συγκεκριμένα, στον επιστημονικό χώρο, η διαθεσιμότητα γρήγορων υπολογιστικών πόρων επέτρεψε στους επιστήμονες να διευρύνουν τις προσομοιώσεις και τα πειράματά τους και να λάβουν υπόψιν τους περισσότερες παραμέτρους από ποτέ. Τα γρήγορα δίκτυα τους έδωσαν τη δυνατότητα να ανταλλάζουν τις μετρήσεις των οργάνων τους και τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους, με συνεργάτες σε όλο τον κόσμο σχεδόν στιγμιαία. Ερευνητικοί οργανισμοί άρχισαν τότε να αναπτύσσουν προγράμματα που διευκολύνουν τη δημιουργία τέτοιων συνεργασιών, για να μπορέσουν να αντιμετωπισθούν μεγάλης κλίμακας επιστημονικά προβλήματα. Συνεπεία αυτών των μεγάλων συνεργασιών και της αυξανόμενης υπολογιστικής δύναμης, ήταν τα δεδομένα που παράγονταν και αναλύονταν στα πλαίσια τέτοιων προγραμμάτων να είναι και ογκώδη και

ευρέως διεσπαρμένα. Επομένως, οι προκλήσεις τέτοιων περιβαλλόντων περιστρέφονταν γύρω από τα δεδομένα –τη διαχείριση πρόσβασης σε αυτά, τη διανομή τους, την επεξεργασία και την αποθήκευση τους-.

Αυτές οι προκλήσεις ήταν που παρακίνησαν για τη δημιουργία μιας υπολογιστικής υποδομής με την συνένωση ευρέως διανεμημένων πόρων όπως βάσεις δεδομένων, κεντρικοί υπολογιστές αποθήκευσης, υψηλής ταχύτητας δίκτυα, υπερυπολογιστές και συστάδες υπολογιστών για την επίλυση των μεγάλης κλίμακας προβλημάτων, οδηγώντας σε αυτό που είναι ευρέως γνωστό ως Grid computing.

Ο όρος Grid computing χρησιμοποιήθηκε αρχικά μεταφορικά από τους Ian Foster και Carl Kesselman, στις αρχές της δεκαετίας του 90', για να φανερώσουν ότι είναι τόσο εύκολο να έχει κάποιος πρόσβαση στην υπολογιστική ισχύ όσο και στην ηλεκτρική ισχύ.

2.1.3 Προτυποποίηση συστημάτων Grid

Η προτυποποίηση είναι αποφασιστικής σημασίας για την ανάπτυξη ενός Grid, αφού έτσι επιτυγχάνεται η διαλειτουργικότητα των συστημάτων και η εύκολη μεταφερσιμότητα των προγραμμάτων ανάμεσα στις διάφορες πλατφόρμες. Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι οργανισμοί προτυποποίησης σχετικά με τα Grids και την ασφάλεια τους.

Ο βασικότερος οργανισμός προτυποποίησης για το Grid είναι το Global Grid Forum (GGF). Το GGF ιδρύθηκε το 1998, συνεργάζεται με βιομηχανίες και τα πρότυπα που εκδίδει είναι αποφασιστικής σημασίας για τον καθορισμό απαιτήσεων ασφαλείας και της αποδοχής των απαραίτητων υποδομών. Αποτελείται από ομάδες εργασίας, οι οποίες αναπτύσσουν βέλτιστες πρακτικές και ορίζουν διάφορες προδιαγραφές για διάφορα θέματα σχετικά με Grid. Το GGF δημιουργεί τέσσερις τύπους κειμένων: πληροφοριακά κείμενα, πειραματικά κείμενα, συστάσεις και πρακτικές. Σήμερα υπάρχουν τρεις ομάδες εργασίας που ασχολούνται με τη ασφάλεια των Grid:

-Open Grid Service Architecture Authorization (OGSA AUTHZ-WG), της οποίας αντικείμενο είναι να ορίζει προδιαγραφές για την διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας των συστατικών ενός Grid, εντός του OGSA framework.

-Θέματα σχετικά με Firewall (FI-RG)

-Trusted Computing (TC-RG), της οποίας σκοπός είναι να εκτιμήσει πως οι δυνατότητες ενός TC μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο ενός Grid.

Άλλος σημαντικός οργανισμός είναι ο OASIS , ο οποίος ιδρύθηκε το 1993 και πρόκειται για έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό, που προωθεί πρότυπα κυρίως για ebusiness. Ο OASIS είναι υπεύθυνος για το WS-Security standard, το οποίο αποτελεί τη βάση για την ασφάλεια καταναεμημένων εφαρμογών και Web services.

Εν συνεχεία, έχουμε το World Wide Web Consortium (W3C), το οποίο ιδρύθηκε το 1994 και είναι ένας διεθνής οργανισμός, που αναπτύσσει πρότυπα και προωθεί κοινά και διαλειτουργικά πρωτόκολλα. Το 2003 , έφτιαξε την πρώτη προδιαγραφή για τα web services, εστιάζοντας στο SOAP και στο WSDL.

Άλλοι οργανισμοί είναι οι Distributed Management Task Force, Internet2, Liberty Alliance, Web Service Interoperability Organization και Enterprise Grid Alliance.

2.1.4 Άλλοι ορισμοί

Ο όρος Grid computing χρησιμοποιήθηκε μεταφορικά στις αρχές του 1990 για να περιγράψει την προσπάθεια να γίνει η υπολογιστική δύναμη πολύ εύκολα προσβάσιμη σε αντιστοιχία με το πλέγμα ηλεκτρικής ενέργειας, που παρέχει σταθερά, αξιόπιστα και με διαφανή τρόπο ηλεκτρική ενέργεια ανεξάρτητα από την πηγή αυτής.

Δεδομένου ότι υπάρχει μεγάλος αριθμός προγραμμάτων σε όλο τον κόσμο που ασχολείται με την ανάπτυξη πλεγμάτων Grid για διαφορετικούς σκοπούς σε διάφορα στάδια, οι ορισμοί του πλέγματος που έχουν εμφανιστεί είναι πολλοί:

Ο σαφής ορισμός ενός υπολογιστικού πλέγματος - Grid δίνεται από τον Ian Foster στο άρθρο του "What is the Grid? A Three Point Checklist". Τα τρία σημεία σύμφωνα με τον Foster που χαρακτηρίζουν ένα υπολογιστικό πλέγμα είναι:

- Οι υπολογιστικοί πόροι δεν διαχειρίζονται κεντρικά.
- Χρησιμοποιούνται ανοιχτά πρότυπα.
- Επιτυγχάνεται σημαντική ποιότητα υπηρεσιών.

Οι Plaszczak/Wellner ορίζουν το Grid ως " τεχνολογία που επιτρέπει την εικονική συνάθροιση πόρων, την κατ'απαίτηση διάθεση πόρων και τον διαμοιρασμό υπηρεσιών (πόρων) μεταξύ οργανισμών."

Σύμφωνα με την IBM, « Grid είναι η δυνατότητα, χρησιμοποιώντας ένα σύνολο ανοικτών προτύπων και πρωτοκόλλων, να αποκτήσει κανείς πρόσβαση σε εφαρμογές και δεδομένα, επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτική ικανότητα και μια απέραντη σειρά άλλων υπολογιστικών πόρων μέσω του Διαδικτύου. Το Grid είναι ένα είδος παράλληλου και

κατανεμημένου συστήματος που κάνει δυνατή την συλλογή, συνάθροιση και διαμοιρασμό πόρων (οι οποίοι βρίσκονται διεσπαρμένοι σε πολλαπλές διαχειριστικές περιοχές) με βάση την διαθεσιμότητα, την χωρητικότητα, την απόδοση, και το κόστος τους καθώς και με βάση τις απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσιών των χρηστών.

Μια ιδέα πολύ παλαιότερη εμφανίστηκε στο MIT το 1965 από τον Fernando Corbató. Ο Fernando και οι άλλοι σχεδιαστές του λειτουργικού Multics οραματίστηκαν μια εγκατάσταση υπολογιστών που θα λειτουργούσαν "όπως μια επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας ή μια επιχείρηση ύδρευσης".

Ο Rajkumar Buyya ορίζει το Grid σαν " ένα τύπο παράλληλου και κατανεμημένου συστήματος που κάνει δυνατή την εν ώρα εκτέλεσης συλλογή, συνάθροιση και διαμοιρασμό πόρων από γεωγραφικά απομακρυσμένους αυτόνομους πόρους με βάση την διαθεσιμότητα, την χωρητικότητα, την απόδοση, και το κόστος τους καθώς και με βάση τις απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσιών των χρηστών.

Το CERN, ένας από τους μεγαλύτερους οργανισμούς που χρησιμοποιεί τεχνολογίες Grid, χαρακτηρίζει το Grid ως : "μια υπηρεσία για το διαμοιρασμό υπολογιστικής ισχύος και αποθηκευτικής ικανότητας διαμέσου του Διαδικτύου."

Το πρόγραμμα Globus καθορίζει το πλέγμα ως «μια υποδομή που κάνει δυνατή την ενσωματωμένη, συνεργατική χρήση υπολογιστών, δικτύων, βάσεων δεδομένων, και επιστημονικών οργάνων που ανήκουν και διοικούνται από πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς.

2.1.5 Σύγκριση με παρόμοιες τεχνολογίες

Το Grid (Δίκτυο Κατανεμημένης Υπερ-υπολογιστικής Ισχύος) μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο πρόσφατη και πλήρης εξέλιξη μεταξύ παρόμοιων αναπτυσσόμενων τεχνολογιών – υλοποιήσεων όπως τα κατανεμημένα υπολογιστικά συστήματα (distributed computing), το Διαδίκτυο (WWW), τα δίκτυα ομότιμων οντοτήτων (peer-to-peer) και οι τεχνολογίες εικονικοποίησης πόρων (virtualization technologies). Ωστόσο το Cloud Computing θεωρείται από πολλούς η εξέλιξη του.

Σε σύγκριση με το Διαδίκτυο, έτσι και στο grid η πολυπλοκότητα της δομής του παραμένει κρυμμένη από το χρήστη ο οποίος απολαμβάνει μια απλοποιημένη και διαφανή υπηρεσία. Ενώ όμως το Διαδίκτυο καθιστά ικανή μόνο την επικοινωνία μεταξύ χρηστών του και την πρόσβαση σε πληροφορία, στο grid είναι δυνατή επιπλέον η πλήρης συνεργασία και ο διαμοιρασμός πόρων με σκοπό την επίτευξη κοινών στόχων.

Όπως τα δίκτυα peer-to-peer, έτσι και το grid computing επιτρέπει στους χρήστες πρόσβαση και κοινή χρήση αρχείων. Αυτό όμως που διαχωρίζει ένα πλέγμα grid είναι ότι δεν περιορίζεται σε αρχεία αλλά επιτρέπει την κοινή πρόσβαση και χρήση και άλλων πόρων, μεταξύ πολλών χρηστών ταυτόχρονα (many-to-many sharing).

Όμοια με τις συστάδες υπολογιστών (clusters) και τις τεχνολογίες καταναμημένων υπολογιστικών συστημάτων (distributed computing), το πλέγμα συναθροίζει υπολογιστικούς πόρους. Διαφέρει όμως με την τεχνολογία Clusters στο ότι μπορεί να συναθροίσει και πόρους οι οποίοι είναι διεσπαρμένοι τόσο διοικητικά όσο και γεωγραφικά.

Σε σύγκριση με τις τεχνολογίες εικονικοποίησης (virtualization technologies) οι οποίες επιτρέπουν την εικονικοποίηση σε ένα και μόνο σύστημα, το πλέγμα μπορεί να επεκταθεί στην εικονικοποίηση πλειάδας ετερογενών, διεσπαρμένων συστημάτων.

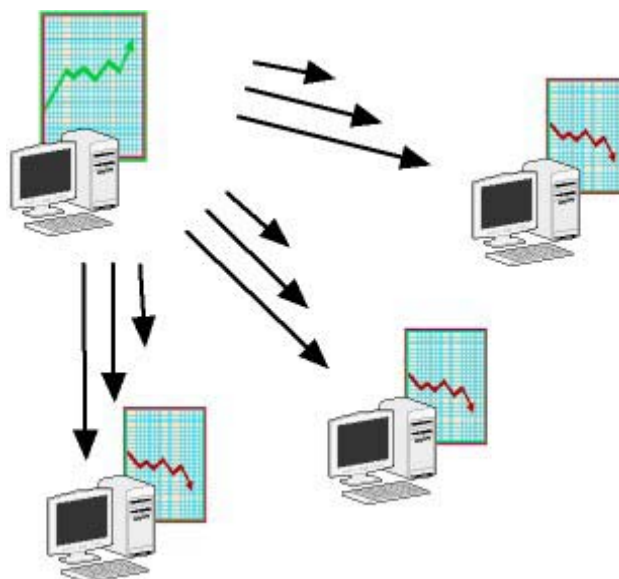
Το Grid Computing εστιάζει στην υποδομή που παρέχει υπολογιστικούς και αποθηκευτικούς πόρους ενώ το Cloud Computing βασισμένο στην οικονομία στοχεύει στην παροχή περισσότερων πόρων και υπηρεσιών. Ως εκ τούτου ενώ το grid αποτελεί την ραχοκοκαλιά του Cloud έχουν διαφορές στην αρχιτεκτονική τους, στην διαχείριση των πόρων, στον προγραμματισμό, στις εφαρμογές και την ασφάλεια. (Cloud computing and Grid Computing 360-Degree Compared)

2.2 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ GRID

2.2.1 Εκμετάλλευση των υποχρησιμοποιούμενων πόρων

Η συνηθέστερη χρήση του grid computing είναι η εκτέλεση μια υπάρχουσας εφαρμογής σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα. Το μηχάνημα στο οποίο εκτελείται η εφαρμογή μπορεί να είναι απασχολημένο αν βρεθεί σε ώρα αιχμής των δραστηριοτήτων του. Η εν λόγω εργασία αν πληροί τις εξής δύο προϋποθέσεις:

- να είναι ικανή να εκτελεστεί σε απομακρυσμένο μηχάνημα
- το απομακρυσμένο μηχάνημα να καλύπτει οποιοδήποτε εξειδικευμένο υλικό, λογισμικό ή πόρους που απαιτούνται, όπως αυτά επιβάλλονται από την προς εκτέλεση εφαρμογή, τότε μπορεί να εκτελεσθεί σε ένα υποαπασχολούμενο μηχάνημα που ανήκει στο πλέγμα.



Σχήμα 2.2 Εκμετάλλευση των υποχρησιμοποιούμενων πόρων

Ας φανταστούμε μια αερογραμμή με 90% του στόλου της στο έδαφος, μια αυτοκινητοβιομηχανία με το 40% των εγκαταστάσεων συναρμολόγησης ανενεργό, μια αλυσίδα ξενοδοχείων με το 95% των δωματίων της μη κατειλημμένα. Έτσι και σχεδόν κάθε οργανισμός έχει στην κατοχή του τεράστια ποσά υποχρησιμοποιούμενων υπολογιστικών πόρων που είναι ευρέως διεσπαρμένα. Οι περισσότεροι υπολογιστές γραφείου είναι απασχολημένοι λιγότερο από 5% του χρόνου λειτουργίας τους ενώ ακόμα και μηχανήματα εξυπηρετητές (servers) μπορεί συχνά να είναι σχετικά μη απασχολημένοι. Με το Grid παρέχεται ένα πλαίσιο για την εκμετάλλευση όλων αυτών των υποχρησιμοποιούμενων πόρων με αποτέλεσμα να αυξάνεται αισθητά η αποδοτικότητα χρησιμοποίησης αυτών.

Εκτός από τους πόρους επεξεργασίας που υποχρησιμοποιούνται, συχνά οι υπολογιστές έχουν τεράστιο αποθηκευτικό χώρο που μένει ανεκμετάλλευτος. Το Grid μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αθροίσει αυτόν τον αχρησιμοποίητο αποθηκευτικό χώρο σε ένα πολύ μεγαλύτερο εικονικό χώρο αποθήκευσης δεδομένων, που μπορεί να παρέχει βελτιωμένη απόδοση και αξιοπιστία.

Σε περιπτώσεις που μια δέσμη εργασιών πρέπει να διαβάσει μεγάλο όγκο δεδομένων, αυτά τα δεδομένα μπορούν να αντιγραφούν αυτόματα σε διάφορα στρατηγικά σημεία μέσα στο πλέγμα. Κατά συνέπεια, εάν η εργασία πρέπει να εκτελεσθεί σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα μέσα στο πλέγμα, τα δεδομένα είναι ήδη εκεί και δεν χρειάζεται να μεταφερθούν προς το σημείο εκείνο. Έτσι επιτυγχάνεται σαφές πλεονέκτημα απόδοσης. Επιπλέον, τα αντίγραφα των δεδομένων σε διάφορα σημεία του πλέγματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως εφεδρικά όταν τα αρχικά αντίγραφα καταστρέφονται ή δεν είναι διαθέσιμα.

2.2.2 Παράλληλη υπολογιστική επεξεργασία

Η δυνατότητα για παράλληλη επεξεργασία (parallel cpu capacity) είναι ένα από τα ελκυστικότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός Grid. Εκτός από τη χρήση σε καθαρές επιστημονικές ανάγκες, τέτοια συσσωρευμένη υπολογιστική δύναμη δημιουργεί μια νέα εξέλιξη σε βιομηχανίες όπως ο βιοϊατρικός τομέας, η οικονομική μοντελοποίηση, η εξερεύνηση πετρελαίου, η επεξεργασία κινουμένων εικόνων, και πολλές άλλες. Κοινό χαρακτηριστικό τέτοιων εφαρμογών είναι ότι οι εφαρμογές έχουν γραφτεί χρησιμοποιώντας αλγόριθμους που μπορούν να χωρίσουν την εργασία σε κομμάτια, που μπορούν να εκτελεστούν ανεξάρτητα.

Μια απαιτητική σε πόρους εφαρμογή μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από «υποεργασίες» (“subjobs”), κάθε μια από τις οποίες εκτελείται σε ένα διαφορετικό μηχάνημα στο πλέγμα. Όσο λιγότερο εξαρτημένες είναι αυτές οι υποεργασίες μεταξύ τους, τόσο πιο «κλιμακωτή» μπορεί να γίνει η εφαρμογή.

Συχνά όμως εμφανίζονται εμπόδια όπως:

- ο αλγόριθμος να μπορεί να χωρίσει την εφαρμογή μόνο σε έναν περιορισμένο - συγκεκριμένο αριθμό ανεξάρτητων υποεργασιών, ανεξάρτητα από τον μέγιστο αριθμό πόρων στο πλέγμα.
- εάν οι υποεργασίες δεν είναι απολύτως ανεξάρτητες μεταξύ τους, μπορεί να προκληθούν συγκρούσεις και να περιοριστεί ο βαθμός παράλληλης επεξεργασίας.
- Παραδείγματος χάριν, εάν όλες οι υποεργασίες πρέπει να διαβάσουν και να γράψουν από το ένα κοινό αρχείο ή βάση δεδομένων, τα όρια πρόσβασης του αρχείου ή της βάσης γίνονται ο περιοριστικός παράγοντας στο βαθμό παράλληλης επεξεργασίας που μπορεί να επιτευχθεί.
- Άλλες πηγές ανταγωνισμού διεργασιών μέσα σε μια παράλληλη εφαρμογή πλέγματος είναι οι καθυστερήσεις των μηνυμάτων επικοινωνίας μεταξύ των διεργασιών, η χωρητικότητα του δικτύου, τα πρωτόκολλα συγχρονισμού, το εύρος ζώνης εισόδου-εξόδου οργάνων και συσκευών αποθήκευσης, και οι λανθάνουσες καταστάσεις που παρεμβαίνουν στις απαιτήσεις πραγματικού χρόνου.

2.2.3 Συμμετοχή σε εικονικές οργανώσεις (VOs) και κοινή χρήση πόρων.

Μια άλλη σημαντική συμβολή του Grid είναι να επιτρέπει και να απλοποιεί τη συνεργασία μεταξύ ενός ευρύτερου ακροατηρίου. Στο παρελθόν, τα κατακεμημένα υπολογιστικά συστήματα (distributed computing) πέτυχαν ως ένα ορισμένο βαθμό αυτήν την συνεργασία. Το Grid επεκτείνει αυτές τις ικανότητες σε ένα ακόμα ευρύτερο ακροατήριο, προσφέροντας πρότυπα που επιτρέπουν σε ετερογενή συστήματα να λειτουργήσουν μαζί, για να διαμορφώσουν την εικόνα ενός μεγάλου εικονικού υπολογιστικού συστήματος που διαθέτει πλειάδα πόρων.

Οι χρήστες του πλέγματος μπορούν να οργανωθούν δυναμικά σε διάφορες εικονικές οργανώσεις (virtual organizations, VOs), κάθε μια με διαφορετική πολιτική λειτουργίας. Αυτές οι εικονικές οργανώσεις μπορούν να μοιραστούν τους πόρους τους συλλογικά ως ένα ακόμα μεγαλύτερο πλέγμα, υπερσύνολο των προηγούμενων.

Η κοινή χρήση αφορά αρχικά δεδομένα υπό μορφή αρχείων ή βάσεων δεδομένων. Ένα "πλέγμα δεδομένων" μπορεί να επεκτείνει τις ικανότητες δεδομένων με διάφορους τρόπους. Καταρχάς, τα αρχεία ή οι βάσεις δεδομένων μπορούν να εκταθούν σε πολλά συστήματα και να προσφέρουν νέες δυνατότητες σε σύγκριση με οποιοδήποτε απλό σύστημα. Μια τέτοια έκταση των δεδομένων σε διάφορα σημεία του πλέγματος μπορεί να βελτιώσει τους χρόνους μεταφοράς δεδομένων μέσω χρήσης τεχνικών απογύμνωσης (striping techniques). Τα δεδομένα μπορούν να αντιγραφούν σε διάφορα σημεία σε όλο το πλέγμα και να χρησιμεύσουν και ως αντίγραφα ασφαλείας.

Η κοινή χρήση δεν περιορίζεται μόνο σε δεδομένα, αλλά περιλαμβάνει πολλούς άλλους πόρους, όπως εξοπλισμός, λογισμικό, υπηρεσίες, άδειες χρήσης, και άλλα. Αυτοί οι πόροι εικονικοποιούνται "virtualize" για να δώσουν μια πιο ομοιόμορφη διαλειτουργικότητα μεταξύ των ετερογενών «μελών» του πλέγματος.

Οι συμμετέχοντες και οι χρήστες του πλέγματος μπορούν να είναι μέλη διάφορων πραγματικών και εικονικών οργανώσεων. Το πλέγμα μπορεί να βοηθήσει στην επιβολή κανόνων ασφάλειας μεταξύ τους και να εφαρμόσει τις πολιτικές, οι οποίες μπορούν να επιλύσουν τις προτεραιότητες τόσο για τους πόρους όσο και για τους χρήστες.

2.2.4 Πρόσβαση και σε άλλα είδη πόρων

Εκτός από τους υπολογιστικούς και αποθηκευτικούς πόρους, ένα πλέγμα μπορεί να παρέχει πρόσβαση σε άλλα είδη πόρων, ειδικό εξοπλισμό, λογισμικό, άδειες χρήσης και άλλες υπηρεσίες.

Έτσι αν ένας χρήστης επιθυμεί να αυξήσει το συνολικό εύρος ζώνης του στο Διαδίκτυο για να υλοποιήσει π.χ. μια μηχανή αναζήτησης για εξόρυξη δεδομένων, η εργασία μπορεί να χωριστεί μεταξύ των μηχανημάτων του πλέγματος που καθένα έχει ανεξάρτητη σύνδεση στο Διαδίκτυο. Μ'αυτό τον τρόπο η συνολική ικανότητα αναζήτησης πολλαπλασιάζεται, δεδομένου ότι κάθε μηχανή έχει μια χωριστή σύνδεση στο Διαδίκτυο. Εάν οι μηχανές είχαν μοιραστεί τη σύνδεση στο Διαδίκτυο, δεν θα υπήρχε αποτελεσματική αύξηση του εύρους ζώνης.

Σε ορισμένα μηχανήματα ενός Grid μπορεί να έχει εγκατασταθεί μεγάλης αξίας λογισμικό για τις ανάγκες των χρηστών. Οι εργασίες του μπορούν να σταλούν σε αυτά τα μηχανήματα εκμεταλλεόμενες πλήρως τις άδειες χρήσης λογισμικού.

Η χρήση απομακρυσμένων εκτυπωτών με προηγμένες ικανότητες χρώματος ή πολύ γρηγορότερες ταχύτητες εκτύπωσης, μέσα σε ένα τοπικό δίκτυο είναι πλέον άκρως τετριμμένη. Ένα Grid επεκτείνει την ικανότητα αυτή και σε απομακρυσμένη χρήση άλλου ειδικού εξοπλισμού π.χ. έναν υψηλής ταχύτητας, αυτοτροφοδοτούμενο εγγραφέα DVD που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ταχύτερη εγγραφή μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων. Με όμοιο τρόπο ηλεκτρονικά μικροσκόπια ανίχνευσης συνδεδεμένα σε κάποια από τα μηχανήματα του πλέγματος μπορούν να χρησιμοποιούνται από απόσταση.

Μια αρχιτεκτονική Grid μπορεί να επιτρέψει ακόμα πιο περίπλοκη πρόσβαση, ενδεχομένως σε απομακρυσμένα ιατρικά διαγνωστικά και ρομποτικά εργαλεία χειρουργικών επεμβάσεων, με αμφίδρομη-επικοινωνία από απόσταση.

2.2.5 Εξισορρόπηση των πόρων

Ένα Grid συνενώνει μεγάλο αριθμό πόρων από μεμονωμένα μηχανήματα για τη δημιουργία ενός μεγαλύτερου συνολικού εικονικού πόρου. Οι εφαρμογές που είναι ειδικά σχεδιασμένες να λειτουργούν σε περιβάλλον πλέγματος, μπορεί να επιτύχουν εξισορρόπηση των πόρων στέλνοντας τις υποεργασίες για εκτέλεση σε μηχανές με χαμηλή χρησιμοποίηση. Το χαρακτηριστικό αυτό γνώρισμα του πλέγματος είναι άκρως πολύτιμο σε καταστάσεις μέγιστης δραστηριότητας, μέσα στα τμήματα ενός μεγαλύτερου οργανισμού. Σε μια τέτοια

κατάσταση πλήρους φόρτου μπορούν: να καθοδηγηθούν οι εργασίες σε σχετικά μη απασχολημένα μηχανήματα του πλέγματος ή σε περιπτώσεις που όλα τα μηχανήματα του πλέγματος είναι ήδη πλήρως απασχολημένα, οι χαμηλότερης προτεραιότητας εργασίες που εκτελούνται να ανασταλούν προσωρινά ή να ακυρωθούν ώστε να ελευθερωθούν πόροι για την εκτέλεση εργασιών υψηλότερης προτεραιότητας.

2.2.6 Επιλεκτική παραχώρηση πόρων

Στον κόσμο των επιχειρήσεων το χαρακτηριστικό αυτό του Grid είναι άκρως πολύτιμο. Συχνά σε επιχειρήσεις κατά την υλοποίηση ενός μεγάλου έργου (project) συμβαίνει διοικητικές αποφάσεις να αλλάζουν την προτεραιότητα αυτού και να πρέπει να ολοκληρωθεί μέσα σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

Για παράδειγμα αποφασίζεται ότι η παραγωγή ενός προϊόντος πρέπει να επιτευχθεί πολύ πιο γρήγορα για να βγει στην αγορά πριν τους ανταγωνιστές του (fastest time to market). Μια αρχιτεκτονική πλέγματος μπορεί υπό προϋποθέσεις να ικανοποιήσει μια τέτοια κατάσταση. Θα πρέπει το μέγεθος των εργασιών να είναι εκ των προτέρων γνωστό και αυτές να μπορούν να διαχωριστούν σε μικρότερες υποεργασίες. Το πλέγμα με σωστό προγραμματισμό μπορεί να διαθέσει μεγάλο αριθμό πόρων στο συγκεκριμένο έργο, δίνοντας του προτεραιότητα σε σχέση με άλλες εργασίες, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο μικρότερος χρόνος ολοκλήρωσής του.

Επιλεκτική παραχώρηση των πόρων θα μπορούσε να γίνει σε ένα Grid και με άλλα κριτήρια όπως π.χ. μειώνοντας τις συγκρούσεις και ελαχιστοποιώντας τον επικοινωνιακό φόρτο μέσα στο πλέγμα, όταν οι εργασίες επικοινωνούν η μια με την άλλη, με το Διαδίκτυο ή με αποθηκευτικούς πόρους.

2.2.7 Καλύτερη Διαχείριση

Η ενοποίηση των πόρων σε ένα υπολογιστικό πλέγμα και ο χειρισμός ετερογενών συστημάτων με ενιαίο τρόπο δημιουργεί νέες δυνατότητες για την καλύτερη διαχείριση μεγαλύτερων και πιο διεσπαρμένων υποδομών. Είναι εύκολο να απεικονιστεί η χωρητικότητα και η χρησιμοποίηση, κάτι που διευκολύνει τον έλεγχο των δαπανών για υπολογιστικούς πόρους στα πλαίσια ενός μεγαλύτερου οργανισμού. Το Grid προσφέρει δυνατότητα

διαχείρισης των προτεραιοτήτων μεταξύ διαφορετικών έργων (projects) ενώ στο παρελθόν κάθε έργο έπρεπε να διαθέτει τους δικούς του πόρους καθώς και τα έξοδα που εμπλέκονται μ' αυτό.

Συχνά οι πόροι που διατίθενται σε ένα έργο μπορεί να υποχρησιμοποιούνται την ώρα που κάποιο άλλο χρειάζεται περισσότερους πόρους λόγω απροσδόκητων καταστάσεων. Έχοντας λοιπόν τη συνολική εικόνα που μπορεί να προσφέρει ένα Grid, είναι ευκολότερος ο έλεγχος και η διαχείριση τέτοιων καταστάσεων .

2.2.8 Αξιοπιστία

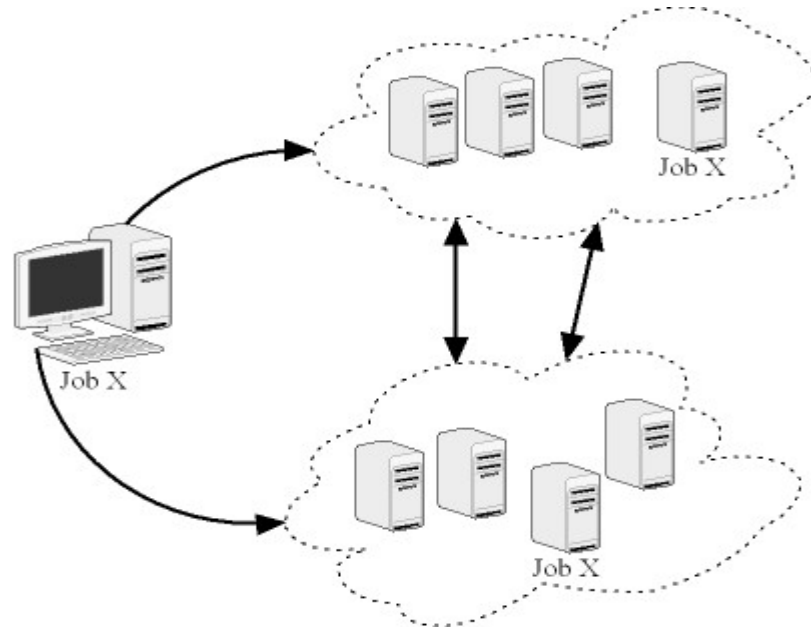
Για να αυξήσουν την αξιοπιστία τους τα συμβατικά υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποιούν ακριβό εξειδικευμένο υλικό. Δομούνται χρησιμοποιώντας μικροτσίπ με εφεδρικά κυκλώματα για να μπορούν να επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα και να εξασφαλίζουν ομαλή ανάκτηση μετά από αστοχία υλικού ή πιθανή βλάβη. Επίσης τα μηχανήματα αυτά χρησιμοποιούν ζεύγη επεξεργαστών με δυνατότητα εν λειτουργία αντικατάστασης ώστε σε περίπτωση βλάβης του ενός να μπορεί να αντικατασταθεί χωρίς την παύση λειτουργίας του άλλου.

Οι παροχές ηλεκτρικού ρεύματος και τα συστήματα ψύξης εγκαθίστανται με παρόμοιο τρόπο ώστε σε περίπτωση διακοπής παροχής ενέργειας να εκκινούν άμεσα γεννήτριες και να μην διακόπτεται η λειτουργία. Όλα τα παραπάνω μπορεί να οδηγούν σε ένα αξιόπιστο σύστημα, όμως το κόστος υλοποίησης του είναι πολύ μεγάλο.

Μια εναλλακτική προσέγγιση η οποία κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος, είναι αυτή που βασίζεται περισσότερο σε τεχνολογίες λογισμικού παρά σε ακριβό υλικό. Το Grid είναι μόνο το ξεκίνημα μιας τέτοιας τεχνολογίας. Τα συστήματα που ανήκουν σε ένα πλέγμα μπορούν να είναι σχετικά φθηνά και να είναι γεωγραφικά διασκορπισμένα. Κατά συνέπεια, εάν υπάρξει διακοπή ενέργειας ή κάποιο άλλο είδος αστοχίας σε μια θέση, τα άλλα μέρη του πλέγματος είναι σχεδόν απίθανο να επηρεαστούν. Το λογισμικό διαχείρισης του πλέγματος τότε μπορεί αυτόματα να υποβάλει εκ νέου τις εργασίες σε άλλα μηχανήματα στο πλέγμα όταν ανιχνευθεί μια αποτυχία.

Σε κρίσιμες, καταστάσεις πραγματικού χρόνου, πολλαπλά αντίγραφα σημαντικών εργασιών μπορούν να εκτελούνται σε διαφορετικές μηχανές σε όλο το πλέγμα. Έτσι αν υπάρξει μια αστοχία τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να ληφθούν από ένα άλλο μηχανήματα του πλέγματος.

Με την περαιτέρω ανάπτυξη του αποκαλούμενου “autonomic computing”, που αυτόματα λύνει προβλήματα που εμφανίζονται στο πλέγμα, ακόμα και πριν γίνουν αυτά αντιληπτά από ένα χρήστη ή διαχειριστή του συστήματος, στο μέλλον θα μπορούμε να εξασφαλίσουμε αξιοπιστία με τη χρήση μόνο λογισμικού κάτω από ένα περιβάλλον Grid.



Σχήμα 2.3 Εκτέλεση πολλαπλών αντιγράφων μιας εργασίας στο πλέγμα

2.3 ΕΙΔΗ ΠΟΡΩΝ

Τα μηχανήματα που ανήκουν σε ένα Grid συχνά περιγράφονται με όρους όπως "κόμβοι", "πόροι", "μέλη", "δότες", "πελάτες", "οικοδεσπότες", "μηχανές". Όλοι συμβάλλουν με οποιοδήποτε συνδυασμό πόρων στο πλέγμα σαν ένα σύνολο. Μερικοί από τους πόρους μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους τους χρήστες του πλέγματος ενώ για άλλους υπάρχουν περιορισμοί.

2.3.1 Υπολογιστική ισχύς

Η υπολογιστική ισχύς που παρέχεται από τους επεξεργαστές των μηχανημάτων του πλέγματος είναι ο πιο συνηθισμένος πόρος. Οι επεξεργαστές μπορούν να ποικίλλουν σε ταχύτητα, αρχιτεκτονική, πλατφόρμα λογισμικού και σε άλλους σχετικούς παράγοντες όπως

μνήμη, αποθήκευση, συνδεσιμότητα. Υπάρχουν τρεις κύριοι τρόποι για την εκμετάλλευση των υπολογιστικών πόρων σε ένα Grid. Ο απλούστερος είναι η εκτέλεση μιας εφαρμογής σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα του πλέγματος αντί να εκτελεσθεί τοπικά. Ο δεύτερος είναι να χωριστεί η εργασία (εφόσον αυτό είναι εφικτό) σε μικρότερες υποεργασίες και αυτές να εκτελεστούν παράλληλα σε διαφορετικούς επεξεργαστές. Τέλος είναι να τρέχει μια εργασία πολλές φορές σε διαφορετικά μηχανήματα στο πλέγμα, όταν αυτό είναι απαραίτητο.

2.3.2 Αποθήκευση δεδομένων

Ο δεύτερος πιο κοινός πόρος που χρησιμοποιείται σε ένα πλέγμα είναι ο αποθηκευτικός χώρος. Ένα πλέγμα που παρέχει την δυνατότητα ενοποίησης των αποθηκευτικών πόρων αποκαλείται "πλέγμα δεδομένων" (data grid).

Κάθε μηχανή στο πλέγμα παρέχει συνήθως μέρος της αποθηκευτικής της ικανότητας για χρήση στο πλέγμα, ακόμα κι αν αυτό είναι προσωρινό. Αυτό μπορεί να αφορά μνήμη που συνδέεται με τον επεξεργαστή ή μπορεί να είναι δευτερεύον αποθηκευτικός χώρος όπως σκληροί δίσκοι ή άλλα μέσα μόνιμης αποθήκευσης. Τα δευτερεύοντα μέσα αποθήκευσης σε ένα πλέγμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους ώστε να αυξηθεί η συνολική χωρητικότητα, απόδοση, διανομή, και αξιοπιστία των δεδομένων.

Η συνολική χωρητικότητα μπορεί να αυξηθεί με την εκμετάλλευση των διαθέσιμων χώρων πολλών μηχανημάτων, ενοποιώντας τους κάτω από ένα κοινό σύστημα αρχείων. Ένα μοναδικό όνομα στα όρια του πλέγματος μπορεί να αποδοθεί σε κάθε στοιχείο ώστε οι χρήστες να μπορούν να χρησιμοποιήσουν π.χ. ένα αρχείο αδιαφορώντας για το που αυτό βρίσκεται αποθηκευμένο στο πλέγμα. Με παρόμοιο τρόπο διάφορες βάσεις δεδομένων μπορούν να ενοποιηθούν και να σχηματίσουν μια μεγαλύτερη και περιεκτικότερη βάση προσβάσιμη από τους χρήστες μέσω λειτουργικών ερωτημάτων.

Με τη δημιουργία πολλαπλών αντιγράφων συνόλων δεδομένων μπορεί να επιτευχθεί αυξημένη αξιοπιστία και απόδοση. Ένας ευφυής χρονοπρογραμματιστής πλέγματος μπορεί να βοηθήσει να επιλέξει σε ποιες συσκευές αποθήκευσης πρέπει να υπάρχουν αντίγραφα των δεδομένων, με βάση το πόσο συχνά αυτά χρησιμοποιούνται και από ποιους. Οι εργασίες έπειτα μπορούν να προγραμματιστούν να τρέξουν στις μηχανές που βρίσκονται «πιο κοντά» ή είναι άμεσα συνδεδεμένες με αυτές τις συσκευές αποθήκευσης.

2.3.3 Επικοινωνία - Εύρος ζώνης

Άλλος ένας σημαντικός πόρος πλέγματος είναι η ικανότητα μετάδοσης δεδομένων. Αυτό περιλαμβάνει επικοινωνία μέσα στα όρια ενός πλέγματος ή και έξω από αυτό. Οι εσωτερικές επικοινωνίες είναι σημαντικές για την αποστολή εργασιών και των απαιτούμενων δεδομένων στους κόμβους του πλέγματος. Μερικές εργασίες απαιτούν την επεξεργασία μεγάλης ποσότητας δεδομένων που μπορεί να βρίσκονται σε απομακρυσμένα μηχανήματα. Το εύρος ζώνης που είναι διαθέσιμο για τέτοιες επικοινωνίες είναι κρίσιμος πόρος και μπορεί να περιορίσει τη χρησιμοποίηση του πλέγματος.

Η εξωτερική επικοινωνία με το Διαδίκτυο είναι σημαντική σε πολλές περιπτώσεις όπως π.χ. στην υλοποίηση μηχανών αναζήτησης. Τα μηχανήματα του πλέγματος μπορούν να έχουν το καθένα τη δική του σύνδεση στο Διαδίκτυο εκτός από την μεταξύ τους σύνδεση στα όρια του πλέγματος. Όταν οι συνδέσεις αυτές δεν μοιράζονται το ίδιο επικοινωνιακό μονοπάτι, τότε προσθέτουν στο συνολικό διαθέσιμο εύρος ζώνης για πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Επιπλέον (εφεδρικοί) επικοινωνιακοί δίαυλοι είναι πολλές φορές απαραίτητοι για την αντιμετώπιση πιθανών βλαβών στο δίκτυο ή αυξημένης επικοινωνιακής κίνησης δεδομένων. Ένα σύστημα διαχείρισης Grid είναι ικανό να απεικονίσει την τοπολογία του δικτύου και να εντοπίσει σημεία επικοινωνιακής συμφόρησης. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και όταν εξετάζονται πιθανές αναβαθμίσεις υλικού.

2.3.4 Λογισμικό και άδειες χρήσης

Στο πλέγμα κάποια μηχανήματα μπορεί να έχουν εγκατεστημένο λογισμικό που είναι πολύ ακριβό για να εγκατασταθεί σε καθένα από αυτά.

Σε ένα πλέγμα οι αντίστοιχες εργασίες στέλνονται στα μηχανήματα με το εξειδικευμένο λογισμικό και εκτελούνται εκεί. Για πολύ ακριβές εφαρμογές λογισμικού αυτό σημαίνει αισθητή μείωση των εξόδων σε έναν οργανισμό.

Ορισμένες άδειες επιτρέπουν την εγκατάσταση σε όλα τα μηχανήματα του πλέγματος αλλά περιορίζουν τον αριθμό των εγκατεστημένων εφαρμογών που μπορούν να τρέξουν ταυτόχρονα στο πλέγμα.

2.3.5 Ειδικός εξοπλισμός - Πολιτικές διαμοιρασμού του

Συχνά συναντάμε συνδεδεμένο εξοπλισμό όπως π.χ. ιατρικά μηχανήματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι διαχειριστές δημιουργούν ένα τεχνητό τύπο πόρων που χρησιμοποιείται από τους χρονοπρογραμματιστές για να αναθέσουν τις εργασίες σύμφωνα με κανόνες πολιτικής ή άλλους περιορισμούς. Έτσι κάποια μηχανήματα του πλέγματος μπορεί να περιοριστούν στο να δέχονται μόνο εργασίες που αφορούν ιατρική έρευνα ή άλλα. Για παράδειγμα να χρησιμοποιούνται μόνο για στρατιωτικούς σκοπούς, αποκλείοντας οποιαδήποτε άλλη εργασία.

Για να μπορούν να εφαρμοσθούν τέτοιου είδους πολιτικές διαμοιρασμού θα πρέπει να επιβληθεί από τους διαχειριστές μια ταξινόμηση σε κάθε είδος εργασίας και μέσω κάποιας διαδικασίας πιστοποίησης να δίνεται πρόσβαση σε αυτούς που πρέπει.

2.4 ΕΙΔΗ GRID – ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Υπάρχουν πολλά είδη πλέγματος, από ιδιωτικά επιστημονικά/ερευνητικά υπολογιστικά πλέγματα (scientific/research “compute” grids) μέχρι πλέγματα αξιοποίησης και χρήσης (όχι κτήσης) τεχνολογικής υποδομής (utility grids).

Ως επί το πλείστον, τα σημερινά πλέγματα χρησιμοποιούνται για να συναθροίσουν την υπολογιστική δύναμη (computing grids), δεδομένα (data grids) και για συνεργατική μοντελοποίηση και σχεδιασμό (collaborative grids).

Εξελίσσονται όμως ραγδαία και νέοι τύποι πλεγμάτων με σκοπό να παρέχουν συγκεκριμένες λύσεις (όπως π.χ. βελτιστοποίηση χρησιμοποίησης επιχειρηματικών πόρων). Επίσης πολλές κυβερνήσεις θεωρούν τώρα πλέγματα, στρατηγικά σημαντικά για να διατηρήσουν την οικονομική ανταγωνιστικότητά τους στις παγκόσμιες αγορές.

2.4.1 Computing grids

Εστιάζουν στην εκμετάλλευση αχρησιμοποίητης υπολογιστικής ισχύος. Μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνταν κυρίως από κοινότητες επιστημονικής έρευνας. Σήμερα εξελίσσονται διαρκώς και χρησιμοποιούνται για την εξερεύνηση πετρελαίου και αερίου, την ανακάλυψη νέων φαρμάκων και την δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου. Χρησιμοποιούνται λοιπόν για να αθροίσουν τη δύναμη χιλιάδων προσωπικών αλλά και κεντρικών υπολογιστών

— και δημιουργούν ένα περιβάλλον που μπορεί να παρέχει επίπεδα απόδοσης υπερυπολογιστών (αλλά με κόστος πολύ μικρότερο από την αγορά ενός υπερυπολογιστή).

2.4.1.1 *EPEYNHHTIKA Computing Grids*

Μερικά από τα ποιά γνωστά επιστημονικά και ερευνητικά Computing Grids είναι: Το Seti@Home Project — Οι χρήστες συμμετέχουν μέσω του διαδικτύου εκτελώντας στον υπολογιστή τους ένα δωρεάν πρόγραμμα που μεταφορτώνει και αναλύει ραδιοτηλεσκοπικά δεδομένα. (2.7 million years of computer time (2006)).

Η επιτυχία του SETI@Home οδήγησε στην ανάπτυξη του BOINC (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing) , μια πλατφόρμα λογισμικού που επιτρέπει την εθελοντική κατ'επιλογή συμμετοχή σε πολλαπλά ερευνητικά πλέγματα με αντικείμενο την Αστρονομία/Φυσική/Χημεία (Spinhenge@home, QuantumMonte Carlo@Home, Einstein@home, LHC@home, SETI@home), τα Μαθηματικά/Παιχνίδια στρατηγικής (SZTAKI Desktop Grid, Riesel Sieve, Rectilinear CrossingNumber, Chess960@home), τη Βιολογία/Φαρμακολογία (SIMAP, Rosetta@home, World Community Grid, Tanpaku, Predictor@home, Malariaccontrol.net) και τις Γήινες Επιστήμες (BBC Climate Change Experiment, Climateprediction.net, Seasonal Attribution Project).

Το Great Internet Mersenne Prime Search (GIMPS) – είναι ένα ερευνητικό πρόγραμμα για τον υπολογισμό των Mersenne πρώτων αριθμών. (10,000 peak hosts).

Το NASA Information Power Grid (IPG), συνδέει μεταξύ τους κέντρα της NASA, και μετατρέπει υπερυπολογιστές, υψηλής τεχνολογίας επιστημονικά όργανα, και terabyte δεδομένων σε ένα ενιαίο, υπολογιστικό περιβάλλον, στη διάθεση των επιστημόνων της NASA.

Το World Community Grid (415.000 hosts) είναι μια προσπάθεια για τη δημιουργία του μεγαλύτερου δημόσιου computing grid για ανθρωπιστικούς σκοπούς υποστηρίζοντας δράσεις όπως: Help Defeat Cancer, Human Proteome Folding, FightAIDS@Home .

2.4.1.2 *Εμπορικά Computing Grids*

Τα τελευταία χρόνια έχουν δει μεγάλη ανάπτυξη τα Εμπορικά Computing Grids (ιδιαίτερα στις βιολογικές επιστήμες και τις αγορές ενέργειας). Μερικά από αυτά παρουσιάζονται παρακάτω:

- Επιστήμες της Υγείας.

Σήμερα σχεδόν κάθε σημαντική φαρμακευτική επιχείρηση χρησιμοποιεί computing grids για την ανακάλυψη νέων φαρμάκων. Η Johnson & Johnson, είναι ο πρωτοπόρος στον κόσμο κατασκευαστής των προϊόντων υγειονομικής περίθαλψης, καθώς επίσης και πάροχος σχετικών υπηρεσιών υγείας, φαρμάκων, ιατρικών συσκευών και διαγνωστικών μηχανημάτων. Χρησιμοποιεί μια καινοτόμα αρχιτεκτονική computing grid που επιτρέπει την άκρως οικονομικότερη υλοποίηση

των παραπάνω αναφερόμενων δραστηριοτήτων της. Όμοια η Novartis AG είναι ένας από τους παγκόσμιους ηγέτες στην ανακάλυψη φαρμάκων για προστασία της υγείας και την θεραπεία ασθενειών.

- Οικονομική - Χρηματιστηριακή Αγορά

Οι εταιρίες αυτού του χώρου έχουν τους τρόπους να μειώνουν τους χρόνους επεξεργασίας των στοιχείων τους και να ανοίγουν νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες στο χώρο τους, με τη χρήση των Grid. Η Wachovia Corporation μια από τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις οικονομικών υπηρεσιών στον κόσμο εκμεταλλεύεται το Grid για να παρέχει σε 13,4 εκατομμύρια νοικοκυριά και επιχειρήσεις μια ευρεία σειρά τραπεζικών εργασιών, διαχείρισης ενεργητικού, διαχείρισης πλούτου και προϊόντα και υπηρεσίες εταιρικών και τραπεζικών επενδύσεων. Όμοια η JPMorgan Chase & Co είναι παγκόσμια εταιρία οικονομικών υπηρεσιών με ενεργητικό \$1,3 τρισεκατομμυρίων και λειτουργία σε περισσότερες από 50 χώρες. Η εταιρία είναι ηγέτης στις τραπεζικές επενδύσεις, οικονομικές υπηρεσίες για καταναλωτές, τραπεζικές εργασίες μικρών επιχειρήσεων, οικονομική επεξεργασία δοσοληψιών και διαχείριση πλούτου.

- Αγορά Ενέργειας

Οι Ενεργειακές Αγορές (π.χ.: εξερεύνηση πετρελαίου και αερίου) έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν τα grid για απαιτητικές σε υπολογισμούς σεισμολογικές εφαρμογές και εφαρμογές απεικόνισης. Με αυτές οι επιχειρήσεις αναλύουν γεωλογικά δεδομένα και το που πρέπει να κάνουν γεωτρήσεις για πετρέλαιο/αέριο. Η επιχείρηση πετρελαίου της Shell που εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα του Grid είναι ένας από τους κύριους παραγωγούς πετρελαίου και φυσικού αερίου της Αμερικής, εμπορεύεται φυσικό αέριο και βενζίνη και κατασκευάζει και πετροχημικά. Και η BP που είναι μια από τις μεγαλύτερες στον κόσμο επιχειρήσεις ενέργειας, χρησιμοποιεί αρχιτεκτονικές Grid και παρέχει στους πελάτες της καύσιμα για μεταφορά, ενέργεια για τη θέρμανση και φωτισμό, λιανικές υπηρεσίες και τα προϊόντα πετροχημικών για καθημερινές χρήσεις.

2.4.2 Data grids – Πλέγματα δεδομένων

Εστιάζουν στην ανάλυση δεδομένων. Αυτού του είδους τα πλέγματα συγκεντρώνουν πόρους για την εξερεύνηση βάσεων δεδομένων με σκοπό να ενισχύσουν δραστηριότητες: υποστήριξης αποφάσεων και ανάλυσης δεδομένων. Τα data grids είναι αρκετά δημοφιλή στην οικονομική κοινότητα και χρησιμοποιούνται για την διενέργεια οικονομικών αναλύσεων και αναλύσεων χαρτοφυλακίων (financial and portfolio analysis).

Έτσι αν ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να παραγάγει μια ανάλυση αποθεματικού σε λιγότερο χρόνο (με την χρήση data grid), κατόπιν η εταιρία και ο πελάτης ωφελούνται με το να εκτιμούν την εμπορική δυναμική τους γρηγορότερα από τους πελάτες άλλων εταιριών. Με αυτό το πλεονέκτημα, οι πελάτες μπορούν να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους και οι εταιρίες να αποκτήσουν συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών τους.

Ο γιγάντιος τραπεζικός οργανισμός HSBC χρησιμοποιεί αριθμό πλεγμάτων Grid σε όλο τον κόσμο (3,000 CPUs - 1,500 servers - 16 grids) που συνδέονται μεταξύ τους και χρησιμοποιούνται κυρίως από τα τμήματα επενδύσεων του τραπεζικού οργανισμού. Οι αναλύσεις παραγώγων και η αναλύσεις κινδύνου απαιτούν μεγάλα ποσά υπολογιστικής δύναμης που μόνο τα data grids μπορούν να προσφέρουν, με μικρό συγκριτικά κόστος .

Η Deutsche Bank χρησιμοποιεί Data grids για την ανάλυση κινδύνου χαρτοφυλακίων, ενώ το παράρτημά της στη Νέα Υόρκη εξετάζει καθημερινά πάνω από 1000 σενάρια για την ανάλυση της παγκόσμιας αγοράς και παρουσιάζει τα αποτελέσματά στο τέλος της ημέρας.

2.4.3 Collaborative grids – Συνεργατικά πλέγματα

Εστιάζουν στην απεικόνιση και τη διανομή μεγάλων, απαιτητικών σε γραφικά αρχείων μεταξύ ομάδων που συνεργάζονται (και είναι συχνά γεωγραφικά διασκορπισμένες). Αυτές ομάδες συνεργασίας χρησιμοποιούν τα πλέγματα για να σχεδιάσουν πολύπλοκα μοντέλα ή εικόνες σε πραγματικό χρόνο.

Η βιομηχανία κατασκευών χρησιμοποιεί την απέραντη δύναμη επεξεργασίας του πλέγματος για να υποστηρίξει την μοντελοποίηση και το σχεδιασμό σύνθετων προϊόντων (αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στις αυτοκινητικές και αεροδιαστημικές βιομηχανίες όπου τα πλέγματα χρησιμοποιούνται ως μέσα ενίσχυσης για την σύνθετη εργασία του σχεδιασμού ή για να παρέχουν ικανότητες συνεργασίας μεταξύ των τμημάτων σε μια αλυσίδα σχεδιασμού).

Τόσο η Boeing Company όσο και η Airbus, οι μεγαλύτερες αεροδιαστημικές βιομηχανίες (παράγουν εμπορικά και στρατιωτικά αεροσκάφη, ηλεκτρονικά και τμήματα από αμυντικά συστήματα, πυραύλους, δορυφόρους κ.α.) χρησιμοποιούν Collaborative Grids, για να ελαττώσουν τους χρόνους σχεδιασμού, ανάπτυξης και υλοποίησης. Σχεδιαστές σε όλα τα μέρη του κόσμου αναπτύσσουν π.χ διαφορετικά μέρη του αεροπλάνου, και χρειάζεται να μοιράζονται συνεχώς πληροφορίες καθώς δουλεύουν για την τελική συναρμολόγηση. Με παρόμοιο τρόπο χρησιμοποιούν τα grid και ορισμένες αυτοκινητοβιομηχανίες.

2.4.4 Governmental Grids – Κυβερνητικά πλέγματα

Οι κυβερνήσεις αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα με τους εμπορικούς χρήστες: ζητήματα εξελισιμότητας συστημάτων, αξιοπιστία συστημάτων, περιορισμό δαπανών για αγορά εξοπλισμών, υποεκμετάλλευση υπολογιστικών πόρων. Η τεχνολογία πλέγματος μπορεί να βοηθήσει τις κυβερνήσεις να βελτιώσουν τη χρησιμοποίηση των πόρων τους και να μειώσουν τις δαπάνες.

Κυβερνήσεις περισσότερο τεχνολογικά ώριμες αναγνωρίζουν πια τη στρατηγική σημασία του πλέγματος, ως μέσο για την διατήρηση της ανταγωνιστικότητας τους στις παγκόσμιες αγορές. Πολλές μεγάλες κυβερνήσεις επενδύουν σε προγράμματα πλέγματος με συνέπεια τις καινοτόμες ανακαλύψεις που θα οδηγήσουν σε προϊόντα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν με την πώλησή τους στις παγκόσμιες αγορές. Γνωστά κυβερνητικά πλέγματα είναι αυτά των Ηνωμένων Πολιτειών, της Ινδίας και της Μεγάλης Βρετανίας.

2.4.5 Utility grids - Πλέγματα αξιοποίησης / χρήσης (όχι κτήσης) τεχνολογικής υποδομής

Αυξάνονται συνεχώς στις εμπορικές αγορές. Το όφελος που προσφέρουν είναι ότι επιτρέπουν στους χρήστες πληροφοριακών υποδομών να ρυθμίσουν τις δαπάνες, ή να τις μεταχειριστούν έτσι ώστε να ρυθμίσουν τις συνολικές μηνιαίες ή ετήσιες δαπάνες. Εάν υπάρχει ανάγκη για περισσότερη υπολογιστική ισχύ ή αποθήκευση οι διαχειριστές πληροφοριακών υποδομών μπορούν να αποκτήσουν τους πόρους που χρειάζονται, της στιγμής που τους χρειάζονται — χωρίς να πρέπει απαραίτητως να αγοραστεί νέος εξοπλισμός. Μια

επιχείρηση μπορεί για να πληρώσει μόνο για την υπολογιστική δύναμη που χρειάζεται σε ένα πάροχο υπηρεσιών πλέγματος, αποφεύγοντας να αγοράσει νέα συστήματα για να διευθετήσει έτσι καταστάσεις στις οποίες εμφανίζονται απαιτήσεις πέραν του μέγιστου φόρτου εργασιών.

2.4.6 Enterprise optimization grids – Grid επιχειρηματικής βελτιστοποίησης

Κάνουν ακριβώς ότι δηλώνει το όνομά τους — βοηθούν τις επιχειρήσεις να αυξήσουν τη χρησιμοποίηση των πόρων τους μέσω ενός βελτιστοποιημένου σχεδίου πλέγματος. Αυτά τα πλέγματα εστιάζουν στην παροχή αυξανόμενων πόρων υπολογισμού και καλύτερης χρησιμοποίησης των συστημάτων αποθήκευσης για τις επιχειρήσεις που δοκιμάζουν να αυξήσουν την αποδοτικότητα του κεφαλαίου που επενδύουν σε νέα συστήματα υπολογιστών και αποθήκευσης.

2.5 ΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΤΟΥ GRID

Για να γίνει το Grid πραγματικά χρήσιμο χρειάζεται να προχωρήσουμε τις προγραμματιστικές του δυνατότητες από τις γλώσσες χαμηλού επιπέδου όπως assembly σε άλλες υψηλότερου επιπέδου και από τις περιορισμένες βιβλιοθήκες σε ολοκληρωμένες βιβλιοθήκες εφαρμογών. Οι στόχοι αυτοί είναι γνωστοί από το συμβατικό προγραμματισμό αλλά σε ένα περιβάλλον Grid αντιμετωπίζουμε το επιπρόσθετο πρόβλημα της προσαρμογής των πόρων ώστε να απαντούν στις απαιτήσεις των χρηστών. Όπως και στο συμβατικό προγραμματισμό ένα σημαντικό βήμα προς την υλοποίηση των παραπάνω στόχων είναι η ανάπτυξη προτύπων για εφαρμογές, προγραμματιστικά μοντέλα, εργαλεία και υπηρεσίες ώστε να επιτευχθεί ο καταμερισμός της εργασίας ανάμεσα στους χρήστες και στους σχεδιαστές των διάφορων συστατικών μερών του Grid.

Στην προσπάθεια αυτή δραστηριοποιούνται διάφορες κατηγορίες χρηστών ή σχεδιαστών η κάθε μια με διαφορετικούς στόχους και επιδιώξεις. Στο χαμηλότερο επίπεδο βρίσκονται οι σχεδιαστές του Grid οι οποίοι είναι αυτοί που έχουν επωμιστεί το σχεδιασμό

και την υλοποίηση αυτού στο οποίο θα μπορούσαμε να αναφερθούμε ως «Grid πρωτόκολλο» -σε αναλογία με το Internet πρωτόκολλο που προφέρει τις χαμηλού επιπέδου υπηρεσίες στο Internet- και προσφέρει τις βασικές υπηρεσίες που απαιτούνται για την κατασκευή του Grid. Πάνω από αυτούς βρίσκονται οι σχεδιαστές εργαλείων που χρησιμοποιούν υπηρεσίες του Grid για να κατασκευάσουν προγραμματιστικά μοντέλα και σχετικά εργαλεία, δημιουργώντας υπηρεσίες υψηλότερου επιπέδου που βρίσκονται πάνω από τις βασικές υπηρεσίες που προσφέρει η Grid αρχιτεκτονική. Οι σχεδιαστές εφαρμογών με τη σειρά τους εργάζονται πάνω σ' αυτά τα προγραμματιστικά μοντέλα, εργαλεία και υπηρεσίες για να κατασκευάσουν Grid εφαρμογές για τους απλούς χρήστες που ιδανικά μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις εφαρμογές χωρίς να ενδιαφέρονται για το γεγονός ότι στην ουσία λειτουργούν σε ένα Grid περιβάλλον. Μια πέμπτη ομάδα χρηστών είναι οι διαχειριστές του Grid οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο των συστατικών module του Grid.

2.5.1 Σχεδιαστές του Grid

Μια μικρή ομάδα από σχεδιαστές είναι υπεύθυνοι για την υλοποίηση των βασικών υπηρεσιών που αναφέρθηκαν παραπάνω.

2.5.2 Σχεδιαστές εργαλείων

Η δεύτερη ομάδα χρηστών είναι οι σχεδιαστές των εργαλείων, των compilers, των βιβλιοθηκών και άλλων που υλοποιούν το προγραμματιστικό μοντέλο και τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούν οι σχεδιαστές εφαρμογών. Οι σχεδιαστές εργαλείων (περιορισμένοι σε αριθμό) πρέπει να κατασκευάσουν τα εργαλεία βασιζόμενοι σε ένα πολύ στενό υπόβαθρο που αποτελείται από λίγο περισσότερα αντικείμενα απ' ότι το Internet πρωτόκολλο. Στο μέλλον το Grid θα παρέχει ένα πλουσιότερο σετ βασικών υπηρεσιών καθιστώντας έτσι δυνατή τη δημιουργία πιο εξελιγμένων και σταθερών εργαλείων. Αυτές οι βασικές υπηρεσίες αποτελούνται κυρίως από εκδόσεις υπηρεσιών που ήταν αποτελεσματικές στα σημερινά ολοκληρωμένα συστήματα, όπως η επικύρωση χρηστών, η διαχείριση διεργασιών, η πρόσβαση δεδομένων και η επικοινωνία και οι οποίες προστίθενται σε κάποιες νέες υπηρεσίες που αντιμετωπίζουν συγκεκριμένα προβλήματα του Grid περιβάλλοντος όπως ο καταμερισμός πόρων, η ανίχνευση σφαλμάτων, η ασφάλεια και η ηλεκτρονική πληρωμή.

2.5.3 Σχεδιαστές εφαρμογών

Η τρίτη ομάδα χρηστών αποτελείται από εκείνους που κατασκευάζουν Grid τμήματα και εφαρμογές. Σήμερα αυτοί οι προγραμματιστές γράφουν εφαρμογές σε μια γλώσσα που στην ουσία είναι assembly. Είμαστε πολύ μακριά από τις αποδοτικές, υψηλού επιπέδου γλώσσες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη sequential προγραμμάτων και τις προηγμένες υπηρεσίες πάνω στις οποίες στηρίζονται οι προγραμματιστές όταν χρησιμοποιούν αυτές τις γλώσσες όπως η δυναμική διαχείριση μνήμης και υψηλού επιπέδου I/O βιβλιοθήκες.

Τα μελλοντικά Grid θα χρειαστεί να αντιμετωπίσουν τις ανάγκες των σχεδιαστών εφαρμογών με δύο τρόπους. Πρέπει να παρέχουν προγραμματιστικά μοντέλα (υποστηριζόμενα από γλώσσες, βιβλιοθήκες και εργαλεία) που είναι κατάλληλα για Grid περιβάλλοντα και μια σειρά από υπηρεσίες (για ασφάλεια, ανίχνευση λαθών, διαχείριση πόρων, πρόσβαση δεδομένων κ.α.) τις οποίες οι προγραμματιστές θα μπορούν να καλούν όταν αναπτύσσουν εφαρμογές. Δεν υπάρχει συμφωνία για το τι προγραμματιστικό μοντέλο είναι κατάλληλο για Grid παρόλο που είναι φανερό ότι πολλά μοντέλα θα χρησιμοποιηθούν και θα δημιουργηθούν και νέα. Μια προσέγγιση είναι να υιοθετήσουμε μοντέλα που έχουν ήδη δοκιμαστεί επιτυχώς σε sequential ή παράλληλα περιβάλλοντα.

Επίσης περιμένουμε αρκετές νέες υπηρεσίες να δημιουργηθούν στα Grid περιβάλλοντα που θα υποστηρίζουν την ανάπτυξη πιο πολύπλοκων εφαρμογών. Για παράδειγμα, σε υπηρεσίες του Grid αντίστοιχες με συμβατικές όπως τα file systems θα δούμε νέες υπηρεσίες για ανεύρεση πόρων, ηλεκτρονική πληρωμή, ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων, configuration, διαχείριση κατανεμημένων συστημάτων και πολλές άλλες.

2.5.4 Απλοί χρήστες

Οι περισσότεροι χρήστες του Grid όπως και των υπολογιστών και των δικτύων δε γράφουν προγράμματα. Αντίθετα χρησιμοποιούν Grid εφαρμογές που κάνουν χρήση των Grid πόρων και υπηρεσιών. Αυτές οι εφαρμογές μπορεί να είναι πακέτα χημείας ή περιβαλλοντικά μοντέλα που χρησιμοποιούν Grid πόρους για υπολογισμό δεδομένων ή πακέτα επίλυσης προβλημάτων που βοηθούν στην παραμετροποίηση πειραμάτων ή μαθηματικά πακέτα επαυξημένα με κλήσεις σε δικτυακούς λύτες ή μηχανιστικά πακέτα που επιτρέπουν σε γεωγραφικά κατανεμημένους χρήστες να συνεργαστούν για τη σχεδίαση πολύπλοκων συστημάτων.

Οι απλοί χρήστες τυπικά θέτουν αυστηρές απαιτήσεις στα εργαλεία τους με σκοπό την αξιοπιστία, την προβλεψιμότητα, την εμπιστευτικότητα και τη χρησιμότητα. Η κατασκευή εφαρμογών που θα μπορούν να απαντούν σ' αυτές τις απαιτήσεις σε πολύπλοκα Grid περιβάλλοντα αποτελεί μια σπουδαία ερευνητική πρόκληση.

2.5.5 Διαχειριστές του Grid

Η τελευταία ομάδα χρηστών με την οποία θα ασχοληθούμε είναι οι διαχειριστές συστήματος που πρέπει να ελέγχουν το υπόβαθρο πάνω στο οποίο λειτουργούν τα Grid. Η εργασία αυτή είναι δύσκολη εξαιτίας του μεγάλου βαθμού διαμοίρασης τον οποίο έχουν σχεδιαστεί να υποστηρίζουν τα Grid. Οι κοινότητες των χρηστών και των πόρων που σχετίζονται με ένα Grid συχνά καλύπτουν πολλές περιοχές διαχειριστών και έτσι νέες υπηρεσίες θα προκύψουν που θα απαιτούν κατανεμημένη διαχείριση. Επιπλέον μεμονωμένοι πόροι μπορούν να συμμετέχουν σε διαφορετικά Grid το καθένα με τη δική του κοινότητα χρηστών, πολιτική πρόσβασης κλπ. Για να είναι ένα Grid αποτελεσματικό κάθε συμμετέχων πόρος πρέπει να διευθύνεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται κατάλληλη ισορροπία ανάμεσα στην τοπική πολιτική απαιτήσεων και στις ανάγκες της γενικότερης Grid κοινότητας. Αυτό το πρόβλημα έχει μια σαφή πολιτική διάσταση και νέες τεχνικές χρήσεις απαιτούνται.

Νέα θέματα διαχείρισης που ανακύπτουν στα Grid περιλαμβάνουν εγκατάσταση, καταγραφή και επιβολή τοπικών πολιτικών σε περιπτώσεις, όπου οι χρήστες είναι πολλοί και δυναμικοί, διαπραγμάτευση πολιτικών με άλλα site και χρήστες, χρέωση και πληρωμή λογαριασμών και εγκατάσταση και διαχείριση αγορών και άλλων μηχανισμών ανταλλαγής πόρων. Υπάρχουν ενδιαφέροντες παραλληλισμοί ανάμεσα σε αυτά τα προβλήματα και στα θέματα διαχείρισης που αναδύονται στις ηλεκτρικές και τραπεζικές βιομηχανίες.

3

Σύγκριση Middleware

3.1 Middleware

Το middleware είναι λογισμικό το οποίο συνδέει στοιχεία λογισμικού ή εφαρμογές. Το λογισμικό αυτό αποτελείται από ένα σετ υπηρεσιών οι οποίες επιτρέπουν σε πολλαπλές διαδικασίες, οι οποίες εκτελούνται σε ένα ή περισσότερους υπολογιστές, να αλληλεπιδρούν. Αυτή η τεχνολογία προσφέρει διαλειτουργικότητα υποστηρίζοντας συνεκτικά καταναμημένες αρχιτεκτονικές, οι οποίες πιο συχνά χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν και να απλουστεύσουν σύνθετες, καταναμημένες εφαρμογές. Περιλαμβάνει web servers, application servers, και παρόμοια εργαλεία τα οποία υποστηρίζουν ανάπτυξη και παράδοση υπηρεσιών. Το middleware είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καινούργιας τεχνολογίας, η οποία βασίζεται στις XML, SOAP, Webservices και προσανατολισμένη στις υπηρεσίες αρχιτεκτονική.

Το middleware βρίσκεται «στη μέση» μεταξύ εφαρμογών λογισμικού, τα οποία μπορεί να εκτελούνται σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Μοιάζει με το μεσαίο στρώμα από ένα ενιαίο σύστημα αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων, με τη διαφορά ότι αυτό λειτουργεί ανάμεσα σε πολλαπλά συστήματα ή εφαρμογές. Τέτοια παραδείγματα είναι τα: EAI Software /Enterprise Application Intergration - χρήση λογισμικού και υπολογιστικών συστημάτων για την ενσωμάτωση επιχειρησιακών εφαρμογών στον υπολογιστή-, τηλεπικοινωνιακά λογισμικά, λογισμικά παρακολούθησης συναλλαγών και τέλος λογισμικά μηνυμάτων και αναμονής.

Η διάκριση στη λειτουργικότητα ανάμεσα στο λειτουργικό σύστημα και στο middleware είναι κατ' επέκταση, αυθαίρετη. Ενώ ο πυρήνας του πυρήνα της λειτουργικότητας παρέχεται απ' το ίδιο το λειτουργικό σύστημα, στο παρελθόν κάποια λειτουργικότητα παρέχονταν επίσης από middlewares που πωλούνταν ξεχωριστά, τώρα πια

έχουν ενσωματωθεί όλα στα λειτουργικά συστήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η στοίβα πρωτοκόλλων TCP/IP για τις τηλεπικοινωνίες, η οποία στις μέρες μας παρέχεται σχεδόν σε κάθε λειτουργικό σύστημα.

Στην τεχνολογία προσομοίωσης, το middleware χρησιμοποιείται στο πλαίσιο υψηλού επιπέδου αρχιτεκτονικής, η οποία εφαρμόζεται σε πολλές κατανεμημένες προσομοιώσεις. Είναι ένα στρώμα λογισμικού το οποίο απλώνεται ανάμεσα στον κώδικα εφαρμογής και στο χρόνο εκτέλεσης των υποδομών. Το middleware αποτελείται από μια βιβλιοθήκη συναρτήσεων, και επιτρέπει σε έναν αριθμό εφαρμογών να χρησιμοποιούν αυτές τις συναρτήσεις από την κοινή βιβλιοθήκη παρά να ξαναδημιουργούν αυτές για κάθε εφαρμογή.

3.1.1 Ορισμοί

Το middleware είναι ένα λογισμικό το οποίο παρέχει μια σύνδεση ανάμεσα σε διαφορετικές εφαρμογές λογισμικού. Το middleware πολλές φορές καλείται «σωλήνωση» επειδή συνδέει δύο εφαρμογές και διακίνηει πληροφορίες μεταξύ τους. Το middleware επιτρέπει σε πληροφορίες, οι οποίες περιέχονται σε μια βάση δεδομένων, να προσπελαύνονται από άλλη. Αυτός ο ορισμός ταιριάζει στο λογισμικό ενσωμάτωσης επιχειρησιακών εφαρμογών και ενσωμάτωσης πληροφοριών.

Το Object web ορίζει το middleware ως: « Ένα στρώμα λογισμικού ανάμεσα στο λειτουργικό σύστημα και στις εφαρμογές, σε κάθε πλευρά ενός κατανεμημένου υπολογιστικού συστήματος σε ένα δίκτυο.».

3.1.2 Προέλευση

Το middleware είναι σχετικά καινούργια προσθήκη στο χώρο των υπολογιστών. Κέρδισε δημοσιότητα τη δεκαετία του 1980 σαν λύση στο πρόβλημα της σύνδεσης νεότερων εφαρμογών με παλαιότερα συστήματα, παρόλο που ο όρος ήταν σε χρήση ήδη από το 1968. Επίσης διευκολύνει κατανεμημένες διαδικασίες, σύνδεση πολλαπλών εφαρμογών για τη δημιουργία μιας μεγαλύτερης εφαρμογής, συνήθως πάνω σε ένα δίκτυο.

3.1.3 Οργανισμοί

Οι IBM, Red Hat και Oracle Corporation είναι οι σημαντικότεροι πωλητές παροχής middleware. Πωλητές όπως οι Axway, SAP, TIBCO, Informatica, Perrasive και webMethods

παρείχαν εργαλεία middleware προσανατολισμένα στο web. Ομάδες όπως οι Apache Software Foundation και οι Objectweb Consortium ενθάρρυναν την ανάπτυξη ανοικτού κώδικα middleware. Το πλαίσιο αρχιτεκτονικής της Microsoft Net, είναι στην ουσία το middleware με τυπικές συναρτήσεις κατανεμημένες ανάμεσα σε ποικίλα προϊόντα με αλληλεπίδραση μεταξύ υπολογιστών με τα πρότυπα της βιομηχανίας, άνοιξε την άδεια λογισμικού APIS.

3.1.4 Χρήση του middleware

Οι middleware υπηρεσίες παρέχουν ένα πιο λειτουργικό σετ διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών για να επιτρέπουν σε μια εφαρμογή να:

- εντοπίζεται με διαφάνεια στο δίκτυο, ενώ παρέχεται αλληλεπίδραση με άλλη υπηρεσία ή εφαρμογή.
- είναι ανεξάρτητη από τις υπηρεσίες δικτύου.
- είναι αξιόπιστη και πάντα διαθέσιμη σε σύγκριση με το λειτουργικό σύστημα και τις υπηρεσίες δικτύου.

Το middleware προσφέρει μοναδικά πλεονεκτήματα στις επιχειρήσεις και στη βιομηχανία. Για παράδειγμα παραδοσιακά συστήματα βάσεων δεδομένων αναπτύχθηκαν σε κλειστά περιβάλλοντα, όπου οι χρήστες έχουν πρόσβαση στο σύστημα μόνο διαμέσου ενός περιορισμένου δικτύου ή ενός ενδοδικτύου. Με τη φαινομενική ανάπτυξη του World Wide Web, οι χρήστες έχουν πρόσβαση εικονικά σε οποιαδήποτε βάση δεδομένων για την οποία έχουν τα απαραίτητα δικαιώματα πρόσβασης οπουδήποτε κι αν βρίσκονται στον κόσμο. Το πρόβλημα των ποικίλων στρωμάτων διαλειτουργικότητας αποδίδεται στις διαφορετικές δομές των βάσεων δεδομένων. Το middleware διευκολύνει διαφανή πρόσβαση σε παλαιότερα συστήματα βάσεων δεδομένων ή εφαρμογές διαμέσου συστήματα βάσεων δεδομένων ή εφαρμογές διαμέσου webserver χωρίς να υπολείπονται συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των βάσεων δεδομένων. Οι επιχειρήσεις συχνά χρησιμοποιούν middleware εφαρμογές για να συνδέσουν πληροφορίες από διάφορες βάσεις δεδομένων, όπως μισθοδοσίας, πωλήσεων και λογιστηρίου ή βάσεις δεδομένων οι οποίες εδρεύουν σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες. Στην υψηλή ανταγωνιστική κοινωνία περίθαλψης, τα εργαστήρια κάνουν εκτεταμένη χρήση middleware εφαρμογών για τη συλλογή πληροφοριών, την αποθήκευση πληροφοριών συστήματος των εργαστηρίων και τον συνδυασμό συστημάτων κατά την συγχώνευση νοσοκομείων.

Το middleware βοηθάει να γεφυρωθεί το κενό ανάμεσα σε ξεχωριστά συστήματα πληροφοριών εργαστηρίων σε ένα νεοσχηματισμένο δίκτυο περίθαλψης. Το middleware

βοηθάει τους δημιουργούς λογισμικού να αποφεύγουν το γράψιμο σε διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών για κάθε πρόγραμμα ελέγχου, «σερβίροντας» το σαν μια ανεξάρτητη διεπαφή προγραμματισμού για τις εφαρμογές τους. Τέλος, το ηλεκτρονικό εμπόριο χρησιμοποιεί middleware σαν βοήθεια στο χειρισμό και με ασφάλεια συναλλαγών πάνω από πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα υπολογιστών. Εν συντομία, το middleware έχει γίνει ένα κρίσιμο στοιχείο για ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών, εξαιτίας της δυνατότητάς του να φέρνει κοντά δυναμικό από μη ομοιογενή δίκτυα ή πλατφόρμες υπολογιστών.

3.1.5 Τύποι Middleware

Η ταξινόμηση του Hurwitz οργάνωσε πολλούς τύπους middleware, τα οποία είναι διαθέσιμα. Αυτές οι ταξινομήσεις βασίζονται στην επεκτασιμότητα και στην ανάκτηση:

- Remote Procedure Call - ο πελάτης κάνει κλήσεις σε διαδικασίες που τρέχουν σε απομακρυσμένα συστήματα. Μπορεί να είναι σύγχρονες ή ασύγχρονες.
- Message Oriented Middleware - Τα μηνύματα που στέλνονται στον πελάτη συλλέγονται και αποθηκεύονται ενώ ο πελάτης συνεχίζει με άλλες διαδικασίες.
- Object Request Broker - Αυτός ο τύπος middleware δίνει τη δυνατότητα στις εφαρμογές να στέλνουν αντικείμενα και υπηρεσίες σε ένα σύστημα προσανατολισμένο στα αντικείμενα.
- SQL - oriented Data Access - είναι το middleware ανάμεσα στους servers των εφαρμογών και των βάσεων δεδομένων.
- Embedded Middleware - υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών και ολοκληρωμένη διεπαφή λογισμικού που λειτουργεί ανάμεσα σε ενσωματωμένες εφαρμογές και λειτουργικά συστήματα πραγματικού χρόνου.

3.2 Σύγκριση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγκριση έχει πραγματοποιηθεί με βάση την θεώρηση ότι τα συστήματα Grid τρίτης γενιάς βασίζονται σε κοινοτικά πρότυπα. Ειδικότερα, η αρχιτεκτονική των διαφόρων middlewares συγκλίνει προς την OGSA (Open Grid Service Architecture). Η OGSA είναι μια εννοιολογική αρχιτεκτονική, η οποία ορίζεται από το Open Grid Forum, και προσδιορίζει μια

σειρά από δυνατότητες που θα πρέπει να παρέχει ένα Grid middleware για την εφαρμογή του Grid. Αυτή η εννοιολογική αρχιτεκτονική είναι υπηρεσιοστραφής και βασίζεται στην Web Services Architecture [WSA] συν ένα σύνολο επεκτάσεων (π.χ., Web Services Resource Framework [WSRF]).

Έχοντας κατά νου ότι όλες οι πλατφόρμες που επιλέξαμε δεν μπορούν να θεωρηθούν πλήρως υπηρεσιοστραφείς, θα διεξάγουμε τη σύγκριση με βάση τις OGSA δυνατότητες.

Ο όρος ικανότητα ορίζεται ως "μια σειρά από μία ή περισσότερες υπηρεσίες που παρέχουν από κοινού μια λειτουργία που είναι χρήσιμη σε ένα πλαίσιο Grid". Ο όρος υπηρεσία ορίζεται ως «μια συνιστώσα λογισμικού που συμμετέχει σε μια υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική που παρέχει λειτουργικότητα ή / και συμμετέχει στην υλοποίηση ενός ή περισσότερων δυνατοτήτων". Για τους σκοπούς αυτής της εργασίας, ορίζουμε την ικανότητα ως "ικανότητα που χρησιμοποιείται για ένα συγκεκριμένο σκοπό". Μετά τον ορισμό αυτό, ένα Grid middleware παρέχει μια συγκεκριμένη δυνατότητα αν το middleware είναι σε θέση να χρησιμοποιηθεί για τους σκοπούς που προσδιορίζονται από την περιγραφή της δυνατότητας αυτής.

Έχουμε εντοπίσει, λοιπόν, μια ιεραρχική «αποσύνθεση» των OGSA δυνατοτήτων και έχουμε κατασκευάσει ένα πίνακα που μας επιτρέπει να αναλύσουμε μια συγκεκριμένη Grid πλατφόρμα με βάση τις δυνατότητες αυτές. Ένας τέτοιος πίνακας (βλέπε πίνακα 1) λειτουργεί ως πρότυπο για την περιγραφή μιας πλατφόρμας και αποτελείται από δύο κύρια μέρη: ένα τμήμα-περίληψη και ένα τμήμα-δυνατοτήτων. Το πρώτο παρέχει γενικές πληροφορίες σχετικά με την πλατφόρμα που αναλύεται (π.χ., το όνομα, την τελευταία σταθερή έκδοση και άδεια), ενώ το δεύτερο περιέχει τη λίστα των δυνατοτήτων που υποστηρίζονται με αναφορά στο όνομα του υποσυστήματος, την κατάσταση ανάπτυξης (planning, alpha, beta, production, mature, inactive-σχεδιασμός, άλφα, βήτα, παραγωγή, ώριμη, ανενεργή), τα υιοθετημένα πρότυπα, καθώς και τα πρότυπα που προβλέπονται για τη μελλοντική έκδοση.

Name	Name of the middleware
Last Stable Version	Version of the last stable release
Dissemination Website	URL of the dissemination website
Source Code Repository	URL of the code repository
Reference Document Architecture	URL of the most relevant architectural document
Licence	Software Licence used to release the code
Deployment Size	Number of administrative institutions that install and manage a site using this middleware

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
	Security.Authentication			
	Security.CredentialStorage			
	Security.Delegation			
	Security.Authorization			
	Security.AttributeAuthority			
	Security.IdentityMapping			
	Security.Accounting			
	Data.Transfer			
	Data.Management.Transfer			
	Data.Management.Replica			
	Data.Management.Storage			
	Data.Naming.Resolver			
	Data.Naming.Scheme			
	Data.Access.Relational			
	Data.Access.XML			
	Data.Access.FlatFiles			
	Information.Model			
	Information.Discovery			

Information.Logging				
Information.Monitoring				
Information.Provenance				
ExecMan.BES				
ExecMan.JobDescription				
ExecMan.JobManager				
ExecMan.ExecutionAndPlanning				
ExecMan.CandidateSetGenerator				
ExecMan.Reservation				

Πίνακας 1: Πίνακας-πρότυπο για την περιγραφή μιας πλατφόρμας

Στη συνέχεια ακολουθεί συνθετική περιγραφή κάθε δυνατότητας που υπάρχει στον πίνακα 1.

ΑΣΦΑΛΕΙΑ

-Security.Authentication

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα να παρέχει μηχανισμούς ελέγχου για τους χρήστες, το υλικό(hardware) και τις υπηρεσίες του Grid.

-Security.CredentialStorage

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα να παρέχει μια ηλεκτρονική πιστοποίηση αποθήκευσης που επιτρέπει στους χρήστες να αποκτήσουν πιστοποιήσεις με ασφάλεια, όταν και όπου χρειάζεται.

-Security.Delegation

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα για το χρήστη να δώσει σε μια υπηρεσία την άδεια να προβεί σε συγκεκριμένες δραστηριότητες ή αποφάσεις για λογαριασμό της.

-Security.Authorization

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα χειρισμού των αδειοδοτήσεων, λήψης αποφάσεων αδειοδότησης σχετικά με το θέμα και το ζητούμενο τρόπο πρόσβασης με βάση το συνδυασμό πληροφοριών από διάφορες διακριτές πηγές.

-Security.AttributeAuthority

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα σύνδεσης με έναν αξιόπιστο τρόπο ενός χρήστη με ένα σύνολο χαρακτηριστικών με ένα αξιόπιστο συμμετοχο, μέσω ψηφιακά υπογεγραμμένων διαβεβαιώσεων.

-Security.IdentityMapping

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα της χαρτογράφησης διαπιστευτηρίων Grid-επιπέδου σε διαπιστευτήρια τοπικού επιπέδου (πχ: η χαρτογράφηση ενός πιστοποιητικού χρήστη X.509 σε ένα UNIX λογαριασμό).

-Security.Accounting

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα της συστηματικής καταγραφής, αναφοράς και ανάλυσης της χρήσης των πόρων.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ**-Data.Transfer**

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα της μετακίνησης ενός αρχείου από τον ένα δικτυακό τόπο στον άλλο. Αναφέρεται στην πραγματική μεταφορά (πχ., που πραγματοποιούνται από πρωτόκολλα όπως το FTP, GridFTP, ή HTTP).

-Data.Management.Transfer

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα διαχείρισης μιας μεταφοράς αρχείων από την αρχή έως την ολοκλήρωσή της.

-Data.Management.Replica

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα διαχείρισης της δημιουργίας αντιγράφων αρχείων, κατόπιν αιτήσεως.

-Data.Management.Storage

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα διαχείρισης των πόρων αποθήκευσης, από απλά συστήματα όπως disk-servers μέχρι και σύνθετα ιεραρχικά συστήματα.

-Data.Naming.Resolver

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα απόδοσης ενός ονόματος σε ένα άλλο.

-Data.Naming.Scheme

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα επισύναψης ονομάτων σε πηγές δεδομένων. (Για να αξιολογήσει εάν θα πρέπει να μεταφερθεί στην υποδομή κύριας κατηγορίας και όχι στα δεδομένα). Στο OGSA, ένα τριεπίπεδο σχήμα ονομασίας ορίζεται ως εξής: (1) ανθρωποκεντρικό όνομα, (2) αφηρημένο όνομα (3) διεύθυνση.

-Data.Access.Relational

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα να παρέχει πρόσβαση σε μια σχετική πηγή δεδομένων.

-Data.Access.XML

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα να παρέχει πρόσβαση σε μια XML πηγή δεδομένων.

-Data.Access.FlatFiles

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα να παρέχει πρόσβαση σε ένα απλό αρχείο.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

-Information.Model

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα μοντελοποίησης πόρων με βάση έναν κοινά αποδεκτό ορισμό.

-Information.Discovery

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα εντοπισμού άγνωστων πόρων ή υπηρεσιών, ενδεχομένως ικανοποιώντας μια σειρά απαιτήσεων.

-Information.Logging

Αυτό το χαρακτηριστικό έχει σχέση με τη δυνατότητα καταγραφής δεδομένων, συνήθως χρονολογικά.

-Information.Monitoring

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα της περιοδικής παρατήρησης μετρήσεων, της μετατροπής τους και της διάθεσής τους σε χρήστες ή άλλες εφαρμογές.

-Information.Provenance

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα να παρέχουν μακροχρόνια αποθήκευση των πληροφοριών που σχετίζονται με δραστηριότητα Grid και να αφήνουν αυτές τις πληροφορίες να είναι προσβάσιμες από τους χρήστες ή άλλες εφαρμογές.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ**Execution Management-ExecMan****-ExecMan.BES**

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα εκτέλεσης μιας εργασίας ή μιας ομάδας εργασιών.

-ExecMan.JobDescription

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα να επιτρέπει στους χρήστες να περιγράψουν μια αίτηση υποβολής εργασίας σε γλώσσα μηχανής.

-ExecMan.JobManager

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα διαχείρισης της εκτέλεσης μιας εργασίας ή ενός συνόλου εργασιών από την αρχή μέχρι το τέλος.

-ExecMan.ExecutionAndPlanning

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα δημιουργίας προγράμματος εργασιών, δηλαδή, η δυνατότητα καθορισμού των αντιστοιχιών μεταξύ υπηρεσιών και πόρων, ενδεχομένως με χρονικούς περιορισμούς.

-ExecMan.CandidateSetGenerator

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα του καθορισμού του συνόλου των πόρων πάνω στο οποίο μπορεί να εκτελεστεί ένα μέρος της εργασίας.

-ExecMan.Reservation

Αυτό το χαρακτηριστικό σχετίζεται με την ικανότητα διαχείρισης της κράτησης των πόρων για μελλοντική χρήση.

3.2.1 Περιγραφές Πλατφορμών

3.2.1.1 *g-Lite*

Name	gLite
Last Stable Version	3.0.0
Dissemination Website	http://glite.web.cern.ch/glite/

Source Code Repository	http://jra1mw.cvs.cern.ch:8180/cgi-bin/jra1mw.cgi/
Reference Document Architecture	https://edms.cern.ch/document/594698/1.0/
Licence	Apache 2.0 (soon)

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	GT GSI	mature	IETF RFC3820, ITU-T X.509	
Security.CredentialStorage	MyProxy	mature	IETF RFC3820, ITU-T X.509	
Security.Delegation	GT GSI	mature	IETF RFC3820	
Security.AttributeAuthority	VOMS	production		
Security.Authorization	G-PBox	beta	XACML 1.1	XACML 1.1, SAML 2
Security.Authorization	gJAF	beta	XACML 1.1	SAML 2
Security.Authorization	GridSite	production		
Security.Authorization	LCAS	production		
Security.IdentityMapping	LCMAPS	production		
Security.Accounting	DGAS	production		OGF RUS/UR
Security.Accounting	APEL	production		
Data.Transfer	GridFTP		GridFTP	
Data.Management.Transfer	FTS	production		
Data.Management.Storage	DPM	production	SRM 2.1.1	SRM 2.2
Data.Management.Storage	StoRM	production	SRM 2.1.1	SRM 2.2
Data.Naming.Scheme	LFN,TURL,SURL	production		
Data.Naming.Resolver	LFC	production		

Information.Model	GLUE Schema	production		CIM
Information.Discovery	MDS 2.x + BDII	production		
Information.Discovery	R-GMA	Mature		
Information.Discovery	Service Discovery	production		
Information.Logging	Logging And Bookeeping	production		
Information.Monitoring	R-GMA	production		
Information.Monitoring	GridICE	production		
Information.Monitoring	CEMon	production	SOAP 1.2, WSDL 1.1	
Information.Provenance	Job Provenance	beta		
ExecMan.BES	LCG CE	production	GRAM	
ExecMan.BES	gLite-CE	production		
ExecMan.BES	CREAM	beta	OGSA-BES, JSDL	OGSA-BES , JSDL
ExecMan.JobDescription	JDL	production		JSDL
ExecMan.JobManager	WMS	production		
ExecMan.ExecutionAndPlanning	WMS	production		
ExecMan.CandidateSetGenerator	WMS	production		
ExecMan.Reservation	Advance Reservation	alpha	WS-Agreement	

Πίνακας 2: Ανάλυση του gLite

3.2.1.1.1 Security

Στο gLite, οι υπηρεσίες ασφαλείας περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες Authentication, Authorization και Auditing που επιτρέπουν τη ταυτοποίηση των οντοτήτων (χρήστες,

συστήματα και υπηρεσίες), επιτρέπουν ή απαγορεύουν την πρόσβαση σε πόρους και υπηρεσίες, και παρέχουν πληροφορίες για την μετέπειτα ανάλυση των γεγονότων που σχετίζονται με την ασφάλεια [EGEEARCH].

3.2.1.1.1.1 *Security.Authentication*

Οι ισχυρισμοί ταυτότητας βασίζονται στα X.509v3 πιστοποιητικά δημόσιου κλειδιού (public key) [PKI], ενώ το single sign-on βασίζεται σε proxy πιστοποιητικά (RFC3820) [RFC3820]. Αυτό καθιστά τα συστήματα ταυτοποίησης που βασίζονται στα PKI με proxy πιστοποιήσεις, το σημείο έναρξης των υπηρεσιών πιστοποίησης στο gLite. Τα proxies μπορούν να παραχθούν είτε βασιζόμενα σε μακροπρόθεσμες πιστοποιήσεις χρήστη ή μέσω της ενσωμάτωσης με συστήματα με πιστοποιήσεις στο επίπεδο των δικτυακών τόπων (π.χ., Kerberos Leveraged PKI [KLP]). Πρόσφατα ξεκίνησε μια δραστηριότητα για την παραγωγή του πιστοποιητικού X509 από πιστοποιήσεις Shibboleth [SHIB] [EGEESHIB].

3.2.1.1.1.2 *Security.CredentialStorage*

Οι μακροπρόθεσμες πιστοποιήσεις χρήστη είναι δυνατόν να διατηρηθούν για την αντιμετώπιση της κινητικότητας χρήστη ή της ανανέωσης proxy . Το gLite υιοθετεί το MyProxy [MYPROXY] για τον χειρισμό αυτής της δυνατότητας.

3.2.1.1.1.3 *Security.Delegation*

Έχει επιλεχθεί η χρήση των πιστοποιητικών Proxy [RFC3820], για να είναι σε θέση οι χρήστες του Grid να αναθέσουν κάποιο υποσύνολο των προνομίων τους σε μια άλλη οντότητα (που δημιουργήθηκε δυναμικά) σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Είναι ο μηχανισμός που υιοθετήθηκε ευρύτερα από τη Grid κοινότητα μέχρι σήμερα, καθώς δεν χρειάζεται επιπλέον υπηρεσίες υποδομής, και την ίδια στιγμή, δίνει λύση στα προβλήματα της απλής εισόδου και της ταυτοποίησης δυναμικής οντότητας. Εκτός από την παροχή ορισμένων χονδρικών ελέγχων (όπως η περιγραφή αν όλα ή ένα μέρος των προνομίων του χρήστη υπαινίσσονται στην πιστοποίηση και το δικαίωμα για περαιτέρω πιστοποίηση), υπάρχει πάντα χώρος για προσθήκη αυθαίρετων, σύμφωνα με την εφαρμογή, περιορισμών.

3.2.1.1.1.4 *Security.Authorization*

Η αρχιτεκτονική gLite οραματίζεται τέσσερα κύρια συστήματα εξουσιοδότησης. Το πρώτο είναι το GridSite, ένα σύστημα εξουσιοδότησης με βάση το GACL που βασίζεται στο Apache [GRIDSITE].

Το δεύτερο είναι το gJAF (gLite Java Authorization Framework). Το τρίτο σύστημα είναι ένα τοπικό σύστημα εξουσιοδότησης που ονομάζεται LCAS (Τοπικό Κέντρο Άδεια Υπηρεσία) [LCAS]. Αυτό είναι μια site-local υπηρεσία που μπορεί να εξουσιοδοτήσει χρήστες με βάση το όνομά τους, την υπαγωγή τους σε κάποιο VO, και των ζητούμενων πόρων. Σχετίζεται στενά με το LCMAPS (βλ. Security.IdentityMapping). Το τέταρτο είναι το G-PBox [GPBOX], το οποίο είναι μια υπηρεσία ισχυρισμού πολιτικής, η οποία εκδίδει αιτήσεις που δίνουν σε ένα χρήστη (ή ένα σύνολο χρηστών), το ρητό προνόμιο να εκτελέσει μια ενέργεια (ή ένα σύνολο ενεργειών) σε ένα συγκεκριμένο πόρο (ή ένα σύνολο πόρων).

Το G-PBox είναι ένα πιο σύνθετο πλαίσιο. Μια απόφαση εξουσιοδότησης είναι πολύπλοκο έργο που απαιτεί τον συνδυασμό πληροφοριών από διάφορες διακριτές πηγές. Επίσης μπορεί να υπάρχουν διαφορετικές πολιτικές (με προσανατολισμό τους VO, με προσανατολισμό τα τοπικά συστήματα, και ένα συνδυασμό των δύο). Το G-PBox παρέχει ένα σημείο λήψης πολιτικής τακτικής (Policy Decision Point-PDP) που βασίζεται σε πολιτικές που εκπροσωπούνται όπως το XACML για τη διενέργεια της αξιολόγησης εξουσιοδότησης. Το G-PBox είναι σήμερα σε εξέλιξη και δεν έχει συμπεριληφθεί ακόμη στο gLite.

3.2.1.1.1.5 *Security.AttributeAuthority*

Υπάρχουν δύο βασικά είδη πηγών εξουσιοδότησης. Το πρώτο είναι το Virtual Organization Membership Service (VOMS) [VOMS], το οποίο είναι μια Αρχή Ιδιοτήτων (Attribute Authority-AA), η οποία συνδέει με έναν αξιόπιστο τρόπο ένα χρήστη με ένα σύνολο χαρακτηριστικών με ένα αξιόπιστο συμμετόχο, μέσω ψηφιακά υπογεγραμμένων διαβεβαιώσεων.

3.2.1.1.1.6 *Security.IdentityMapping*

Στο gLite, η χαρτογράφηση των πιστοποιήσεων Grid σε ένα τοπικό λογαριασμό UNIX διεξάγεται από την υπηρεσία LCMAPS (Local Credential Mapping Service)[LCMAPS]. Καθιστά βέβαιο ότι τα αιτήματα χρήστη είναι sandboxes σε τοπικό

λογαριασμό με μοναδικές ιδιότητες μέλους ομάδας. Οι λογαριασμοί αυτοί μπορούν να καλύψουν μια μηχανή ή ένα σύμπλεγμα, εν ολίγοις, ένα ολόκληρο διοικητικό τομέα. Η LCMAPS συνήθως συνδυάζεται με την LCAS (Local Centre Authorization Service) [LCAS].

3.2.1.1.1.7 *Security.Accounting*

Στο gLite υπάρχουν δύο διαφορετικά και συμπληρωματικά λογιστικά συστήματα. Το πρώτο είναι το Καταναμημένο Λογιστικό Σύστημα Grid (Distributed Grid Accounting System-DGAS). Παρέχει μέτρηση, λογιστική και εξισορρόπηση λογαριασμού της χρήσης πόρων, σε ένα πλήρως καταναμημένο Grid περιβάλλον μέσω ενός αυθαίρετου αριθμού διανεμημένων λογιστικών servers και (προαιρετικά) servers για την τιμολόγηση των πόρων. Το DGAS επιτρέπει στα αρχεία χρήσης να διαβιβάζονται από τους λογιστικούς servers των sites σε αυτούς των VOs, έτσι ώστε αυτή η λογιστική πληροφορία να είναι διαθέσιμη (μέσω της κατάλληλου μηχανισμού εξουσιοδότησης) και στους χρήστες και στα sites, ενώ παράλληλα διατηρεί μια λογική κλιμάκωση που δε μπορεί να επιτευχθεί από μια μονή κεντρική λογιστική αποθήκη. Το δεύτερο σύστημα λογιστικής που συμπεριλαμβάνεται στο gLite είναι το APEL. Δίνει τη δυνατότητα να μεταβιβάζονται λογιστικές πληροφορίες σε μια κεντρική βάση δεδομένων στο Κέντρο Επιχειρήσεων Grid (Grid Operations Centre-GOC) και να παρέχονται γραφικές αναπαραστάσεις των συγκεντρωτικών λογιστικών πληροφοριών.

3.2.1.1.2 *Data*

3.2.1.1.2.1 *Data.Transfer*

Στο gLite, η μεταφορά των φακέλων διενεργείται στηριζόμενη στο πρωτοκόλλο GridFTP [GRIDFTP], μέσω της SRM διεπαφής [SRM2.2].

3.2.1.1.2.2 *Data.Management.Transfer*

Στο gLite middleware, η διαχείριση της μεταφοράς δεδομένων είναι μέρος μιας κατηγορίας υπηρεσιών που ονομάζεται κίνηση δεδομένων. Στην κατηγορία αυτή, η gLite Υπηρεσία Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Service-FTS) είναι μια υψηλού επιπέδου υπηρεσία κίνησης δεδομένων, υπεύθυνη για τη διακίνηση σετ αρχείων από το ένα site στο άλλο, επιτρέποντας ταυτόχρονα στα sites που συμμετέχουν να ελέγχουν τη χρήση των πόρων του δικτύου. Ο έλεγχος περιλαμβάνει την επιβολή των πολιτικών της ιστοσελίδας όπως

μηχανισμούς δίκαιου μεριδίου σε προκαθορισμένα κανάλια. Είναι σχεδιασμένο για μετακίνηση από σημείο σε σημείο φυσικών αρχείων. Η FTS έχει αφιερώσει διεπαφές για τη διαχείριση των καναλιών και τη παρουσίαση στατιστικών στοιχείων τρεχουσών μετακινήσεων. Η FTS είναι επίσης σε θέση να επικοινωνεί με εξωτερικούς Καταλόγους Αρχείων Grid μέσω της χρήσης plug-in αναλόγως του VO. Αυτό επιτρέπει, για παράδειγμα, ότι το αρχείο που πρόκειται να μεταφερθεί, επίσης, μπορεί να καθοριστεί με τη χρήση ενός Λογικού Ονόματος Αρχείου (Logical File Name-LFN) [GLITEPROG].

Η FTS έχει τρεις διεπαφές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προγραμματισμό. Η File Transfer Interface χρησιμοποιείται για να υποβάλουν File Transfer εργασίες, να παίρνουν ενημέρωση για τη τρέχουσα κατάσταση εργασιών, να καταγράφουν αιτήσεις σε μια δεδομένη κατάσταση της εργασίας, να ακυρώσουν τις μεταφορές, να θέσουν σε προτεραιότητα τις μεταβιβάσεις και να προσθέσουν, να καταργήσουν και να καταγράψουν VO διαχειριστές. Η Channel Management Interface μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προστεθούν, να διαγραφούν και να καταγραφούν κανάλια για την FTS, και να θέσουν παραμέτρους στα κανάλια. Επίσης, έχει μεθόδους για να προστεθούν, να διαγραφούν και να καταγραφούν διαχειριστές καναλιών και να εφαρμοστούν πολιτικές τακτικές για εργασίες που απαιτούν χειρονακτική παρέμβαση, όπως να είναι σε κατάσταση HOLD. Τέλος, η Status Interface μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καταγράψει ή να συνοψίσει την καναλική και VO δραστηριότητα, καθώς και να καταγράψει όλες τις Transfer Agent διαδικασίες που τρέχουν στο background .

3.2.1.1.2.3 *Data.Naming.Scheme*

Στο gLite, το σχήμα ονοματοδοσίας αρχείων διαρθρώνεται σε τρία επίπεδα: Logical File Name (LFN), Transfer File Name (TURL) και Storage File Name (SURL).

3.2.1.1.2.4 *Data.Naming.Resolver*

Σε gLite, η ανάλυση των ονομάτων αρχείων γίνεται από τον LCG Κατάλογο Αρχείων. Αυτός είναι μια αποθήκη των πληροφοριών για τα δεδομένα και τα μεταδεδομένα που μεταχειρίζονται στην υποδομή EGEE. Οι κατάλογοι χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των ονομάτων Grid αρχείων και της θέσης των αρχείων, για την αποθήκευση και ανάκτηση μεταδεδομένων και για την διατήρηση δεδομένων πληροφοριών εξουσιοδότησης. Ο LCG Κατάλογος Αρχείων (LCG File Catalogue-LFC) είναι ένα ασφαλές αρχείο και αντίγραφο καταλόγου που χαρτογραφεί λογικά ονόματα αρχείων σε φυσικά αντίγραφα του αρχείου.

Υποστηρίζει πλήρως POSIX ονόματα με ασφαλή πρόσβαση στο Grid. Υποστηρίζονται εξίσου λειτουργίες τόσο σε κεντρικό όσο και τοπικό κατάλογο αρχείων[LFC].

3.2.1.1.2.5 Data.Management.Storage

Στο gLite, όλα τα συστήματα αποθήκευσης που είναι εκτεθειμένα σε ένα Grid, είναι αναγκαίο να συμμορφώνονται με την Storage Resource Manager (SRM) διεπαφή. Η ίδια διεπαφή SRM τυποποιείται, μέσω του Open Grid Forum, στο πλαίσιο του Grid Storage Management Working Group [GSM]. Η SRM μπορεί να δομηθεί πάνω σε διαφορετικές κατηγορίες των συστημάτων αποθήκευσης, από συστήματα απλού δίσκου σε ιεραρχικά σύνθετα συστήματα μαζικής αποθήκευσης. Η τρέχουσα έκδοση του gLite περιλαμβάνει το Disk Pool Manager [DPM] που αναπτύχθηκε στο CERN [CERN] και dCache [DCACHE] ενώ Castor [CASTOR] που αναπτύχθηκε από το CERN και STORM (Storage Resource Manager) [STORM] που αναπτύχθηκε από INFN [INFN] και ICTP [ICTP] παρέχονται ως εξωτερικά προϊόντα.

3.2.1.1.3 Information

3.2.1.1.3.1 Information.Discovery

Στο gLite, η υπηρεσία ανεύρεσης βασίζεται στην LDAP [LDAP] τεχνολογία η οποία εμπνεύστηκε από το Globus MDS 2.x [MDS2]. Η ιεραρχία δέντρου των συνιστωσών ενημερώνεται προοδευτικά με μια βάση δεδομένων του Berkeley. Στο εγγύς μέλλον, η διεπαφή ανεύρεσης θα αντικατασταθεί με μια κοινή διεπαφή που ορίζεται σε συμφωνία με άλλα projects που σχετίζονται με Grid.

3.2.1.1.3.2 Information.Monitoring

Η δραστηριότητα της παρακολούθησης στο gLite εκτελείται από πολλά εργαλεία που πληρούν διαφορετικούς στόχους. Το R-GMA (Relational Grid Monitoring Architecture) είναι μια εφαρμογή της Αρχιτεκτονικής Παρακολούθησης Grid (Grid Monitoring Architecture -GMA [GMA]) στο πλαίσιο του σχεσιακού μοντέλου δεδομένων. Εμφανίζει όλες τις πληροφορίες σαν μία μεγάλη σχεσιακή βάση δεδομένων που μπορεί να ερωτηθεί για να βρεθούν οι πληροφορίες που απαιτούνται. Αποτελείται από Παραγωγούς που δημοσιεύουν

πληροφορίες σε R-GMA, και Καταναλωτές που είναι συνδρομητές. Άλλα στοιχεία, όπως μητρώα, διαμεσολαβητές και επαναδημοσιευτές, επίσης υπάρχουν (βλ. [RGMA]).

Το GridICE [GRIDICE] είναι ένα εργαλείο διανεμημένης παρακολούθησης που προωθεί την υιοθέτηση των de-facto πρότυπων διεπαφών Υπηρεσίας Πληροφόρησης Grid, πρωτόκολλων και μοντέλων δεδομένων. Επιπλέον, διάφορα τμήματα των δεδομένων ελέγχου παρέχονται με βάση τις ειδικές ανάγκες των διαφόρων κατηγοριών χρηστών (εικονικές οργανώσεις-VO, κέντρα λειτουργίας Grid, ιστοσελίδα). Με τη δυνατότητα του να μπορεί να ξεκινά από συνοπτικές απόψεις και να μεταβαίνει σε λεπτομέρειες, είναι δυνατό να εξακριβώνει τη σύνθεση των εικονικών ομάδων ή να σχεδιάζει τις πηγές των προβλημάτων. Ένα πλήρες ιστορικό των δεδομένων παρακολούθησης διατηρείται για μελλοντική εκ των υστέρων ανάλυση.

Η CEMon Web Service επιτρέπει την παροχή πληροφοριών παρακολούθησης για διάφορες υπηρεσίες. Λειτουργεί ως πηγή πληροφοριών που υποστηρίζει την άμεση σύνδεση παρόχων πληροφοριών. Επίσης υποστηρίζει και τους 2 τύπους παράδοσης πληροφοριών, ερώτηση-απάντηση και συνδρομή-κοινοποίηση [CEMON].

3.2.1.1.3.3 *Information.Model*

Οι πόροι που δημοσιεύονται στην Υπηρεσία Πληροφοριών Grid για ανεύρεση και επιλογή στηρίζονται στο μοντέλο του GLUE Schema [GLUESCHEMA]. Το GLUE Schema αποτελείται από ένα αφηρημένο μοντέλο που περιγράφεται με όρους της Ενοποιημένης Γλώσσας Μοντελοποίησης (Unified Modelling Language-UML). Χαρτογράφηση σε συγκεκριμένα σχήματα προβλέπονται για τα ακόλουθα μοντέλα δεδομένων: σχεσιακό, LDAP και XML.

3.2.1.1.3.4 *Information.Logging*

Στο gLite, η δυνατότητα καταγραφής παρέχεται από την υπηρεσία Καταγραφής(Logging and Bookkeeping-L&B) [LB]. Η υπηρεσία αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την παρακολούθηση εργασιών που διαχειρίζεται η gLite WMS-Workload Management System (σύστημα διαχείρισης φόρτου εργασίας). Συγκεντρώνει γεγονότα από διάφορες WMS συνιστώσες με αξιόπιστο τρόπο και τα επεξεργάζεται, προκειμένου να δώσει μια υψηλότερου επιπέδου οπτική, την κατάσταση των εργασιών. Πρακτικά όλα τα σημαντικά στοιχεία τροφοδοτούνται στην L & B εσωτερικά από διάφορα συστατικά του gLite, με

διαφάνεια από την πλευρά του χρήστη. Επιπλέον, η L & B παρέχει δημόσιες διεπαφές για την αναζήτηση πληροφοριών των εργασιών και την καταγραφή των κοινοποιήσεων.

3.2.1.1.3.5 *Information.Provenance*

Στο gLite, η δυνατότητα προέλευσης παρέχεται από την υπηρεσία προέλευσης εργασίας (Job Provenance-JP) [JP], η οποία έχει στόχο να παρέχει μακροχρόνια αποθήκευση δεδομένων που σχετίζονται με την ύπαρξη εργασιών μέσα στο Grid. Η παρέχει μια διεπαφή αναζήτησης που επιτρέπει την «εξόρυξη» δεδομένων. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα να σχολιάζονται εργασίες που είναι αποθηκευμένες στην JP. Η JP βρίσκεται σε εξέλιξη και δεν έχει συμπεριληφθεί ακόμη στο gLite.

3.2.1.1.4 *ExecMan*

3.2.1.1.4.1 *ExecMan.JobManager*

Αυτή η δυνατότητα αφορά την εκτέλεση και διαχείριση των εργασιών σε έναν συγκεκριμένο πόρο, όπως μια απλή μηχανή ή ένα πολύπλοκο σύμπλεγμα που διοικείται από ένα τοπικό σύστημα. Στο gLite, υπάρχουν αρκετές εφαρμογές για τη δυνατότητα αυτή. Το LCG CE βασίζεται στο Globus GRAM 2.x [GRAM2]. Το gLite CE [GLITECE] βασίζεται στο GSI-enabled Condor-C. Η εκτέλεση και διαχείριση υπολογιστικών πόρων (Computing Resource Execution And Management-CREAM) έχει μια Web Service βάση και αποτελεί ένα υποψήφιο συστατικό που θα υιοθετήσει την επερχόμενη προδιαγραφή διεπαφής Υπηρεσιών Βασικών Εκτελέσεων (Basic Execution Services-BES) που ορίζεται από το Open Grid Forum [BESWG]. Τόσο το gLite CE όσο και το CREAM στηρίζονται σε ένα κοινό αφηρημένο επίπεδο που ονομάζεται BLAHP [BLAHP] για την απομόνωση των διαφόρων συστημάτων από το στρώμα Grid. Το CREAM βρίσκεται σε εξέλιξη και δεν έχει συμπεριληφθεί ακόμη στο gLite.

Λαμβάνοντας υπόψη τους ορισμούς OGSA, η δυνατότητα διαχείρισης εργασιών εμπίπτει στο Σύστημα Διαχείρισης Φόρτου Εργασίας (Workload Management System-WMS) [] λόγω των λειτουργιών διαχείρισης εργασιών που διαθέτει. Το WMS είναι υπεύθυνο για την κατανομή και τη διαχείριση των εργασιών στους διάφορους πόρους του Grid, κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι αιτήσεις να εκτελούνται βολικά, αποδοτικά και αποτελεσματικά. Η βασική συνιστώσα του WMS είναι ο Manager φόρτου εργασίας (Workload Manager-WM), σκοπός

του οποίου είναι να δεχτεί και να ικανοποιήσει αιτήματα για διαχείριση εργασιών που προέρχονται από τους πελάτες του. Για μια υπολογιστική εργασία, υπάρχουν δύο βασικά είδη αίτησης: υποβολή και ακύρωση. Ειδικότερα, η έννοια της υποβολής αίτηματος είναι να περάσει την ευθύνη μιας εργασίας στον WM. Ο WM τότε θα περάσει την εργασία σε ένα κατάλληλο CE για την εκτέλεση, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις και τις προτιμήσεις που εκφράζονται στην περιγραφή εργασίας. Η απόφαση του ποιός πόρος θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί είναι το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας αντιστοίχισης μεταξύ της υποβολής αιτήσεων και των διαθέσιμων πόρων. Το WMS είναι σε θέση να ασκεί και άλλα καθήκοντα όπως η διαχείριση των εργασιών, υποστηρίζει ανανέωση proxy, διαχειρίζεται τις εισόδους και τις εξόδους των εργασιών.

3.2.1.1.4.2 *ExecMan.JobDescription*

Στο gLite, η περιγραφή εργασιών μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας την Γλώσσα Περιγραφής Εργασιών (Job Description Language-JDL) [JDL], μια ClassAd [CLASSAD] γλώσσα που επιτρέπει την έκφραση χρήσιμων πληροφοριών ώστε να καθίσταται δυνατό για έναν μετα-προγραμματιστή να βρει και τα στοιχεία που απαιτούνται και κατάλληλα μέσα για να εκτελέσει και να διαχειριστεί μια απλή δουλειά ή ένα πολύπλοκο σύνολο εργασιών που περιγράφεται σε όρους ενός Άμεσου Ακυκλικού Γράφου (Direct Acyclic Graph-Dag).

3.2.1.1.4.3 *ExecMan.ExecutionAndPlanning*

Η εκτέλεση και ο σχεδιασμός εργασιών γίνεται από το WMS.

3.2.1.1.4.4 *ExecMan.CandidateSetGenerator*

Έχοντας δεδομένη μια περιγραφή εργασίας σε όρους της JDL, η περιγραφή των πόρων που βασίζονται στο GLUE Schema και τα στοιχεία των δεδομένων που είναι διαθέσιμα σε ένα Grid μέσω αντιγραφής και καταλόγους αρχείων, ένα συστατικό στοιχείο του WMS που ονομάζεται «Προξενήτρα» (Matchmaker) παράγει πιθανά σύνολα πόρων που πληρούν τις απαιτήσεις των χρηστών. Ο τελικός κατάλογος μπορεί να ταξινομηθεί με βάση μια αριθμητική τιμή που ορίζεται από το χρήστη. Η διαδικασία ταιριάσματος στηρίζεται στον αλγόριθμο Condor Matchmaking.

3.2.1.1.4.5 *ExecMan.Reservation*

Το gLite περιλαμβάνει ένα πρωτότυπο του WS-Agreement προτύπου για τη διενέργεια εκ των προτέρων κράτησης. Αυτό έχει ενταχθεί με το WMS και δοκιμάστηκε σε μια περίπτωση χρήσης θεωρώντας την άμεση κράτηση χώρου αποθήκευσης μέσω μιας SRM 2.x εφαρμογής.

3.2.1.2 *Globus*

Name	Globus Toolkit
Last Stable Version	4.0.3
Dissemination Website	http://www.globus.org/toolkit/
Source Code Repository	http://www.globus.org/toolkit/downloads/4.0.3/#source
Reference Document Architecture	http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/
Licence	<p>http://www.globus.org/toolkit/legal/4.0/</p> <p>Εμπίπτει στην “Δημόσια Άδεια Apache” και στη “Δημόσια Άδεια του Globus Toolkit”, δηλαδή η “Globus Alliance” δεσμεύεται να διατηρήσει φιλελεύθερη, ανοικτού κώδικα άδεια. Η Δημόσια Άδεια του Globus Toolkit (GTPL) επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό από οποιονδήποτε και για οποιοδήποτε σκοπό, χωρίς περιορισμό. Πιστεύουμε ότι αυτός είναι ο καλύτερος τρόπος να εξασφαλιστεί ότι οι Grid τεχνολογίες κερδίζουν ευρεία αποδοχή και επωφελούνται από μια μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών. "</p>

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	GSI	production	x.509, RFC 3820	
Security.CredentialStorage	MyProxy	mature	RFC3820, X.509	
Security.Delegation	Delegation Service	mature	X.509, WS-Trust	
Security.Authorization	CAS	mature	SAML	
Security.AttributeAuthority				
Security.IdentityMapping				
Security.Accounting	SGAS	beta		
Data.Transfer	GridFTP	production		GFD.020 RFC959, RFC2228,

				RFC2389
Data.Management.Transfer	RFT	beta		
Data.Management.Replica	DRS	beta		
Data.Management.Storage				
Data.Access.Relational	OGSA-DAI	production	OGSA-DAI	WS-DAI
Data.Access.XML	OGSA-DAI	production	OGSA-DAI	WS-DAI
Data.Access.FlatFiles	XIO	production		
Data.Naming.Scheme				
Data.Naming.Resolver	RLS	beta		
Information.Model	GLUE Schema 1.1			
Information.Discovery	MDS 4	mature		
Information.Logging				
Information.Monitoring	MDS 4	mature		
Information.Provenance				
ExecMan.BES	WS-GRAM			OGSA-BES
ExecMan.JobDescription	XML-based			
ExecMan.JobManager	CSF			
ExecMan.ExecutionAndPlanning	CSF			
ExecMan.CandidateSetGenerator	CSF			
ExecMan.Reservation				

Πίνακας 3: Ανάλυση του Globus

3.2.1.2.1 Security

3.2.1.2.1.1 Security.Authentication

Ο έλεγχος ταυτότητας βασίζεται στο GSI τόσο στις προ-WS όσο και στις WS υπηρεσίες.

3.2.1.2.1.2 Security.Delegation

Το GT4 υποστηρίζει μια υπηρεσία εξουσιοδότησης που παρέχει στους πελάτες μια διεπαφή που τους επιτρέπει να εξουσιοδοτούν (και να ανανεώνουν) X.509 proxy πιστοποιητικά σε μια υπηρεσία. Η διασύνδεση με την υπηρεσία αυτή βασίζεται στην προδιαγραφή WS-Trust (η προδιαγραφή δεν είναι σαφώς ορισμένη ώστε να επιτρέπει απαίτηση συμμόρφωσης). Σημειώστε ότι κατά την ανάθεση από proxy πιστοποιητικό, το είδος του εξουσιοδοτημένου proxy θα είναι πάντα το ίδιο με το αρχικό.

3.2.1.2.1.3 Security.Authorization

Επιπρόσθετα με το αρχείο χαρτογράφησης του Grid (grid-mapfile) που βρίσκεται σε παλιότερες εκδόσεις του Globus Toolkit, το οποίο παρέχει πρόσβαση με βάση ένα κατάλογο αποδεκτών αναγνωριστικών χρήστη, το GT4 GSI χρησιμοποιεί το πρότυπο SAML από το OASIS. Το SAML καθορίζει τη μορφή για ορισμένα είδη ισχυρισμών ασφάλειας και ένα πρωτόκολλο για την ανάκτηση αυτών των ισχυρισμών. Το GSI χρησιμοποιεί τους ισχυρισμούς Απόφασης Εξουσιοδότησης (AuthorizationDecision) SAML με δύο τρόπους: (1) Η Κοινοτική Υπηρεσία Εξουσιοδότησης (Community Authorization Service-CAS) εκδίδει SAML ισχυρισμούς AuthorizationDecision ως μέσο επικοινωνίας των δικαιωμάτων των πελατών CAS σε υπηρεσίες, (2) Το GSI χρησιμοποιεί ένα callout με βάση το SAML AuthorizationDecision πρωτόκολλο που ορίζεται στο GGF [OGSASAML] για να επιτραπεί η χρήση σε μια τρίτη υπηρεσία απόφασης εξουσιοδότησης, όπως η PERMIS, για αιτήσεις πρόσβασης σε υπηρεσίες που βασίζονται στο GT4.

3.2.1.2.1.4 Security.AttributeAuthority

Το GT4 παρέχει ξεχωριστές WS και προ-WS δυνατότητες πιστοποίησης και εξουσιοδότησης. Και οι δύο στηρίζονται στην ίδια βάση, δηλαδή πρότυπα X.509 τελικής οντότητας πιστοποιητικά και proxy πιστοποιητικά, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον

εντοπισμό επίμονων οντοτήτων, όπως χρήστες και servers και την υποστήριξη προσωρινής εκχώρησης προνομίων σε άλλες οντότητες, αντίστοιχα. Η WS ασφάλεια του GT4 παρέχει ένα Πλαίσιο Εξουσιοδότησης (Authorization Framework) που επιτρέπει μια ποικιλία σχεδίων εξουσιοδότησης, συμπεριλαμβανομένων, μιας "grid-mapfile" λίστας ελέγχου πρόσβασης, μιας λίστας ελέγχου πρόσβασης που ορίζεται από μια υπηρεσία, ενός χειριστή εξουσιοδότησης και άδειας πρόσβασης σε μια υπηρεσία εξουσιοδότησης μέσω του πρωτοκόλλου SAML.

3.2.1.2.1.5 *Security.Accounting*

Το Globus Toolkit περιλαμβάνει το SweGrid Λογιστικό Σύστημα (SweGrid Accounting System-SGAS) [SGAS], που είναι μια επιβολή κατανομής πόρων και μια υπηρεσία εντοπισμού για το Grid, βασισμένο στις τελευταίες τεχνολογίες Web Services. Το SGAS έχει τα εξής συστατικά μέρη:

- Τράπεζα (Bank): η κεντρική υπηρεσία του λογιστικού συστήματος που διαφυλάσσει και επιβάλλει την κατανομή των ποσοστώσεων,
- Υπηρεσία Καταγραφής & Εντοπισμού Χρήσης (Logging & Usage Tracking Service-LUTS): η LUTS είναι ένα γενικής χρήσης σύστημα καταγραφής για την παρακολούθηση της χρήσης πόρων στο SGAS. Επιτρέπει την ασφαλή δημοσίευση και ανάκτηση κατόπιν αιτήματος δεδομένων χρήσης με τη μορφή του GGF UsageRecord XML,
- Διαχειριστής Κράτησης Λογαριασμού Εργασίας (Job Account Reservation Manager-JARM): ο JARM είναι ένα συστατικό υπεύθυνο για την ενσωμάτωση διαφόρων διαχειριστών φόρτου εργασίας, προγραμματιστών και τοπικών λογιστικών συστημάτων που αναπτύσσονται στις θέσεις των πόρων με το SGAS. Ο JARM χρησιμοποιείται συνήθως ως callout προς την τράπεζα κατά τη φάση υποβολής της εργασίας. Η τράπεζα στη συνέχεια εκδίδει μια χρονικά περιορισμένη κράτηση για την εκτέλεση της εργασίας, ανάλογα με το χρήστη, τους πόρους και τη τραπεζική πολιτική. Εφόσον έχει ολοκληρωθεί η εργασία, καταγράφεται στο LUTS, και αν έχει γίνει μια έγκυρη κράτηση λογαριασμού, ο JARM χρεώνει τον λογαριασμό στην Τράπεζα, και απελευθερώνει την κράτηση για λογαριασμό του πόρου,
- Εργαλείο Διαχείρισης Πολιτικής (Policy Administration Tool-PAT): το PAT είναι σχεδιασμένο για τη διαχείριση της ασφάλειας των πολιτικών τακτικών όλων των SGAS υπηρεσιών. Περιέχει ένα εργαλείο γραμμής εντολών που μπορεί να τρέχει σε διαδραστικό ή batch mode για εύκολο scripting.

3.2.1.2.2 *Data*

3.2.1.2.2.1 *Data.Transfer*

Το Globus Toolkit χρησιμοποιεί το GridFTP για μεταφορά δεδομένων. Παρέχει (1) μια εφαρμογή server που ονομάζεται globus-gridftp-server, (2) ένα πελάτη γραμμής εντολών

που ονομάζεται *globus-url-copy* και (3) ένα σύνολο βιβλιοθηκών ανάπτυξης για τυχαίους πελάτες.

3.2.1.2.2.2 *Data.Management.Transfer*

Η Υπηρεσία Αξιοπίστης Μεταφοράς (Reliable Transfer Service-RFT) χρησιμοποιεί πρότυπα SOAP μηνύματα μέσω HTTP για να υποβάλει και να διαχειρίζεται ένα σύνολο GridFTP μεταβιβάσεων και διαγραφών αρχείων και καταλόγων, χρησιμοποιώντας το GridFTP. Η υπηρεσία παρέχει επίσης μια διεπαφή για τον έλεγχο των διαφόρων παραμέτρων μεταφοράς του GridFTP καναλιού ελέγχου όπως το μέγεθος του TCP buffer, παράλληλα κανάλια, DCAU κ.λπ. Ο χρήστης δημιουργεί έναν RFT πόρο υποβάλλοντας αίτηση μεταφοράς (που αποτελείται από μια σειρά τρίτογενών *gridftp* μεταφορών) στο Εργοστάσιο της RFT υπηρεσίας. Ο πόρος δημιουργείται εφόσον ο χρήστης πιστοποιηθεί και εξουσιοδοτηθεί. Η εφαρμογή της RFT υπηρεσίας αναγκάζει τις διαδικασίες να ελεγχουν και να διαχειριστούν τις μεταφορές (τον πόρο). Ο πόρος που δημιούργησε ο χρήστης εκθέτει την κατάσταση της μεταφοράς ως ιδιότητα στην οποία ο χρήστης μπορεί να συνεισφέρει είτε για αλλαγές ή για δημοσκόπηση για αλλαγές περιοδικά χρησιμοποιώντας πελάτες πρότυπης WS-RF γραμμής εντολών και άλλες ιδιότητες πόρων.

3.2.1.2.2.3 *Data.Management.Replica*

Η Υπηρεσία Αντιγραφής Δεδομένων (Data Replication Service-DRS) συνδυάζει δύο υπάρχοντα στοιχεία διαχείρισης δεδομένων: RFT και RLS. Η λειτουργία της DRS είναι να εξασφαλίσει ότι ένα συγκεκριμένο σύνολο αρχείων υπάρχει σε ένα τόπο αποθήκευσης. Η DRS αρχίζει ζητώντας από το RLS να διερευνήσει που βρίσκονται τα επιθυμητά αρχεία στο Grid. Μόλις τα αρχεία εντοπιστούν, η DRS δημιουργεί μια αίτηση μεταφοράς που εκτελείται από το RFT. Αφού ολοκληρωθούν οι μεταβιβάσεις αυτές, η DRS καταγράφει τα νέα αντίγραφα με το RLS. Η DRS υλοποιείται ως μια Web Service και είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές Web Services Resource Framework (WSRF). Όταν λαμβάνεται μια αίτηση DRS, δημιουργεί ένα WS-πόρο που χρησιμοποιείται για την διατήρηση της κατάστασης κάθε αρχείου που αντιγράφεται, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργιών που έγιναν πάνω στο αρχείο που έχουν επιτύχει ή αποτύχει

3.2.1.2.2.4 *Data.Naming.Scheme*

Δεν υπάρχει ρητό σχήμα ονοματοδοσίας δεδομένων για όλα τα GT4. Τα EPRs χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των τελικών σημείων των υπηρεσιών και των πόρων στις περισσότερες υπηρεσίες .

Το RLS διατηρεί ένα συνεπή τοπική κατάσταση που διατηρείται στους Τοπικούς Καταλόγους Αντιγράφων (Local Replica Catalogs-LRCs). Οι Τοπικοί Κατάλογοι διατηρούν αντιστοιχίσεις μεταξύ αυθαίρετων λογικών ονομάτων αρχείων (logical file names-LFNs) και φυσικών ονομάτων αρχείων (physical file names-PFNs) που συνδέονται με εκείνα τα LFNs στο σύστημα αποθήκευσής του.

3.2.1.2.2.5 *Data.Naming.Resolver*

Η Υπηρεσία Εντοπισμού Αντιγράφων (Replica Location Service-RLS), παρέχει τη δυνατότητα να παρακολουθείς ένα ή περισσότερα αντίτυπα, ή αντίγραφα των αρχείων σε ένα περιβάλλον Grid. Το εργαλείο αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τους χρήστες ή τις εφαρμογές που πρέπει να βρουν που βρίσκονται ακριβώς τα υπάρχοντα αρχεία στο Grid .Η RLS είναι ένα απλό μητρώο που παρακολουθεί που υπάρχουν αντίγραφα στα φυσικά συστήματα αποθήκευσης. Οι χρήστες ή οι υπηρεσίες εγγράφουν τα αρχεία στην RLS όταν τα αρχεία δημιουργούνται. Αργότερα, οι χρήστες ρωτούν τους RLS servers για να βρουν αυτά τα αντίγραφα..

Η RLS είναι ένα καταναμημένο μητρώο, που σημαίνει ότι μπορεί να αποτελείται από πολλούς servers σε διάφορα σημεία. Με τη διανομή του μητρώου RLS, είμαστε σε θέση να αυξήσουμε το συνολικό μέγεθος του συστήματος και να αποθηκεύσουμε περισσότερες αντιστοιχίσεις από ότι θα ήταν δυνατό σε έναν ενιαίο, κεντρικό κατάλογο. Η δουλειά της RLS είναι να διατηρήσει συσχετισμούς, ή αντιστοιχίσεις, μεταξύ LFNs και ένα ή περισσότερα PFNs των αντιγράφων. Ένας χρήστης μπορεί να προσφέρει ένα LFN σε ένα RLS server και να ζητήσει όλα τα εγγεγραμμένα PFNs των αντιγράφων . Ο χρήστης μπορεί επίσης να ζητήσει από έναν RLS server να βρεί το LFN που συνδέεται με μια συγκεκριμένη φυσική θέση αρχείου. Επιπλέον, η RLS επιτρέπει στους χρήστες να συνδέσουν χαρακτηριστικά ή περιγραφικές πληροφορίες (όπως το μέγεθος ή το άθροισμα ελέγχου) με LFNs ή PFNs που έχουν εγγραφεί στον κατάλογο. Οι χρήστες μπορούν επίσης να υποβάλλουν ερώτηση στην RLS με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά.

3.2.1.2.2.6 *Data.Access.Relational*

Η πρόσβαση σε σχεσιακά δεδομένα παρέχεται από OGSA-DAI, μια καθαρά Java υπηρεσία δεδομένων για την πρόσβαση και την ενσωμάτωση πόρων δεδομένων στα Grids.

3.2.1.2.2.7 *Data.Access.XML*

Η πρόσβαση σε XML δεδομένα παρέχεται από την OGSA-DAI, μια καθαρά Java υπηρεσία δεδομένων για την πρόσβαση και την ενσωμάτωση πόρων δεδομένων στα Grids.

3.2.1.2.2.8 *Data.Access.FlatFiles*

Η πρόσβαση σε κενά αρχεία παρέχεται από την XIO, μία επεκτάσιμη βιβλιοθήκη εισόδου / εξόδου γραμμένη σε γλώσσα προγραμματισμού C για το Globus Toolkit. Παρέχει μια API (Application-Programmer Interface) (άνοιγμα / κλείσιμο / ανάγνωση / εγγραφή) που υποστηρίζει πρωτόκολλα πολλαπλών καλωδίων, με υλοποιήσεις πρωτόκολλων ενσωματωμένα ως οδηγοί (drivers). Οι XIO drivers που διανέμονται με το Globus Toolkit 4,0 περιλαμβάνουν τους TCP, UDP, file,, HTTP, GSI, GSSAPI_FTP, TELNET και ουρά.

3.2.1.2.3 *Information*

3.2.1.2.3.1 *Information.Model*

Το Globus Toolkit παρέχει μια XML έκδοση του GLUE Schema 1.1. Δεν παρέχονται νεότερες εκδόσεις επειδή η συμπερίληψή τους έχει ανατεθεί στους ολοκληρωτές middleware.

3.2.1.2.3.2 *Information.Discovery*

Το Σύστημα Παρακολούθησης και Ανακάλυψης (Monitoring and Discovery System-MDS) είναι μια ακολουθία web services για την παρακολούθηση και την ανακάλυψη πόρων και υπηρεσιών στα Grids. Το σύστημα αυτό επιτρέπει στους χρήστες να ανακαλύψουν ποιοί πόροι θεωρούνται μέρος ενός VO και να παρακολουθήσουν τους εν λόγω πόρους. Οι MDS υπηρεσίες παρέχουν διεπαφές αναζήτησης και συνδρομής με αυθαίρετα λεπτομερείς πόρους δεδομένων και μια διεπαφή που μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να αναλάβει δράση, όταν δημιουργηθούν προκαθορισμένα προβλήματα.

Η τρέχουσα έκδοση του MDS με το GT4, που ονομάζεται MDS4, περιλαμβάνει δύο WSRF υπηρεσίες: μια Υπηρεσία Ευρετηρίου, που συλλέγει δεδομένα από διάφορες πηγές και παρέχει μια διεπαφή ερώτησης/συνδρομής στα στοιχεία αυτά, και μια Υπηρεσία Ενεργοποίησης, η οποία συλλέγει δεδομένα από διάφορες πηγές και μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να λάβει δράση με βάση τα δεδομένα αυτά.

3.2.1.2.3.3 Information.Monitoring

Αυτή η δυνατότητα παρέχεται από το MDS4.

3.2.1.2.3.4 Information.Provenance

Το GT4 δεν χειρίζεται ρητά την προέλευση - οι εφαρμογές πρέπει να έχουν επίγνωση της ανάγκης για την αποθήκευση πληροφοριών προέλευσης.

3.2.1.2.4 ExecMan

3.2.1.2.4.1 ExecMan.BES

Το GT4 υποστηρίζει τη διεπαφή Διαχείρισης & Κατανομής Πόρων του Grid (Grid Resource Allocation and Management-GRAM) ως βασικό μηχανισμό για την εκτέλεση εργασίας. Η GRAM δεν είναι προγραμματιστής πόρων, αλλά μάλλον μια μηχανή πρωτόκολλων για την επικοινωνία με μια σειρά διαφορετικών τοπικών προγραμματιστών πόρων χρησιμοποιώντας μια τυποποιημένη μορφή μηνύματος. Η τρέχουσα έκδοση της Globus Toolkit παρέχει μια Web service εφαρμογή της GRAM που ονομάζεται WS GRAM.

3.2.1.2.4.2 ExecMan.JobDescription

Η τρέχουσα έκδοση του Globus Toolkit επιτρέπει την XML περιγραφή της υποβολής εργασίας

3.2.1.2.4.3 ExecMan.JobManager

Οι δυνατότητες διαχείρισης εργασιών παρέχονται από το Κοινοτικό Προγραμματιστικό Πλαίσιο (Community Scheduler Framework-CSF).

3.2.1.2.4.4 *ExecMan.ExecutionAndPlanning*

Οι δυνατότητες εκτέλεσης και σχεδιασμού παρέχονται από το Κοινοτικό Προγραμματιστικό Πλαίσιο (Community Scheduler Framework-CSF).

3.2.1.2.4.5 *ExecMan.CandidateSetGenerator*

Η δυνατότητα αυτή παρέχεται από το Κοινοτικό Προγραμματιστικό Πλαίσιο (Community Scheduler Framework-CSF).

3.2.1.3 *Crowngrid*

Name	CROWN
Last Stable Version	02/05/09
Dissemination Website	http://www.crown.org.cn/en
Source Code Repository	Μη διαθέσιμο
Reference Document Architecture	http://202.112.128.70/~leilei/CROWN-20060523.iso
Licence	

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	CROWN Authz	Production	X.509 RFC3820	
Security.CredentialStorage	CROWN CredMan	Production	RFC3820 WS-Trust	
Security.Delegation	CROWN CredMan	Production	RFC3820	
Security.Authorization	CROWN Authz	Production	SAML, XACML1.1	
Security.AttributeAuthority	CROWN AA	beta	SAML	

Security.IdentityMapping	CROWN CredFed	Production	WS-Secure Conversation WS-Trust	
Security.Accounting	Part of CROWN NodeServer	Production		
Data.Transfer	LDS	Prototype	FTP	
Data.Management.Transfer	MDS	Prototype		
Data.Management.Replica				
Data.Management.Storage				
Data.Naming.Resolver				
Data.Naming.Scheme				
Data.Access.Relational	OGSA-DAI	Production		
Data.Access.XML				
Data.Access.FlatFiles				
Information.Model	crown gims service	Production		
Information.Discovery	crown rlds service, SClub service, Region Registry service, Region Switch service	Production		
Information.Logging	Information providers	Production		
Information.Monitoring	CROWN monitoring and	Production		

	statistical services			
Information.Provenance	CROWN RLDS service	Production		
ExecMan.BES	CROWN Scheduler	Production	JSDL/BES	
ExecMan.JobDescription	CROWN Scheduler	Production	JSDL	
ExecMan.JobManager	CROWN Scheduler	Production	BES	
ExecMan.ExecutionAndPlanning	CROWN Scheduler	Production		
ExecMan.CandidateSetGenerator	CROWN RLDS	Production		
ExecMan.Reservation	CROWN Scheduler/Node Server (FIRST)	prototype		

Πίνακας 4: Ανάλυση του CROWN

3.2.1.3.1 Security

Στο CROWN, η αρχιτεκτονική της ασφάλειας έχει σχεδιαστεί για την επιβολή ασφαλούς επικοινωνίας και κατανεμημένο έλεγχο πρόσβασης. Η ασφάλεια του CROWN περιλαμβάνει τα ακόλουθα: (1) μηχανισμούς ασφαλούς επικοινωνίας, ασφάλεια επιπέδου με μηνύματα SOAP, η οποία βασίζεται σε WS-Security, WS-Policy, WS-SecureConversation, WS-Trust, και IETF GSS-API προδιαγραφές, (2) μηχανισμούς διαχείρισης ταυτότητας, η βασική PKI ή Kerberos υποδομή ασφάλειας χρησιμοποιείται για τη διαχείριση ταυτότητας μέσα σε ένα τομέα ασφάλειας, ο μηχανισμός χαρτογράφησης ταυτότητας και συζήτησης διαπιστευτηρίων παρέχεται επίσης για την αναγνώριση των χρηστών, όταν πραγματοποιούνται συνεργασίες σε τομείς με ετερογενείς υποδομές ασφάλειας, (3)

μηχανισμούς Κατανεμημένου Ελέγχου Πρόσβασης με βάση την Πολιτική τακτική (Policy-based Distributed Access Control), που είναι ένα πλαίσιο ελέγχου πρόσβασης με βάση την πολιτική τακτική που χρησιμοποιείται για να εγκαταστήσει σχέσεις εμπιστοσύνης μεταξύ αιτούντα και παροχέα υπηρεσιών, η βασική τακτική ελέγχου πρόσβασης βασίζεται στην προδιαγραφή XACML και ο μηχανισμός αντιπροσωπείας εξουσιοδότησης ανάμεσα σε πολλαπλούς ασφαλείς τομείς εφαρμόζεται βασιζόμενος σε μια γλώσσα Διαχείρισης Εκτεταμένης Εμπιστοσύνης με βάση το Ρόλο (Extended Role-based Trust Management). Εκτός από αυτά, παρέχεται επίσης ένα πρωτόκολλο διαπραγμάτευσης εμπιστοσύνης όταν ορισμένες εμπιστευτικές πληροφορίες για τακτικές ελέγχου πρόσβασης ή πιστοποιήσεις πρέπει να προστατευθούν.

3.2.1.3.1.1 *Security.Authentication*

Η ταυτότητα των CROWN χρηστών και υπηρεσιών βασίζεται στα πιστοποιητικά δημοσίου κλειδιού X.509v3 ή στο Kerberos V5 Ticket. Τα πιστοποιητικά proxy διαχειρίζεται η Υπηρεσία Διαχείρισης Πιστοποιητικών CROWN (CROWN Credential Management Service). Στο CROWN, χειριστής γνησιότητας χρησιμοποιείται για πιστοποίηση τοπικού κόμβου και υπηρεσία πιστοποίησης χρησιμοποιείται για τομεο-κεντρικό έλεγχο ταυτότητας. Μπορούν να πιστοποιήσουν Grid χρήστες ή υπηρεσίες μέσω της επαλήθευσης υπογραφών, και να χτίσουν και να επαληθεύσουν αλυσίδες πιστοποιητικών. Οι συναφείς υποδομές ασφάλειας CA και Kerberos δεν παρέχονται από το CROWN. Μπορούν να βασιστούν στις υπάρχουσες υποδομές ασφάλειας του οργανισμού.

3.2.1.3.1.2 *Security.CredentialStorage*

Στο CROWN, η υπηρεσία CredMan έχει σχεδιαστεί για την αποθήκευση πιστοποιήσεων και είναι παρόμοια με την MyProxy. Τα εργαλεία πελάτη είναι επίσης ενσωματωμένα με το portal, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στις πιστοποιήσεις του μέσω του portal. Με τη χρήση των εργαλείων, ο χρήστης μπορεί εύκολα να αναθέσει και να ανακτήσει πιστοποιήσεις από την αποθήκη. Επιπλέον, ορισμένα εργαλεία πελατών παρέχονται για το χρήστη για να διαχειρίζεται τις πιστοποιήσεις που είναι αποθηκευμένες στην αποθήκη. Προκειμένου να προστατεύσει τα διαπιστευτήρια του, η CredManService παρέχει ένα προστατευμένο μηχανισμό με τον οποίο ο χρήστης μπορεί να καθορίσει πληροφορίες πιστοποίησης και να ανακτήσει περιορισμούς για να προστατεύσει τα διαπιστευτήριά του στο χώρο αποθήκευσης.

3.2.1.3.1.3 *Security.Delegation*

Ο μηχανισμός εξουσιοδότησης ταυτότητας υλοποιείται με την CROWN CredMan υπηρεσία. Αρχικά, ο χρήστης θα χρησιμοποιήσει μια CredMan εντολή πελάτη, με το όνομα credman-init, για να επισκεφθεί την CredManService και θα εξουσιοδοτήσει ένα σύνολο πιστοποιήσεων proxy που έχουν υπογραφεί από τη μόνιμη πιστοποίηση του χρήστη στην υπηρεσία αποθήκευσης. Στη συνέχεια, όταν η πιστοποίηση του χρήστη είναι απαραίτητη, ο χρήστης, ή η υπηρεσία ενεργεί για λογαριασμό του χρήστη, ώστε να λάβει μια πιστοποίηση proxy εξουσιοδοτημένη από τη πιστοποίηση proxy που είναι αποθηκευμένη στην αποθήκη.

Ορισμένες προηγμένες τεχνολογίες υιοθετούνται επίσης από την διαχείριση εμπιστοσύνης για εξουσιοδότηση σε πολλαπλούς CROWN τομείς της ασφάλειας, και μιας συγκεκριμένης τακτικής γλώσσα σχεδιάστηκε με βάση τη γλώσσα Διαχείρισης Εκτεταμένης Εμπιστοσύνης με βάση το Ρόλο, η οποία μπορεί να εκφράσει την εξουσιοδότηση με βάση κάποια δυνατότητα ή κάποια ιδιότητα. Επίσης υποστηρίζονται κάποιοι ευέλικτοι περιορισμοί παραμέτρων χαρακτηριστικών.

3.2.1.3.1.4 *Security.Authorization*

Η μονάδα εξουσιοδότησης με βάση τη τακτική στο CROWN υλοποιεί το Σημείο Απόφασης Τακτικής (Policy Decision Point-PDP) και στην υπηρεσία χειρισμού και στην υπηρεσία τομέα. Η XACML (eXtensible Access Control Markup Language) έχει υιοθετηθεί για να εκφράσει λεπτομερή τακτική ελέγχου πρόσβασης στην AuthzService. Με τη χρήση SAML ισχυρισμών, η η AuthzService μπορεί να λάβει αποφάσεις εξουσιοδότησης με βάση τα χαρακτηριστικά του χρήστη και όχι την ταυτότητα.

Ο χειριστής εξουσιοδότησης ανακόπτει κάθε αίτηση που αποστέλλεται στην υπηρεσία-στόχο και στη συνέχεια, συλλέγει πιστοποιητικά χαρακτηριστικών υπογεγραμμένα από την αρχή χαρακτηριστικών έτσι ώστε και η υπηρεσία και ο χρήστης να συγκροτίσουν ένα πλαίσιο αίτησης, το οποίο διενεργείται από PDP για να λάβει μια απόφαση εξουσιοδότησης για την αίτηση.

3.2.1.3.1.5 *Security.IdentityMapping*

Η λειτουργία χαρτογράφησης ταυτότητας παρέχεται από την Υπηρεσία CredFed στο CROWN, η οποία μπορεί να επιτύχει τη χαρτογράφηση ταυτότητας και συνομιλία πιστοποιήσεων μεταξύ του πιστοποιητικού X.509 και Kerberos V5 ticket σύμφωνα με συγκεκριμένη τακτική χαρτογράφηση ταυτότητας.

Πρώτον, τα πιστοποιητικά εισροών επεξεργάζονται από τη μονάδα πιστοποίησης γνησιότητας, η οποία πραγματοποιείται με ασφαλή τρόπο συνομιλίας που προσφέρεται από συστατικό ασφάλειας της επικοινωνίας του CROWN-ST, για να ελέγξει αν ο χρήστης είναι ο πραγματικός ιδιοκτήτης της εν λόγω πιστοποίησης. Αν ναι, η πιστοποίηση τότε προωθείται στην μονάδα χαρτογράφησης ταυτότητας, η οποία θα καθορίσει τη ταυτότητα του χρήστη σε έναν άλλο τομέα με βάση τη τακτική χαρτογράφησης. Στη συνέχεια, η νέα ταυτότητα θα υποβληθεί σε επεξεργασία από τη μονάδα μετατροπής πιστοποίησης για να δημιουργήσει μια νέα πιστοποίηση για το χρήστη. Τέλος, αυτή η πιστοποίηση επιστρέφεται στον χρήστη.

3.2.1.3.1.6 Security.Accounting

Στη παρούσα φάση, η λειτουργία της λογιστικής της ασφάλειας αποτελεί μέρος της CROWN NodeServer Log Manager. Όταν η υπηρεσία κληθεί, το σύνολο των λογιστικών στοιχείων που αφορούν την ασφάλεια, όπως η ταυτότητα αιτούντα, οι πληροφορίες τακτικής ασφαλούς επικοινωνίας, καταγράφονται.

3.2.1.3.2 Data

3.2.1.3.2.1 Data.Transfer

Λαμβάνοντας υπόψη τη συμβατότητα των OS, το CROWN χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο FTP, σαν προσέγγιση της μεταφοράς αρχείων. Το CROWN υλοποίησε τη λειτουργία της εντολής ελέγχου του FTP από μια σειρά web services, που ονομάζεται Υπηρεσία Τοπικών Δεδομένων (Local Data Service-LDS), ένα συστατικό στοιχείο του CROWN. Συνεπώς, το CROWN παρέχει τη λειτουργία μεταφοράς δεδομένων χωρίς να «ακούει» μια στατική FTP θύρα.

3.2.1.3.2.2 Data.Management.Transfer

Ο CROWN πελάτης δεδομένων μπορεί να υποστηρίξει τη μεταφορά τρίτου μέρους. Εσείς απλά δίνετε ένα λογικό όνομα αρχείου στο CROWN, και το όνομα ή τη διεύθυνση URL της LDS προορισμού, και τότε το CROWN βρίσκει το αντίγραφο του λογικού αρχείου σε πολλές LDS και στη συνέχεια μετακινεί τα αρχεία στην LDS προορισμού. Όλες οι πληροφορίες μεταφοράς αποθηκεύονται από το πελάτη δεδομένων, ώστε μετά την αποτυχία

της μεταφοράς, ο πελάτης δεδομένων να μπορεί να επανεκκινήσει ή να συνεχίσει τη μεταφορά.

3.2.1.3.2.3 *Data.Management.Replica*

Στο CROWN, κάθε λογικό αρχείο έχει μια MD5 τιμή. Εάν ένα σύνολο φυσικών αρχείων έχουν την ίδια MD5 τιμή που ισούται με αυτή του λογικού αρχείου, θεωρούμε ότι αυτά τα φυσικά αρχεία είναι αντίγραφα του λογικού αρχείου. Η συνιστώσα Υπηρεσία Μετα-Δεδομένων (Metadata Service-MDS) διατηρεί την αντιστοιχισή μεταξύ LGNs και ενός ή περισσότερων LCNs. Όταν ένα LDS έχει ένα νέο φυσικό αρχείο για ανταλλαγή, δημιουργεί ένα LCN για το φυσικό αρχείο, υπολογίζει την τιμή MD5 του αρχείου και, στη συνέχεια, αποστέλλει το LCN και την MD5 σε εκείνο το MDS στο οποίο είναι καταχωρημένο. Το MDS δημιουργεί την αντιστοίχιση μεταξύ LGN και LCN, αφού λάβει την αίτηση του LDS. Αν περισσότερα από ένα LGN έχουν την ίδια MD5 με αυτή του λαμβανόμενου, θα δημιουργηθούν πολλαπλές αντιστοιχίσεις.

Στο CROWN, το MDS είναι κατανεμημένο. Με τη διανομή του μητρώου MDS, είμαστε σε θέση να αυξήσουμε το μέγεθος του συστήματος, να αποθηκεύσουμε περισσότερες αντιστοιχίσεις και να αποφύγουμε τη δημιουργία ενός σημείου βλάβης στο σύστημα διαχείρισης δεδομένων στο Grid. Όταν ο χρήστης μεταφέρει ένα λογικό αρχείο από την πηγή LDS (εξ) για τον προορισμό LDS, ένα αντίγραφο δημιουργείται.

3.2.1.3.2.4 *Data.Naming.Scheme*

Στο CROWN, το σχέδιο ονοματοδοσίας αρχείων διαρθρώνεται σε τρία επίπεδα: Λογικό Όνομα Αρχείου (Logical File Name-LGN), Τοπικό Όνομα Αρχείου (Local File Name-LCN) και Φυσικό Όνομα Αρχείου (Physical File Name-PFN). Το LGN είναι το αναγνωριστικό από ένα σύνολο αρχείων που έχουν την ίδια τιμή, το LCN είναι η διεύθυνση URL μεταφοράς ενός φυσικού αρχείου και το PFN είναι το path του αρχείου στο σύστημα αρχείων. Περισσότερα από ένα LCN μπορούν να μοιραστούν ένα LGN και ένα PFN μπορεί να συνδεθεί με περισσότερα από ένα LCN.

3.2.1.3.2.5 *Data.Naming.Resolver*

Στο CROWN, το MDS αντιστοιχεί ένα LGN σε ένα σύνολο από LCN με βάση την MD5 και το LDS αντιστοιχεί ένα LCN σε ένα PFN.

3.2.1.3.2.6 *Data.Access.Relational*

Το OGSA-DAI είναι ενσωματωμένο στο CROWN ως συστατικό στοιχείο για την πρόσβαση σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων.

3.2.1.3.3 *Information*

Η διαχείριση των πληροφοριών στο CROWN συν-παρέχεται από διάφορα συστατικά στοιχεία, όπως η Υπηρεσία Μοντελοποίησης Πληροφοριών Grid (Grid Information Model Service-GIMS), Region Registry, Region Switch, η Υπηρεσία Εντοπισμού και Περιγραφής Πόρων (RLDS-Resource Locating and Description Service) και το SClub. Σημειώνεται ότι RLDS είναι επίσης ένα από τα βασικά συστατικά του υποσυστήματος.

3.2.1.3.3.1 *Information.Model*

Αυτή η δυνατότητα παρέχεται από το GIMS που είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση όλων των μοντέλων πληροφοριών που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα Grid. Η περιγραφή ενός πόρου έχει μοντελοποιηθεί ως ένα σύνολο ζευγών χαρακτηριστικού-τιμής. Το GIMS δεν υπόκειται σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο πληροφοριών (π.χ. Glue schema), σε αντίθεση επιτρέπει στους διαχειριστές του Grid να καθορίζουν, να τροποποιούν και να διαγράφουν τα δικά τους μοντέλα πληροφοριών ελεύθερα σύμφωνα με συγκεκριμένες απαιτήσεις. Έτσι, το GIMS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή άλλων προτύπων, όπως το Glue schema ή το Σύνηθες Μοντέλο Πληροφοριών (CIM-Common Information Model).

3.2.1.3.3.2 *Information.Discovery*

Το RLDS υιοθετεί ένα υβριδικό επίστρωμα που συνδυάζει ιεράρχιση δέντρου και P2P για να παράσχει αποτελεσματική υπηρεσία πληροφοριών. Καθώς ο αριθμός των πόρων του Grid είναι μεγάλος, πολλές RLDS υπηρεσίες έχουν αναπτυχθεί για τη διαχείριση των πληροφοριών των πόρων και κάθε ανεπτυγμένη RLDS υπηρεσία ονομάζεται RLDS κόμβος. Στο κάτω στρώμα, οι RLDS κόμβοι οργανώνονται σε ένα πλαίσιο πολλαπλών δέντρων και η ρίζα ενός δέντρου ονομάζεται Region Switch. Στο ανώτερο στρώμα, όλες οι Region Switch υπηρεσίες επικοινωνούν μεταξύ τους με ένα P2P τρόπο. Οι Region Switch υπηρεσίες μπορούν να βρουν η μια την άλλη μέσω της υπηρεσίας Region Registry. Οι χρήστες μπορούν

να ξεκινήσουν την ανακάλυψη πληροφοριών από οποιονδήποτε RLDS κόμβο και η αναζήτηση ξεκινά για πρώτη φορά μέσα σε ένα δέντρο. Αν οι απαιτήσεις των χρηστών δεν τηρούνται, η έρευνα θα διεξαχθεί περαιτέρω σε δέντρα μέσω επικοινωνιών μεταξύ υπηρεσιών Region Switch. Πέρα από αυτό, η SClub υπηρεσία έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αποτελεσματική αναζήτηση για «καυτές» πληροφορίες. Η SClub υπηρεσία υπολογίζει δυναμικά τις δημοφιλείς πληροφορίες και καταγράφει που θα τις εντοπίσει. Για να το θέσουμε απλά, η SClub παρέχει μια σύντομη οδό για την ανακάλυψη δημοφιλών πληροφοριών.

3.2.1.3.3.3 *Information.Logging*

Το RLDS παρέχει ένα σύνολο διεπαφών για την καταγραφή των εγγραφών των πληροφοριών. Οι πληροφορίες συλλέγονται μέσω διαφόρων φορέων παροχής πληροφοριών. Πριν από την καταχώριση των πληροφοριών στο RLDS, οι παροχείς πληροφοριών πρέπει να μεταμορφώσουν τα δεδομένα που συνέλεξαν έτσι ώστε να συμμορφώνονται με τα μοντέλα πληροφοριών που ορίζονται από το GIMS, διαφορετικά η καταχώριση θα αποτύχει. Το RLDS ενσωμάτωσε αρκετούς παρόχους πληροφοριών που συγκεντρώνουν πληροφορίες για υπηρεσίες και πόρους, και επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύξουν άλλους παρόχους που βασίζονται στις απαιτήσεις του συστήματος ή της εφαρμογής.

3.2.1.3.3.4 *Information.Monitoring*

Αυτή η δυνατότητα παρέχεται από μια υπηρεσία παρακολούθησης στο CROWN. Η υπηρεσία παρακολούθησης περιλαμβάνει μια σειρά από αισθητήρες που είναι υπεύθυνοι για την δυναμική παρακολούθηση της κατάστασης των πόρων και την περιοδική αναφορά της κατάστασης στο RLDS. Οι πληροφορίες που παρέχονται περιλαμβάνουν τόσο τη στατική (π.χ. OS, μέγεθος δίσκου και συχνότητα της CPU) όσο και τη δυναμική (π.χ. CPU φορτίο, διαθέσιμη μνήμη και μέγεθος δίσκου) κατάσταση των πόρων. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες μέσω RLDS διεπαφών. Υπάρχει επίσης μια στατιστική υπηρεσία (μια βασική υπηρεσία στο CROWN) που αναπτύχθηκε για να μετρά δυναμικά την απόδοση, ο μέσος χρόνος ανταπόκρισης των υπηρεσιών και άλλα στοιχεία επιδόσεων των υπηρεσιών.

3.2.1.3.3.5 *Information.Provenance*

Οι πληροφορίες που καταγράφονται από το RLDS αποθηκεύονται σε μια MySQL βάση δεδομένων. Έτσι, οι πληροφορίες μπορούν να ανακτηθούν ανά πάσα στιγμή, για το σκοπό της ανάλυσης δεδομένων και τα λοιπά.

3.2.1.3.4 *ExecMan*

Η διαχείριση εκτέλεσης στο CROWN γίνεται από τον CROWN Scheduler. Ο CROWN Scheduler είναι η συνιστώσα διαχείρισης της εκτέλεσης στο CROWN Grid. Ο CROWN Scheduler μπορεί να διαιρεθεί σε δύο μέρη, το ένα είναι ο CROWN Global Scheduler και το άλλο είναι ο CROWN Local Scheduler. Ο CROWN Global Scheduler είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση παγκόσμιων εργασιών και τον προγραμματισμό ανώτερων επιπέδων, ενώ ο CROWN Local Scheduler είναι υπεύθυνος για την εκτέλεση εργασιών και τη διαχείριση τοπικών εργασιών.

3.2.1.3.4.1 *ExecMan.JobManager*

Όταν μια εργασία υποβάλλεται στον CROWN Scheduler, ο Global Scheduler θα δημιουργήσει ένα UUID για την εργασία, το οποίο είναι μοναδικό για κάθε εργασία. Στη συνέχεια η εργασία μπαίνει στην αναμονή, και μπορεί να «ζευγαρωθεί», να εκτελεστεί, να τελειώσει και τα λοιπά.

3.2.1.3.4.2 *ExecMan.JobDescription*

Η εργασία στον CROWN Scheduler περιγράφεται σε Γλώσσα Υποβολής & Περιγραφής Εργασιών (JSDL-Job Submission and Description Language). Η JSDL είναι ένα προσχέδιο προδιαγραφής του Open Grid Forum. Είναι η de facto προδιαγραφή για την Υπηρεσία Εκτέλεσης Εργασιών Grid (Grid Job Execution Service). Ο CROWN Scheduler έχει επίσης μια επέκταση της JSDL για να υποστηρίξει Web Service-τύπου εργασίες, PBS-τύπου εργασίες και CROWN Credential Manager. Χρησιμοποιώντας την JSDL ως γλώσσα περιγραφής εργασιών, καθιστά τον CROWN Scheduler διαλειτουργικό με άλλα συστήματα εκτέλεσης εργασιών, που επίσης χρησιμοποιούν την JSDL στην περιγραφή των εργασιών.

3.2.1.3.4.3 *ExecMan.ExecutionAndPlanning*

Ο CROWN Scheduler μπορεί να υποστηρίξει διάφορες μορφές εργασιών, όπως Webservice-τύπου εργασίες, PBS-τύπου εργασίες και POSIX-τύπου εργασίες. Για τον Webservice-τύπο εργασίας, ο CROWN Scheduler θα συμπεριφέρεται ως πελάτης επίκλησης Web Service για να καλέσει την υπηρεσία που αναπτύσσεται σε απομακρυσμένο server. Για τον PBS-τύπο εργασίας και τον POSIX-τύπο εργασίας, ο CROWN Local Scheduler παρέχει τη διασύνδεση με το back-end PBS σύστημα και POSIX σύστημα. Μπορεί να παράγει την εντολή που είναι αναγκαία για την εκτέλεση εργασιών στο PBS σύστημα ή στο POSIX σύστημα.

3.2.1.3.4.4 *ExecMan.CandidateSetGenerator*

Ο CROWN Scheduler έχει ορίσει μια ευέλικτη διεπαφή για την υπηρεσία πληροφοριών, η οποία αποκαλείται SPI. Η default SPI είναι η διεπαφή για το CROWN RLDS, σύμφωνα με την απαίτηση εκτέλεσης εργασίας που περιγράφεται στη JSDL. Ο CROWN Scheduler θα ζητήσει από το RLDS να βρεί την υποψήφια ομάδα πόρων για την εκτέλεση της εργασίας. Χρησιμοποιώντας το SPI όπως ορίζεται στον CROWN Scheduler, οι προγραμματιστές θα μπορούν επίσης να προγραμματίσουν τον CROWN Scheduler να αναζητήσει πληροφορίες υποψήφιων πόρων από άλλα συστήματα πληροφοριών (π.χ., UDDI, Grimoires). Καθώς ο CROWN Scheduler βρίσκει τους υποψήφιους πόρους για την εκτέλεση της εργασίας από την υπηρεσία πληροφοριών ή το μητρώο της υπηρεσίας, ο CROWN Scheduler θα εφαρμόσει κάποια τακτική φίλτρου και διαλογής στην ομάδα υποψήφιων πόρων. Στη συνέχεια ο CROWN Scheduler μπορεί να επιλέξει έναν ή περισσότερους πόρους για την εκτέλεση των εργασιών.

3.2.1.3.4.5 *ExecMan.Reservation*

Ο CROWN Scheduler παρέχει επίσης τη λειτουργία κράτησης των πόρων. Ο CROWN Scheduler εφάρμοσε έναν μηχανισμό κράτησης ευέλικτης χωρητικότητας, που ονομάζεται FIRST.

3.2.1.4 Vega-Gos

Name	Vega-GOS
Last Stable Version	01/02/00
Dissemination Website	http://vega.ict.ac.cn/en/gosproject.jsp?id=dir30
Source Code Repository	
Reference Document Architecture	http://vega.ict.ac.cn/en/gosdownload.jsp?id=dir5
Licence	

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	agora	Production	X.509	
Security.Delegation	grip	Production	IETF RFC3820	
Security.CredentialStorage	agora	Production	IETF RFC3820	
Security.AttributeAuthority	agora	Production	SAML 1.0	
Security.Authorization.Decision	agora	beta		
Security.Authorization	agora	beta		
Security.IdentityMapping	agora	beta		
Security.Accounting	Grid Batch Accounting System	Production		
Data.Transfer	HTTP	Production	HTTP1.1	GridFTP
Data.Management.Transfer	Grid File Management	Production		

	System			
Data.Access.FlatFiles	Grid File Management System	Production		
Data.Naming.Scheme	a three-level naming scheme	beta		
Data.Naming.Resolver	meta file service in Grid File Management System	beta		
Information.Model	meta info and schema	Production		CIM
Information.Discovery	Grid Router	Production		
Information.Logging	Log4j wrapper	Production		
Information.Monitoring	Grid Monitoring System	Production		GMA
Information.Provenance	N/A			
ExecMan.JobMan	Grid Batch System	Production		
ExecMan.JobDescription	xml schema	beta		JSDL
ExecMan.ExecutionAndPlanning	N/A			
ExecMan.CandidateSetGenerator	N/A			
ExecMan.Reservation	According to the local batch system			

Πίνακας 5: Ανάλυση του Vega-Gos

3.2.1.4.1 Security

3.2.1.4.1.1 Security.Authentication

Για την ταυτοποίηση του χρήστη, κάθε χρήστης του VEGA GOS μπορεί να αποκτήσει ένα X.509 πιστοποιητικό που υπογράφεται από την CA και είναι αποδεκτό από το GOS. Για την ταυτοποίηση των υπηρεσιών, κάθε υπηρεσία που έχει καταχωρηθεί στο GOS θα πρέπει επίσης να αποκτήσει ένα X.509 πιστοποιητικό από την CA. Το VEGA GOs δεν περιλαμβάνει μια CA μονάδα. Χρήστης και πάροχος υπηρεσιών πρέπει να εφαρμόζουν και να αποκτούν πιστοποιητικά από μια ξεχωριστή μονάδα CA.

3.2.1.4.1.2 Security.Authorization

Η εικονική υπηρεσία εξουσιοδότησης παρέχει λειτουργικότητα στην υπηρεσία εξουσιοδότησης σε επίπεδο λειτουργίας βάσει τεκμηρίων (έγγραφο SAML που υπογράφεται από την αρχή εξουσιοδότησης Agora).

3.2.1.4.1.3 Security.Delegation

Η προτεινόμενη δομή εκτέλεσης ονομάζεται grip (grid process-grid διαδικασία) [GOSARCH], η οποία είναι ένα κομμάτι που ανταποκρίνεται σε διαδικασίες σε ένα παραδοσιακό OS, και τρέχει σε VEGA GOS και αντιπροσωπεύει ένα grid υποκείμενο (grid χρήστης που έχει ταυτοποιηθεί από το DN) για να έχει πρόσβαση σε διάφορες υπηρεσίες στο grid. Η grip μπορεί να φέρει το πιστοποιητικό proxy του χρήστη και να υπογράφει τα εξερχόμενα SOAP μηνύματα. Επί του παρόντος, η grip παρουσιάζει πέντε API από την πλευρά του πελάτη, αυτές είναι οι εξής: δημιουργία, δέσμευση, επίκληση, έλεγχο και κλείσιμο. Ο προγραμματιστής μπορεί να γράψει τον κώδικα με τα πέντε API απλά και εύκολα.

3.2.1.4.1.4 Security.CredentialStorage

Η υπηρεσία agora μπορεί να παρέχει τη λειτουργία της αποθήκευσης διαπιστευτηρίων, που είναι παρόμοια με την myproxy. Με τη βοήθεια της υπηρεσίας grip, η grip που προαναφέρθηκε μπορεί να δημιουργηθεί με τη χρήση uid /pass ζεύγη

3.2.1.4.1.5 *Security.Accounting*

Το Grid Batch Accounting System δομείται με βάση το VEGA GOS v2.

3.2.1.4.2 *Data*

3.2.1.4.2.1 *Data.Transfer*

Η λήψη/μεταφόρτωση αρχείων (download/upload) γίνεται με το HTTP servlet (τα servlets είναι αντικείμενα γλώσσας προγραμματισμού που επεξεργάζονται δυναμικά αιτήσεις και κατασκευάζουν αποκρίσεις) που συνδέεται με την αυτόνομη υπηρεσία αρχείων. Όταν ένας πελάτης στείλει ένα αίτημα προς την υπηρεσία αρχείων για ένα κενό αρχείο, ο αντίστοιχος servlet θα αναλάβει αυτό το αίτημα και θα στείλει πίσω το αρχείο μέσω του HTTP πρωτόκολλου.

3.2.1.4.2.2 *Data.Naming.Scheme*

Το Σύστημα Διαχείρισης Αρχείων Grid (Grid File Management System) [GOSIMPL] έχει χώρο διεύθυνσης τριών-στρωμάτων και παρέχει διεπαφές τηλεχειρισμού αρχείων, δεν παρέχει όμως διεπαφές τηλε-πρόσβασης αρχείων. Τα τρία στρώματα αρχείων στο Grid είναι το φυσικό αρχείο, το εικονικό αρχείο και το ενεργό αρχείο αντίστοιχα. Το φυσικό αρχείο είναι το Grid αρχείο που είναι διαθέσιμο στην υπηρεσία φυσικού αρχείου και το όνομα φυσικού αρχείου είναι η απόλυτη θέση του. Το εικονικό αρχείο είναι το αναγνωριστικό της υπηρεσίας εικονοποιημένου φυσικού αρχείου και το όνομα εικονικού αρχείου μπορεί να καθορίσει μοναδικά τη θέση των αρχείων στο Grid. Το ενεργό αρχείο είναι ο λογικός χώρος αρχείου που μπορούν να δουν οι χρήστες του Grid (agora effective users). Οι χρήστες μπορούν να οργανώνουν αυθαίρετα τη δομή των αρχείων και των φακέλων σε αυτό το χώρο σύμφωνα με τις απαιτήσεις. Κάθε ενεργό αρχείο αυτού του χώρου μπορεί να αντιστοιχιστεί σε ένα εικονικό αρχείο. Το Σύστημα Αρχείων του Grid που βασίζεται στο GOS επιτρέπει στους προγραμματιστές να προσθέτουν λειτουργίες που παρέχονται από το σύστημα αρχείων Grid σε εφαρμογές Grid με τη χρήση των client side-APIs του συστήματος αρχείων GOS.

3.2.1.4.2.3 *Data.Naming.Resolve*

Η επίλυση του θέματος των ονομάτων γίνεται από το Grid File Management System.

3.2.1.4.3 *Information*

Σε αυτή την έκδοση του VEGA GOS, η διαχείριση πληροφοριών ονομάζεται υπηρεσία δρομολόγησης Grid. Η διεύθυνση (URI) της υπηρεσίας καταγράφεται και εικονοποιείται από την υπηρεσία δρομολόγησης Grid. Κάθε υπηρεσία δρομολόγησης Grid μπορεί να διαχειριστεί τις μετα-πληροφορίες των τομεοκεντρικών υπηρεσιών. Με το βαθμιαίο πολλαπλασιασμό της διαφοράς μεταξύ γειτονικών δρομολογητών, κάθε δρομολογητής διατηρεί τα ids των δρομολογητών (το σημείο πρόσβασης της υπηρεσίας εικονοποιημένης δρομολόγησης που δημιουργείται αυτόματα καθώς ο δρομολογητής ξεκινά για πρώτη φορά) συγχρονισμένα σε παγκόσμιο επίπεδο, δηλαδή, οι αποκεντρωμένοι διασυνδεδεμένοι δρομολογητές Grid μπορούν να παρέχουν ένα παγκόσμιο μοναδικό (SSId) χώρο μετα-πληροφοριών. Τα στοιχεία σε αυτό το χώρο είναι μετα-πληροφορίες εγγεγραμμένων υπηρεσιών που προσδιορίζονται από το συνδυασμό του id δρομολογητή και id υπηρεσίας.

3.2.1.4.3.1 *Information.Discovery*

Η υπηρεσία δρομολόγησης Grid παρέχει στους χρήστες τις ακόλουθες λειτουργίες: (1) διαχείριση της αντιστοίχισης εικονικών και φυσικών υπηρεσιών, (2) παγκόσμιος εντοπισμός φυσικής υπηρεσίας.

3.2.1.4.3.2 *Information.Logging*

Με έναν ενιαίο ορισμό εξαίρεσης και το προσαρμογέα του σφάλματος SOAP, το VEGA GOS μπορεί να παρέχει την δυνατότητα της δυναμικής επέκτασης δηλώσεων εξαίρεσης και τη δυνατότητα συνδυασμού μιας ομάδας πληροφοριών εξαιρέσεων [EXCEPTION]. Ο προγραμματιστής του VEGA GOS μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτές τις δηλώσεις χειρισμού εξαιρέσεων, να αναλύσει και να επεξεργαστεί κάθε είδους εξαίρεσης που μπορεί να συναντήσει, ή ακόμα και να ρίξει μια νέα εξαίρεση στον επεξεργαστή υψηλού επιπέδου. Ανάλογα με την περίπτωση, η εξαίρεση μπορεί να χαρακτηριστεί ως info, debug, σημαντική και ζωτική. Ανάλογα με τη θέση που συνέβησαν (πυρήνας, σύστημα, επίπεδο εφαρμογής), η εξαίρεση μπορεί επίσης να χαρακτηριστεί ως πυρήνα, συστήματος και εφαρμογής αντίστοιχα. Μερικές χρήσιμες πληροφορίες μπορούν να καταγραφούν από έναν προσαρμογέα του Log4j. Για παράδειγμα, οι εξαιρέσεις σε επίπεδο πυρήνα και σε επίπεδο συστήματος, αν είναι σημαντικές ή ζωτικές, καταγράφονται σε ξεχωριστά απλά αρχεία για

έλεγχο. Η μορφή του αρχείου καταγραφής είναι ίδια με αυτή του αρχείου που δημιουργείται από το Log4j.

3.2.1.4.3.3 *Information.Monitoring*

Το σύστημα παρακολούθησης στο VEGA GOS μπορεί μόνο να παρακολουθεί πόρους σε επίπεδο συστήματος, όπως cpu, mem, loadavg και χωρητικότητα σκληρού δίσκου. Αποτελείται από ένα δειγματολήπτη (probe) στοιχείων παρακολούθησης, backend αποθήκη βάσης δεδομένων, υπηρεσία παρακολούθησης και συσσωρευτή δεδομένων παρακολούθησης. Τα δεδομένα παρακολούθησης με την αρχική XML μορφή που παράγονται από ganglia μπορούν να συγκεντρωθούν σε backend βάση δεδομένων. Όσο για το front-end, η υπηρεσία παρακολούθησης αντιδρά στην αίτηση για την ανάκτηση δεδομένων και στέλνει πίσω τα δεδομένα ανάλογα. Ο συσσωρευτής δεδομένων παρακολούθησης μπορεί να συγκεντρώσει δεδομένα παρακολούθησης από πολλαπλές υπηρεσίες παρακολούθησης με συγκεντρωτικό τρόπο, και να αποθηκεύσει αυτά τα δεδομένα σε ατομική βάση δεδομένων.

3.2.1.4.4 *ExecMan*

Η διαχείριση της εκτέλεσης στο VEGA GOS ονομάζεται grid batch system[GOSIMPL]. Το grid batch system αποτελείται από batch υπηρεσία, λογιστική υπηρεσία και batch driver για αλληλεπίδραση backend batch συστημάτων (OpenPBS, LSF και ούτω καθεξής.). Η batch υπηρεσία έχει την διεπαφή για υποβολή εργασιών, για ερώτηση κατάστασης της εργασίας, για ακύρωση ή διαγραφή εργασίας. Το stagein και stageout αρχείων υποστηρίζεται από το σύστημα διαχείρισης αρχείων Grid.

3.2.1.4.4.1 *ExecMan.BES*

Όταν ένα έγγραφο περιγραφής μιας εργασίας αποστέλλεται στην batch υπηρεσία, αυτή θα μεταφράσει την αίτηση σε κώδικα και θα τον υποβάλει στο backend batch σύστημα. Ο batch driver μπορεί να προσφέρει την δυνατότητα της εκτέλεσης για λογαριασμό άλλων και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το υποκείμενο JVM δεν μπορεί να αλλάξει την ταυτότητα του εκτελούμενου. Εάν η αίτηση περιέχει απαιτήσεις αρχείου stage-in ή stage-out, η batch υπηρεσία θα λάβει/μεταφορτώσει (download/upload) τα αρχεία από/προς το χρήστη του παγκόσμιου χώρου αρχείων που συντηρείται από το σύστημα διαχείρισης αρχείων Grid. Όταν

τελειώνει μια δουλειά, η υπηρεσία θα κρατήσει αρχείο σχετικά με την χρήση υπολογιστικών πόρων και πόρων αποθήκευσης σε βάσεις δεδομένων για μεταγενέστερη ανάκτηση.

3.2.1.4.4.2 *ExecMan.JobDescription*

Η περιγραφή εργασίας στο batch σύστημα Grid είναι πολύ απλό. Μόνο το πρωτότυπο script εργασίας και οι διευθύνσεις αρχείων stagein και stageout ενσωματώνονται στο xml schema. Πάντως, το JSDL θα προσαρμοστεί σε μελλοντική έκδοση του VEGA GOS.

3.2.1.5 *Unicore 5*

Name	UNICORE 5
Last Stable Version	5
Dissemination Website	http://www.unicore.eu
Source Code Repository	https://sourceforge.net/projects/unicore/
Reference Document Architecture	http://www.fz-juelich.de/zam/vsgc/pub/streit-2005-UFJ.pdf
Licence	Ανοιχτού κώδικα με BSD άδεια

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	UNICORE Gateway	production	IETF RFC3820	
Security.CredentialStorage	Java Keystores	production		
Security.Delegation	Explicit Trust Delegation (ETD)	production		
Security.AttributeAuthority	UUDB	production		SAML

Security.Authorization	UUDB	production	IETF RFC3820	
Security.IdentityMapping	UUDB	production	IETF RFC3820	
Security.Accounting	RMS	Vendor-specific		
Data.Transfer	UPL, GridFTP	production	GridFTP	ByteIO
Data.Management.Transfer	NJS			
Data.Management.Replica				
Data.Management.Storage				
Data.Naming.Resolver				
Data.Naming.Scheme	NJS, TSI, Gateway	production		
Data.Access.Relational				
Data.Access.XML				
Data.Access.FlatFiles	TSI	production		
Information.Model				
Information.Discovery				
Information.Logging	TSI, NJS, Gateway	production		
Information.Monitoring	Client	production		
Information.Provenance				
ExecMan.BES	TSI	production		
ExecMan.JobDescription	AJO	production		JSDL
ExecMan.JobManager	NJS	production		
ExecMan.ExecutionAndPlanning	NJS	production		
ExecMan.CandidateSetGenerator				
ExecMan.Reservation				

Πίνακας 6: Ανάλυση του Unicore5

3.2.1.5.1 *Security*

Η αρχιτεκτονική ασφαλείας βασίζεται στα τυποποιημένα IETF X.509 πιστοποιητικά που ελέγχονται από το UNICORE Gateway και την UNICORE User DataBase (UUDB).

3.2.1.5.1.1 *Security.Authentication*

Η επαλήθευση ταυτότητας ενός χρήστη γίνεται από το UNICORE Gateway που παρέχει το μοναδικό σημείο εισόδου σε ένα UNICORE site (U-site). Τα πιστοποιητικά X.509 των χρηστών ελέγχονται αν είναι έγκυρα, υπογράφονται από μια αξιόπιστη Υπηρεσία Πιστοποιητικών (Certificate Authority-CA) και δεν ανακαλούνται μέσω Λίστας Ανάκλησης Πιστοποιητικών (Certificate Revocation List-CRL).

3.2.1.5.1.2 *Security.CredentialStorage*

Τα διαπιστευτήρια αποθηκεύονται σε Java keystores στον UNICORE πελάτη.

3.2.1.5.1.3 *Security.Delegation*

Η ασφαλής εξουσιοδότηση των εργασιών είναι δυνατή χρησιμοποιώντας την Εξουσιοδότηση Απόλυτης Εμπιστοσύνης (Explicit Trust Delegation-ETD).

3.2.1.5.1.4 *Security.Authorization*

Η εγκριτική απόφαση για ένα χρήστη γίνεται στην UUDB με τη χρήση του πιστοποιητικού X.509 του χρήστη. Ωστόσο, η διάκριση των αιτούμενων τρόπων πρόσβασης μέσω συνδυασμού διαφόρων πληροφοριών δεν υποστηρίζεται στο UNICORE 5.

3.2.1.5.1.5 *Security.IdentityMapping*

Η αδειοδότηση ενός χρήστη γίνεται από το UUDB που παρέχει αντιστοιχίσεις από πιστοποιητικά X.509 σε συνδέσεις χρηστών σε υπερυπολογιστές ή clusters.

3.2.1.5.1.6 *Security.Accounting*

Τα λογιστικά επαφίονται στο Σύστημα Διαχείρισης Πόρων (Resource Management System-RMS) που εκτελείται κάτω από τη UNICORE στοίβα.

3.2.1.5.2 *Data*

3.2.1.5.2.1 *Data.Transfer*

Ο χειρισμός των δεδομένων πραγματοποιείται κυρίως μέσω του Επόπτη Εργασιών Δικτύου (Network Job Supervisor-NJS) και της Διεπαφής Συστήματος Στόχου (Target System Interface-TSI). Για τη μεταφορά των δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε το στρώμα πρωτόκολλου UNICORE (UNICORE protocol layer-UPL) ή το GridFTP. Η HTTP μεταφορά δεδομένων είναι επίσης διαθέσιμη σε μια άλφα έκδοση.

3.2.1.5.2.2 *Data.Management.Transfer*

Η διαχείριση της μεταφοράς δεδομένων, από την αρχή έως την ολοκλήρωση της, γίνεται στο NJS.

3.2.1.5.2.3 *Data.Naming.Scheme*

Αυτή η δυνατότητα σχετίζεται με την ικανότητα επικόλλησης ονομάτων σε πόρους δεδομένων. Συγκεκριμένα, το UNICORE χρησιμοποιεί ένα ανθρωποκεντρικό όνομα για ένα VSite που στη συνέχεια αντιστοιχίζεται σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση.

3.2.1.5.2.4 *Data.Naming.Resolver*

Αυτή η δυνατότητα σχετίζεται με την ικανότητα αντιστοίχισης ενός ονόματος σε ένα άλλο. Στο UNICORE, το ανθρωποκεντρικό όνομα αντιστοιχίζεται σε μια διεύθυνση που πραγματοποιείται μέσω NJS και Gateway (αρχείο συνδέσεων).

3.2.1.5.2.5 *5 Data.Access.FlatFiles*

Η UNICORE TSI μπορεί να προσπελάσει αρχεία στον δίσκο.

3.2.1.5.3 *Information*

3.2.1.5.3.1 *Information.Model*

Το μοντέλο δεδομένων του UNICORE 5 παρέχεται από την UNICORE Incarnation Database (IDB).

3.2.1.5.3.2 *Information.Discovery*

Η διαχείριση πληροφοριών και παρακολούθησης γίνεται μέσω του NJS και ο UNICORE Πελάτης παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης εργασιών καθώς και τον έλεγχο αυτών.

3.2.1.5.3.3 *Information.Logging*

Όλα τα βασικά συστατικά του UNICORE, δηλαδή η UNICORE Gateway, ο NJS και η TSI, παρέχουν μαζικές δυνατότητες καταγραφής με διαφορετικά επίπεδα βερμπαλισμού.

3.2.1.5.3.4 *Information.Monitoring*

Η διαχείριση πληροφοριών και παρακολούθησης γίνεται μέσω του NJS και ο UNICORE Πελάτης παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης εργασιών καθώς και τον έλεγχο αυτών.

3.2.1.5.3.5 *Information.Provenance*

Η μακροχρόνια αποθήκευση των πληροφοριών που σχετίζονται με τη Grid δραστηριότητα γίνεται στο USPACE του UNICORE. Σημειώστε ότι μόνο αυτή που δημιουργεί τις πληροφορίες (π.χ. αποτελέσματα εργασιών) είναι σε θέση να έχει πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες.

3.2.1.5.4 *ExecMan*

3.2.1.5.4.1 *ExecMan.BES*

Η διαχείριση εκτέλεσης γίνεται μέσω του NJS, το βασικό συστατικό του UNICORE που παρέχει επίσης μαζικές δυνατότητες ροής εργασιών (workflow) για την εκτέλεση εργασιών σε διαφορετικές τοποθεσίες.

3.2.1.5.4.2 *ExecMan.JobDescription*

Η περιγραφή εργασιών γίνεται μέσω είτε της UNICORE Client GUI ή διαφόρων διεπαφών γραμμής εντολών. Ωστόσο, η εσωτερική αναπαράσταση είναι Αντικείμενο Αφηρημένης Εργασίας (Abstract Job Object-AJO), ένα ιδιόκτητο java αντικείμενο που αναλύεται στο NJS επίπεδο.

3.2.1.5.4.3 *ExecMan.ExecutionAndPlanning*

Αντιστοιχίσεις μεταξύ των πόρων και εργασιών γίνονται στον UNICORE πελάτη από το χρήστη. Ο προγραμματισμός των υπολογιστικών εργασιών γίνεται μέσω των Συστημάτων Διαχείρισης Πόρων (Resource Management Systems-RMS) που αλληλεπιδρά με το UNICORE TSI.

3.2.1.5.4.4 *ExecMan.CandidateSetGenerator*

Οι πόροι επιλέγονται manually από τους χρήστες εντός του UNICORE πελάτη.

3.2.1.5.4.5 *ExecMan.Reservation*

Υπάρχει η δυνατότητα να κρατούν είτε εύρος ζώνης ή υπολογιστικό χρόνο. Ωστόσο, και οι δύο εκδόσεις είναι διαθέσιμες μόνο ως άλφα έκδοση.

3.2.1.6 *Unicore 6*

Name	UNICORE 6 alpha
Last Stable Version	UNICORE 5 (production)
Dissemination Website	http://www.unicore.eu
Source Code Repository	https://sourceforge.net/projects/unicore/
Reference Document Architecture	http://www.fz-juelich.de/zam/vsgc/pub/riedel-2006-SPU.pdf
Licence	Ανοιχτού κώδικα με BSD άδεια

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	UNICORE Gateway	Alpha	IETF RFC3820	
Security.CredentialStorage	Java Keystores/ VOMS	Alpha		
Security.Delegation	Explicit Trust Delegation (ETD)	Alpha		
Security.AttributeAuthority	WS-UUDB	Alpha		SAML
Security.Authorization	WS-UUDB	Alpha	IETF RFC3820	
Security.IdentityMapping	WS-UUDB	Alpha		
Security.Accounting	RMS, Accounting Service	Design-phase completed	OGF RUS, UR	
Data.Transfer	ByteIO, GridFTP, HTTP Transfer, BaseLine Transfer	Alpha	OGF GridFTP	
Data.Management.Transfer	File Transfer Service	Alpha		

Data.Management.Replica				
Data.Management.Storage	Storage Management Service	Alpha		OGF DMI
Data.Naming.Resolver				
Data.Naming.Scheme	Proprietary scheme exposed as WS-RPs	Alpha		
Data.Access.Relational	OGSA-DAI	Alpha		
Data.Access.XML	OGSA-DAI	Alpha		
Data.Access.FlatFiles	File Transfer Service	Alpha		
Information.Model	WS-RPs	Alpha		
Information.Discovery	WS-RPs	Alpha		
Information.Logging	Gateway, UNICORE 6 servers	Alpha		
Information.Monitoring	Client, WS-RPs	Alpha		
Information.Provenance				
ExecMan.BES	Target System Service	Alpha	OGF JSDL	OGSA-BES and JSDL
ExecMan.JobDescription		Beta	OGF JSDL	
ExecMan.JobManager	JSDL	Alpha		OGSA-BES
ExecMan.ExecutionAndPlanning	Job Management Service	Alpha		OGSA-BES
ExecMan.CandidateSetGenerator	Job Management Service			
ExecMan.Reservation				

Πίνακας 7: Ανάλυση του Unicore6

3.2.1.6.1 *Security*

Η αρχιτεκτονική ασφαλείας βασίζεται στα τυποποιημένα IETF X.509 πιστοποιητικά που ελέγχονται από το νέο SOAP-aware UNICORE Gateway και την Web Services-based UNICORE User DataBase (WS-UUDB).

3.2.1.6.1.1 *Security.Authentication*

Η επαλήθευση ταυτότητας ενός χρήστη γίνεται από το νέο SOAP-aware UNICORE Gateway που παρέχει το μοναδικό σημείο εισόδου σε ένα UNICORE site (U-site). Τα πιστοποιητικά X.509 των χρηστών ελέγχονται αν είναι έγκυρα, υπογράφονται από μια αξιόπιστη Υπηρεσία Πιστοποιητικών (Certificate Authority-CA) και δεν ανακαλούνται μέσω Λίστας Ανάκλησης Πιστοποιητικών (Certificate Revocation List-CRL).

3.2.1.6.1.2 *Security.CredentialStorage*

Τα διαπιστευτήρια αποθηκεύονται σε Java keystores στον UNICORE πελάτη.

3.2.1.6.1.3 *Security.Delegation*

Η ασφαλής εξουσιοδότηση των εργασιών είναι δυνατή χρησιμοποιώντας την Εξουσιοδότηση Απόλυτης Εμπιστοσύνης (Explicit Trust Delegation-ETD).

3.2.1.6.1.4 *Security.Authorization*

Η εγκριτική απόφαση για ένα χρήστη γίνεται στην νέα WS-based UUDB με τη χρήση του πιστοποιητικού X.509 του χρήστη. Ωστόσο, η διάκριση των αιτούμενων τρόπων πρόσβασης μέσω συνδυασμού διαφόρων πληροφοριών δεν υποστηρίζεται ακόμη στο UNICORE 6, αλλά έχει ήδη σχεδιαστεί με την ενσωμάτωση του VOMS.

3.2.1.6.1.5 *Security.IdentityMapping*

Η αδειοδότηση ενός χρήστη γίνεται από το WS-based UUDB που παρέχει αντιστοιχίσεις από πιστοποιητικά X.509 σε συνδέσεις χρηστών σε υπερυπολογιστές ή clusters. Η διαχείριση VO έχει σχεδιαστεί με την ενσωμάτωση του VOMS

3.2.1.6.1.6 *Security.Accounting*

Τα λογιστικά επαφίονται στο Σύστημα Διαχείρισης Πόρων (Resource Management System-RMS) που εκτελείται κάτω από τη UNICORE στοίβα. Ωστόσο, μια σχεδιασμένη Υπηρεσία Χρήσης Πόρων (Resource Usage Service-RUS) που εκθέτει Αρχεία Χρήσης (Usage Records-UR) έχει ήδη σχεδιαστεί και θα αναπτυχθεί σύντομα για το UNICORE 6 alpha. Τα URs περιέχουν λογιστικές πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν από την RMS. Οι προδιαγραφές των RUS και UR προτυποποιούνται από το OGF.

3.2.1.6.2 *Data*

3.2.1.6.2.1 *Data.Transfer*

Ο χειρισμός των μεταφορών δεδομένων γίνεται μέσω των Υπηρεσιών Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Services) που αντιπροσωπεύουν μια αφηρημένη έννοια. Ειδικότερα, μια πιο συγκεκριμένη μεταφορά αρχείων είναι η RandomByteIO, η StreamableByteIO μεταφορά ή η BaselineFileTransfer.

3.2.1.6.2.2 *Data.Management.Transfer*

Η διαχείριση των μεταφορών δεδομένων, από την αρχή έως την ολοκλήρωση της, γίνεται μέσω της αντίστοιχης File Transfer Service.

3.2.1.6.2.3 *Data.Management.Storage*

Η Υπηρεσία Διαχείρισης Αποθήκευσης παρέχει δυνατότητες για τη διαχείριση ενός πόρου αποθήκευσης, από απλά συστήματα σε σύνθετα ιεραρχικά συστήματα.

3.2.1.6.2.4 *Data.Naming.Scheme*

Αυτή η δυνατότητα σχετίζεται με την ικανότητα επικόλλησης ονομάτων σε πόρους δεδομένων. Ειδικότερα, το UNICORE δεν χρησιμοποιεί αφηρημένα ή ανθρώπινα αναγνώσιμα ονόματα στην Alpha έκδοση, μόνο διευθύνσεις. Ωστόσο, στο μέλλον, σχεδιάζεται να χρησιμοποιηθεί το παλιό σχέδιο ονομασίας του UNICORE 5 ή επικείμενες προδιαγραφές που συμμορφώνονται στα πρότυπα.

3.2.1.6.2.5 *Data.Naming.Resolver*

Το όνομα επιλύεται από την Υπηρεσία Μητρώου, αλλά αποτελείται αποκλειστικά και μόνο από τη διεύθυνση (και θύρα) της αντίστοιχης υπηρεσίας.

3.2.1.6.2.6 *Data.Access.Relational*

Το UNICORE 6 παρέχει μια alpha εφαρμογή της OGSA-DAI προδιαγραφής που παρέχει πρόσβαση σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων.

3.2.1.6.2.7 *Data.Access.XML*

Το UNICORE 6 παρέχει μια alpha εφαρμογή της OGSA-DAI προδιαγραφής που παρέχει πρόσβαση σε XML-based βάσεις δεδομένων.

3.2.1.6.2.8 *Data.Access.FlatFiles*

Το UNICORE 6 εξακολουθεί να στηρίζεται στην Target System Interface (TSI) κατά την εκτέλεση που παρέχει πρόσβαση σε αρχεία στον δίσκο.

3.2.1.6.3 **Information**

3.2.1.6.3.1 *Information.Model*

Το μοντέλο πληροφοριών του UNICORE 6 alpha βασίζονται στην έκθεση και τη διαχείριση των WS-ResourceProperties.

3.2.1.6.3.2 *Information.Discovery*

Η ανακάλυψη των πληροφοριών μπορεί να γίνει μέσω απλών ανταλλαγών μηνυμάτων, συμμορφούμενων με τα WS-ResourceProperties, στοχεύοντας την Υπηρεσία Συστήματος Στόχου (Target System Service), την Υπηρεσία Διαχείρισης Εργασιών (Job Management Service), την Υπηρεσία Διαχείρισης Αποθήκευσης (Storage Management

Service) ή την Υπηρεσία Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Service). Όλες αυτές οι υπηρεσίες εκθέτουν τις πληροφορίες τους ως WS-ResourceProperties.

3.2.1.6.3.3 *Information.Logging*

Όλα τα βασικά συστατικά του UNICORE 6 παρέχουν χαρακτηριστικά καταγραφής.

3.2.1.6.3.4 *Information.Monitoring*

Η παρακολούθηση των πληροφοριών μπορεί να γίνει μέσω απλών ανταλλαγών μηνυμάτων, συμμορφούμενων με τα WS-ResourceProperties, στοχεύοντας την Υπηρεσία Συστήματος Στόχου (Target System Service), την Υπηρεσία Διαχείρισης Εργασιών (Job Management Service), την Υπηρεσία Διαχείρισης Αποθήκευσης (Storage Management Service) ή την Υπηρεσία Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Service). Όλες αυτές οι υπηρεσίες εκθέτουν τις πληροφορίες τους ως WS-ResourceProperties. Επιπλέον, ο GPE UNICORE πελάτης επιτρέπει την παρακολούθηση των εργασιών που υποβάλλονται και την κατάσταση του site.

3.2.1.6.3.5 *Information.Provenance*

Η μακροχρόνια αποθήκευση των πληροφοριών που σχετίζονται με τη Grid δραστηριότητα γίνεται στο USPACE του UNICORE. Σημειώστε ότι μόνο αυτή που δημιουργεί τις πληροφορίες (π.χ. αποτελέσματα εργασιών) είναι σε θέση να έχει πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες.

3.2.1.6.4 *ExecMan*

3.2.1.6.4.1 *ExecMan.BES*

Η εκτέλεση μιας εργασίας ξεκινά μέσω της Target System Service που μπορεί να λάβει JSDL περιγραφές εργασιών. Η υποβολή των εργασιών οδηγεί στη δημιουργία ενός Δυναμικού Εργασιών που μπορεί να ελεγχθεί μέσω της Job Management Service.

3.2.1.6.4.2 *ExecMan.JobDescription*

Η περιγραφή εργασίας συμμορφώνεται με την OGF JSDL.

3.2.1.6.4.3 *ExecMan.ExecutionAndPlanning*

Αντιστοιχίσεις μεταξύ των πόρων και εργασιών γίνονται στον GPE UNICORE πελάτη από το χρήστη. Ο προγραμματισμός των υπολογιστικών εργασιών γίνεται μέσω των Συστημάτων Διαχείρισης Πόρων (Resource Management Systems-RMS) που αλληλεπιδρά με το UNICORE TSI.

3.2.1.6.4.4 *ExecMan.CandidateSetGenerator*

Οι πόροι επιλέγονται manually από τους χρήστες εντός του GPE UNICORE πελάτη.

3.2.1.6.4.5 *ExecMan.Reservation*

Υπάρχει ένα WS-based πρωτότυπο μιας υπηρεσίας κράτησης δικτύου που διατίθεται για το UNICORE 6.

3.2.1.7 OMII-UK

Name	OMII-UK
Last Stable Version	3.2 (Early November 2006)
Dissemination Website	www.omii.ac.uk
Source Code Repository	Included in distribution
Reference Document Architecture	
Licence	Various open-source (Modified BSD, Apache, GPL)

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	Hosting Environment Authentications	Production	WS-Security (X.509 Digital Signatures)	
Security.CredentialStorage				
Security.Delegation				
Security.Authorization	Hosting Environment Authentications	Alpha	SAML 1.x Assertion	OGSA-Authz
Security.AttributeAuthority		Considering Shibboleth or VOMS		XACML
Security.IdentityMapping	GridSAM	Production		
Security.Accounting		Alpha	RUS & UR	Refinements of RUS & UR
Data.Transfer				GridFTP
Data.Management.Transfer		Considering RFT or FTS		DMI

Data.Management.Replica				
Data.Management.Storage				
Data.Naming.Resolver				
Data.Naming.Scheme				WS-Naming
Data.Access.Relational	OGSA-DAI	Production		WS-DAI, WS-DAIR
Data.Access.XML	OGSA-DAI	Production		WS-DAI, WS-DAIX
Data.Access.FlatFiles				
Information.Model		Considering GLUE or CIM		
Information.Discovery	Grimoires	Production		UDDI
Information.Logging				
Information.Monitoring				
Information.Provenance				
ExecMan.BES	GridSAM	Production	OGSA Basic Execution Service	
ExecMan.JobDescription	GridSAM	Production	JSDL	
ExecMan.JobManager				
ExecMan.ExecutionAndPlanning	Taverna & BPEL Manual workflow systems	Production	ScuFL & BPEL	
ExecMan.CandidateSetGenerator	KNOOGLE	Alpha		
ExecMan.Reservation				

Πίνακας 8: Ανάλυση του OMII-UK

3.2.1.7.1 *Security*

3.2.1.7.1.1 *Security.Authentication*

Τα εισερχόμενα μηνύματα επαληθεύεται ότι έχουν ψηφιακή υπογραφή από έναν αξιόπιστο CA, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα WS-Security προφίλ. Τα εξερχόμενα μηνύματα υπογράφονται χρησιμοποιώντας το ίδιο πρότυπο.

3.2.1.7.1.2 *Security.CredentialStorage*

Οι πιστοποιήσεις αποθηκεύονται τοπικά χρησιμοποιώντας τη Java Keystore δομή.

3.2.1.7.1.3 *Security.Authorization*

Ο έλεγχος πρόσβασης μπορεί να συγκεντρωθεί σε ένα ή περισσότερα «δοχεία» με τη χρήση μιας υπηρεσίας εξουσιοδότησης που εφαρμόζει τον τύπο θύρας επιβεβαίωσης SAML 1,1. Η αίτηση πρόσβασης αξιολογείται με τη χρήση κάποιας τακτικής και τα χαρακτηριστικά των χρηστών καθορίζονται χρησιμοποιώντας το PERMIS.

3.2.1.7.1.4 *Security.AttributeAuthority*

Σήμερα χρησιμοποιείται το PERMIS, αλλά εξετάζεται το πώς μπορεί να ενσωματωθεί το Shibboleth και το VOMS ως πηγή χαρακτηριστικών.

3.2.1.7.1.5 *Security.IdentityMapping*

Η μόνη υπηρεσία που σήμερα εκτελεί επικλήσεις υπηρεσιών ως καθορισμένη χρήση είναι η υπηρεσία υποβολής GridSAM εργασιών, η οποία χρησιμοποιεί αντιστοιχίσεις με στυλ τοπικό «gridmap».

3.2.1.7.1.6 *Security.Accounting*

Για την αποθήκευση των λογιστικών πληροφοριών έχει ενσωματωθεί το Usage Records (UR) format στην Υπηρεσία Χρήσης Πόρων (Resource Usage Service-RUS).

3.2.1.7.2 *Data*

3.2.1.7.2.1 *Data.Transfer*

Σήμερα το GridSAM χρησιμοποιεί ftp και http. Όταν θα ενσωματωθεί ο μηχανισμός μεγάλης κλίμακας μεταφοράς δεδομένων, το GridSAM θα βασίζεται στο GridFTP.

3.2.1.7.2.2 *Data.Management.Transfer*

Σχεδιάζεται η ένταξη των RFT ή FTS ως διεπαφή web service για τη διαχείριση μεταφοράς δεδομένων.

3.2.1.7.2.3 *Data.Naming.Scheme*

Εξετάζεται η χρήση της WS-Naming προδιαγραφής από το OGF (OGSA).

3.2.1.7.2.4 *Data.Naming.Resolver*

Αυτή η δυνατότητα σχετίζεται με την ικανότητα αντιστοίχισης ενός ονόματος σε ένα άλλο.

3.2.1.7.2.5 *Data Access Relational &Data.Access.XML*

Εδώ χρησιμοποιείται οι OGSA-DAI και οι WS-DAI οικογένειες προδιαγραφών.

3.2.1.7.3 *Information*

3.2.1.7.3.1 *Information.Model*

Ένα μοντέλο που βασίζεται στο CIM ή το GLUE. . Και τα δύο παρουσιάζουν μεγάλες δυνατότητες.

3.2.1.7.3.2 *Information.Discovery*

Εδώ χρησιμοποιείται το μητρώο Grimoires που συμμορφώνεται στο UDDI για να δημοσιεύει και να αναζητά αρχεία πληροφοριών, κυρίως των υπηρεσιών.

3.2.1.7.4 *ExecMan*

3.2.1.7.4.1 *ExecMan.BES*

Χρησιμοποιείται η Υπηρεσία Βασικής Εκτέλεσης κατά την εκτέλεση της υπηρεσίας GridSAM.

3.2.1.7.4.2 *ExecMan.JobDescription*

Εδώ ήδη χρησιμοποιείται η Γλώσσα Περιγραφής Υποβολής Εργασιών (Job Submission Description Language-JSDL).

3.2.1.7.4.3 *ExecMan.JobManager*

Αυτή τη δυνατότητα την έχει αναλάβει η GridSAM διαδικτυακή υπηρεσία.

3.2.1.7.4.4 *ExecMan.ExecutionAndPlanning*

Αυτό θα μπορούσε επίσης να θεωρηθεί ως ροή εργασίας όπου χρησιμοποιούμε το Taverna και BPEL. Το Taverna προσφέρει ένα περιβάλλον για την σύνθεση πειραματικών υπηρεσιών, ενώ ο BPEL editor και μηχανή εκτέλεσης παρέχουν τη δυνατότητα να παρέχει προ-δημιουργημένες ροές εργασίας.

3.2.1.7.4.5 *ExecMan.CandidateSetGenerator*

Το KNOOGLE project θα παρέχει εργαλεία για την επιλογή των υπηρεσιών.

3.2.1.8 ARC

Name	Advanced Resource Connector (ARC)
Last Stable Version	0.4.5
Dissemination Website	http://www.nordugrid.org
Source Code Repository	http://cvs.nordugrid.org
Reference Document Architecture	http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2006.05.008
Licence	GPL v2

	Subsystem Name	Development Status	Adopted Standard	Foreseen Standard
Security.Authentication	ARC GridFtp server	production	IETF RFC3820, ITU-T X.509	
Security.Authentication	ARC HTTPS container	production	IETF RFC3820, ITU-T X.509 OGF-GFD.24	
Security.Authentication	LDAP server	production	IETF RFC3820, ITU-T X.509 OGF-GFD.24	
Security.Authentication	ARC UserInterface	production	IETF RFC3820, ITU-T X.509 OGF-GFD.24	
Security.CredentialRetrieval	ARC GridManager	beta-production	MyProxy GFD.54	
Security.Delegation	ARC GridManager	production	IETF RFC3820 OGF-GFD.24	
Security.Delegation	ARC HTTPS container	production	IETF RFC3820 OGF-GFD.24	
Security.Authorization	ARC	production	GACL	

	GridManager: GACL			
Security.Authorization	ARC HTTPS container	production	GACL	
Security.IdentityMapping	ARC GridManager: mapfile	production		
Security.IdentityMapping	ARC GridManager: LCMAPS/LCAS	beta-production		
Security.Accounting	SGAS	production		
Data.Transfer	ARC GridFTP server	production	GridFTP v1	GridFTP v2
Data.Transfer	ARC HTTP(s)	production	RFC 2818	
Data.Transfer	ARC UserInterface	production	GridFTP v1, RFC2818, RFC959	
Data.Management.Storage	ARC SSE	production	SRM 1.1,	SRM 2.2
Data.Naming.Scheme				
Data.Naming.Resolver	ARC GridManager:cac he	production	Posix	
Data.Naming.Resolver	ARC datamove module	production	GT-RLS, GT-RC, Glite-LFC	
Information.Model	ARC Schema	production		Glue 2
Information.Discovery	ARC UserInterface	production	LDAPv2	
Information.Logging	ARC Logger	production	SQL, HTTPS, SOAP	OGF-UR draft
Information.Monitoring	ARC UserInterface	production	LDAPv2	

Information.Monitoring	ARC monitor	production	LDAPv2	
ExecMan.BES	ARC GridManager	production		
ExecMan.JobDescription	ARC xRSL	production	GT-RSL	
ExecMan.JobDescription	JSDL	beta	JSDL 1.0	JSDL 2
ExecMan.JobManager	ARC portal	alpha		
ExecMan.JobManager	Arconaut	beta		
ExecMan.JobManager	ARC UserInterface	production		
ExecMan.ExecutionAndPlanning	ARC UserInterface	production		
ExecMan.CandidateSetGenerator	ARC UserInterface	production		

Πίνακας 9: Ανάλυση του ARC

3.2.1.8.1 Security

Στο ARC, οι υπηρεσίες ασφαλείας ασχολούνται με την επικύρωση γνησιότητας, την εξουσιοδότηση και τελικά τον έλεγχο πρόσβασης. Ένα πλαίσιο για έλεγχο και accounting βρίσκεται ενσωματωμένο σε βασικές υπηρεσίες, ωστόσο δεν παρέχονται υπηρεσίες αποκλειστικά για αυτό. Γεγονότα που σχετίζονται με την ασφάλεια καταγράφονται στους servers καθιστώντας δυνατό τον εντοπισμό σε επίπεδο grid, περιστατικών.

3.2.1.8.1.1 Security.Authentication

Η επικύρωση γνησιότητας στο ARC γίνεται σύμφωνα και με τη χρήση GSI συστατικών του Globus Toolkit. Οι ισχυρισμοί ταυτότητας βασίζονται σε X.509v3 πιστοποιητικά δημόσιου κλειδιού, ενώ το single sign-on βασίζεται σε proxy πιστοποιητικά (RFC3820). Τα proxies δημιουργούνται με βάση μακροχρόνιες πιστοποιήσεις χρήστη.

3.2.1.8.1.2 *Security.CredentialRetrieval*

Το MyProxy χρησιμοποιείται και υποστηρίζεται από την συνιστώσα εκτέλεσης εργασιών του ARC για την ανανέωση των πιστοποιήσεων χρήστη. Αυτό το χαρακτηριστικό εφαρμόζεται μέσω της MyProxy API.

3.2.1.8.1.3 *Security.Delegation*

Η εξουσιοδότηση στο ARC γίνεται μέσω proxy πιστοποιητικών.

3.2.1.8.1.4 *Security.AttributeAuthority*

Το ARC περιλαμβάνει τοποσύστημα VOMS.

3.2.1.8.1.5 *Security.Authorization*

Οι αποφάσεις εξουσιοδότησης στο ARC βασίζονται σε τακτικές τοπικών συστημάτων και συνήθως γίνονται ανά VO. Οι δυνατότητες εξουσιοδότησης ενσωματώνονται σε όλες τις συνιστώσες του ARC. Το ARC υποστηρίζει μια ποικιλία πηγών εξουσιοδότησης όπως VOMS, LDAP, HTTPS βάση δεδομένων χρήστη. Η GACL χρησιμοποιείται για έλεγχο πρόσβασης. Η συνιστώσα Grid Manager (GM) του ARC επιτρέπει ευέλικτες Αποφάσεις Εξουσιοδότησης με την παροχή μιας συνδέσιμης υποδομής για plug-ins εξουσιοδότησης, εκτός από τις ενσωματωμένες δυνατότητες επιβολής εξουσιοδότησης. Επιπλέον, τα δεδομένα μπορούν να προστατευθούν με τη χρήση της τεχνολογίας GACL.

3.2.1.8.1.6 *Security.IdentityMapping*

Στο ARC, η χαρτογράφηση των Grid πιστοποιήσεων σε ένα τοπικό λογαριασμό UNIX απαιτείται κυρίως για υπηρεσίες εκτέλεσης εργασιών λόγω των τοπικών συστημάτων διαχείρισης πόρων. Ο μηχανισμός που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι αυτός των grid-mapfiles, αν και υπάρχει υποστήριξη για LCMAPS και LCAS. Εκτός από τις προαναφερθείσες λύσεις, το ARC επιτρέπει λεπτομερή χαρτογράφηση ταυτότητας για τις βασικές υπηρεσίες. Στο ARC, είναι επίσης δυνατό να διαχωριστεί η Χαρτογράφηση Ταυτότητας από την Εξουσιοδότηση.

3.2.1.8.1.7 *Security.Accounting*

Το ARC ως έχει, δεν παρέχει ένα συστατικό λογιστικής, αλλά έχει διεπαφή με το Σουηδικό Σύστημα Λογιστικής Grid (Swedish Grid Accounting System-SGAS).

3.2.1.8.2 *Data*

3.2.1.8.2.1 *Data.Transfer*

Η μεταφορά δεδομένων στο ARC διεξάγεται ως επί το πλείστον μέσω του GridFTP, χρησιμοποιώντας τον συνηθισμένο ARC server και πελάτες. Η αξιοπιστία της μεταφοράς επιτυγχάνεται με αυτόματες επαναλήψεις και χρησιμοποιώντας μεταδεδομένα όπως checksums, timestamps. Η μεταφορά δεδομένων μέσω άλλων πρωτοκόλλων, όπως το HTTP(s) και FTP, επίσης υποστηρίζεται.

3.2.1.8.2.2 *Data.Management.Storage*

Τα κενά αρχεία αποθηκεύονται είτε σε απλά ARC GridFTP-based στοιχεία αποθήκευσης ή στα λεγόμενα Smart Storage Elements. Τα δεύτερα είναι εξοπλισμένα με μια SRM διεπαφή και διαθέτουν μια λειτουργία αυτόματης καταχώρησης αυτών και των δεδομένων στο σύστημα εύρεσης δεδομένων.

3.2.1.8.2.3 *Data.Management.Transfer*

Το ARC κάνει χρήση της Globus RLS και RC, gLite-LFC, gLite-Fireman, για τη εύρεση δεδομένων και πόρων αποθήκευσης.

3.2.1.8.2.4 *Data.Naming.Resolver*

Η βελτιστοποίηση της τοποθέτησης δεδομένων γίνεται με ARC υπηρεσίες χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό των caches υπηρεσιών εκτέλεσης τοπικών εργασιών και των αρχείων του στοιχείου αποθήκευσης στην υπηρεσία εύρεσης δεδομένων.

3.2.1.8.3 *Information*

3.2.1.8.3.1 *Information.Model*

Οι ARC πόροι δημοσιεύονται στο ARC schema, που περιλαμβάνει ένα ιεραρχικό τρόπο όπως αντικείμενα, συστάδες, στοιχεία αποθήκευσης, ουρές, εργασίες και εξουσιοδοτημένους χρήστες.

3.2.1.8.3.2 *Information.Discovery*

Η υπηρεσία ανακάλυψης στο ARC βασίζεται στην τεχνολογία LDAP, εμπνευσμένο από το Globus MDS2. Έχει όμως την εξής ουσιαστική διαφορά, δεν αποθηκεύει τις δημοσιευμένες πληροφορίες σε servers ευρετηρίου, κρατώντας μόνο δείκτες σε τοπικές βάσεις δεδομένων, έτσι ώστε η διαδικασία ανακάλυψης να εμπλέκει πάντοτε κάθε Grid πόρο.

3.2.1.8.3.3 *Information.Logging*

Στο ARC, η καταγραφή της δραστηριότητας των εργασιών μπορεί να ρυθμιστεί σε επίπεδο υπηρεσιών εκτέλεσης εργασιών και σε επίπεδο μεμονωμένων εργασιών. Η υπηρεσία εκτέλεσης εργασιών υποβάλει το αρχείο καταγραφής εργασίας στην επιλεγμένη Logger βάση δεδομένων. Οι πληροφορίες για κάθε εργασία θα ακολουθήσει το πρότυπο Usage Record από το OGF.

3.2.1.8.3.4 *Information.Monitoring*

Η παρακολούθηση στο ARC στηρίζεται εξ ολοκλήρου στο σύστημα πληροφοριών. Η παρακολούθηση μπορεί να πραγματοποιείται είτε μέσω του ARC Grid Monitor (ένα δικτυακό εργαλείο), ή μέσω του ARC User Interface. Και τα δύο χρησιμοποιούν το LDAP για να ανακαλύψουν πληροφορίες.

3.2.1.8.4 *ExecMan*

3.2.1.8.4.1 *ExecMan.BES*

Η εκτέλεση εργασιών γίνεται μέσω του ARC Grid Manager που δέχεται αιτήσεις εργασιών μέσω διεπαφής GridFTP server, σχεδιάζει και προετοιμάζει την εργασία και τη διαβιβάζει στο τοπικό σύστημα διαχείρισης πόρων. Ο Grid Manager φροντίζει για την παρακολούθηση της εκτέλεσης εργασίας, “χειραγωγώντας” την μετά από αίτημα του χρήστη, δημιουργώντας τα απαραίτητα αρχεία και είναι υπεύθυνος για το “καθάρισμα” μετά την εκτέλεση.

3.2.1.8.4.2 *ExecMan.JobDescription*

Η περιγραφή εργασιών γίνεται συνήθως μέσω του Globus RSL 1.1 (xRSL), επιπλέον η JSDL 1,0 υποστηρίζεται επίσης με ARC επέκταση.

3.2.1.8.4.3 *ExecMan.JobManager*

Η υπηρεσία υψηλότερου επιπέδου που ενσωματώνει όλες τις πτυχές της εκτέλεσης μιας εργασίας ή ενός συνόλου εργασιών παρέχεται από ένα από τα πολλά συστατικά του ARC: UserInterface, ARC portal ή Arconaut GUI.

3.2.1.8.4.4 *ExecMan.ExecutionAndPlanning*

Η δυνατότητα αυτή εκτελείται από το User Interface.

3.2.1.8.4.5 *ExecMan.CandidateSetGenerator*

Η δυνατότητα αυτή εκτελείται από το User Interface.

3.2.2 Σύγκριση middleware με βάση τα κύρια

χαρακτηριστικά

Στον Πίνακα 10, παρουσιάζουμε μια συνοπτική σύγκριση των διαφόρων Grid πλατφορμών που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Ο πίνακας είναι δομημένος ως εξής: (1)κάθε σειρά έχει σχέση με ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό OGSA, (2) υπάρχει μια ειδική στήλη για κάθε πλατφόρμα που παρουσιάστηκε παραπάνω, (3) η δεξιά στήλη περιέχει πρότυπα-σύγκλισης που θα μπορούσαν να υιοθετηθούν για να επιτρέψουν τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων Grid πλατφορμών. Μια γραμμή με γκρι φόντο σημαίνει ότι το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό καλύπτεται ήδη από μια δραστηριότητα του οργανισμού OMI-Europe, ως εκ τούτου, η πορεία σύγκλισης και οι πόροι που διατίθενται για τη διαλειτουργικότητα έχουν ήδη προγραμματιστεί. Στη συνέχεια, θα επικεντρωθούμε σε ένα υποσύνολο των χαρακτηριστικών που δεν καλύπτονται ακόμη από τον OMI-Europe.

1. Security.Authentication

Η επικύρωση γνησιότητας βασίζεται στα πιστοποιητικά X.509 συν τη χρήση proxy για την υποστήριξη άλλων δυνατοτήτων, όπως single-sign-on και εξουσιοδότηση. Στην εξέλιξη προς τις Δικτυακές Υπηρεσίες (Web Services-WS), η επικύρωση γνησιότητας είναι ενσωματωμένη με τα πρότυπα WS-Security και WS-SecureConversation στο επίπεδο μηνύματος [GT4SEC]. Όλες οι Grid πλατφόρμες που αναλύονται προηγουμένως στηρίζονται σε αυτά τα δομικά στοιχεία.

2. Security.CredentialStorage

Τα περισσότερα από τα middlewares που αναλύονται κάνουν χρήση του MyProxy ως αποθήκη πιστοποιητικών για End Entity και πιστοποιητικά Proxy X.509 και ιδιωτικά κλειδιά.

3. Security.Delegation

Η αντιπροσώπευση βασίζεται στο πιστοποιητικό Proxy. Για Web Services, αυτή θα επεκταθεί με τη χρήση του WS-Trust. Η μόνη πλατφόρμα που έχει μια διαφορετική προσέγγιση, για την αντιπροσώπευση είναι η UNICORE.

4. Security.Authorization

Στις Grid πλατφόρμες που αναλύθηκαν, ενώ η ικανότητα της επικύρωσης γνησιότητας εναπόκειται στο X.509 της ITU, οι περιπτώσεις αδειοδότησης αντιμετωπίζονται με παρόμοιους αλλά συχνά διαφορετικούς τρόπους. Αυτό αποτελεί εμπόδιο για την

διαλειτουργικότητα των συστημάτων Grid, ειδικά για όλες τις περιπτώσεις διαχείρισης αδειοδότησης σε επίπεδο Εικονικού Οργανισμού (VO).

Το Open Grid Forum αναπτύσσει μια περιγραφή των λειτουργικών συστατικών για μια Grid υπηρεσία εξουσιοδότησης [AUTHZFRAM]. Το Globus-project έχει ορίσει ένα πλαίσιο εξουσιοδότησης πολλαπλών τακτικών(multi-policy)[GLOBUSAUTHZ] βασιζόμενο σε ευρύτερα διαδεδομένα πρότυπα όπως XACML και SAML. Το EGEE-project έχει ένα διανεμημένης τακτικής(distributed policy) πρότυπο [G-PBOX] στηριζόμενο στο XACML. Το G-PBox δεν είναι ακόμη μέρος της παραγωγής διότι είναι ακόμη σε δοκιμαστικό στάδιο.

5. Information.Model

Ένα μοντέλο πληροφοριών είναι ένα κομμάτι του πραγματικού κόσμου αποτυπωμένο σε δομές που μπορούν να παρισταθούν σε ηλεκτρονικά συστήματα (πχ, αντικείμενα, ιδιότητες, συμπεριφορά, και σχέσεις) και δεν συνδέονται με κάποια συγκεκριμένη εφαρμογή. Στα τρέχοντα Grid συστήματα, τα μοντέλα πληροφοριών χρησιμοποιούνται συνήθως για να μοιραστούν ένα κοινό ορισμό των Grid πόρων με σκοπό την ανακάλυψη, την επιλογή και την παρακολούθηση των πόρων.

Εντός της Grid κοινότητας, υπάρχουν αρκετές προτάσεις για την περιγραφή των πόρων που διατίθενται σε ένα Grid σύστημα. Εκείνη πρόταση που έχει υιοθετηθεί ευρέως είναι η GLUE Schema, που χρησιμοποιείται στην υποδομή EGEE (Enabling Grids for E-science) και στην υποδομή OSG(Open Science Grid). Η GLUE Schema ξεκίνησε το 2002 για τη διευκόλυνση ενός κοινού ορισμού των πόρων Grid και ήταν προϊόν συνεργασίας ευρωπαϊκών και αμερικανικών projects για το Grid.

Εντός του OGF(Open Grid Forum), υπάρχουν δύο βασικά μοντέλα πληροφοριών που πρέπει να αναφερθούν, τα οποία βασίζονται στο CIM(Common Information Model). Ένα είναι το Job Submission Information Model (JSIM) που είχε οριστεί ως κοινό σχήμα, αλλά δεν πέτυχε από άποψη ευρείας αποδοχής. Το άλλο είναι μια βασική ομάδα όρων που περιλαμβάνονται στο JSDL. Αυτοί μπορούν να επεκταθούν μέσω ενός εξωτερικού σχήματος γνωστό ως Resource Requirement Language(RRL) το οποίο ενδεχομένως θα πρέπει να συμβάλει.

Μπορεί λοιπόν κάποιος να υποστηρίξει ότι, ενώ υπάρχουν πολλές προσπάθειες για να καθοριστεί ένα κοινό μοντέλο πληροφοριών για Grid πόρους, μια ευρέως αποδεκτή λύση μεταξύ των οργανισμών τυποποίησης και των Grid πλατφόρμων δεν υπάρχει.

Η άποψη του OGF είναι ότι ένα τέτοιο σχήμα θα πρέπει να είναι η επέκταση της CIM. Από την άλλη πλευρά, η κοινότητα γύρω από την πρόταση GLUE Schema επεκτείνεται

και μια μεγάλη αναθεώρηση θα ξεκινήσει σύντομα. Ειδικότερα, η ομάδα συμφερόντων GLUE Schema έχει προγραμματίσει να προωθήσει την εξέλιξη της GLUE Schema στο Open Grid Forum, προκειμένου να ορισθεί ως κοινοτικό πρότυπο. Άλλα έργα έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον να συμμετάσχουν σε αυτή την προσέγγιση (π.χ., ARC, UNICORE, NGS).

6. Information.Discovery

Ένα Grid σύστημα απαιτεί μια υπηρεσία πληροφόρησης, προκειμένου να επιτευχθεί η ορατότητα των πόρων. Αυτό είναι ένα ζωτικής σημασίας χαρακτηριστικό που δεν έχει ακόμα προβλεφθεί από την OMI-Europe. Πολλές λύσεις υπάρχουν, ωστόσο, ένα πρότυπο αναφοράς δεν υπάρχει. Ένα κοινοτικό πρότυπο στο πλαίσιο των Web Services για ανεύρεση είναι το UDDI (Universal Description, Discovery and Integration), αλλά αυτό δεν έχει αναγνωριστεί ότι παρέχει την ευελιξία που απαιτείται από ένα Grid περιβάλλον.

7. Information.Monitoring

Στον τομέα παρακολούθησης των Grids, υπάρχουν πολλά εργαλεία που καλύπτουν διάφορες ανάγκες. Ενώ το Open Grid Forum ορίζει μια αφηρημένη αρχιτεκτονική για Αρχιτεκτονική Παρακολούθησης Grid(GMA), δεν αναφέρεται ή υπονοείται τροχιά σύγκλισης μεταξύ τους. Οι πληροφορίες παρακολούθησης της κάθε υπηρεσίας που είναι απαραίτητο να εκτεθούν θα πρέπει να είναι προσβάσιμες με ένα τυποποιημένο τρόπο. Στον τομέα των Web Services, η προδιαγραφή WS-RF προσφέρει μηχανισμούς που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να εκθέσει τις πληροφορίες αυτές (WS-ResourceProperties), ωστόσο, το WS-RF δεν είναι εγκεκριμένο από το σύνολο των υπηρεσιών ούτε θα είναι στο εγγύς μέλλον. Ένα δυνατό δομικό στοιχείο θα μπορούσε να είναι να καθοριστεί μια κοινή WSDL θύρα για κάθε υπηρεσία που επιτρέπει την επιθεώρηση της κατάστασης της. Η μέθοδος θα πρέπει να επιστρέφει ένα XML έγγραφο το οποίο θα περιγράφει την κατάσταση της υπηρεσίας σε ορισμένη μορφή. Αν υπάρχουν προ-WS συστατικά, τότε μια εξωτερική υπηρεσία θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να εκθέσουν τις πληροφορίες (π.χ., gLite CEMon).

8. Information.Logging

Ενώ ορισμένα middleware προσφέρουν υπηρεσία καταγραφής, δεν υπάρχει καθορισμένη πρότυπη διεπαφή.

9. Information.Provenance

Η δυνατότητα αυτή παρέχεται μόνο από το gLite. Μια τυποποιημένη διεπαφή και συμφωνημένη αρχιτεκτονική για την υπηρεσία αυτή δεν υπάρχει, ωστόσο, ένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα είναι αφιερωμένο στην εύρεση αυτής [EUPROV].

10. Data.Transfer

Η αποθήκη της OMI-Europe δεν περιλαμβάνει μια υπηρεσία μεταφοράς δεδομένων. Οι περισσότερες από τις πλατφόρμες που αναλύθηκαν υποστηρίζουν το GridFTP, ενώ μερικές από αυτές υποστηρίζουν το HTTP. Μια πιθανή δραστηριότητα είναι η ανάλυση και η ενσωμάτωση των βέλτιστων περιπτώσεων της εφαρμογής του GridFTP. Η ενσωμάτωση του HTTP θα μπορούσε επίσης να αξιολογηθεί.

11. Data.Management.Transfer

Η διαχείριση της μεταφοράς δεδομένων είναι ένα από τα ουσιαστικά στοιχεία για τα Grid συστήματα που προσανατολίζονται κυρίως στην ανταλλαγή δεδομένων και απαιτούν την μετακίνηση τεράστιου όγκου δεδομένων. Ορισμένες από τις πλατφόρμες που αναλύθηκαν προσφέρουν εργαλεία για την αξιόπιστη μεταφορά αρχείων, ωστόσο, δεν πληρούν ένα κοινοτικό πρότυπο.

12. Data.Management.Replica

Μεταξύ των middlewares που αναλύθηκαν, η διαχείριση της δημιουργίας αντιγράφων των αρχείων και η καταγραφή στις υπηρεσίες επίλυσης παρέχεται από το gLite ως εργαλείο γραμμής εντολών, ενώ το Globus παρέχει μια υψηλού επιπέδου υπηρεσία που ονομάζεται Data Replication Service (DRS). Δεν υπάρχει ακόμα πρότυπο και η ικανότητα αυτή δεν θεωρείται απαραίτητη στη παρούσα φάση, δεδομένου ότι εξαρτάται από άλλες υπηρεσίες που δεν υπάρχουν ακόμη στην αποθήκη της OMI-Europe.

13. Data.Management.Storage

Μαζί με τους υπολογιστικούς και τους δικτυακούς πόρους, οι πόροι αποθήκευσης δεδομένων αποτελούν τα βασικά δομικά στοιχεία μιας διανεμημένης υπολογιστικής υποδομής. Διαφορετικοί πόροι αποθήκευσης δεδομένων προσφέρουν διαφορετικά επίπεδα ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών (Quality of Service-QoS), και έχουν διαφορετική

σημασιολογία για την πρόσβαση δεδομένων, τόσο για την ανάγνωση όσο και τη γραφή [OGSADATAARCH].

Εντός του OGF, το Grid Storage Management WG εργάζεται για να καταστεί το de-facto πρότυπο Storage Resource Management (SRM) με προδιαγραφή διεπαφής [SRM22], ένα πρότυπο OGF. Μεταξύ των Grid πλατφορμών, μόνο δύο από αυτές παρέχουν μια SRM εφαρμογή (gLite & ARC).

Αν και η OMI-Europe καλύπτει ήδη το θέμα της πρόσβασης δεδομένων για δομημένα και ημι-δομημένα δεδομένα μέσω των συναφών τεχνολογιών OGSA-DAI, η πτυχή της διαχείρισης χώρων αποθήκευσης δεν καλύπτεται και κατά συνέπεια πρέπει να εξεταστεί. Η διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής των πλέον ώριμων και ευέλικτων εφαρμογών SRM μπορεί να πραγματοποιηθεί με σκοπό να συμπεριληφθεί στην αποθήκη της OMI-Europe.

14. Data.Naming.Scheme and Data.Naming.Resolver

Κάθε πρόγραμμα χρησιμοποιεί μια διαφορετική προσέγγιση για την ονοματοδοσία των αρχείων. Ωστόσο συνήθως έχουν ονοματοδοσία τριών επιπέδων. Μια κοινή λύση θα μπορούσε να βασιστεί στα WS-Naming και WS-Addressing πρότυπα. Ωστόσο, η εν λόγω κοινή λύση δεν υπάρχει ακόμα, ούτε ένα κοινό πρότυπο για την υπηρεσία επίλυσης.

15. Data.Access.File

Οι λειτουργίες εισόδου/εξόδου σε απομακρυσμένα αρχεία μπορούν να επιτευχθούν με διαφορετικές λύσεις στα διάφορα middleware. Μια αναδυόμενη προδιαγραφή (δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί) από την OGF είναι η ByteIO.

16. ExecMan.JobManager

Ο Job Manager έχει αναλάβει το σημαντικό καθήκον της διαχείρισης της εκτέλεσης μιας εργασίας ή ενός συνόλου εργασιών από την αρχή μέχρι το τέλος. Είναι μια σύνθετη δραστηριότητα που απαιτεί την αλληλεπίδραση με πολλές άλλες υπηρεσίες (π.χ., discovery, data resolver, execution and planning). Η ενέργεια της τυποποίησης στοχεύει στον καθορισμό μιας προγραμματισμένης αρχιτεκτονικής που υποστηρίζει τη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων περιπτώσεων για αυθαίρετους Grid πόρους [GSA]. Δεν υπάρχει καμία δραστηριότητα για τον καθορισμό μιας κοινής διεπαφής για Job Manager.

Ανάμεσα στις πλατφόρμες που αναλύθηκαν, το gLite φαίνεται να προσφέρει το πιο προηγμένο σύστημα. Ωστόσο, η ενσωμάτωση του εν λόγω συστατικού στο OMPI-Europe θα απαιτούσε την παρουσία άλλων βασικών χαρακτηριστικών που δεν υπάρχουν ακόμη (π.χ., discovery service και ένα information model).

17. ExecMan.ExecutionAndPlanning & ExecMan.CandidateSetGenerator

Το Open Grid Forum καθορίζει μια πρότυπη προδιαγραφή για μια υπηρεσία που ονομάζεται Υπηρεσία Επιλογής Πόρων (Resource Selection Service-RSS) [OGSARSS]. Η υπηρεσία αυτή περιλαμβάνει τόσο τη δυνατότητα της εκτέλεσης όσο και του σχεδιασμού καθώς και τη δυνατότητα παραγωγής υποψηφίων. Ορισμένες από τις πλατφόρμες που αναλύθηκαν περιλαμβάνουν τέτοιες λειτουργίες χρησιμοποιώντας επιλογές αναλόγως σχεδίου. Αυτή η δυνατότητα δεν θεωρείται υψηλού ενδιαφέροντος σε αυτή την φάση του σχεδίου, καθώς οι υπηρεσίες από τις οποίες εξαρτάται, δεν υπάρχουν (π.χ., information.discovery και information.model).

18. ExecMan.Reservation

Η υπηρεσία κράτησης έχει τυποποιηθεί από τη WS- Agreement. Ορισμένα από τα middleware που αναλύσαμε περιλαμβάνουν εφαρμογή για την εν λόγω υπηρεσία.

CAPABILITY	gLite	Globus	UNICORE 5	UNICORE 6
Security.Authentication	std: ITU X.509+RFC3820	std: ITU X.509 +RFC3820	std: ITU X.509 +RFC3820	std: ITU X.509+RFC3820
Security.CredentialStorage	MyProxy, GFD.24	MyProxy, GFD.24	Java Keystores	Java Keystores
Security.Delegation	std: ITU X.509 + RFC 3820	std: ITU X.509 + RFC 3820 + WS-Trus	Explicit Trust Delegation (ETD)	Explicit Trust Delegation (ETD)
Security.AttributeAuthority	VOMS		UUDB	WS-UUDB
Security.Authorization	G-PBox, gJAF	CAS	UUDB	WS-UUDB
Security.IdentityMapping	LCMAPS		UUDB	WS-UUDB

Security.Accounting	DGAS+APEL	SGAS	RMS	RMS, RUS
Data.Transfer	GridFTP	GridFTP	UPL, GridFTP	GridFTP
Data.Management.Transfer	FTS	RFT	NJS	JMS
Data.Management.Replica	lcg-utils	DRS		
Data.Management.Storage	DPM, StoRM		NJS	SMS
Data.Naming.Scheme	LFN,TURL,SURL		NJS , TSI, Gateway	
Data.Naming.Resolver	LFC, DPM, StoRM	RLS		
Data.Access.Relational		OGSA-DAI		OGSA-DAI
Data.Access.XML		OGSA-DAI		OGSA-DAI
Data.Access.FlatFiles	GFAL, gsirfio	XIO,OGSA-DAI	TSI	TSI
Information.Model	GLUE Schema 1.2	GLUE Schema 1.1	Proprietary schema	Proprietary schema
Information.Discovery	MDS 2.x, Service Discovery	MDS 4		
Information.Logging	Logging and Bookeeping			
Information.Monitoring	R-GMA, GridICE, CEMon	MDS 4		
Information.Provenance	Job Provenance			
ExecMan.BES	LCG-CE, gLite- CE, CREAM	WS-GRAM	NJS	JMS
ExecMan.JobDescription	JDL	XML-based	AJO	JSDL
ExecMan.JobManager	WMS	CSF		
ExecMan.ExecutionAndPlanning	WMS	CSF	NJS	JMS
ExecMan.CandidateSetGenerator	WMS	CSF		

ExecMan.Reservation	WS-Agreement			
---------------------	--------------	--	--	--

CAPABILITY	CROWNGrid	Vega-GOS	OMII-UK	ARC
Security.Authentication	std: ITU X.509 +RFC3820+Kerberos	std: ITU X.509	std: WS-Security (X.509 Digital Signatures)	std: ITU X.509 +RFC3820
Security.CredentialStorage	CROWN CredMan	WS-based service similar to MyProxy		MyProxy, GFD.54
Security.Delegation	std: ITU X.509 + RFC 3820	std: ITU X.509 + RFC 3820 + proprietary interface		std: ITU X.509 + RFC 3820
Security.AttributeAuthority	CROWN AA	Agora		VOMS
Security.Authorization	CROWN AuthZ	Agora	GridSAM	
Security.IdentityMapping	CROWN CredFed			
Security.Accounting	Part of CROWN NodeServer			SGAS
Data.Transfer	LDS	HTTP		GridFTPv1
Data.Management.Transfer	MDS			Datamove
Data.Management.Replica				
Data.Management.Storage				SSE
Data.Naming.Scheme	LGN, LCN, PFN	EAS, VAS, PAS	WS-Naming	
Data.Naming.Resolver	LDS	GFMS		
Data.Access.Relational	OGSA-DAI		OGSA-DAI	
Data.Access.XML			OGSA-DAI	

Data.Access.FlatFiles				
Information.Model				ARC Schema
Information.Discovery	RLDS+SClub	Grid Router	Grimoires	LDAP v2
Information.Logging		Wrapped Log4j		ARC Logger
Information.Monitoring	CROWM Monitoring	Ganglia-based		LDAPv2
Information.Provenance				
ExecMan.BES	CROWN Scheduler		GridSAM	GridManager
ExecMan.JobDescription	JSDL	XML-based	GridSAM	GT-RSL,JSDL 1
ExecMan.JobManager	CROWN Scheduler			UserInterface
ExecMan.ExecutionAndPlanning	CROWN Scheduler		Taverna & BPEL Manual workflow systems	UserInterface
ExecMan.CandidateSetGenerator	RLDS		KNOOGLE	UserInterface
ExecMan.Reservation	CROWN Scheduler/Node			
CAPABILITY		ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ		
Security.Authentication		std: ITU X.509 + RFC 3820		
Security.CredentialStorage				
Security.Delegation		std: ITU X.509 + RFC 3820 + WS-Trust		
Security.AttributeAuthority		Attribute Authority + SAML		
Security.Authorization		XACML, SAML		
Security.IdentityMapping				
Security.Accounting		OGF RUS/UR		
Data.Transfer		GridFTPv2		

Data.Management.Transfer	OGSA-DMI
Data.Management.Replica	
Data.Management.Storage	SRM 2.2
Data.Naming.Scheme	WS-Naming + WS-Addressing
Data.Naming.Resolver	
Data.Access.Relational	WS-DAIR
Data.Access.XML	WS-DAIX
Data.Access.FlatFiles	ByteIO
Information.Model	GLUE Schema 2
Information.Discovery	UDDI
Information.Logging	
Information.Monitoring	
Information.Provenance	
ExecMan.BES	OGSA-BES
ExecMan.JobDescription	JSDL 1.x
ExecMan.JobManager	
ExecMan.ExecutionAndPlanning	OGSA-RSS
ExecMan.CandidateSetGenerator	OGSA-RSS
ExecMan.Reservation	WS-Agreement

Πίνακας 10: Σύγκριση middlewares με βάση τα κύρια χαρακτηριστικά

4

EGEE

4.1 Γενικά

Το EGEE (Enabling Grids for E-sciencE) είναι ο ηγέτης του Grid στην Ευρώπη, παρέχοντας υπολογιστική υποστήριξη υποδομών για πάνω από 10000 ερευνητές παγκοσμίως σε διάφορα πεδία όπως η υψηλής ενέργειας φυσική, οι γεωεπιστήμες και οι βιολογικές επιστήμες.

Το 2009 EGEE έχει εστιάσει στη μετάβαση σε ένα πιο υποστηρικτικό επιχειρησιακό περιβάλλον, υποστηρίζοντας αξιόπιστες υπηρεσίες για τους χρήστες του. Οι πόροι, οι οποίοι προσωρινά συντονίζονται από το EGEE, θα διαχειρίζονται από την EGI (European Grid Initiative) μέχρι το 2010. Στην EGI οι υποδομές Grid κάθε χώρας θα τρέχουν απ'τη National Grid Initiatives. Η υιοθέτηση αυτού του μοντέλου αποτελεί το επόμενο βήμα στην έρευνα υποδομών ώστε να υποστηρίζουν επιστημονικές συνεργατικές ανακαλύψεις. Θα εξασφαλίσει άφθονη, υψηλής ποιότητας υπολογιστική υποστήριξη για την Ευρωπαϊκή και παγκόσμια ερευνητική κοινότητα για τα επόμενα χρόνια.

4.2 Το σχέδιο του EGEE

4.2.1 Στόχοι

Το EGEE project φέρνει σε επαφή ειδικούς από 50 χώρες και πάνω, με κοινό στόχο που βασίζεται στις πιο πρόσφατες εξελίξεις σχετικά με την Grid τεχνολογία και δημιουργεί μια υποδομή Grid υπηρεσίας η οποία είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα.

Το πρόγραμμα παρέχει σε ακαδημαϊκούς ερευνητές αλλά και σε εμπορικούς πρόσβαση σε επίπεδο παραγωγής Grid υποδομής, ανεξάρτητα από τη γεωγραφική θέση στην οποία βρίσκονται. Το πρόγραμμα του EGEE επίσης στοχεύει στο να προσελκύσει ένα ευρύ φάσμα νέων χρηστών στο Grid.

Οι κύριοι στόχοι του προγράμματος είναι:

- Να επεκτείνει, να βελτιστοποιήσει τη μεγαλύτερη παραγωγική υποδομή Grid της Ευρώπης, που ονομάζεται EGEE, με συνεχή λειτουργία των υποδομών, υποστήριξη περισσότερων κοινοτήτων χρηστών και προσθήκη ακόμα περισσότερων υπολογιστικών πόρων.
- Να προετοιμάσει την μετάβαση από το υπάρχον Ευρωπαϊκό Grid, που είναι ένα πειραματικό μοντέλο, σε μια βιώσιμη, συνενωμένη υποδομή βασισμένη στις εθνικές πρωτοβουλίες πλέγματος για διεπιστημονική χρήση.

4.2.2 Αποτελέσματα

Χρηματοδοτημένο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το πρόγραμμα EGEE αποτελεί τη «ναυαρχίδα» των υποδομών Grid στην Ευρωπαϊκή ένωση. Η 3^η διετής φάση του προγράμματος (EGEE-III) ξεκίνησε την 1^η Μαΐου 2008.

- Η υποδομή Grid διαθέτει περίπου 250 τοποθεσίες σε 50 χώρες.
- Μια υποδομή με περισσότερους από 68000 επεξεργαστές διαθέσιμη στον χρήστη 24 ώρες το εικοσιτετράωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα.
- Περισσότερα από 20 εκατομμύρια Gigabytes χώρου αποθήκευσης δεδομένων.
- Διαρκή και τακτικό φόρτο εργασίας 150 K. εργασιών/ημέρα που φτάνει ως 188K εργασίες/ ημέρα.
- Μαζική μεταφορά δεδομένων μεγαλύτερη από 1,5 GB/s
- Υποστήριξη χρήστη συμπεριλαμβανομένων:
 - Ενός μοναδικού σημείου πρόσβασης, μια πύλη με καλή οργάνωση πληροφοριών και ενημερωμένη τεκμηρίωση.
 - εμπειρογνομώνων
 - σωστή και ολοκληρωμένη υποστήριξη
 - εργαλεία επίλυσης προβλημάτων
 - Ασφάλεια και πολιτική ασφαλείας

4.2.3 Συμβούλια και Επιτροπές

Το EGEE III χαρακτηρίζεται από πολλές οριζόντιες ομάδες που καλύπτουν τις διάφορες πτυχές του προγράμματος.

4.2.3.1 AFC - *ADMINISTRATIVE Federation Committee*

Το AFC αποτελείται από τους οριζόμενους διοικητικούς αντιπροσώπους σε κάθε ομοσπονδία, τον προϊστάμενο της διοίκησης από τη διαχείριση του προγράμματος και τον οικονομικό διευθυντή του προγράμματος. Είναι αρμόδιο για το συντονισμό της οικονομικής υποβολής έκθεσης και των γενικών διοικητικών και συμβατικών ζητημάτων του προγράμματος.

4.2.3.2 AMB - *Activity Management Board*

Το AMB επιτηρεί το επίπεδο δραστηριότητας διαχείρισης του προγράμματος. Αποτελείται από όλους τους διευθυντές δραστηριότητας, που συμπληρώνονται από το συντονιστή εξασφάλισης ποιότητας, καθώς επίσης και τον προϊστάμενο του γραφείου συνδέσμου προγραμμάτων συνεργασίας.

4.2.3.3 CB - *Collaboration Board*

Το CB αποτελείται από τους ανώτερους αντιπροσώπους κάθε δικαιούχου του προγράμματος και συνεδριάζει ετησίως στις διασκέψεις προγράμματος.

4.2.3.4 EAC - *External Advisory Committee*

Αυτή η επιτροπή αποτελείται από τους εξωτερικούς εμπειρογνώμονες πλέγματος που διορίζονται από το διευθυντή έργου, η οποία παρευρίσκεται στις αναθεωρήσεις και διασκέψεις έργου για να συμβουλέψει το διαχειριστή του προγράμματος για την πρόοδο του προγράμματος.

4.2.3.5 PMB - *Project Management Board*

Το PMB έχει ένα ανώτερο μέλος που ορίζεται από κάθε ομοσπονδία δικαιούχων. Το PMB επιτηρεί το πρόγραμμα, εξασφαλίζει ότι η συμφωνία επιχορήγησης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής εκτελείται σωστά και ότι οι όροι της συμφωνίας κοινοπραξίας εφαρμόζονται.

4.2.3.6 TMB - Technical Management Board

Το TMB, προηγουμένως TCG (Technical Coordination Group), συγκεντρώνει τις τεχνικές δραστηριότητες μέσα στο πρόγραμμα προκειμένου να εξασφαλιστούν η επίβλεψη και ο συντονισμός της τεχνικής κατεύθυνσης του προγράμματος και να εξασφαλιστεί ότι η τεχνική εργασία προχωράει σύμφωνα με το σχέδιο.

4.2.4 Δικαιούχοι

Η κοινοπραξία EGEE αποτελείται από 42 ακαδημαϊκούς και επιχειρηματικούς δικαιούχους. Όλες οι συγχρηματοδοτούμενες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν ομαδοποιήσει τους ακαδημαϊκούς συνεργάτες τους σε εθνικό επίπεδο μέσω των κοινών ερευνητικών μονάδων ή των εθνικών πρωτοβουλιών πλέγματος, έτσι ώστε οι 42 δικαιούχοι αντιπροσωπεύουν συνολικά περισσότερους από 120 συνεργάτες. Αυτό επιδρά στον τρόπο που δομούνται οι κοινότητες πλέγματος στον ευρωπαϊκό ερευνητικό τομέα και είναι ένα κύριο σημείο για τον προγραμματισμό ενός βιώσιμου προτύπου υποδομής πλέγματος. Οι δικαιούχοι οργανώνονται στις περιφερειακές ομοσπονδίες, ως εξής:

- Ειρηνικοασιατική (Αυστραλία, Ιαπωνία, Κορέα, Ταιβάν)
- Μπενελούξ (Βέλγιο, Κάτω Χώρες)
- Κεντρικής Ευρώπης (Αυστρία, Κροατία, Δημοκρατία της Τσεχίας, Ουγγαρία, Πολωνία, Σλοβακία, Σλοβενία).
- Γαλλία
- Γερμανία/ Ελβετία
- Ιταλία
- Σκανδιναβικών Χωρών (Φινλανδία, Σουηδία, Νορβηγία)
- Νοτιοανατολικής Ευρώπης (Βουλγαρία, Κύπρος, Ελλάδα, Ισραήλ, Ρουμανία, Σερβία, Τουρκία)
- Νοτιοδυτική Ευρώπης (Πορτογαλία, Ισπανία)
- Ρωσία
- Ηνωμένο Βασίλειο/ Ιρλανδία
- ΗΠΑ

Προβλέπεται επίσης η συνεργασία με πρόσθετες χώρες στην ειρηνικοασιατική περιοχή (Κίνα, Μπρούνει, Ινδονησία, Μαλαισία, Φιλιππίνες, Σιγκαπούρη, Ταϊλάνδη, Βιετνάμ) και στην Κοινοπολιτεία των ανεξάρτητων πολιτειών (Αρμενία, Ουκρανία, Ουζμπεκιστάν).

Κατάλογος δικαιούχων:

- European Organization for Nuclear Research, Switzerland
- Universitaet Linz, AT
- MTA KFKI Reszecske es Magfizikai Kutatointezet, HU

- CESNET Zajmove Sdruzeni Pravnickyh Osob, CZ
- Ustav Informatiky, Slovenska Akademia Vied, SK
- Jozef Stefan Institute, SI
- Akademickie Centrum Komputerowe CYFRONET Akademii Gorniczo-Hutniczej im Stanislawia Staszica W, PL
- Sveuciliste u Zagrebu Sveucilisni Racunski Centar, CR
- Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie, Nederland
- Vrije Universiteit Brussel, Belgium
- Forschungszentrum Karlsruhe Gesellschaft mit Beschraenkter Haftung, Deutschland
- SWITCH - Teleinformatikdienste fuer Lehre und Forschung, Switzerland
- Centre National de la Recherche Scientifique, France
- CGG Services, France
- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Italy
- Trust-IT Services Ltd, Italy
- Elsig Datamat S.P.A., Italy
- Helsingin Yliopisto, FI
- CSC - Tieteellinen Laskenta Oy, FI
- UNINETT Sigma AS, NO
- Ventenkapsradet, SE
- Russian Research Centre Kurchatov Institute, Russia
- Greek Research and Technology Network SA, Greece
- Institute for Parallel Processing of the Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria
- University of Cyprus, CY
- Tel Aviv University, IL
- Institutul National de Cercetare-Dezvoltare in Informatica Bucuresti, RO
- Institute of Physics Belgrade, Russia
- Turkiye Bilimsel ve Teknolojik Arastirma Kurumu, TR
- Laboratorio de Instrumentacao e Fisica Experimental de Particulas, PT
- Institut de Fisica da Altas Energias, Spain
- The Provost, Fellows and Scholars of the Holy and Undivided Trinity of Queen Elizabeth near Dublin (hereinafter called TCD), IE
- The Science and Technology Facilities Council, United Kingdom

- Delivery of Advanced Networking Technology to Europe Ltd., United Kingdom
- Inter-University Research Institute Corporation, High Energy Accelerator Research Organization, Japan
- Academia Sinica, Taiwan
- Korea Institute of Science and Technology Information, KR
- Chonnam National University, KR
- The University of Melbourne, AU
- Board of Regents of the University of Wisconsin System, United State
- University of North Carolina at Chapel Hill, United State
- BT Infrastructures Critiques, France

4.2.5 Δομή

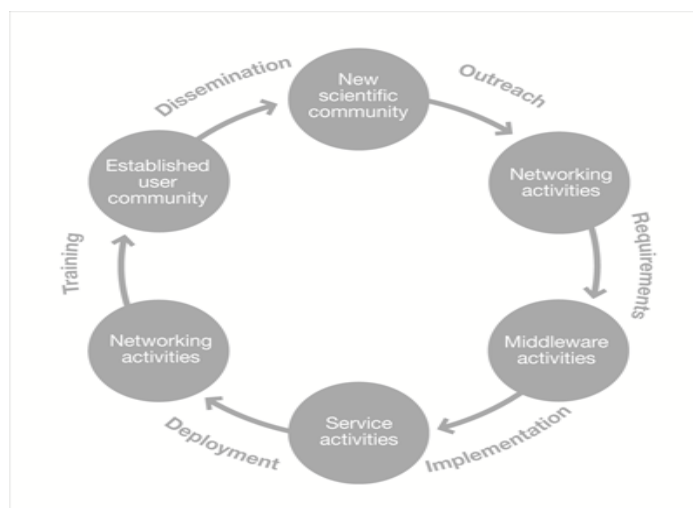
Το πρόγραμμα του EGEE είναι οργανωμένο σε 9 δραστηριότητες, ομαδοποιημένες σε τρεις κύριες περιοχές:

- Δραστηριότητες Δικτύωσης (Networking Activities – NA)
- Δραστηριότητες Υπηρεσιών (Specific Service Activities – SA)
- Κοινές ερευνητικές δραστηριότητες (JRA – Joint Research Activities)

Networking Activities	Specific Service Activities
NA1: Management Bob Jones, CERN	SA1: Operations Maite Baroso Lopez, CERN
NA2: Dissemination Catherine Gater, CERN	SA2: Networking Support Xavier Jeannin, CNRS
NA3: Training Robin McConnell, UEDIN	SA3: Integration, testing & cert. Oliver Keeble, CERN
NA4: Applications Charles A. Loomis, Jr., CNRS	Joint Research Activities
NA5: International Coop. & Policy Panos Louridas, GRNET	JRA1: Middleware engineering Francesco Giacomini, INFN

Σχήμα 4.1 Δραστηριότητες

Αυτές οι δραστηριότητες θα λειτουργήσουν σε συνεργασία μεταξύ τους για να διατηρήσουν και να οδηγήσουν τις διαδικασίες υποδομής, να παρέχουν την απαραίτητη κατάρτιση, την υποστήριξη και τη διάδοση για τις υπάρχουσες και νέες κοινότητες χρηστών που χρησιμοποιούν την υποδομή. Μία νέα κοινότητα χρηστών (επιχειρηματική ή επιστημονική) κάνει αρχικά τις επαφές με το EGEE III μέσω εκδηλώσεων που οργανώνονται από τις δραστηριότητες δικτύωσης. Οι ακόλουθες συνεδριάσεις από τους ειδικούς εφαρμογών οδηγούν σε μια πειραματική φάση και ένα λεπτομερές σχέδιο επέκτασης. Η εισαγωγή των νέων εφαρμογών και των νέων κοινοτήτων χρηστών μπορεί να οδηγήσει σε νέες απαιτήσεις για προσθήκες ή τροποποιήσεις στο Grid Middleware μέσω της δραστηριότητας εφαρμοσμένης μηχανικής middleware ή συνεργαζόμενων προγραμμάτων. Οι δραστηριότητες δικτύωσης παρέχουν έπειτα την κατάλληλη κατάρτιση στην κοινότητα, έτσι ώστε να γίνει καθιερωμένος χρήστης, ενώ οργανώνονται εκδηλώσεις επικοινωνίας και διάδοσης που παρουσιάζουν τους καθιερωμένους χρήστες και προσελκύουν έπειτα τις νέες κοινότητες. Αυτός ο ενάρετος κύκλος απεικονίζεται παρακάτω.



Σχήμα 4.2 Κύκλος Λειτουργιών

4.2.5.1 Διαχείριση –Management

Η υψηλής ποιότητας διαχείριση είναι το κλειδί της επιτυχίας για το EGEE . Με 42 δικαιούχους, συμπεριλαμβανομένων πολλών ερευνητικών μονάδων, η κοινοπραξία είναι τέτοιας κλίμακας που απαιτεί την άριστη διαχείριση.

Ο στόχος της δραστηριότητας NA1 είναι να παρέχει:

- Γενική διαχείριση του προγράμματος και υποβολή έκθεσης στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
- Καθημερινή διαχείριση των δραστηριοτήτων του προγράμματος, της κατανομής των πόρων και έλεγχο.
- Επιλύσεις συγκρούσεων και διορθωτικές ενέργειες.
- Γενική εξασφάλιση ποιότητας για το πρόγραμμα.
- Καθιέρωση και διαχείριση των σχέσεων με τους βασικούς εξωτερικούς οργανισμούς και τα προγράμματα.
- Συνεργασία με EGI-DS ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα μακροπρόθεσμα σχέδια υποστήριξης είναι επιτυχή.

Όλοι οι διοικητικοί στόχοι ολοκληρώνονται από το συντονιστή-συνεργάτη (Κέντρο Πυρηνικών Μελετών και Ερευνών - CERN), με εξαίρεση την εξασφάλιση ποιότητας.

4.2.5.2 Διάδοση –Dissemination

Ο στόχος της δραστηριότητας NA2 είναι να διαδοθεί παντού το πρόγραμμα και τα επιτεύγματά του, να προσεγγίσει υπάρχοντες και νέους χρήστες της υποδομής και να προετοιμάσει για μια βιώσιμη υποδομή που ακολουθεί μετά το EGEE-III, μέσω ενός σαφούς σχεδίου διάδοσης το οποίο θα ασχολείται με:

- Το σχεδιασμό, τη συντήρηση και την ενημέρωση της ιστοσελίδας του προγράμματος (θα φιλοξενεί επίσης τις ιστοσελίδες δραστηριότητας).
- Την αυξανόμενη ενημέρωση και γνώση του πλέγματος μέσω ενός ευρέος φάσματος ειδικών και μη ειδικών μέσων, παρουσία και των χρηστών και των γεγονότων.
- Την έκδοση ενημερωμένων πληροφοριών στους χρήστες από κοινού με άλλες δραστηριότητες.
- Την παραγωγή και διανομή γραπτού υλικού για το πρόγραμμα.
- Την παραγωγή εσωτερικού ενημερωτικού δελτίου του προγράμματος.
- Την εξασφάλιση δημοσιογραφικής και ειδησεογραφικής κάλυψης του EGEE και των δραστηριοτήτων του.
- Την αναγνώριση των βασικών γεγονότων στα οποία το πρόγραμμα πρέπει να παρευρεθεί για να συντονίσει (συζητήσεις, υλικό, παρουσιάσεις κ.λ.π.)
- Την διαχείριση του προγράμματος, την κατάρτιση και την επιχειρησιακή δραστηριότητα για να συντονίσει τους στόχους διάδοσης.

4.2.5.3 Κατάρτιση Χρηστών –Training

Η δραστηριότητα NA3 είναι υπεύθυνη για να παραδώσει ένα σημαντικό επιμορφωτικό πρόγραμμα για τους χρήστες του EGEE, καθώς επίσης και για τους προμηθευτές των πόρων. Μια πρόσθετη εστίαση δίνεται για να καταστήσει την κατάρτιση βιώσιμη με τη μεταφορά της γνώσης στο «train the trainers» πρόγραμμα και μέσω ενός σημαντικού προγράμματος εκμάθησης σε απευθείας σύνδεση.

Ο γενικός στόχος του EGEE-III είναι να τονωθεί και να υποστηριχθεί η ανάπτυξη των μηχανισμών παροχής κατάρτισης που συνδέονται με την ανάδυση, εθνική και τοπική, οργανώσεων πλέγματος που θα διαμορφώσουν τις μελλοντικές δομές για να υποστηρίξουν την τοπική παροχή κατάρτισης. Αυτό θα απαιτήσει διάφορες δευτερεύουσες υποχρεώσεις για να εφαρμοστεί, οι οποίες παρατίθενται παρακάτω:

- Για επιπλέον επέκταση και για να καθορίσει το χαρτοφυλάκιο απ' το υλικό κατάρτισης και τις σειρές μαθημάτων, παρέχει ένα συνεχώς διευρυμένο φάσμα Grid εφαρμογών.
- Για να εκπαιδεύσει μια ευρεία ποικιλία χρηστών, και εκείνους που ανήκουν στην κοινοπραξία του EGEE αλλά και εκείνους που χρησιμοποιούν την υποδομή πλέγματος EGEE.
- Για να αναπτύσσει περαιτέρω αποτελεσματικούς μηχανισμούς για τη μετακύλιση της γνώσης στους τελικούς χρήστες των προγραμμάτων συνεργασίας EGEE.
- Για να επεκτείνει τις σε απευθείας σύνδεσης υπηρεσίες εκμάθησης μέσα στο EGEE-III, για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες ενός εκτεταμένου προγράμματος.

4.2.5.4 Ενίσχυση της Κοινότητας Χρηστών και Επέκταση-

Application/Support

Ο γενικός στόχος της δραστηριότητας NA4 είναι να εξασφαλιστεί ότι η τεχνολογία πλέγματος και η υποδομή EGEE χρησιμοποιούνται επιτυχώς από ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών συνεργασιών. Η δραστηριότητα στρέφει τις προσπάθειές της σε τρεις περιοχές:

- ✓ **Υποστήριξη:** Για να εξασφαλίσει αποτελεσματική χρήση της υποδομής πλέγματος, αυτή η δραστηριότητα παρέχει την καθημερινή υποστήριξη χρηστών και την υποστήριξη για την εικονική διαχείριση και τους διευθυντές οργάνωσης.
- ✓ **Στρατηγική πειθαρχία:** Για να μεγιστοποιήσει τη διείσδυση της τεχνολογίας Grid σε επιλεγμένους, κλειδωμένους επιστημονικούς κλάδους, επτά συστάδες εξασφαλίζουν ότι η πλατφόρμα EGEE καλύπτει την ελεγχσιμότητα, την αξιοπιστία και τις απαιτήσεις λειτουργίας για τις αντίστοιχες επιστημονικές τους περιοχές μέσω της υποστήριξης, της εντατικής δοκιμής και της ανάπτυξης υψηλού επιπέδου υπηρεσιών εφαρμογής.
- ✓ **Κοινοτικό οικοδόμημα:** Για να ενθαρρύνει τις κοινότητες χρηστών πλέγματος να είναι όσο το δυνατόν πιο αυτοδύναμες, η δραστηριότητα υποστηρίζει το διάλογο ανάμεσα στις κοινότητες χρηστών μέσω επίκαιρων προγραμματισμένων συνεδριάσεων. Η δραστηριότητα θα συντονίσει επίσης τη χρήση των τεχνολογιών πλέγματος σε μια επιστημονική περιοχή και θα υποστηρίξει τις νέες κοινότητες χρηστών ανάλογα με την περίπτωση.

Τα σθεναρά προγράμματα σε κάθε μια από αυτές τις περιοχές θα αυξήσουν την ελκυστικότητα της EGEE υποδομής, θα επιταχύνουν την υιοθέτηση των τεχνολογιών πλέγματος και θα αυξήσουν την ικανοποίηση εκείνων που χρησιμοποιούν ήδη αυτή την περίοδο την υπηρεσία παραγωγής EGEE. Ένας στόχος συντονισμού, κρίσιμος για την

επιτυχία της δραστηριότητας θα εξασφαλίσει ότι οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι καλά διαχειρισμένες προκειμένου να μεγιστοποιηθεί ο αντίκτυπός τους στις κοινότητες χρηστών και να εξασφαλιστεί ότι οι εικονικοί οργανισμοί μπορούν να βρουν τη βοήθεια που χρειάζονται κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων ανάπτυξής τους.

4.2.5.5 Πολιτική ασφάλειας και Διεθνής Συνεργασία- Policy and International Cooperation

Η ΝΑ5 δραστηριότητα συντονίζει τις δραστηριότητες του EGEE που είναι σχετικές με την πολιτική ασφαλείας, τις διεθνείς προσπάθειες συνεργασίας, την τυποποίηση και την κίνηση προς μια βιώσιμη υποδομή πλέγματος.

Οι κύριοι στόχοι της είναι:

- Να συμβάλει στην ομάδα σύσκεψης ηλεκτρονικών υποδομών (e-IRG)
- Να συνεργαστεί με άλλα προγράμματα και σε άλλες γεωγραφικές περιοχές.
- Να ακολουθεί και να ελέγχει τη δέσμευση του EGEE να συμμετέχει ενεργά στο πλέγμα και στα πρότυπα ασφαλείας.
- Να εγκαθιστά τις συνδέσεις με το πρόγραμμα μελέτης σχεδίου EGI και να παρακολουθεί ενεργά την πρόοδο προς το πρότυπο EGI/NGI.

4.2.5.6 Εργασίες πλέγματος- Grid operation

Ο κύριος στόχος της δραστηριότητας SA1 είναι να χρησιμοποιηθεί η υποδομή παραγωγής EGEE, που παρέχει υψηλής ποιότητας υπηρεσίες στις ομάδες εφαρμογής. Οι λειτουργικές διαδικασίες και τα εργαλεία θα ενισχυθούν και θα εφαρμοστούν οι δομικές αλλαγές που απαιτούνται για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη κατάσταση.

Αυτό πραγματοποιείται από διάφορες δομές υποστήριξης συμπεριλαμβανομένων των περιφερειακών κέντρων λειτουργίας, μιας σφαιρικής υποστήριξης χρηστών πλέγματος (GGUS), ένα κέντρο διαδικασιών δικτύων EGEE(ENOC), πιστοποίηση και δοκιμή και ομάδες για το συντονισμό της ασφάλειας πλέγματος.

4.2.5.7 Υποστήριξη Δικτύωσης- Networking support

Για την τρίτη φάση του προγράμματος EGEE, ο στόχος της δραστηριότητας υποστήριξης δικτύωσης (SA2) είναι να διασυνδέσει μεταξύ τους την υποδομή EGEE και του NRENS και του GEANT2. Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι είναι διπλοί:

- Να εξασφαλιστεί η καθημερινή λειτουργική διεπαφή μεταξύ των υποδομών συμπεριλαμβανομένης ειδικότερα της ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των λειτουργικών οντοτήτων δικτύων και των διαδικασιών πλέγματος και της υποστήριξης χρηστών των δικτύων στο λειτουργικό πρότυπο EGEE.
- Να εξασφαλιστεί ότι οι απαιτήσεις δικτύων εφαρμογών ικανοποιούνται και ότι οι νέες λειτουργίες δικτύων (όπως η ποιότητα εξυπηρέτησης δικτύων) διαφημίζονται στους χρήστες EGEE και παρέχονται στην υποδομή EGEE.

4.2.5.8 *Ολοκλήρωση, Δοκιμή και Πιστοποίηση-Integration, Testing &*

Certification

Η SA3 δραστηριότητα διαχειρίζεται την ανάπτυξη και τεκμηρίωση των διανομών του gLite middleware.

Οι κύριοι στόχοι της είναι:

- Να παράγει καλά δοκιμασμένες και τεκμηριωμένες gLite κυκλοφορίες μαζί με τα εργαλεία διαμόρφωσης.
- Να βελτιώσει την υποστήριξη πολύ-πλατφορμών του gLite.
- Να αυξήσει τη διαλειτουργικότητα των διαφορετικών υποδομών πλέγματος δουλεύοντας προς τις καλύτερες πρακτικές και τα καθιερωμένα πρότυπα και να παρέχει την εισαγωγή στους οργανισμούς τυποποίησης.

4.2.5.9 *Εφαρμοσμένη μηχανική ενδιάμεσου λογισμικού-Middleware*

Engineering

Ο γενικός στόχος της δραστηριότητας εφαρμοσμένης μηχανικής, ενδιάμεσου λογισμικού (JRA1) είναι να παρασχεθούν και να διατηρηθούν οι επιλεγμένες υπηρεσίες ενδιάμεσου λογισμικού της διανομής g Lite που ικανοποιεί τις βασικές προϋποθέσεις των χρηστών από την άποψη της λειτουργίας και της απόδοσης, και των διαδικασιών από την άποψη της επιδεξιότητας και της δυνατότητας ανάπτυξης. Ακολουθώντας αυτόν τον στόχο προσοχή θα δοθεί στην εξέλιξη των υπηρεσιών προς διαλειτουργικές λύσεις, οπουδήποτε είναι δυνατό, μένοντας στα καθιερωμένα πρότυπα.

Η JRA1 δραστηριότητα θα εστιάσει ιδιαίτερα στην παροχή γερών, θεμελιωδών υπηρεσιών (υποδομή ασφάλειας, σύστημα πληροφοριών, πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους και πρόσβαση στους πόρους αποθήκευσης) της EGEE υποδομής καθώς επίσης και των επιλεγμένων υψηλότερου επιπέδου υπηρεσιών πλέγματος που προσδιορίστηκαν στις προηγούμενες φάσεις του EGEE προγράμματος.

4.3 Τεχνικές πληροφορίες

4.3.1 Υποδομή

Η υποδομή πλέγματος EGEE αποτελείται από ένα σύνολο υπηρεσιών ενδιάμεσου λογισμικού που επεκτείνονται σε μια παγκόσμια συλλογή υπολογιστικών πόρων και πόρων αποθήκευσης, συν τις δομές υπηρεσιών και υποστήριξης που τίθενται σε ισχύ για να ενεργοποιήσουν τις:

- **Η υποδομή υπηρεσιών παραγωγής** είναι μια μεγάλη υποδομή πλέγματος πολύ-επιστήμης, συνενώνοντας σε ομοσπονδία περίπου 250 κέντρα των πόρων παγκοσμίως, που παρέχουν περίπου 40000 κεντρικές μονάδες επεξεργασίας και πολλά Petabytes αποθήκευσης. Αυτή η υποδομή χρησιμοποιείται σε καθημερινή βάση από πολλές χιλιάδες επιστημόνων που συνενώνονται σε ομοσπονδία σε πάνω από 200 εικονικές οργανώσεις καθημερινά. Αυτή είναι μια σταθερή, καλά υποστηριγμένη υποδομή, που τρέχει τις πιο πρόσφατες νεοαφιχθέντες εκδόσεις του ενδιάμεσου λογισμικού g-Lite.
- **Η υπηρεσία προπαραγωγής (PPS)** παρέχει πρόσβαση στις υπηρεσίες πλέγματος με κέντρο τους ενδιαφερόμενους χρήστες, προκειμένου να εξετάσει, να αξιολογήσει και να δώσει ανατροφοδότηση στις αλλαγές και τα νέα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ενδιάμεσου λογισμικού. Επιπλέον, η προπαραγωγή επεκτείνει τη δραστηριότητα πιστοποίησης ενδιάμεσου λογισμικού, που βοηθά να αξιολογήσει τις διαδικασίες επέκτασης, διαλειτουργικότητας και τη βασική λειτουργία του λογισμικού ενάντια στα λειτουργικά σενάρια που απεικονίζουν την πραγματική παραγωγή.
- **Το κέντρο διαδικασιών δικτύων EGEE (ENOC)** που ικανοποιεί το λειτουργικό συντονισμό δικτύων μεταξύ του EGEE και των παροχών δικτύων (GEANT2/NRENS).

Αυτό συμπληρώνεται από την υποδομή κατάρτισης και τις δοκιμές πιστοποίησης καθώς επίσης και τις αναγκαίες δομές και τις Ομάδες Πολιτικής υποστήριξης.

4.3.2 Middleware

Η EGEE υποδομή βασίζεται στη στοίβα ενδιάμεσου λογισμικού του Grid που ονομάζεται gLite, το οποίο είναι ενσωματωμένο, επικυρωμένο και διανεμημένο από το ίδιο πρόγραμμα.

Ένα μεγάλο μέρος των υπηρεσιών που περιλαμβάνονται στη διανομή g-Lite διατηρείται και ενισχύεται περαιτέρω από τη δραστηριότητα της εφαρμοσμένης μηχανικής ενδιάμεσου λογισμικού, της οποίας στόχος είναι να παρέχει μια ανοιχτή πηγή αναφοράς των επιλεγμένων υπηρεσιών πλέγματος που ικανοποιούν τις απαιτήσεις και των χρηστών και των διαχειριστών από την άποψη της λειτουργίας, της απόδοσης και της επιδεξιότητας.

Οι διαθέσιμες υπηρεσίες στη διανομή gLite μπορούν να ταξινομηθούν ευρέως σε δύο κατηγορίες:

- Grid Foundation Middleware, που καλύπτει την υποδομή ασφάλειας, τις πληροφορίες, τα συστήματα ελέγχου και λογιστικής, πρόσβαση στους υπολογιστικούς πόρους και στους πόρους αποθήκευσης, που παρέχουν τη βάση για μια συνεπή και αξιόπιστη υποδομή παραγωγής.
- Υψηλότερου επιπέδου ενδιάμεσο λογισμικό πλέγματος συμπεριλαμβανομένων των υπηρεσιών για τη διαχείριση εργασίας, καταλόγων στοιχείων και αναπαραγωγής στοιχείων, που παρέχουν τις λύσεις τελικών εφαρμογών.

Προκειμένου να ευνοηθεί η διαλειτουργικότητα με άλλες υποδομές πλέγματος, οι διεπαφές των υπηρεσιών είναι, οπουδήποτε είναι δυνατόν, υποχωρητικές με τα καθιερωμένα πρότυπα, που καθορίζονται από το ανοικτό φόρουμ πλέγματος. Με την εμπειρία του στην ανάπτυξη ισχυρών υπηρεσιών παραγωγής, το EGEE είναι επίσης δεσμευμένο να συμβάλει στη διαδικασία τυποποίησης μέσω του προγράμματος OGF-Europe.

4.3.3 Εφαρμογές

Το πρόγραμμα του EGEE άρχισε δουλεύοντας με δύο επιστημονικές ομάδες, την φυσική υψηλής ενέργειας και τις βιολογικές επιστήμες, και τείνει από τότε να υποστηρίζει την αστρονομία, την αστροφυσική, την υπολογιστική χημεία, τις γεωεπιστήμες, την επιστήμη σύντηξης και την πληροφορική. Ολόκληρη η κοινότητα χρηστών τρέχει τις εφαρμογές από πολλές διαφορετικές ερευνητικές περιοχές όπως τα πολυμέσα, τα οικονομικά, η αρχαιολογία και η πολιτική προστασία.

Οι ερευνητές σε αυτές τις περιοχές συνεργάζονται μέσω των εικονικών οργανώσεων (VOs) που τους επιτρέπουν να μοιραστούν υπολογιστικούς πόρους, κοινές βάσεις δεδομένων και εξειδίκευση μέσω της υποδομής πλέγματος EGEE. Οι τελικοί χρήστες μπορούν να ενώσουν υπάρχουσες εικονικές οργανώσεις ή να δημιουργήσουν νέες που ταιριάζουν στις ανάγκες τους. Όσοι έχουν τους υπολογιστικούς πόρους μπορούν επίσης να τους συνενώσουν σε ομοσπονδία με την υποδομή πλέγματος EGEE για να διευκολύνουν την εξισορρόπηση φορτίων με άλλους χρήστες και ομάδες.

Το πρόγραμμα φιλοξενεί ένα φόρουμ χρηστών κάθε έτος. Αυτά τα γεγονότα συγκεντρώνουν ανθρώπους που χρησιμοποιούν την υποδομή πλέγματος για να λύσουν επιστημονικά προβλήματα, να μοιραστούν την εμπειρία τους, να επιδείξουν την εργασία τους και να μάθουν για τις τεχνολογίες αιχμής του Grid. Οι δημοσιεύσεις και οι περιλήψεις από τα φόρουμ των χρηστών δίνουν μια καλή επισκόπηση της κοινότητας των χρηστών του EGEE:

- 1^ο φόρουμ χρηστών (CERN, 2006): Περιοδική Grid Computing
- 2^ο φόρουμ χρηστών (Manchester, 2007): Βιβλίο περιλήψεων
- 3^ο φόρουμ χρηστών (Κλερμόν-Φερράν, 2008): Βιβλίο των περιλήψεων
- 4^ο φόρουμ χρηστών (Κατάνια, 2009): Βιβλίο των περιλήψεων

Όσοι είναι νέοι στο Grid Computing θα πρέπει να μελετήσουν αυτά τα έγγραφα ώστε να καταλάβουν καλύτερα τι μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τη Grid τεχνολογία.

4.3.3.1 *Αστρονομία και Αστροφυσική*

Η κοινότητα περιλαμβάνει αυτή την περίοδο 17 ιδρύματα που ασχολούνται όλα με EGEE εφαρμογές. Τα πιο γνωστά είναι τα Planck, MAGIC, SWIFT/MERCURY και LOFAR. Όλοι τους μοιράζονται υπολογιστικά προβλήματα που περιλαμβάνουν απόκτηση στοιχείων μεγάλης κλίμακας, προσομοίωση, αποθήκευση και ανάκτηση στοιχείων. Τα Planck και MAGIC είναι στο EGEE από το 2004.

4.3.3.2 *Υπολογιστική Χημεία*

Ο στόχος της δραστηριότητας της υπολογιστικής χημείας είναι να προωθηθούν οι τεχνολογίες πλέγματος μεταξύ της κοινότητας των χημικών και να παρασχεθεί υποστήριξη στα μέλη της. Η δραστηριότητα της υπολογιστικής χημείας ξεκίνησε στη δεύτερη φάση του EGEE προγράμματος και στο τέλος της άφησε ένα σύνολο δημοφιλών πακέτων λογισμικού υπολογιστικής χημείας στο πλέγμα. Αυτά περιλαμβάνουν και ελεύθερους διαθέσιμους κώδικες, όπως GAMESS, DALTON, DL-POLY ή COLUMBUS, και εμπορικούς, όπως Gaussian, Turbomole και Wien2K.

Η κοινότητα αποτελείται αυτήν την περίοδο από πάνω από τριάντα συνεργάτες σε ολόκληρη την Ευρώπη. Μεταξύ τους οι: Cyfronet, University of Perugia, GESNET, University of Innsbruck και Royal Institute of Technology.

Η δραστηριότητά της κατά τη διάρκεια του τρίτου μέρους του προγράμματος EGEE περιλαμβάνει διάφορους στόχους με ιδιαίτερη εστίαση στην ανάπτυξη υψηλού επιπέδου εργαλείων που διευκολύνουν την πρόσβαση και τη χρησιμοποίηση ολόκληρης της υποδομής πλέγματος EGEE.

Οι σημαντικότεροι είναι:

- Ανάπτυξη της δικτυακής πύλης του πλέγματος
- Επέκταση της υπάρχουσας λειτουργίας
- Επέκταση του υπάρχοντος χαρτοφυλακίου λογισμικού με ιδιαίτερη εστίαση στην παράλληλη έκδοση πακέτων λογισμικού χημείας.

4.3.3.3 Γεωεπιστήμη

Οι εφαρμογές γεωεπιστήμης στο EGEE είναι διεσπαρμένες σε διάφορες εικονικές οργανώσεις. Οι κύριες είναι οι ESR (Earth Science Research), SEEGrid (South Eastern Europe GRID), Cyclops (Cyber infrastructure for Civil protection Operative Procedures και EGEODE (Explandng GEOsciences On Demand)

Οι εφαρμογές καλύπτουν διάφορους κλάδους. Οι περισσότερες αφορούν στη σεισμολογία με την επανάλυση ολόκληρης της βάσης δεδομένων GEOSCOPE, τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του σεισμού μερικές ώρες μετά την άφιξη στοιχείων και τις αριθμητικές προσομοιώσεις της διάδοσης κυμάτων στα σύνθετα τρισδιάστατα γεωλογικά πρότυπα. Πολλές εφαρμογές είναι βασισμένες στα ατμοσφαιρικά μοντέλα όπως η μεγάλη ακτίνας μεταφορά ατμοσφαιρικής ρύπανσης πέρα από Ευρώπη, το τοπικό κλίμα Ελ Νίνο, η μετεωρολογική πρόβλεψη και το όζον στις πολικές περιοχές. Στην υδρολογία, οι εφαρμογές περιλαμβάνουν την πρόβλεψη πλημμυρών και τον υπολογισμό της παρείσφρησης νερού της θάλασσας στα παράκτια υδροφόρα στρώματα. Άλλες εφαρμογές σχετίζονται με τη γεωμορφολογία, την επιδημιολογική εκτίμηση κινδύνου, την πρόβλεψη πυρκαγιάς.

Το Geoscluster, μια βιομηχανική σεισμική λύση επεξεργασίας, είναι η πρώτη βιομηχανική εφαρμογή που τρέχει επιτυχώς στην υποδομή παραγωγής πλέγματος EGEE. Χρησιμοποιούμενο από τη γαλλική επιχείρηση CGG Veritaw μέσω της εικονικής οργάνωσης EGEODE, το Geoscluster επιτρέπει στους ακαδημαϊκούς ερευνητές να επεξεργαστούν τα σεισμικά στοιχεία.

4.3.3.4 Σύντηξη

Η εμπορική εκμετάλλευση της ενέργειας σύντηξης πρέπει ακόμα να λύσει διάφορα εκκρεμή προβλήματα, μερικά από τα οποία απαιτούν μια ισχυρή υπολογιστική ικανότητα. Ο διεθνής θερμοπυρηνικός πειραματικός αντιδραστήρας (ITER) , μια από κοινού διεθνής έρευνα, και μια μελέτη ανάπτυξης, στοχεύουν να καταδείξουν την επιστημονική και τεχνική δυνατότητα πραγματοποίησης της δύναμης σύντηξης και θα μπορούσαν ενδεχομένως να παράγουν 500 MW της δύναμης μέχρι το 2016, αν και καμία εμπορική παραγωγή της ενέργειας δεν προβλέπεται σε αυτήν τη συσκευή. Η εκμετάλλευση του ITER απαιτεί ικανότητα διαμόρφωσης που είναι στο όριο της παρούσας κατάστασης προόδου και το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και σε άλλες ερχόμενες συσκευές όπως το Wendelstain 7-x Stellarator.

Επομένως, τα υπολογιστικά πλέγματα και οι υπολογιστές υψηλών επιδόσεων είναι βασικά εργαλεία για την έρευνα στον τομέα της σύντηξης.

Προς το παρόν τρέχουν ήδη διάφορες εφαρμογές στο EGEE, όπως οι Massive Ray Tracing, Global Kinetic Transport και Stellavator optimisation, οι οποίες έχουν ανοίξει νέες λεωφόρους στην έρευνα. Διάφορες νέες εφαρμογές στην προσομοίωση ITER θα είναι στο πλέγμα σε στενή συνεργασία με το πρόγραμμα EUFORIA. Η διαχείριση δεδομένων στα μεγάλα διεθνή πειράματα και η ανάπτυξη σύνθετων διαγραμμάτων ροής εργασίας είναι δραστηριότητες που θα συμπληρώσουν το υπολογιστικό πλέγμα.

4.3.3.5 *Grid Παρατηρητήριο*

Ο στόχος της συστάδας του grid παρατηρητηρίου είναι να αναπτύξει μια επιστημονική άποψη της δυναμικής της συμπεριφοράς και της χρήσης πλέγματος. Το παρατηρητήριο θα παράσχει τη δυνατότητα στους χρήστες και στο grid middleware για μελέτη από επιστήμονες πληροφορικής, βασισμένη στις υπάρχουσες εκτενείς εγκαταστάσεις ελέγχου. Αυτά τα δεδομένα θα διεγείρουν τους ερευνητές του grid και θα βελτιώσουν τη σύνδεση μεταξύ του προγράμματος EGEE και της πληροφορικής, με συγκεκριμένο αντίκτυπο στον τομέα του αυτόνομου υπολογισμού.

Η διαμόρφωση της δυναμικής του πλέγματος και της κοινότητας χρηστών θα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση στους τομείς της διαστασιολόγησης, του σχεδιασμού, της αξιολόγησης απόδοσης και στο σχέδιο αυτορρύθμισης και συντήρησης όπως η διάγνωση ελαττωμάτων σε πραγματικό χρόνο. Τελικά, η βελτιωμένη κατανόηση της δραστηριότητας του grid μπορεί να βελτιώσει την αξιοπιστία, την σταθερότητα και απόδοση του ίδιου του πλέγματος.

4.3.3.6 *Υψηλής Ενέργειας Φυσική*

Η κοινότητα της υψηλής ενέργειας φυσικής (HEP) είναι μια από τις πειραματικές περιοχές εφαρμογής σε EGEE, και είναι ο μεγαλύτερος χρήστης της grid υποδομής. Τα τέσσερα πειράματα στο Μεγάλο Επιταχυντή Ανδρονίων (ALICE, ATLAS, CMS και LHCb) στο CERN, τον κεντρικό οργανισμό πυρηνικής ενέργειας στην Ευρώπη, έχουν παραγωγή η οποία περιλαμβάνει περισσότερες από 150000 εργασίες καθημερινά στην EGEE υποδομή σε συνεργασία με το OSG πρόγραμμα στις ΗΠΑ και στις Σκανδιναβικές χώρες και εκατοντάδες terabytes στοιχείων το χρόνο.

Από τη φύση τους οι εφαρμογές HEP είναι πολύ απαιτητικές. Εξαιτίας αυτού παίζουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην κατανόηση και βελτίωση των υπηρεσιών του EGEE. Επίσης τα πειράματα Υψηλής Ενέργειας Φυσικής παράγουν υψηλού επιπέδου τμήματα middleware που γίνονται συχνά πολύτιμα πρωτότυπα middleware για ολόκληρη τη grid κοινότητα. Η πείρα που αναπτύσσεται από τους χρήστες του HEP είναι ανοιχτή στους άλλους χρήστες του EGEE πλέγματος. Αυτό το είδος εφαρμογών είναι μια σημαντική κινητήρια δύναμη στο πρόγραμμα EGEE και προωθεί την πρόοδο σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους.

4.3.3.7 Βιολογικές Επιστήμες

Οι βιολογικές επιστήμες είναι ένας σημαντικός τομέας εφαρμογής για το πρόγραμμα EGEE και έχουν χρησιμοποιηθεί για να καθοδηγήσουν την εφαρμογή της υποδομής από την αρχή. Με περισσότερες από 30 εφαρμογές που επεκτάθηκαν, ο τομέας αυτός εκτέλεσε πάνω από 200000 εργασίες το μήνα το 2007.

- Λόγω της γενίκευσης της ψηφιακής διαθεσιμότητας ιατρικών εικόνων, υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση για αρχειοθέτηση, συνένωση και ανάλυση βάσεων δεδομένων ιατρικών εικόνων που κατανέμονται γεωγραφικά σε πολλές περιοχές. Ο ιατρικός τομέας της απεικόνισης καλύπτει όλες τις πτυχές που σχετίζονται με την αυτοματοποιημένη ανάλυση ιατρικών εικόνων συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης ιατρικών εικόνων, των ιατρικών εικόνων μεταδιαδικασίας, την προσομοίωση ιατρικών εικόνων και του προγραμματισμού θεραπείας βασισμένη στην εικόνα. Οι τεχνολογίες πλέγματος βοηθούν τη διανομή δεδομένων και επιλύουν προβλήματα όπως η αποθήκευση ιατρικών δεδομένων, η ασφαλής πρόσβαση δεδομένων, η ταυτόχρονη ανάλυση βάσεων δεδομένων και η προσομοίωση φυσικής απεικόνισης.
- Η γονιδιακή μελέτη στην περιοχή βιοπληροφορικής, οι πρωτεΐνες και όλα τα συστατικά των οργανισμών διαβίωσης. Αυτοί περιλαμβάνουν τη διευκόλυνση των βιολογικών συστημάτων στο grid, τη μελέτη ογκολογίας σε μοριακό επίπεδο, την ευρέων μελετών ένωση γονιδιώματος ανθρώπινων ασθενειών, τη δέσμευση πρωτεϊνών και στον πυρήνα των κυττάρων, τη πλήρη σύγκριση γονιδιώματος καθώς επίσης και των υπηρεσιών ιστού που επιτρέπουν την πρόσβαση πλέγματος για τους χρήστες σε περιοχές όπως η ανάλυση σε επίπεδο ακολουθίας πρωτεϊνών ή γονιδιώματος.
- Η περιοχή ανακαλύψεων φαρμάκων χρησιμοποιεί την υποδομή πλέγματος EGEE για να επιταχύνει την αναζήτηση υποψήφιων φαρμάκων ενάντια σε σπάνιες ασθένειες. Η πρωτοβουλία WISDOM έχει επεκταθεί επιτυχώς ενάντια σε ασθένειες όπως η ελονοσία, η γρίπη των πτηνών.

4.3.4 Εικονικές Οργανώσεις-Virtual Organisations

Μια εικονική οργάνωση (VO) είναι ομάδα χρηστών πλέγματος με παρόμοια ενδιαφέροντα και απαιτήσεις, οι οποίοι συνεργάζονται με άλλα μέλη της ομάδας και μοιράζονται κοινούς πόρους (δεδομένα, λογισμικό, αποθηκευτικούς χώρους, κεντρικές μονάδες επεξεργασίας) ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους θέση.

4.3.5 Ασφάλεια

Ο σκοπός της δραστηριότητας ασφάλειας είναι να προταθεί, να εφαρμοστεί και να ελεγχθεί η αρχιτεκτονική ασφάλειας του προγράμματος. Οι ομάδες ασφάλειας EGEE καθορίζουν ένα πλαίσιο και μια αρχιτεκτονική ασφάλειας καθώς και ένα σύνολο υψηλού επιπέδου πολιτικών που ενεργούν ως καθοδήγηση για τις άλλες δραστηριότητες.

Οι ενεργοί συνεργάτες της δραστηριότητας ασφάλειας κατανέμονται στο πρόγραμμα EGEE και συντονίζονται μέσω της ομάδας Security Coordination Group, που οδηγείται από το EGEE Security Head. Με άλλες δραστηριότητες τα μέλη της ομάδας Security Coordination Group είναι ενεργά για ένα διασυνοριακό σχέδιο συνεργασίας, στοχεύοντας σε μια κοινή υποδομή ασφάλειας στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο κόσμο. Οι ομάδες ασφάλειας είναι οι:

- EGEE Security Coordination Group (SCG)
- EGEE Operational Security Coordination Team (OSCT)
- Joint Security Polycy Group (ISPG)
- EGEE Security Middleware Development
- Grid Security Vulnerability Group (GSVG)
- EUGridPMA

4.4 Εκπαίδευση- Training

Οι στόχοι της εκπαίδευσης στο EGEE είναι να παρασχεθεί μια πηγή για την απόκτηση της γνώσης και των δεξιοτήτων που απαιτούνται για να επιτρέψουν τη χρησιμοποίηση της EGEE υποδομής σε όλα τα επίπεδα όπως:

- Εκπαίδευση των δημιουργών των εφαρμογών προκειμένου να βοηθήσει να εμπλουτίσουν την παροχή των λειτουργιών στην EGEE υποδομή.
- Εκπαίδευση των χρηστών και των δημιουργών της δυναμικής της Grid αρχιτεκτονικής ώστε να επιτραπεί η λύση προβλημάτων.
- Εκπαίδευση των διαχειριστών για να τους επιτραπεί να εγκαταστήσουν το EGEE middleware και να το συνδέσουν με την ηλεκτρονική υποδομή.

- Συνεργασία με όλες τις διαδικτυακές δραστηριότητες για να ενισχύσει και να ενθαρρύνει το εταιρικό πνεύμα του και να προωθήσει τις πληροφορίες που μοιράζονται μέσα στην οργάνωση.

4.4.1 Πιστοποιημένοι EGEE εκπαιδευτές

Η εκπαιδευτική ομάδα κοιτάζει επίσης στο μέλλον με την ανάπτυξη μιας βάσης δεδομένων ειδικευμένων εκπαιδευτών ικανών να βοηθήσουν με την κατάρτισή τους τις χώρες καταγωγής τους.

Ο στόχος ενός τέτοιου προγράμματος πιστοποίησης είναι επίσης να αναγνωριστεί η πολύτιμη συμβολή της παρούσας ομάδας εκπαιδευτών στη ΝΑ3 δραστηριότητα και να παρασχεθεί ένα κίνητρο για τους νέους εκπαιδευτές στη δραστηριότητα κατάρτισης. Οι εκπαιδευτές διορίζονται για την πιστοποίηση από μια «ελαφριά» διαδικασία έγκρισης.

Η παρούσα κατάσταση των πιστοποιημένων εκπαιδευτών παρουσιάζεται γεωγραφικά εδώ



Σχήμα 4.3 Κατανομή πιστοποιημένων εκπαιδευτών

4.5 Πρόγραμμα EGEE για επιχειρήσεις

Το EGEE δεσμεύεται να διανείμει τα οφέλη της τεχνολογίας πλέγματος στην επιχείρηση και να διευκολύνει και υποστηρίζει τους νέους επιχειρηματικούς χρήστες. Οι επιχειρήσεις που αγκαλιάζουν την τεχνολογία πλέγματος είναι ικανοποιημένες όσον αφορά τις ανάγκες τους σε υπολογιστικούς πόρους και στην επιτάχυνση του χρόνου για την αγορά και ανάπτυξη των νέων προϊόντων και υπηρεσιών.

Το πρόγραμμα EGEE για την επιχείρηση περιλαμβάνει ένα επιχειρησιακό φόρουμ (Business Forum). Αυτό το φόρουμ δίνει έμφαση στα οφέλη του πλέγματος μέσω της αλληλεπίδρασης με την επιχειρηματική κοινότητα στα γεγονότα και κατά τη διάρκεια

επισκέψεων του, που υποστηρίζονται από μελέτες χρηστών και αξιολόγηση της δυνατότητας υιοθέτησης του στις διαφορετικές κάθετες αγορές.

Η επιχειρησιακή ομάδα εργασίας (Business Taskforce), κατευθυνόμενη από τη βιομηχανική τεχνική ομάδα EGEE εργάζεται άμεσα με εταιρείες πληροφορικής και τελικούς χρήστες ενδιαφερόμενους για την υιοθέτηση της EGEE τεχνολογίας. Η ομάδα εργασίας παρέχει τις αξιολογήσεις του gLite middleware ως βιομηχανική εφαρμογή και συντονίζει τις δραστηριότητες για τις εφαρμογές που τρέχουν στην EGEE υποδομή.

Το Επιχειρησιακό πρόγραμμα συνεργατών EGEE (Business Associates Programme) παρέχει μια ευκαιρία στις επιχειρήσεις να συμμετέχουν τόσο σε τεχνικές όσο και σε μη τεχνικές εργασίες κοινού ενδιαφέροντος όπως οι συντονισμένες τεχνικές εξελίξεις, οι έρευνες αγοράς, οι στρατηγικές εκμετάλλευσης και η γενικότερη μεταφορά των καλύτερων πρακτικών, της τεχνογνωσίας και των υπηρεσιών.

Μέχρι σήμερα υπάρχουν συνολικά οκτώ επιχειρησιακοί συνέταιροι και ποικίλες επιχειρηματικές εφαρμογές που οργανώνονται αυτή την περίοδο χρησιμοποιώντας την EGEE υποδομή ή το gLite.

Δεδομένου ότι οι υποδομές πλέγματος γίνονται ένα ολοένα και περισσότερο σφαιρικό και ουσιαστικό φαινόμενο, το EGEE οδηγεί στη μετάβαση προς την ευρωπαϊκή πρωτοβουλία πλέγματος EGI. Σε αυτό το πλαίσιο οι κύριες δραστηριότητες σχετικές με τις επιχειρήσεις θα εστιάσουν στην υποστήριξη των εμπορικών επιχειρήσεων για να εκμεταλλευτούν το λογισμικό, την υποστήριξη και τις υπηρεσίες βασισμένα στα αποτελέσματα του EGEE και των εξελίξεων μέσα στο EGI.

4.6 Συνεργαζόμενα Προγράμματα

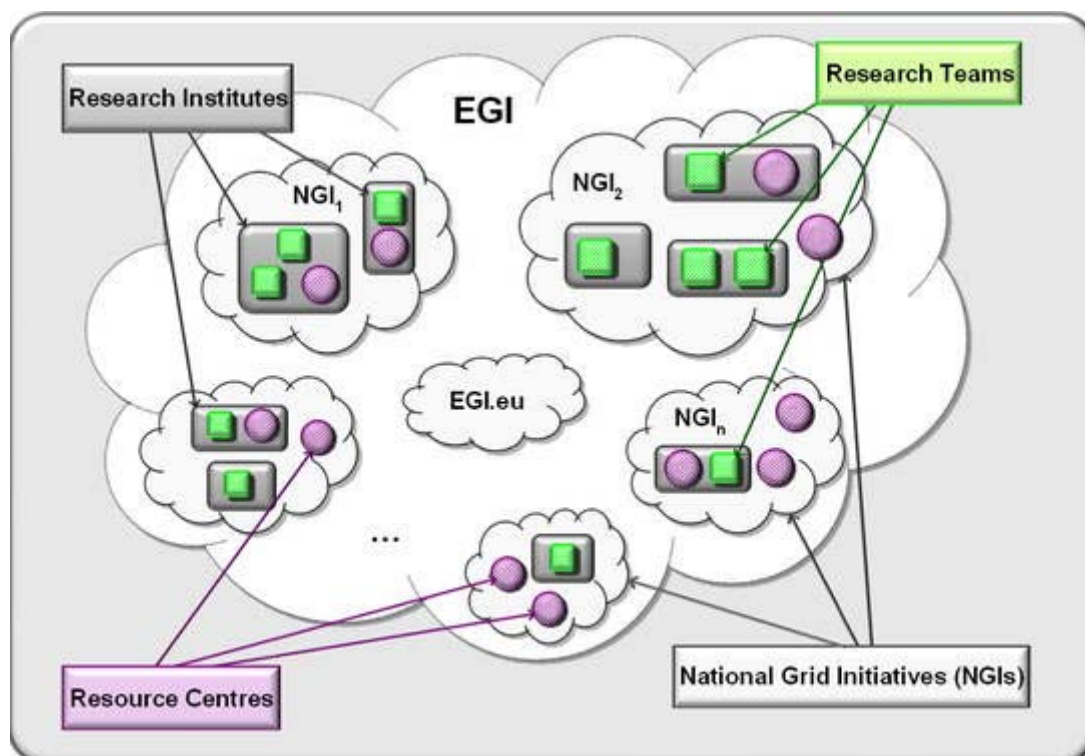
Το γραφείο διαμεσολάβησης των προγραμμάτων συνεργασίας του EGEE είναι ένα σημείο επαφής για τα προγράμματα που συνεργάζονται με το EGEE και διευκολύνει τις σχέσεις μεταξύ αυτών των προγραμμάτων και των δραστηριοτήτων του EGEE. Επίσης το EGEE βοηθάει τα προγράμματα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και να μοιράζονται τις εμπειρίες τους. Είναι μια συνέχεια της δουλειάς που ξεκίνησε με συναντήσεις «συνεννόησης» χρηματοδοτούμενων από την Ευρωπαϊκή Ένωση και συνεχίστηκε στα συνέδρια του προγράμματος EGEE.

Το EGEE έχει έναν αριθμό επίσημων σχέσεων με άλλα προγράμματα και πρωτοβουλίες. Για πολλά προγράμματα το πρώτο βήμα στη συνεργασία είναι να λάβουν μια επιστολή στήριξης από το EGEE για να συνοδεύσει την πρότασή τους. Άλλα προγράμματα έχουν συντάξει ένα μνημόνιο συνεργασίας που δηλώνει ρητά τι θα χρειαστούν και τι θα

προσφέρουν σε αντάλλαγμα. Οι δραστηριότητες συνεργασίας αρχίζουν από την τεχνική εργασία στην διαλειτουργικότητα ως τις δραστηριότητες της κοινότητας όπως η διάδοση υλικού και κατάρτιση. Ανάλογα με το θέμα, διαφορετικοί τύποι συνεργασίας ίσως να είναι πιο κατάλληλοι. Το EGEE είναι ανοικτό σε προτάσεις και πρωτοβουλίες από οποιοδήποτε πρόγραμμα που θεωρεί να οδηγήσει το Grid computing μπροστά.

4.7 Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία Πλέγματος- EGI

Η Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία Πλέγματος (EGI) είναι μια συνεργασία μεταξύ των εθνικών πρωτοβουλιών πλέγματος (NGIs) και ενός συντονίζοντος σώματος, της οργάνωσης EGI (EGI.eu). Μέσα στη συνεργασία EGI, οι NGIs και EGI.eu θα λειτουργήσουν μαζί για να αναπτύξουν περαιτέρω μια βιώσιμη πανευρωπαϊκή υποδομή πλέγματος, επιτρέποντας τη βέλτιστη διανομή υπολογιστικών πόρων και δεδομένων. Το EGI.eu είναι η «κόλλα», που επιτρέπει τη συνοχή του NGIs προς όφελος της διεθνούς κοινότητας χρηστών. Η έδρα του EGI.eu θα βρεθεί στο Άμστερνταμ και η πλήρης λειτουργία της οργάνωσης αναμένεται να αρχίσει το 2010 το αργότερο.



Σχήμα 4.4 EGI

Η μελέτη σχεδίου EGI (EGI-DS) είναι υπεύθυνη για τον καθορισμό και την εφαρμογή των νέων δραστηριοτήτων του οργανισμού και συντονίζουν τις προσπάθειες των συμμετεχόντων χωρών καθώς κινούνται προς το πρότυπο EGI. Προωθήθηκε το Σεπτέμβριο

του 2007, με την υποστήριξη του 7^{ου} Ευρωπαϊκού προγράμματος πλαίσιο και θα συνεχιστεί μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου 2009. Το EGI.DS έχει εννέα κύριους συνεργάτες: CESNET, Κέντρο Πυρηνικών Μελετών και Ερευνών (CERN), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), CSC Finnish IT Centre for Science, DeutscheForschungsnetz (DFN) , Ελληνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (GRNET), Insitut fur Graphische und Parallele Datenverarbeitung (GUP), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) και Science and Technology Facilities Council (STFC) και επικυρώνεται ήδη από 42 εθνικές πρωτοβουλίες πλέγματος..

5

Εφαρμογές στη Βιοιατρική

5.1 Γενικά

Ο τομέας της Βιοϊατρικής αποτελεί ένα σημαντικό πλαίσιο εφαρμογών για το ερευνητικό πρόγραμμα EGEE. Έχοντας επεκτείνει την ανάπτυξη του σε περισσότερες από 20 εφαρμογές, χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες: 1. βιοπληροφορική, 2. ανακάλυψη φαρμάκων και τέλος 3. επεξεργασία ιατρικών εικόνων. Και οι τρεις κατηγορίες περιλαμβάνουν πολλές ανεξάρτητες εφαρμογές που αναπτύσσονται στα πλαίσια του EGEE. Αυτές οι εφαρμογές ασκούν πίεση στη διαμόρφωση των middleware επειδή πρέπει να διασφαλίζουν συγκεκριμένες προϋποθέσεις που σχετίζονται ως επί το πλείστον με την ασφάλεια (ευαισθησία δεδομένων), με τη διαχείριση δεδομένων και με την εκτέλεση μεγάλου αριθμού μικροεργασιών με επιτακτικές ανάγκες δεδομένων.

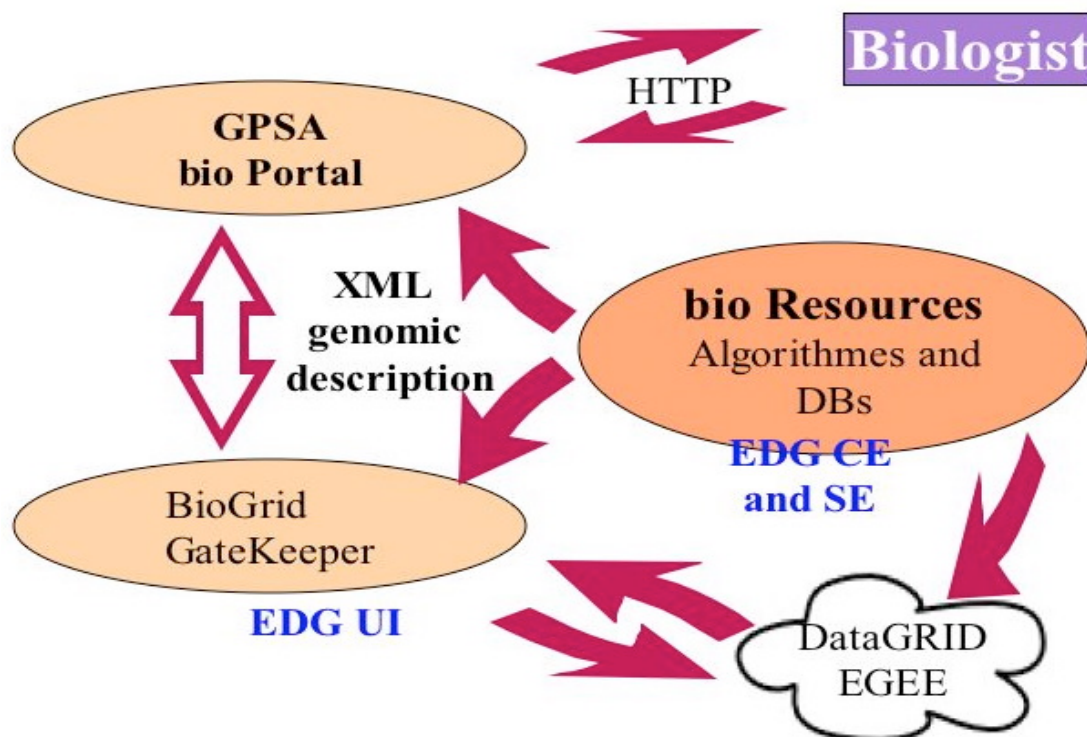
5.2 Βιοπληροφορική

Η δραστηριότητα **bioinformatics** έχει σαν στόχο την ανάλυση γονιδίων και πρωτεϊνών, καθώς και της γενωμικής (επιστήμη που αποτελεί συνδυασμό της Γενετικής, της Βιοπληροφορικής και της Ρομποτικής), της πρωτεομικής (η επιστήμη που μελετά τις πρωτεΐνες και αποτελεί επέκταση της γονιδιωμιατικής ανάλυσης) και της φυλογένεσης (επιστήμη που ασχολείται με την απεικόνιση της εξελικτικής ιστορίας ενός οργανισμού, τη μελέτη δηλαδή των συγγενικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών που ζουν σήμερα και ο προσδιορισμός των πιθανών κοινών τους προγόνων). Ο κύριος στόχος του EGEE είναι να δημιουργηθεί μια κοινωνία βιοπληροφορικής αποτελούμενη από επιστήμονες που

χρησιμοποιούν το Grid και να τους παρέχουν κοινές βάσεις βιολογικών δεδομένων και εργαλεία. Το EGEE βρίσκεται σε διαρκή συνεργασία με συναφή ερευνητικά προγράμματα, όπως το BIOINFOGRID, το ELLA, το SwissBioGrid και το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Υπεροχής EMBRACE, ώστε να υιοθετήσουν ένα μεγάλο φάσμα των εφαρμογών τους. Στη συνέχεια ακολουθούν κάποιες χαρακτηριστικές περιπτώσεις εφαρμογών που ανήκουν στην κατηγορία της βιοπληροφορικής.

5.2.1 GPS@ - Grid Protein Sequence Analysis

Η υποβολή εργασιών στο Grid του EGEE θα μπορούσε να είναι βαρετή για τους επιστήμονες που δεν γνωρίζουν τις προηγμένες τεχνικές πληροφορικής. Έτσι, παρέχεται στους βιολόγους μια φιλική προς τον χρήστη διεπαφή για την πρόσβαση στους πόρους πληροφορικής και αποθήκευσης του EGEE, με την κατάλληλη προσαρμογή του NPS@ (Network Protein Sequence @analysis-ένας διαδραστικός Web server αφιερωμένος στην ανάλυση πρωτεϊνικών ακολουθιών και διαθέσιμος για την κοινότητα των βιολόγων στο URL: <http://npsa-rbil.ibcp.fr/>). Το grid portal GPS@ απλοποιεί και αυτοματοποιεί την υποβολή εργασιών στο grid καθώς και τους μηχανισμούς διαχείρισης δεδομένων με XML περιγραφές των διαθέσιμων πόρων Βιοπληροφορικής: αλγόριθμους και τράπεζες δεδομένων (βλ. Σχήμα 1).



Σχήμα 5.1

Στο GPS@, έχει απλοποιηθεί η αίτηση ανάλυσης πλέγματος, δηλαδή το GPS@ Web portal τρέχει τη διεπαφή χαμηλού επιπέδου του EGEE και παρέχει στους βιολόγους την ίδια διεπαφή που χρησιμοποιούν καθημερινά στο NPS@. Το μόνο που πρέπει να κάνουν είναι να επικολλήσουν την πρωτεϊνική τους ακολουθία ή τα μοτίβα τους στο αντίστοιχο πεδίο της ιστοσελίδας υποβολής. Στη συνέχεια, απλά πατώντας το κουμπί "αποστολή" ξεκινά η εκτέλεση αυτών των εργασιών στην πλατφόρμα του EGEE. Όλες οι υποβολές εργασιών του EGEE συγκεντρώνονται στο GPS@ back office, όπου γίνεται ο προγραμματισμός και ο έλεγχος της κατάστασης των υποβληθέντων εργασιών. Τελικά, τα αποτελέσματα των εργασιών βιοπληροφορικής εμφανίζονται σε μια νέα ιστοσελίδα (βλ. διάγραμμα 2), έτοιμα για άλλες αναλύσεις ή για τη λήψη τους στην κατάλληλη μορφή δεδομένων.

NPS@ : BLAST Homology Search

http://gpsa-pbil.ibcp.fr/cgi-bin/npsa_automat

Pôle BioInformatique Lyonnais
Grid Protein Sequence Analysis

GPS@ is the grid port of NPS@ from PBIL IBCP in Lyon, France

[HOME] [NPS@] [SRS] [HELP] [REFERENCES] [NEWS] [MPSA] [ANTHEPROT] [Geno3D]
[SuMo] [Positions] [PBIL]

February 27, 2006: First public release of GPS@ online at <http://gpsa-pbil.ibcp.fr>
Take advantage of the EGEE Grid platform for your bioinformatic analysis on the NPS@ portal.

Take advantage of the EGEE Grid platform
for your bioinformatics analysis on the NPS@ portal.

BLAST search on protein sequence databank

[Abstract] [NPS@ help] [Original server]

Program: blastp : protein sequence versus protein sequence databank

Database : UNIPROT-SWISSPROT

Sequence name (optional) :

Paste a protein/nucleic sequence below : [help](#)

```
MKKITYDLAELSGVSASAVSAILNGNWKKRRISAKLAEKVTRIAEEQGYAINRQASMLR
SKKSHVIGMIIPKYDNRVFGSIAERFEEMARERGLLPITCTRRRPELEIEAVKAMLSWQ
VDWVVATGATNPKISALCQQAGVPTVNLDPGSLSPSVISDNYGGAKALTHKILANSA
RRRGELAPLTFIGRRRATITPASVYAASTMRIASWGLACRRRIFWLP AIRKATLRTACRSGL
LAARRRCCRGYLLTRRYPWKGLCAGCRRWV
```

Use the GRID resources from

SUBMIT CLEAR

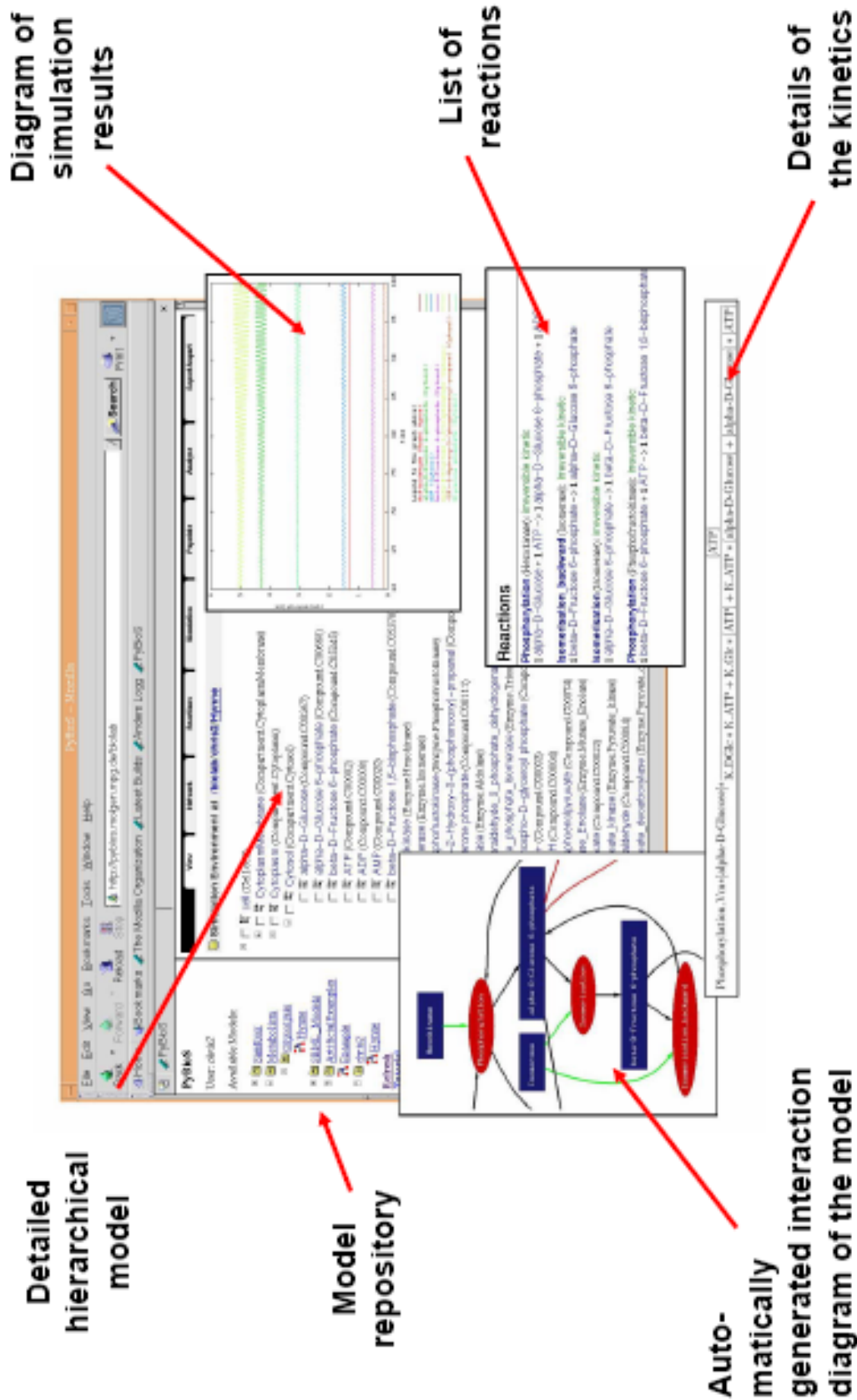
Σχήμα 5.2

5.2.2 PyBioS

Οι τεχνικές μοντελοποίησης και προσομοίωσης είναι πολύτιμα εργαλεία για την κατανόηση των πολύπλοκων βιολογικών συστημάτων. Η PyBioS είναι μια πλατφόρμα προσομοίωσης και μοντελοποίησης, που αυτοματοποιεί τη κατασκευή μοντέλων μεγάλων βιολογικών δικτύων μέσω μιας διεπαφής σε βάσεις δεδομένων κοινής βιολογικής κατεύθυνσης. Είναι ένα αντικειμενοστραφές, web-based περιβάλλον που έχει σχεδιαστεί για εφαρμογές σε συστήματα βιολογίας. Υποστηρίζει την προσομοίωση, την ανάλυση και την αποθήκευση μεγάλων μοντέλων. Η πλατφόρμα έχει υλοποιηθεί ως προϊόν Python για το περιβάλλον του server Zope διαδικτυακών εφαρμογών. Αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο Μοριακής Γενετικής Max-Planck, στο τμήμα του καθηγητή Lehrach από τους Christoph Wierling, Elisabeth Maschke-Dutz, Ralf Herwig, και Hans Lehrach. Η ανάπτυξη του PyBioS χρηματοδοτείται από το Max-Planck-Society, την Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και το BMBF (Γερμανικό Ομοσπονδιακό Υπουργείο Εκπαίδευσης και Έρευνας). Το PyBioS λειτουργεί ως αποθήκη μοντέλων και υποστηρίζει την δημιουργία μεγάλων μοντέλων που βασίζονται σε δημόσια διαθέσιμες πληροφορίες, όπως τα μεταβολικά στοιχεία της KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes-μια συλλογή online βάσεων δεδομένων με γονιδιώματα, ενζυματικές οδούς και βιολογικά χημικά). Το μοντέλο μπορεί να ενημερώνεται αυτόματα σύμφωνα με τους νόμους της κινητικής, προκαθορισμένους ή καθορισμένους από το χρήστη, και να χρησιμοποιείται για διαδοχικές προσομοιώσεις και περαιτέρω αναλύσεις της δυναμικής συμπεριφοράς του υποκείμενου συστήματος. Έχει αποδειχθεί, ότι το εργαλείο είναι σε θέση να χειριστεί συστήματα με περισσότερα από 1600 αντικείμενα και 2300 αντιδράσεις, που κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας μεταβολικές οδούς από τη βάση δεδομένων KEGG και μαζική κινητική ενέργεια. Η οπτικοποίηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των βιολογικών δικτύων είναι δυνατή μέσα από διαγράμματα που δημιουργούνται αυτόματα και περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τα αντικείμενα, τις αντιδράσεις και τη ροή μάζας και πληροφοριών.

	Reactome ¹	KEGG ²	Transpath ³	BioCyc ⁴
Reactions	1531	1431	16714	1187
Pathways	659	166	416	168
Enzymes	488	1279	1182	2598
Proteins/Genes	2700		8780	28656
Complexes	4532		11625	
Molecules/Compounds	578	1423	159	874
Sets/Groups/Classes	288	-	8602	6882

Εικόνα 3: Διεπαφές βάσεων δεδομένων



Εικόνα 4: Διαδικτυακή διεπαφή του PyBioS

5.2.3 BioDCV- Biological Distributed Complete Validation

Το BioDCV είναι ένα καταναμημένο υπολογιστικό σύστημα για την πλήρη επικύρωση γονιδιακών προφίλ. Το σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο ενοτήτων λογισμικού που επιτρέπει τον καθορισμό, τη διαχείριση και την ανάλυση ενός ολοκληρωμένου πειράματος πάνω σε δεδομένα μικροσειρών DNA.

Το BioDCV αποκτά πρόσβαση στο grid μέσω του middleware LCG/EGEE, προκειμένου να κατασκευάσει προγνωστικά μοντέλα διάταξης και να εξάγει τα πιο σημαντικά γονίδια, σε μεγάλης κλίμακας μελέτες μοριακής ογκολογίας. Οι επιδόσεις αξιολογούνται με βάση 6 συλλογές πληροφοριών (datasets) καρκινικών μικροσειρών διαφορετικού μεγέθους και πολυπλοκότητας, και στη συνέχεια, συγκρίνονται με αποτελέσματα που προέκυψαν σε μια τυπική εγκατάσταση Linux.

Ο επιστημονικός στόχος του BioDCV είναι μιας μεγάλης κλίμακας σύγκριση των προγνωστικών γονιδιακών υπογραφών από συλλογές πληροφοριών καρκινικών μικροσειρών που πραγματοποιούνται από ένα πλήρες σύστημα επικύρωσης και εκτελούνται στο Grid. Τα αποτελέσματα του BioDCV περιλαμβάνουν ένα προγνωστικό μοντέλο, μια απευθείας αξιολόγηση της ακρίβειας του, τους καταλόγους των γονιδίων με κατάταξη ανάλογα με τη σημασία τους και τέλος τη ταυτοποίηση των υποτύπων των ασθενών. Οι μοριακοί ογκολόγοι από ιατρικά ερευνητικά κέντρα και οι συνεργαζόμενοι βιοπληροφορικόταροι είναι αυτή τη στιγμή οι τελικοί χρήστες-στόχος του BioDCV.

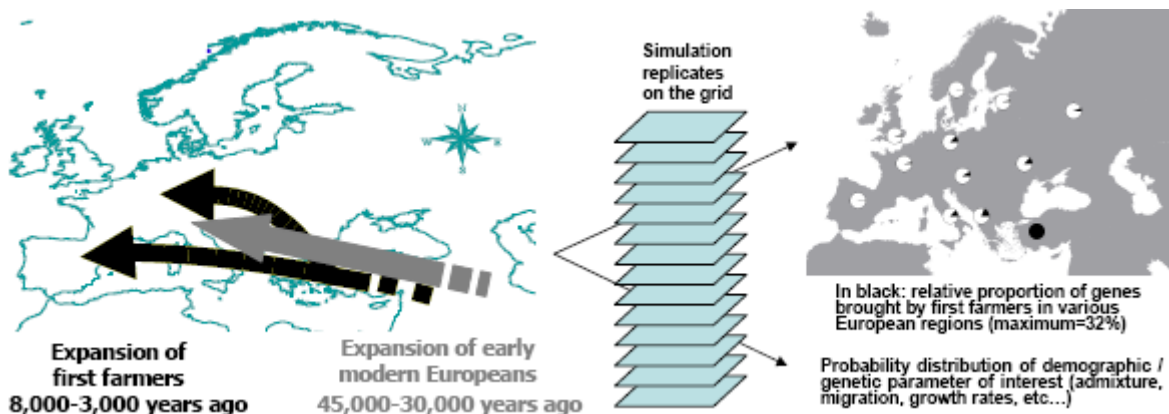
Για τη σύνδεση με το Grid, για να εξασφαλίσει γρήγορο, μικρό και ανθεκτικό κώδικα, και σχεσιακή πρόσβαση στα δεδομένα, το BioDCV γράφτηκε σε γλώσσα C και διασυνδέθηκε με SQLite, μια μηχανή βάσης δεδομένων η οποία υποστηρίζει την ταυτόχρονη πρόσβαση και χρήσιμες συναλλαγές, σε ένα καταναμημένο περιβάλλον όπου μια συλλογή πληροφοριών μπορεί να αντιγραφεί μέχρι και σε μερικά εκατομμύρια μοντέλα.

5.2.4 SPLATCHE- SPatial And Temporal Coalescences in Heterogeneous Environment

Το SPLATCHE είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης που επιτρέπει σε κάποιον (1) να προσομοιώσει την εξάπλωση του ανθρώπινου είδους σε ένα γεωγραφικά ρεαλιστικό τοπίο, (2) να λάβει υπόψη τη χωρική και χρονική ανομοιογένεια του περιβάλλοντος για την ανακατασκευή παρελθοντικής δημογραφίας ανθρώπινων πληθυσμών, (3) να δημιουργήσει την μοριακή ποικιλομορφία ενός ή περισσότερων δειγμάτων γονιδίων που βρίσκονται σε

οποιαδήποτε θέση στο φάσμα των γονιδίων του σημερινού ανθρώπου. Το SPLATCHE χρησιμοποιεί ένα πλαίσιο απόρριψης-δειγματοληψίας κατά Bayes που απαιτεί 100.000 ανεξάρτητες δημογραφικές και γενετικές προσομοιώσεις, για να υπολογίσει τις τιμές των διαφόρων παραμέτρων ενδιαφέροντος για ανθρώπινους πληθυσμούς. Μέχρι σήμερα, αυτό το μοναδικό εργαλείο μοντελοποίησης έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία από το εργαστήριο CMPG στο πανεπιστήμιο της Βέρνης στην Ελβετία, για την αντιμετώπιση σημαντικών ζητημάτων στον τομέα της ανθρώπινης εξελικτικής γενετικής, όπως η γεωγραφική προέλευση των σύγχρονων ανθρώπινων πληθυσμών, η γενετική υπογραφή της χωρικής επέκτασης πληθυσμών και οι γενετικές επαφές μεταξύ των σύγχρονων ανθρώπων και των Νεάντερταλ.

Σε μέλλον αναμένεται ότι θα εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό των περιοχών του γονιδιώματος που υπόκεινται σε επιλογή (προσαρμογή, γενετικές ασθένειες), κάτι το οποίο είναι ζωτικής σημασίας για την εύρεση της γενετικής βάσης πολύπλοκων ασθενειών και για την κατανόηση της εξέλιξης του είδους μας.



Εικόνα 5: SPLATCHE

5.2.5 Big

Η πρόσβαση σε προηγμένες ICT (Information and Communication Technologies) ερευνητικές υποδομές είναι σημαντική στις επιστημονικές ερευνητικές κοινότητες. Ιστορικά, η NCF (Nationale Computer Faciliteiten) διευκόλυνε την πρόσβαση σε εξοπλισμό υψηλής υπολογιστικής τεχνολογίας υπερυψηλής απόδοσης (εθνικός υπερυπολογιστής και εθνικό υπολογιστικό σύμπλεγμα (cluster)). Το project Big Grid (υπό την ηγεσία των εταιρών NCF,

NIKHEF-Nationaal instituut voor subatomaire fysica (Εθνικό Ινστιτούτο Υποατομικής Φυσικής) και NBIC-Netherlands Bioinformatics Centre) έχει ως στόχο να δημιουργήσει μια υποδομή πλέγματος για επιστημονική έρευνα. Η υποδομή αυτή περιλαμβάνει υπολογιστικά clusters, αποθήκες δεδομένων, σε συνδυασμό με συγκεκριμένο middleware και software για να καταστήσει δυνατή την έρευνα που χρειάζεται κάτι περισσότερο από ακατέργαστη υπολογιστική ισχύ ή αποθήκευση δεδομένων.

Το project Big Grid είναι μια συνεργασία μεταξύ NCF, NIKHEF και NBIC, και επιτρέπει την πρόσβαση σε υποδομές Grid για επιστημονική έρευνα στις Κάτω Χώρες. Έχει τέσσερα βασικά κέντρα που παρέχουν μεγάλης κλίμακας αποθήκευση δεδομένων και υπολογιστικές εγκαταστάσεις, πάνω από δώδεκα κατανεμημένα seed clusters για Βιοεπιστήμες και υποστηρίζει περισσότερες από 35 ερευνητικές κοινότητες. Οι τέσσερις κεντρικές εγκαταστάσεις (Sara, NIKHEF, Philips Research στο High Tech Campus, καθώς και το RUG Κέντρο Πληροφορικής) περιέχουν το μεγαλύτερο μέρος των υλικών-hardware πόρων του BiG Grid. Διασυνδεδεμένες με συνδέσεις υψηλής ταχύτητας, με ένα ειδικό «μονοπάτι» οπτικών ινών από το Surfnets στο Eindhoven, υποστηρίζουν όλες τις κοινότητες χρηστών του Big Grid.

Ποικίλες εφαρμογές, από ένα ευρύ φάσμα θεμάτων έρευνας, μοιράζονται την κοινή υποδομή του BiG Grid. Αυτές περιλαμβάνουν την Αστρονομία, τις Επιστήμες Γής, τις Ανθρωπιστικές επιστήμες, τις επιστήμες Ζωής και της Ιατρικής και της Φυσικής. Επίσης, το project BiG Grid «στεγάζει» το εικονικό εργαστήριο για το project e-Science.

5.2.6 Superlink-online

Το Superlink-online είναι μια διαδικτυακή πύλη η οποία επιτρέπει στους γενετιστές να εκτελούν παραμετρικές γενετικές αναλύσεις. Αυτό το είδος της ανάλυσης επιτρέπει το προσδιορισμό της γονιδιωματικής περιοχής μιας μετάλλαξης υπεύθυνης για μια συγκεκριμένη γενετική ασθένεια. Χρησιμοποιείται συνήθως για σπάνιες Μεντελικές ασθένειες με ένα προσβεβλημένο γονίδιο, αν και έχουν αποκρυπτογραφηθεί κάποιες πιο συχνά εμφανιζόμενες ασθένειες με τη χρήση αυτής της τεχνικής, όπως η κυστική ίνωση, ο καρκίνος του μαστού και άλλες. Αυτό το είδος της ανάλυσης ονομάζεται παραμετρική δεδομένου ότι βασίζεται σε ένα στατιστικό μοντέλο κληρονομικότητας. Το βασικό βιολογικό φαινόμενο πίσω από αυτό το μοντέλο είναι ο ανασυνδυασμός ή η ανάμειξη του γενετικού υλικού των προκατόχων του. Η πιθανότητα του ανασυνδυασμού μεταξύ δύο γενετικών θέσεων (loci) εξαρτάται από τη φυσική γονιδιωματική απόσταση τους - όσο πιο κοντά βρίσκονται 2 γενετικές θέσεις, τόσο λιγότεροι ανασυνδυασμοί συμβαίνουν.

Τα δεδομένα που εισάγονται για την ανάλυση περιλαμβάνουν τη γενεαλογική δομή με τα προσβεβλημένα άτομα, τα δείγματα των γενετικών πληροφοριών ορισμένων μελών της σε πολλές (μέχρι 1 εκατομμύριο) γνωστές τοποθεσίες (που ονομάζονται δείκτες), καθώς και διάφορες παραμέτρους του μοντέλου, όπως η συχνότητα της νόσου στον πληθυσμό. Το μοντέλο επιτρέπει την αξιολόγηση της πιθανότητας των δεδομένων εισόδου με την υπόθεση ότι η μετάλλαξη είναι σε ορισμένη γονιδιωματική θέση σχετική με το χάρτη των δεικτών. Η υψηλή τιμή της αναλογίας αυτής της πιθανότητας και της πιθανότητας της μηδενικής υπόθεσης, θεωρείται ένδειξη για τη μετάλλαξη κοντά στη συγκεκριμένη θέση.

Το μοντέλο εκφράζεται ως Bayesian δίκτυο (πιθανολογικό). Τα Bayesian δίκτυα χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς για τη μοντελοποίηση πολύπλοκων πολυμεταβλητών πιθανολογικών λειτουργιών διανομής, το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των οποίων είναι το τεράστιο μέγεθός τους. Επιπλέον, η υπολογιστική πολυπλοκότητα του υπολογισμού της πιθανότητας των αποδείξεων σε αυτά τα δίκτυα μπορεί να φτάσει τα χρόνια σε χρόνο CPU. Ως εκ τούτου, το μοντέλο παραλληλοποίησε την ανάλυση, «σπάζοντας» το πρόβλημα σε πολλαπλά ανεξάρτητα κομμάτια και εκτελώντας τα κομμάτια παράλληλα σε χιλιάδες υπολογιστές σε όλο τον κόσμο.

Ο παραλληλισμός, ο οποίος δεν απαιτεί συγχρονισμό μεταξύ των συμμετεχόντων, επιτρέπει τη χρήση μη αποκλειστικών ευκαιριακών υπολογιστικών συστημάτων (grids), όπου η τρέχουσα εργασία μπορεί να προσπεραστεί ή ο υπολογιστής που την εκτελεί να αποτύχει. Οι αποτυχημένες εργασίες απλώς ξεκινούν από την αρχή, αλλά οι άλλες εργασίες δεν θα επηρεαστούν από την αποτυχία. Αυτή η προσέγγιση είναι επίσης επεκτάσιμη, έτσι η χρήση πολλών επεξεργαστών είναι δυνατή. Μέσω του Superlink-online επιτρέπεται η πρόσβαση σε διάφορα δίκτυα και ομάδες σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένης της Technion, EGEE, OSG, UW Madison Condor. Υπάρχει επίσης και ένα κοινοτικό grid που ονομάζεται superlink@Technion, το οποίο χρησιμοποιεί τη δύναμη των desktops χιλιάδων εθελοντών σε 105 χώρες.

Το Superlink-online είναι ένας τυπικός εκπρόσωπος των domain-specific διαδικτυακών πυλών που χρησιμοποιεί πολλά ευκαιριακά περιβάλλοντα, μερικά από τα οποία είναι αρκετά αναξιόπιστα. Από το 2006, το Superlink-online έχει χρησιμοποιηθεί από εκατοντάδες γενετιστές από κορυφαία ερευνητικά ιδρύματα. Ορισμένες σημαντικές γενετικές μεταλλάξεις εντοπίστηκαν με τη χρήση του Superlink-online συστήματος.

Υπάρχουν δύο τεχνολογίες εφαρμογής:

1. Ιεραρχία Εκτέλεσης Grid, η οποία αντιστοιχίζει μικρότερες εργασίες σε πιο αξιόπιστες πηγές, και
2. GridBot - το σύστημα που ενώνει πηγές από πολλαπλά δίκτυα/clusters και εκτελεί πολλαπλές εργασίες πάνω σε αυτές (Bags of Tasks-BOTs).

5.2.7 MLalign2D-MLrefine3D

Το MAlign2D και το MLrefine3D αποτελούν δύο εφαρμογές κλειδιά για εφαρμογές επεξεργασίας εικόνων του μικροσκοπίου ηλεκτρονίων που παρέχονται στο Grid και επιτρέπουν το χαρακτηρισμό της δομής μικρομοριακών ταξινομιών σε ξεχωριστές καταστάσεις λειτουργίας.

Το MAlign2D είναι ένα βοηθητικό πρόγραμμα που επιτρέπει την εκτέλεση 2D-ευθυγράμμισης (πολλαπλής αναφοράς), χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση μέγιστης-πιθανότητας (maximum-likelihood-ML). Ο συνιστώμενος τρόπος εκτέλεσης της ευθυγράμμισης είναι να εισαχθεί όσο το δυνατόν η μικρότερη απόκλιση κατά την αρχική αναφορά. Αυτό μπορεί να γίνει υπολογίζοντας μέσες εικόνες από τυχαία υποσύνολα των μη ευθυγραμμισμένων πειραματικών εικόνων που εισρέουν.

Η έξοδος του προγράμματος αποτελείται από την ραφινρισμένες εικόνες αναφοράς (σταθμισμένος μέσος όρος όλων των πειραματικών εικόνων). Οι πειραματικές εικόνες δεν μεταβάλλονται καθόλου. Σε όρους της προσέγγισης ML, οι βέλτιστοι μετασχηματισμοί και οι αναφορές για κάθε εικόνα δεν παίζουν τον ίδιο ρόλο όπως στην συμβατική προσέγγιση συσχέτισης. Από προεπιλογή, αυτό το πρόγραμμα δεν παράγει βέλτιστο μετασχηματισμό και παραμέτρους εκχώρησης αναφοράς. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας κατάλληλες εντολές, οι τιμές αυτές μπορούν να εξαχθούν, και συνεπώς το πρόγραμμα headerinfo μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκχωρηθούν αυτές οι τιμές στις κεφαλίδες των πειραματικών εικόνων. Αυτό το πρόγραμμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για 2D-ευθυγράμμιση χωρίς αναφορές, χρησιμοποιώντας μόνο μια αναφορά. Έτσι αυτό το πρόγραμμα γίνεται εναλλακτική λύση για το πυραμδικό συνδυασμό εικόνων για να δημιουργηθεί μια αρχική δομή αναφοράς στο πρόγραμμα align2d.

Παρά το γεγονός ότι οι υπολογισμοί μπορεί να είναι μια αρκετά χρονοβόρα διαδικασία (ειδικά για πολλές, μεγάλες πειραματικές εικόνες και έναν μεγάλο αριθμό αναφορών), συνιστάται να αφήνουν τους υπολογισμούς να συγκλίνουν. Σύμφωνα με την εμπειρία, αυτό γίνεται μετά από 10-100 επαναλήψεις, ανάλογα με τον αριθμό εικόνων, το ποσό του θορύβου, κλπ. Το προεπιλεγμένο κριτήριο διακοπής έχει αποφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Μια παράλληλη έκδοση αυτού του προγράμματος έχει υλοποιηθεί στο MPI_MLAlign2D.

Το MLrefine3D επιτρέπει τον διαχωρισμό διαρθρωτικά ετερογενών συνόλων δεδομένων σε ομοιογενείς κατηγορίες μέσω πολυ-αναφορικής 3D γωνιακής βελτίωσης, χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση μέγιστης-πιθανότητας (maximum-likelihood-ML). Μια διαισθητική επεξήγηση του αλγορίθμου είναι ότι εκτελεί μια επαναληπτική διαδικασία γωνιακής βελτίωσης χρησιμοποιώντας διάφορες ποσότητες αναφορών, όπου η διακριτική

εκχώρηση προσανατολισμού και κατηγορίας (συμβατικά βασισμένη στη μέγιστη συσχέτιση) αντικαθίσταται από ολοκληρώματα σταθμισμένης πιθανότητας σε όλες τις πιθανές εκχωρήσεις. Αυτές οι σταθμίσεις πιθανότητας υπολογίζονται χρησιμοποιώντας ένα ρητό στατιστικό μοντέλο του πειραματικού θορύβου, ο οποίος υποτίθεται ότι είναι λευκός και Gaussian. Τα ολοκληρώματα σταθμισμένης πιθανότητας εκτελούνται χρησιμοποιώντας ρουτίνες από το πρόγραμμα MLalign2D.

5.3 Ανακάλυψη φαρμάκων

Ο τομέας ανακάλυψης φαρμάκων έχει σαν σκοπό την επιτάχυνση της διαδικασίας εξεύρεσης καινούριων φαρμάκων μέσω προσομοιώσεων *in silico* (μία φράση που αναφέρεται σε ό,τι πραγματοποιείται με τη βοήθεια υπολογιστή ή μέσω προσομοίωσης υπολογιστή, η φράση αυτή είναι κατασκευασμένη σε αντιστοιχία με τις Λατινικές φράσεις *in vivo* και *in vitro* που χρησιμοποιούνται ευρέως στην Βιολογία και αναφέρονται σε πειράματα εντός ή εκτός ζωντανών οργανισμών αντίστοιχα, αντίθετα με την κοινή αντίληψη, *in silico* δεν σημαίνει τίποτα στα Λατινικά, αλλά είναι επιστημονικό επινόημα) της δομής και της δυναμικής των πρωτεϊνών.

5.3.1 WISDOM-Wide In Silico Docking On Malaria

Η πρωτοβουλία WISDOM τρέχει υπολογισμούς μεγάλης κλίμακας για την ανακάλυψη φαρμάκων *in silico* ώστε να συνδράμει στην καταπολέμηση νεο-εμφανιζόμενων ασθενειών και ασθενειών που ίσως έχουν παραμεληθεί. Αυτοί οι μικρουπολογισμοί καθορίζουν πόσο καλά κάποια φάρμακα επικολλώνται σε συγκεκριμένα μέρη του ιού που έχουν σκοπό να καταπολεμήσουν (αυτά που επιτυγχάνουν να επικολληθούν θεωρούνται πιο ικανά ώστε να καταπολεμήσουν τον ιό). Η πρωτοβουλία έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην καταπολέμηση της ελονοσίας και της γρίπης των πτηνών, με εντυπωσιακά αποτελέσματα που επιβεβαιώνονται με τη μέθοδο καλλιέργειας. Η πρωτοβουλία WISDOM έχει ως στόχο να καταδείξει τη σχετικότητα και τον αντίκτυπο της grid προσέγγισης για την ανακάλυψη φαρμάκων για τις παραμελημένες και αναδυόμενες ασθένειες. Η πρωτοβουλία συγκεντρώνει διάφορους εταίρους από όλο τον κόσμο οι οποίοι έχουν συνειδητοποιήσει το πόσο επείγον είναι να εργάζονται για την αντιμετώπιση αυτών των ασθενειών και χρησιμοποιούν grid υποδομές για να οργανώσουν και να επιταχύνουν την έρευνά τους. Το όνομα της WISDOM προέρχεται από το πρώτο πείραμα ελέγχου σε μεγάλη κλίμακα κατά της ελονοσίας (malaria).

5.3.2 GridGRAMM

Το GridGRAMM αποτελεί μια απλή διεπαφή για να πραγματοποιήσει μοριακό ελλιμενισμό (docking) στο διαδίκτυο. Μπορεί να δημιουργήσει ταιριάσματα μεταξύ μορίων σε χαμηλή ή υψηλή ανάλυση, τόσο για ζεύγη πρωτεΐνης-πρωτεΐνης όσο και για ζεύγη μορίου-υποδοχέα. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν δείγματα ποιότητας και διάφορες μεθόδους πρόσβασης στην τρισδιάστατη δομή του συστήματος. Ο μοριακός ελλιμενισμός είναι μια εφαρμογή γενικού ενδιαφέροντος στις Επιστήμες Ζωής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη Μοριακή Βιολογία για την μελέτη της αλληλεπίδρασης των μορίων, στη Βιοχημεία για να αναλύσει την αλληλεπίδραση ενζύμων-υποστρώματος, στη Φαρμακολογία για το σχεδιασμό φαρμάκων και στην Ιατρική για κατανόηση της συμπεριφοράς των νοσηρών μεταλλάξεων.

Το λογισμικό έχει αναπτυχθεί στην EMBnet / CNB Βιοπληροφορική πύλη, όπου θα είναι διαθέσιμο όταν περατωθεί. Είναι μια μικρή πιλοτική εφαρμογή, κύριος στόχος της οποίας είναι να χρησιμεύσει ως κλίνη δοκιμών για τη ρύθμιση των ανώνυμων / δημόσιων υπηρεσιών της κατηγορίας του για το Grid. Το επόμενο βήμα θα είναι να καταστεί η διεπαφή πιο γενική ώστε να περιλαμβάνει υποστήριξη για άλλα προγράμματα ελλιμενισμού, λειτουργίες βαθμολόγησης και εργαλεία οπτικοποίησης, ενδεχομένως με υποστήριξη για MPI παράλληλο υπολογισμό.

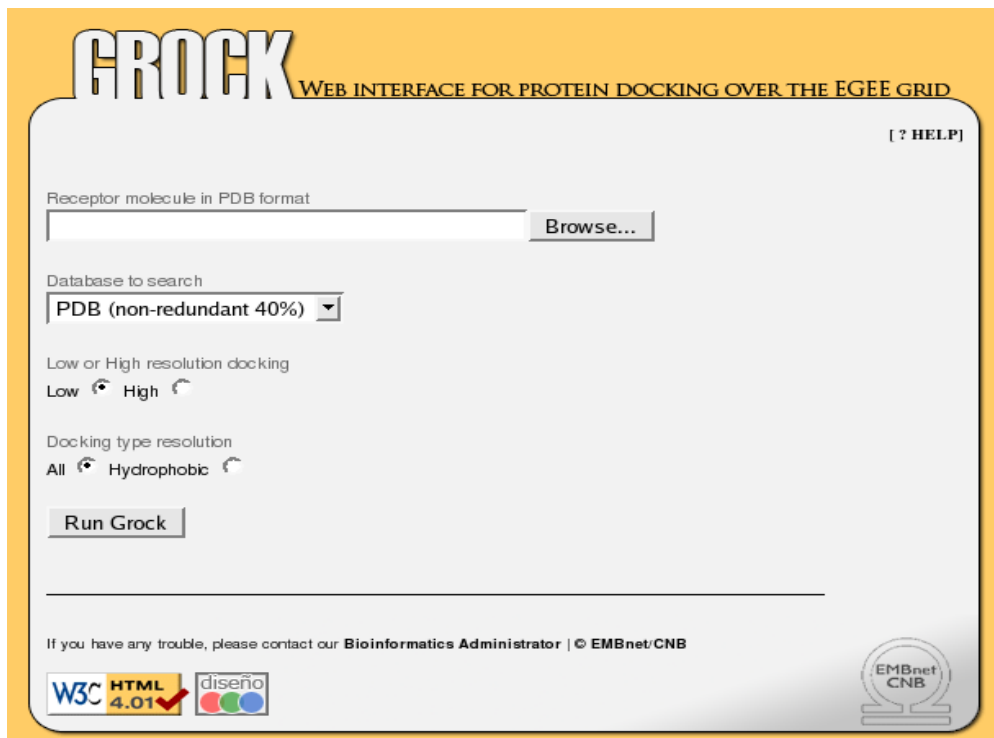
5.3.3 GROCK (Grid Dock)

Το GROCK είναι ένα εργαλείο που κάνει 3D μοριακή ανίχνευση μέσω μιας απλής, διαισθητικής διαδικτυακής διεπαφής. Είναι ευέλικτο καθώς χρησιμοποιεί τυποποιημένο λογισμικό και δεδομένα, αποδοτικό χάρη στο Grid (EGEE) και μπορεί να ενσωματωθεί σε άλλα προγράμματα ως Web Service (SOAP ή XML-RPC).

Ο στόχος του GROCK είναι να παρέχει έναν εύκολο τρόπο για τη διεξαγωγή μαζικών ανιχνεύσεων των μοριακών αλληλεπιδράσεων με τη χρήση του Web. Το Grock (Grid Dock) θα επιτρέψει στους χρήστες να συγκρίνουν ένα μόριο με μια βάση δεδομένων των γνωστών δομών. Ο αρχικός σχεδιασμός του Grock είναι να δέχεται ένα μικρό μόριο και να το συγκρίνει με ένα αντιπροσωπευτικό σύνολο πρωτεϊνικών δομών. Τα αποτελέσματα θα είναι ταξινομημένα κατά βαθμολογία και θα παρέχουν πρόσβαση σε 3D δομές με διάφορους τρόπους (εικόνα, συντεταγμένες, κλπ).

Παρακάτω φαίνεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ανίχνευσης της ασπιρίνης. Σε πρώτη φάση πρέπει να συνδεθείς στον GROCK server, στη συνέχεια «φορτώνεις» την

ασπιρίνη, έπειτα επιλέγεις τις κατάλληλες ρυθμίσεις και τέλος πατάς το κουμπί της εκτέλεσης (RUN GROCK).



Εικόνα 6: Παράδειγμα ανίχνευσης της ασπιρίνης(1)

Οι καλύτερες βαθμολογίες εμφανίζονται στην οθόνη με φθίνουσα σειρά όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Όπως είπαμε, για κάθε ζευγάρι, υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης εικόνων (JPEG, PNG-Portable Network Graphics format, VRML1 & 2-Virtual Reality Modeling Language format, Jmol-Java εφαρμογή ελεύθερου λογισμικού για 3D αναπαράσταση χημικών δομών), τρισδιάστατων συντεταγμένων και αρχείων σε μορφή PDF.

Listing of top scores (1 - 51)



Match	Energy (-)	Description	Explore
aspirin vs. 1BRV_	700	1BRV_ mol:protein length:32 Protein G	Best 10 scores
aspirin vs. 1HCW_	528	1HCW_ mol:protein-het length:25 Bba 1	Best 10 scores
aspirin vs. 1BZG_	524	1BZG_ mol:protein length:34 Parathyroid Hormone-Related Protein	Best 10 scores
aspirin vs. 1ANS_	496	1ANS_ mol:protein length:27 Neurotoxin III (Atx III) (NMR, 28 Structures)	Best 10 scores
aspirin vs. 1BAH_	494	1BAH_ mol:protein-het length:37 Charybdotoxin	Best 10 scores
aspirin vs. 1ACW_	486	1ACW_ mol:protein length:29 Natural Scorpion Peptide P01	Best 10 scores
aspirin vs. 1TFS_	476	1TFS_ mol:protein length:60 Toxin Fs2 (NMR, 20 Structures) - Chain _	Best 10 scores
aspirin vs. 1ERY_	464	1ERY_ mol:protein length:39 Pheromone Er-11	Best 10 scores
aspirin vs. 1AGG_	464	1AGG_ mol:protein length:48 Omega-Agatoxin-Ivb	Best 10 scores
aspirin vs. 1PFT_	453	1PFT_ mol:protein length:50 TfIIb	Best 10 scores
aspirin vs. 1B45_	452	1B45_ mol:protein-het length:15 Alpha-Cnia	Best 10 scores
aspirin vs. 1GAB_	450	1GAB_ mol:protein length:53 Protein Pab	Best 10 scores
aspirin vs. 1ERP_	449	1ERP_ mol:protein length:38 Pheromone Er-10 (NMR, 20 Structures) - Chain	Best 10 scores
aspirin vs. 1ERD_	445	1ERD_ mol:protein length:40 Pheromone Er-2 (NMR, 20 Structures) - Chain _	Best 10 scores
aspirin vs. 2MLP_	440	2MLP_ mol:protein-het length:27 Mcba Propeptide	Best 10 scores
aspirin vs. 1AFH_	440	1AFH_ mol:protein length:93 Maize Nonspecific Lipid Transfer Protein	Best 10 scores

Εικόνα 7: Παράδειγμα ανίχνευσης της ασπιρίνης(2)

5.4 Επεξεργασία ιατρικών εικόνων

Ο τομέας της ιατρικής απεικόνισης (**medical imaging**) έχει σαν στόχο την ανάλυση ψηφιακών ιατρικών εικόνων, μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ο τομέας συμπεριλαμβάνει ομοσπονδίες ιατρικών δεδομένων, ιατρικές διαδικασίες που απαιτούν εντατικούς υπολογισμούς και επεξεργασία μεγάλων ομάδων δεδομένων και στατιστικές έρευνες σε μεγάλες πληθυσμιακές ομάδες.

5.4.1 GATE

Η τομογραφία εκπομπής και ιδιαίτερα η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) έχει ένα ταχέως αυξανόμενο ρόλο στη σύγχρονη ιατρική και για διαγνωστικούς και για θεραπευτικούς σκοπούς. Ταυτόχρονα, υπάρχει ζήτηση για απεικόνιση υψηλότερης ποιότητας, ακρίβειας και ταχύτητας. Ενισχυμένες από την ευρύτερη διαθεσιμότητα των ισχυρών clusters υπολογιστών, οι προσομοιώσεις Monte Carlo είναι ένα ουσιαστικό εργαλείο για τις

τρέχουσες και τις μελλοντικές εξελίξεις στην τομογραφία εκπομπής. Παραδείγματα τέτοιων εξελίξεων είναι ο σχεδιασμός νέων ιατρικών συσκευών απεικόνισης, η βελτιστοποίηση των πρωτοκόλλων απόκτησης και η ανάπτυξη και αξιολόγηση των αλγορίθμων ανακατασκευής εικόνας και τεχνικών διόρθωσης.

Το GATE, η εφαρμογή του Geant4 για τομογραφία εκπομπής, έχει αναπτυχθεί από το 2001 για να προσφέρει ολοκληρωμένες ικανότητες φυσικής μοντελοποίησης των κωδικών γενικού σκοπού, ενώ καθιστά δυνατό τον διαισθητικό συντονισμό της προσομοίωσης μιας τομογραφίας εκπομπής. Ειδικότερα, το GATE επιτρέπει την ακριβή περιγραφή χρονοεξαρτώμενων φαινομένων. Περιλαμβάνει επίσης καλώς επικυρωμένα μοντέλα φυσικής, εργαλεία γεωμετρικής μοντελοποίησης, μοντέλα για ανιχνευτή ηλεκτρονικής απόκρισης, καθώς και αποτελεσματικά εργαλεία οπτικοποίησης. Η μοντελοποίηση αξονικής τομογραφίας και ο υπολογισμός της δόσης μπορεί επίσης να γίνει χρησιμοποιώντας το GATE.

Η αφητηρία του GATE μπορεί να εντοπιστεί σε ένα σεμινάριο που οργανώθηκε από την Irène Buvat τον Ιούλιο του 2001 στο Παρίσι στο οποίο συμμετείχαν διάφορες ερευνητικές ομάδες που μοιράζονταν ένα κοινό ενδιαφέρον σε προσομοιώσεις Monte Carlo. Ο στόχος του σεμιναρίου ήταν η μελέτη και ανάλυση του μέλλοντος των προσομοιώσεων Monte Carlo στην πυρηνική ιατρική, στο οποίο συζητήθηκαν τα μειονεκτήματα και οι περιορισμοί των κωδικών ειδικού και γενικού σκοπού. Από τις συζητήσεις αυτές, κατέστη σαφές ότι θα ήταν προς το συμφέρον όλων η ανάπτυξη ενός εργαλείου προσομοίωσης που θα προσφέρει μια ειδική πλατφόρμα Monte Carlo για τομογραφία εκπομπής ικανή να μοντελοποιήσει την κινητική διάσπασης, την ώρα θανάτου και την κίνηση, ενώ ταυτόχρονα θα επωφελούνταν από την ευελιξία και την υποστήριξη εργαλείων προσομοίωσης γενικού σκοπού. Επιπλέον, η αντικειμενοστραφής τεχνολογία φαινόταν να είναι η καλύτερη επιλογή για την εξασφάλιση υψηλής σπονδύλωσης και επαναχρησιμοποίησης. Κατά συνέπεια, η συναινετική απόφαση ήταν να επιλεγεί το toolkit προσομοίωσης που είχε αναπτυχθεί σε C++ από την Geant4 Collaboration, και να καλλιεργηθεί η μακροπρόθεσμη υποστήριξη και συντήρηση, μέσω της συνεργασίας πολλών ερευνητικών ομάδων. Αυτή η προσπάθεια ξεκίνησε στη Λωζάνη, σε πρώτη φάση ως βοήθημα για το σχεδιασμό του πρωτοτύπου ClearPET που αναπτύχθηκε από την Crystal Clear Collaboration.

Οι προδιαγραφές του πλαισίου προσομοίωσης με βάση το Geant4, κυκλοφόρησαν το Δεκέμβριο του 2001. Η κωδικοποίηση σε C++ ξεκίνησε από το Lausanne PET instrumentation group, με τη βοήθεια του Geant4 Low Energy Electromagnetic Physics group, της Clermont-Ferrand corpuscular physics for life science group, και της Ghent medical image and signal processing group. Η αναπτυξιακή στρατηγική καθορίστηκε σε δεύτερη ημερίδα που διοργανώθηκε τον Ιανουάριο του 2002 στη Λωζάννη. Στις 23 Μαΐου

του 2002, κατά την πρώτη συνεδρίαση της OpenGATE στη Λωζάννη, πραγματοποιήθηκε μια ζωντανή επίδειξη της πρώτης έκδοσης της πλατφόρμας GATE. Με την ευκαιρία αυτή, οι ερευνητικές ομάδες στη Λωζάννη, Clermont-Ferrand και Ghent, αποφάσισαν να ιδρύσουν την OpenGATE Collaboration με στόχο τη βελτίωση, την επικύρωση, τη καταγραφή και τον έλεγχο του Gate ενόψει της προετοιμασίας της δημόσιας έκδοσης του λογισμικού.

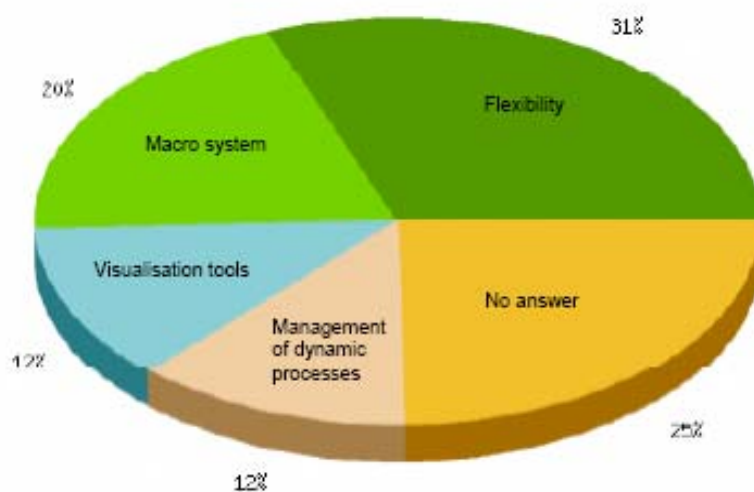
Σε μια έρευνα που ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2008 και τελείωσε τον Μαρτίο του 2009, έκαναν 20 ερωτήσεις σε 81 άτομα. Οι ερωτήσεις αφορούσαν το προφίλ, το επίπεδο ικανοποίησης και τις προσδοκίες των χρηστών, καθώς και προτάσεις βελτίωσης του GATE. Από τα 81 άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα, το 3% ήταν επιστήμονες Η/Υ, το 33% επιστήμονες απεικόνισης/ μηχανικοί έρευνας, το 14% καθηγητές/ βοηθοί καθηγητές, το 5% ιατροί, το 3% κλινικοί ερευνητές, το 3% φυσικοί, το 1% τεχνολόγοι και τέλος το 38% φοιτητές.

Στην ερώτηση «ποιό είναι το επίπεδο ικανοποίησης σας από το GATE λογισμικό», πάνω από το 60% των χρηστών απάντησαν πως είναι άριστο ή καλό, όπως φαίνεται από το παρακάτω γράφημα.



Εικόνα 8: Γράφημα 1

Σε μια άλλη ερώτηση, «ποιό χαρακτηριστικό του GATE λογισμικού σας αρέσει περισσότερο», το 31% απάντησε την ευελιξία, το 20% το μακρο-σύστημα, το 17% τα εργαλεία οπτικοποίησης και το 12% την διαχείριση δυναμικών διεργασιών (βλ. παρακάτω γράφημα).



Εικόνα 9: Γράφημα 2

5.4.2 CDSS-Clinical decision support system

Το Ιατρικό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (CDSS) χρησιμοποιεί την ταξινόμηση εικόνων, βασισμένη σε εξειδικευμένη γνώση, για να υποβοηθήσει τη λήψη ιατρικών αποφάσεων. Το Grid χρησιμοποιείται τόσο για τη συλλογή μεγάλων ομάδων δεδομένων όσο και για την αξιόπιστη «εκπαίδευση» του λογισμικού ταξινόμησης για τέτοιου μεγέθους ομάδες δεδομένων.

Ο κύριος σκοπός του σύγχρονου CDSS είναι να βοηθήσει ιατρούς στο σημείο της φροντίδας. Αυτό σημαίνει ότι ένας κλινικός ιατρός θα αλληλεπιδρά με το CDSS για να προσδιορίσει τη διάγνωση, την ανάλυση, κ.λπ. των δεδομένων των ασθενών. Προηγούμενες θεωρίες του CDSS ήταν να χρησιμοποιεί ένας ιατρός το CDSS ώστε να λαμβάνει κυριολεκτικά αποφάσεις εκ μέρους του, δηλαδή ο κλινικός ιατρός θα εισήγαγε τις πληροφορίες και θα περίμενε από το CDSS να παράγει τη «σωστή» απόφαση, την οποία στη συνέχεια θα εφάρμοζε. Με τη νέα μεθοδολογία, ο ιατρός αλληλεπιδρά με το CDSS, αξιοποιώντας τόσο τη γνώση του ίδιου όσο και το σύστημα, ώστε να επιτύχει την καλύτερη ανάλυση των δεδομένων των ασθενών. Συνήθως το CDSS προτείνει κάποιες επιλογές, τις οποίες εξετάζει ο ιατρός και επιλέγει τις χρήσιμες.

Μια σημαντική κατηγοριοποίηση του CDSS γίνεται με βάση το χρονοδιάγραμμα της χρήσης του, σε προ-διάγνωσης, κατά τη διάρκεια της διάγνωσης, ή μετά τη διάγνωση. Τα «προ-διάγνωσης» CDSS συστήματα χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν το γιατρό στη προετοιμασία της διάγνωσης. Τα «κατά τη διάρκεια της διάγνωσης» CDSS συστήματα

χρησιμοποιούνται για την αναθεώρηση και το φιλτράρισμα των προκαταρκτικών διαγνώσεων του γιατρού ώστε να βελτιωθούν τα τελικά αποτελέσματά. Τέλος, τα «μετά τη διάγνωση» CDSS συστήματα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των ασθενών και του ιατρικού τους ιστορικού καθώς και για την πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων στην κλινική έρευνα.

Ένας άλλος σημαντικός διαχωρισμός των CDSS συστημάτων είναι σε γνωσιοκεντρικά (Knowledge-Based) και μη γνωσιοκεντρικά (NonKnowledge-Based). Τα περισσότερα CDSS αποτελούνται από τρία μέρη, τη βάση γνώσεων, τη μηχανή συμπερασμάτων, και τον μηχανισμό για την επικοινωνία. Η βάση γνώσεων περιέχει τους κανόνες και τους συσχετισμούς των δεδομένων που συνήθως λαμβάνουν τη μορφή IF-THEN (εαν-τότε) κανόνων. Αν αυτό ήταν ένα σύστημα για τον προσδιορισμό αλληλεπιδράσεων φαρμάκων, τότε ένας κανόνας θα μπορούσε να είναι ότι αν λαμβάνεται το X φάρμακο και το Y φάρμακο τότε ειδοποίησε τον χρήστη. Χρησιμοποιώντας ένα άλλο περιβάλλον, ένας έμπειρος χρήστης θα μπορούσε να επεξεργαστεί τη βάση γνώσεων για να τη κρατήσει ενημερωμένη με νέα φάρμακα. Η μηχανή συμπερασμάτων συνδυάζει τους κανόνες της βάσης γνώσεων με τα δεδομένα των ασθενών. Ο μηχανισμός επικοινωνίας επιτρέπει στο σύστημα να εμφανίζει τα αποτελέσματα στο χρήστη και να δέχεται εισροή δεδομένων από αυτόν.

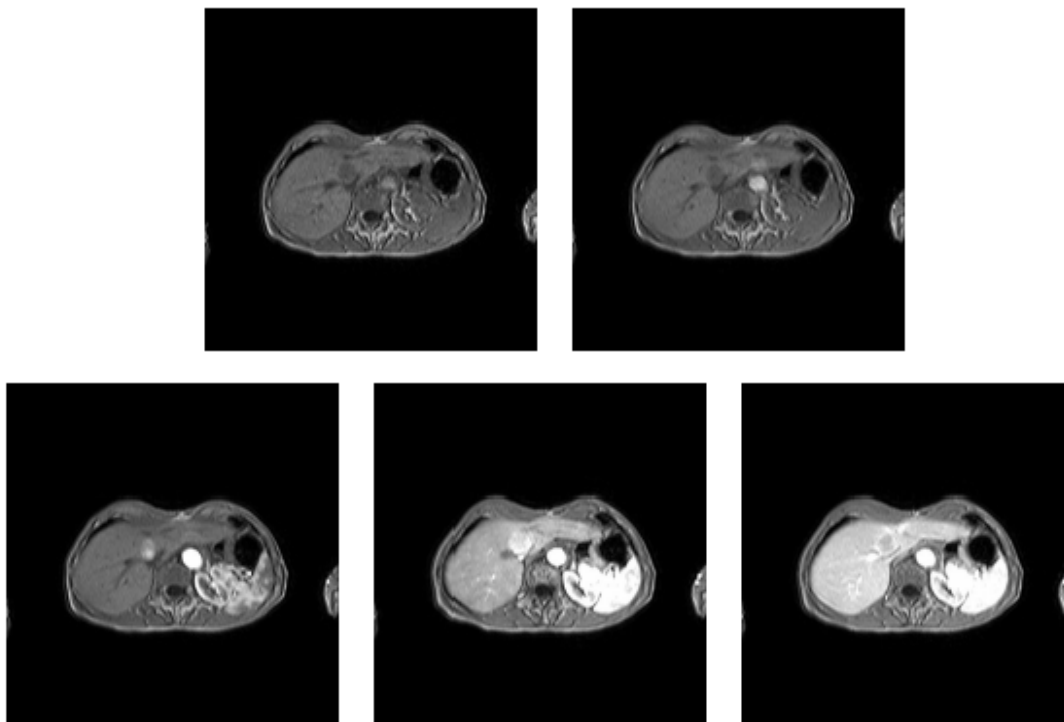
Τα CDSS που δεν χρησιμοποιούν μια βάση γνώσεων, χρησιμοποιούν μια μορφή τεχνητής νοημοσύνης που ονομάζεται μάθηση μηχανών, η οποία επιτρέπει στους υπολογιστές να μαθαίνουν από εμπειρίες του παρελθόντος και / ή να βρίσκουν πρότυπα στα κλινικά στοιχεία. Δύο είδη μη γνωσιοκεντρικών συστημάτων είναι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και οι γενετικοί αλγόριθμοι. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν κόμβους και σταθμισμένες συνδέσεις μεταξύ τους για να αναλύσουν τυχόν πρότυπα στα δεδομένα του ασθενή ώστε να εξάγουν συνδέσεις μεταξύ των συμπτωμάτων και κάποιας διάγνωσης. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη να γραφούν οι κανόνες και να εισαχθούν τα στοιχεία των εμπειρογνομόνων. Ωστόσο, δεδομένου ότι το σύστημα δεν μπορεί να εξηγήσει το λόγο που χρησιμοποιεί τα δεδομένα με τον τρόπο που τα χρησιμοποιεί, οι περισσότεροι γιατροί δεν τα χρησιμοποιούν για λόγους αξιοπιστίας και υπευθυνότητας. Οι γενετικοί αλγόριθμοι βασίζονται σε απλουστευμένες εξελικτικές διεργασίες χρησιμοποιώντας απευθείας επιλογή για την επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων CDSS. Οι αλγόριθμοι επιλογής αξιολογούν τα συστατικά κάποιων τυχαίων συνόλων λύσεων σε ένα πρόβλημα. Οι λύσεις που βγαίνουν στην κορυφή, ανασυνδυάζονται στη συνέχεια και μεταλλάσσονται και τρέχουν ξανά μέσα στη διαδικασία. Αυτό συμβαίνει ξανά και ξανά μέχρι να ανακαλυφθεί η σωστή λύση. Είναι το ίδιο με τα νευρωνικά δίκτυα στο ότι αντλούν τις γνώσεις τους από τα δεδομένα των ασθενών. Τα μη γνωσιοκεντρικά δίκτυα συχνά επικεντρώνονται σε μια περιορισμένη λίστα

συμπτωμάτων, όπως αυτά για μια συγκεκριμένη ασθένεια αντίθετα με την γνωσιοκεντρική προσέγγιση που καλύπτει πολλές διαφορετικές ασθένειες, στη διάγνωση.

5.4.3 Pharmacokinetics

Η φαρμακοκινητική είναι ένας κλάδος της φαρμακολογίας που ασχολείται με τον καθορισμό της «τύχης» ουσιών που χορηγούνται εξωτερικά σε ένα ζωντανό οργανισμό. Στην πράξη, εφαρμόζεται κυρίως σε ναρκωτικές ουσίες, αν και κατ' αρχήν ασχολείται με κάθε είδους ενώσεις, όπως είναι τα θρεπτικά συστατικά, οι μεταβολίτες, οι ορμόνες, οι τοξίνες, κλπ. Η φαρμακοκινητική συχνά μελετάται σε συνδυασμό με τη φαρμακοδυναμική. Η φαρμακοδυναμική ερευνά τι κάνει ένα φάρμακο στο σώμα, ενώ η φαρμακοκινητική ερευνά τι κάνει το σώμα στο φάρμακο. Η φαρμακοκινητική περιλαμβάνει τη μελέτη των μηχανισμών της απορρόφησης και της διασποράς ενός φαρμάκου, η τιμή στην οποία ξεκινά η δράση ενός φαρμάκου και η διάρκεια επίδρασης, οι χημικές μεταβολές της ουσίας στον οργανισμό (π.χ. από τα ένζυμα) καθώς και οι επιδράσεις και οι διαδρομές απέκκρισης των μεταβολιτών του φαρμάκου.

Η εφαρμογή της Pharmacokinetics μελετά τη διάχυση ενός αντιδραστικού υγρού στο σκώτι μέσα από σειρές εικόνων. Άλλα μηχανήματα, εξαιτίας των κινήσεων του ασθενή, αδυνατούν να κάνουν τη σύγκριση μεταξύ των εικόνων. Η μελέτη του Contrast Agent Diffusion μπορεί να χαρακτηρίσει τους ιστούς των όγκων χωρίς να απαιτείται βιοψία. Η διαδικασία απαιτεί μια ακολουθία ογκομετρικών εικόνων μαγνητικής τομογραφίας (MRI). Πριν από την ανάλυση της διακύμανσης κάθε voxel (η λέξη voxel προέρχεται από την ένωση των λέξεων volumetric και pixel και είναι ένα στοιχείο του όγκου, που αντιπροσωπεύει μια τιμή πάνω σε ένα πλέγμα στον τρισδιάστατο χώρο), οι εικόνες πρέπει να καταγράφονται ταυτόχρονα για την ελαχιστοποίηση της παραμόρφωσης λόγω της διαφορετικής διάρκειας κάθε αναπνοής.

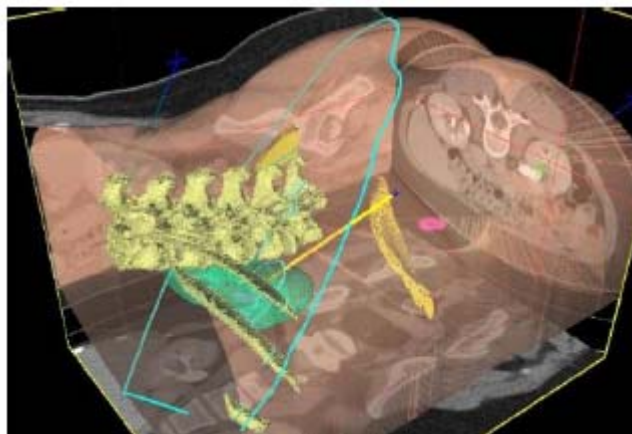


Εικόνα 10

5.4.4 gPTM3D

Το PTM3D είναι αφιερωμένο στην διαδραστική ανάκτηση, εξερεύνηση, και μέτρηση τρισδιάστατων ιατρικών συνόλων δεδομένων. Το σύστημα λειτουργεί σε standard υπολογιστές PC και χρησιμοποιείται on-line σε κέντρα ακτινολογίας. Ο στόχος του gPTM3D είναι να καταστήσει δυνατή τη χρήση του PTM3D μέσω του Grid είτε δίνοντάς του πρόσβαση σε απομακρυσμένα datasets είτε αξιοποιώντας την υπολογιστική ισχύ του Grid για χρονοβόρους υπολογισμούς, ή και τα δύο, με ένα σύστημα αλληλεπίδρασης που δεν επιδέχεται τροποποιήσεις.

Το gPTM3D έχει παρουσιαστεί στο 3ο συνέδριο του EGEE project, και επελέγη για την πρώτη αναθεώρηση της ΕΕ. Η εφαρμογή gPTM3D επιτρέπει τη διαλογική ανάπλαση τρισδιάστατων ιατρικών εικόνων π.χ.: για την ανάπλαση μεγέθους/ήχου μεγάλων ή πολύπλοκων οργάνων. Η ποιότητα της υπηρεσίας που χρειάζεται για την δραστηριότητα αυτή επηρεάζει κάποιες ιστοσελίδες στο Grid αφού πρέπει να εξασφαλιστεί υψηλή προτεραιότητα για τέτοιας κλάσης εργασίες.



Εικόνα 11

5.4.5 SPM- *Statistical Parametric Mapping*

Το SPM αναφέρεται στην κατασκευή και την αξιολόγηση των χωρικά εκτεταμένων στατιστικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο υποθέσεων σχετικά με λειτουργικά δεδομένα απεικόνισης. Αυτές οι ιδέες έχουν ενσωματωθεί στο λογισμικό που ονομάζεται SPM. Το πακέτο λογισμικού SPM έχει σχεδιαστεί για την ανάλυση ακολουθιών δεδομένων απεικόνισης του εγκεφάλου. Οι ακολουθίες μπορεί να είναι μια σειρά εικόνων από διάφορες πληθυσμιακές ομάδες, ή χρονολογικές σειρές από το ίδιο αντικείμενο. Η τρέχουσα έκδοση είναι σχεδιασμένη για την ανάλυση των fMRI, PET, SPECT, EEG και MEG. Το SPM είναι στην ελεύθερη διάθεση της κοινότητας (νευρο)απεικόνισης, για την προαγωγή της συνεργασίας και την υιοθέτηση ενός κοινού συστήματος ανάλυσης στα εργαστήρια. Το λογισμικό πακέτο SPM χρησιμοποιείται από την κοινότητα της νευρολογικής έρευνας για την έγκαιρη διάγνωση της ασθένειας Αλτσχάιμερ. Βασίζεται στη σύγκριση ενός πιθανού ασθενή με ένα μεγάλο αριθμό υγιών περιπτώσεων. Οι τεχνολογίες πλέγματος, προσφέρουν εύκολη πρόσβαση σε κατανεμημένα δεδομένα και κατανεμημένες υπολογιστικές πηγές. Το λογισμικό αποτελεί την εφαρμογή των θεωρητικών εννοιών της Στατιστικής Παραμετρικής Χαρτογράφησης σε ένα πλήρες πακέτο ανάλυσης, ως μια ομάδα λειτουργιών και υπορουτίνων της MATLAB.

5.4.6 SEE++

Το λογισμικό SEE++ είναι ένα σύστημα προσομοίωσης που στοχεύει στην πρόβλεψη των αποτελεσμάτων των κλινικών λειτουργιών και στην αναπαράσταση των παθολογικών

καταστάσεων στον τομέα της χειρουργικής του στραβισμού. Το σύστημα SEE++ εν μέρει βασίζεται σε ιδέες και έννοιες που αρχικά επινοήθηκαν και εφαρμόστηκαν στο λογισμικό Orbit του Joel Miller. Μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση ενός ιδιαίτερα εξελιγμένου μοντέλου βιο-μηχανικής προσομοίωσης, που αναπαριστά ρεαλιστικά τη συμπεριφορά του ανθρώπινου ματιού και έτσι παρέχει μια πειραματική πλατφόρμα για την προσομοίωση των παθήσεων και την αξιολόγηση πιθανών θεραπειών. Το SEE++ είναι ένα βιο-μηχανικό σύστημα για τη διαδραστική τρισδιάστατη προσομοίωση και οπτικοποίηση των διαταραχών της κινητικότητας του ματιού και τη χειρουργική διόρθωση τους. Όσο αφορά την είσοδο και έξοδο δεδομένων, το SEE++ επιτρέπει την εξαγωγή εικόνων από κάθε διάγραμμα και την 3D εμφάνισή τους καθώς και την επαναφόρτωση δεδομένων των ασθενών. Η ποικιλία ρυθμίσεων και λειτουργιών οπτικοποίησης, επιτρέπει στο χρήστη να αλλάζει την όψη και την αίσθηση του συστήματος SEE++.

Η ενσωμάτωση του βιο-μηχανικού μοντέλου ματιού στον τομέα της ιατρικής κατάρτισης και εκπαίδευσης δίνει τη δυνατότητα στους φοιτητές και τους εκπαιδευτικούς, να εξηγήσουν και να μελετήσουν διαδραστικά, τις βασικές λειτουργικές πτυχές, καθώς και τις χειρουργικές μεθόδους. Δοκιμαστικά εκπαιδευτικά μαθήματα έχουν δείξει ότι το λογισμικό ωθεί τους μαθητές σε ανεξάρτητη μελέτη της λειτουργίας του οφθαλμοκινητικού νευρικού συστήματος και μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη βασική κατανόηση των λειτουργικών επιπτώσεων των διαφόρων χειρουργικών μεθόδων θεραπείας. Στη βασική έρευνα, το βιο-μηχανικό αυτό μοντέλο παρέχει έναν τρόπο καλύτερης κατανόησης των αρχών και των διαδικασιών που επηρεάζουν τον οφθαλμοκινητικό έλεγχο. Στην περίπτωση αυτή, τα βιο-μηχανικά μοντέλα παρέχουν μια αποτελεσματική μέθοδο για τον έλεγχο υποθέσεων και την επαλήθευση πειραματικών δεδομένων. Επιπλέον, τα πειραματικά αποτελέσματα στην ανατομία και τη φυσιολογία μπορούν να ενσωματωθούν στο μοντέλο και στη συνέχεια να βελτιώσουν τις προβλέψεις προσομοίωσης. Λόγω του καλά δομημένου αντικειμενοστραφούς σχεδιασμού, το σύστημα αυτό παρέχει επαρκή ευελιξία για την ενσωμάτωση των τελευταίων εξελίξεων.

Το project SEE-KID συμμετέχει σε δύο έργα λογισμικού GRID:

- SEE++ Calculation Server Components

Αποτελούνται από έναν SEE++ Calculation Server και έναν πελάτη (κατά προτίμηση την SEE++ Εφαρμογή Λογισμικού). Ο Calculation Server ενσωματώνει το μαθηματικό πυρήνα του SEE-KID project και τον θέτει στη διάθεση των πελατών μέσω μιας Webservice διεπαφής. Ο SEE++ Calculation Server είναι διαθέσιμος ως μητρικά Windows (x32, x64),

Linux (32 και 64-Bit) και Mac OS X (PowerPC και Intel) δυαδικά αρχεία.

- SEE-GRID Project

Το project SEE-GRID είναι ένα αυστριακό Grid project που πραγματοποιείται με τη συνεργασία του RISC Ινστιτούτου του Πανεπιστημίου Johannes Kepler στο Linz και της Ερευνητικής Ομάδας Ιατρικής-Πληροφορικής του RISC Λογισμικού GmbH. Το αυστριακό Grid project χρηματοδοτείται από την αυστριακή BMBWK (Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας, Επιστήμης και Πολιτισμού). Η πρώτη έκδοση του Grid Enabled SEE++ αναπτύχθηκε το 2004. Από την άνοιξη του 2006 έως την άνοιξη του 2008, το project SEE-KID συμμετείχε επίσης στο Ευρωπαϊκό EGEE (Enabling Grids for E-scienceE) project.

6

Επίλογος

Είναι προφανές από τα παραπάνω πως, αν το Διαδίκτυο επηρέασε σημαντικά και άλλαξε οριστικά τη ζωή όλων των ανθρώπων αυτού του πλανήτη, τότε η τεχνολογία του Grid έρχεται να ταράξει τα νερά για μια ακόμη φορά και να δώσει νέες δυνατότητες στον άνθρωπο. Καθημερινά γύρω μας βλέπουμε τις εφαρμογές αυτής της σπουδαίας τεχνολογίας και ιδιαίτερα στον τομέα της Βιοϊατρικής, στον οποίο έχει φέρει την επανάσταση. Επιστήμονες από όλο τον κόσμο έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάζουν απόψεις με το πάτημα ενός κουμπιού για τη γνωμάτευση ενός ιατρικού περιστατικού καθώς και για τη διεξαγωγή ενός πειράματος κοσμογονικών διαστάσεων, όπως το LHC-The Large Hadron Collider του CERN. Στόχος των ειδικών είναι η επίλυση σημαντικών προβλημάτων που ανακύπτουν μέσα από τη χρήση και την εξάπλωση των Grids έτσι ώστε η χρησιμότητά τους να αγγίζει κάθε πτυχή της ζωής του σύγχρονου ανθρώπου.

7

Βιβλιογραφία

Wikipedia. Grid computing

http://en.wikipedia.org/wiki/Grid_computing

Wikipedia. Clinical decision support systems

http://en.wikipedia.org/wiki/Clinical_decision_support_system

Wikipedia. Pharmacokinetics

<http://en.wikipedia.org/wiki/Pharmacokinetics>

EGEE.

<http://www.eu-egee.org/>

Αθανάσιος Δ.. Παπαικονομου. Εξακρίβωση Προβλημάτων
διαλειτουργικότητας σε Περιβάλλον Grid και Αποκατάσταση Ασφαλούς
Επικοινωνίας μεταξύ Globus Toolkit 4 και WSRF.NET

Βεγυδάκης Κωσταντίνος Τεχνολογίες Πλέγματος στη Βιοατρική :
Αναπτυξη Διεπαφών για Φιλικότερη Πρόσβαση σε Υπηρεσίες Πλέγματος

Θεόδωρος Η. Πολυχινιάτης. Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Ενδιάμεσου
Λογισμικού (Middleware) για την Ενοποίηση Υπολογιστικών Πόρων
και την Παροχή Υπηρεσιών Grid
Γεώργιος Τ. Κακουρας. Οικονομικά Μοντέλα Διαχείρισης Πόρων Σε
Υπολογιστικά Πλεγματα (Grid)

Γρηγόριος Χ. Κατσαρός. Μελέτη υπηρεσιών για τον προσδιορισμό
παραμέτρων Ποιότητας Υπηρεσίας (Quality of Service) σε περιβάλλον
Πολυπλέγματος (Grid).

Johan Montagnat. Medical Imaging Production and Services on the EGEE
Grid

Big Grid

<http://www.biggrid.nl/>

OMII-Europe. Report on Grid Activities relevant to the identification of new services

Christophe Blanchet, Vincent Lefort, Christophe Combet, Gilbert Deléage. GPS@ Bioinformatics Portal: from Network to EGEE Grid

Grid Cafe

<http://www.gridcafe.org/index.html>

Scientific Workshop, AGM'06. High Throughput Bioinformatics analysis on the Grid

IT-tude

<http://www.gridipedia.eu/index.php>

MLalign2D

<http://xmipp.cnb.csic.es/NewXmipp/Applications/Src/MLalign2D/Help/MLalign2D.html>

MLrefine3D

<http://xmipp.cnb.csic.es/NewXmipp/Applications/Src/MLrefine3D/Help/MLrefine3D.html>

Open Grid Forum

<http://www.ogf.org/>

Open Gate Collaboration

<http://opengatecollaboration.healthgrid.org/>

PyBioS

<http://pybios.molgen.mpg.de/Pybios>

Christoph Wierling, Elisabeth Maschke-Dutz, Edda Klipp, Ralf Herwig, Hans Lehrach. PyBioS - an object-oriented tool for modeling and simulation of cellular processes

<http://hgm2004.hgu.mrc.ac.uk/Abstracts/Publish/WorkshopPosters/WorkshopPosters08/hgm256.html>

Ralf Herwig. Resources, methods and tools for systems biology

SEE-KID

http://www.see-kid.at/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=1&Itemid=58

SPLATCHE

<http://proton.polytech.unice.fr/biomed/SPLATCHE.html>

<http://cmpg.unibe.ch/software/splatche/#Introduction>

Statistical Parametric Mapping

<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>

Superlink-online

<http://bioinfo.cs.technion.ac.il/superlink-online>

OMII-UK

<http://www.omii.ac.uk/index.jhtml>

WISDOM

<http://wisdom.eu-egge.fr/malaria>