

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**



Προηγμένα Συστήματα Υπολογιστών

ΕΡΓΑΣΙΑ (PROJECT):

**Εφαρμογές Παράλληλης Επεξεργασίας και
Τεχνολογίας Grid στην Αστρονομία**



Όνοματεπώνυμο: Παναγιώτης Κ. Παναγιώτου

A.M.: 4668

Φεβρουάριος 2004, ΠΑΤΡΑ

Περιεχόμενα:

<u>Εισαγωγή</u>	<u>3</u>
<u>Πρόγραμμα eSTAR</u>	<u>4</u>
<u>Εθνικό Νοητό Παρατηρητήριο (National Virtual Observatory)</u>	<u>9</u>
<u>Προσομοίωση κορόνας ήλιου</u>	<u>11</u>
<u>Astrophysics Simulation Collaborator</u>	<u>14</u>
<u>Ο κώδικας ZEUS-3D</u>	<u>15</u>
<u>Remote Telescope Markup Language (RTML)</u>	<u>15</u>
<u>Βιβλιογραφία</u>	<u>16</u>

Εισαγωγή:

Ο άνθρωπος από τα παλιά χρόνια προσπαθούσε να κατανοήσει την δομή και τον σκοπό του σύμπαντος.

Από την συνεχή αναζήτηση της φύσης των νόμων που διέπουν το σύμπαν γεννήθηκε η **Αστρονομία**.

Επιστήμες όπως η *αστροφυσική (astrophysics)*, *διαστημικές επιστήμες (space sciences)*, *φυσική συμπυκνωμένης ύλης (condensed matter physics)*, *θεωρία αναταραχής (turbulence theory)*, *ηλιακή φυσική (solar physics)* κ.ά. (νέες και παλιές) συνεργάζονται ώστε να κατανοήσουμε τους διάφορους γρίφους του ηλιακού μας συστήματος και του σύμπαντος γενικότερα και να βρούμε απαντήσεις στα διάφορα ερωτήματα.

Έτσι συνεχώς οι διάφοροι αστρονόμοι και ερευνητές συνέλλεγαν και συλλέγουν συνεχώς στοιχεία από τους πλανήτες, τα αστέρια και το υπόλοιπο σύμπαν.

Το υλικό όμως που λαμβάνεται από τα διάφορα ραδιοτηλεσκόπια, διαστημικά ταξίδια όπως και από το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble είναι τεράστιο σε όγκο ο οποίος συνεχώς αυξάνει κάνοντας την επεξεργασία του μια όχι και τόσο εύκολη υπόθεση για ένα σύστημα σειριακής επεξεργασίας με ένα μόνο επεξεργαστή.

Άρα, λογικό είναι οι εφαρμογές που αφορούν την Αστρονομία να αναζητήσουν λύσεις στην **παράλληλη επεξεργασία** όπου πολλοί επεξεργαστές ταυτόχρονα μοιράζονται του πόρους του συστήματος και επεξεργάζονται ο καθένας και σε συνεργασία με τους υπόλοιπους τα στοιχεία αυτά.

Πιο κάτω παρουσιάζονται μερικές από τις **σημαντικότερες εφαρμογές παράλληλης επεξεργασίας και τεχνολογίας grid** στην αστρονομία καθώς και αλγόριθμοι παράλληλης επεξεργασίας.

Πρόγραμμα eSTAR:

Το **eScience Telescopes for Astronomical Research (eSTAR) Project** είναι ένα ρομποτικό δίκτυο τηλεσκοπίων που συνεργάζονται μεταξύ τους μέσω **Grid**. Από τη μία πλευρά του συστήματος είναι ένας **ευφυής πράκτορας (Intelligent Agent) (IA)**.

Είναι ένα κοινό πρόγραμμα μεταξύ του [Astrophysics Research Institute](#) στο Πανεπιστήμιο John Moores στο Λίβερπουλ, του [Astrophysics Research Group](#) της Σχολής Φυσικής στο Πανεπιστήμιο του Έξετερ και [Τμήμα φυσικής στο Πανεπιστήμιο του Λίβερπουλ](#). Επίσης ενεργά συνεργάζεται με το [Joint Astronomy Centre](#) στη Χαβάη.

Το πρόγραμμα χρηματοδοτείται από κοινού μέσω του [Τμήματος εμπορίου και βιομηχανίας](#), του [Engineering and Physical Sciences Research Council's \(EPSRC\)](#) και του [Particle Physics and Astronomy Research Council \(PPARC\)](#) του Ηνωμένου Βασιλείου.

Λειτουργία του δικτύου eSTAR:



Το πιο πάνω διάγραμμα παρουσιάζει το πώς λειτουργεί το δίκτυο eSTAR. Οι [ευφυείς πράκτορες \(Intelligent Agents\)](#) έχουν πρόσβαση στα τηλεσκόπια (Telescopes) και τις υπάρχουσες αστρονομικές βάσεις δεδομένων (Existing Databases) μέσω του πλέγματος (The Grid).

Οι πράκτορες αυτοί (agents), που δημιουργήθηκαν από το eSTAR, αναπτύχθηκαν αρχικά στο **United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT)** στη Χαβάη.

Τα [ευφυή προγράμματα πρακτόρων \(Intelligent Agents\)](#) επικοινωνούν το ένα με το άλλο καθώς και με τα τηλεσκόπια, και χρησιμοποιώντας την τεχνολογία που σχεδιάζεται για το **Grid** (την επόμενη γενιά Διαδικτύου).

Οι agents αυτοί μπορούν να αναλύσουν τις παρατηρήσεις που κάνουν μέσω των τηλεσκοπίων, και να συνεχίσουν αμέσως με περαιτέρω παρατηρήσεις, **χωρίς την ανάγκη για την ανθρώπινη επέμβαση!**

Δηλαδή ουσιαστικά έχει δημιουργηθεί από την ομάδα ένα δίκτυο από τηλεσκόπια που μπορούν να αποκριθούν **αυτόματα** στα αντικείμενα μεγάλης αστρονομικής σπουδαιότητας.

➔ **ένα ευφυές σύστημα παρατήρησης**, το οποίο σκέφτεται και αντιδρά από μόνο του και αποφασίζει εάν κάτι που έχει ανακαλύψει είναι αρκετά ενδιαφέρον για να χρειαστεί περισσότερες παρατηρήσεις που εάν βρει ότι απαιτούνται, προχωρά ακριβώς και τις παίρνει.

Ευφυής Πράκτορας (Intelligent Agent):

Είναι ένα λογισμικό που βρίσκεται στην τοπική μηχανή ενός χρήστη. Μπορεί να ζητήσει και να πάρει τις παρατηρήσεις από τα τηλεσκόπια που υπάρχουν στο grid. Τα αποτελέσματα αυτών των παρατηρήσεων μπορεί να τα αναλύσει και να ακολουθήσει ενδεχομένως τις παρατηρήσεις που το ενδιαφέρουν.



Το πρωτότυπο πρόγραμμα (το οποίο φαίνεται στην διπλανή εικόνα) γράφτηκε σε Perl, και διάφορα κομμάτια του κώδικα που έχουν αναπτυχθεί για αυτόν τον στόχο δίνονται μετά από ειδική άδεια.

Οι **ευφυείς πράκτορες (intelligent agents)** επικοινωνούν με τους κόμβους ανακάλυψης στο δίκτυο μέσω **Grid**. Οι κόμβοι αυτοί είναι μια συλλογή υποσυστημάτων που μπορεί να δεχτούν αιτήσεις παρατήρησης από ένα intelligent agent (IA), και μέσω μιας σειράς αλληλεπιδράσεων να προκύψουν τα αστρονομικά στοιχεία που ζήτησε ο IA.

(Ένας κόμβος ανακαλύψεων αποτελείται τυπικά από ένα τηλεσκόπιο, εντούτοις, αυτό μπορεί επίσης να είναι μια on-line αστρονομική βάση δεδομένων ή άλλη data serving οντότητα.)

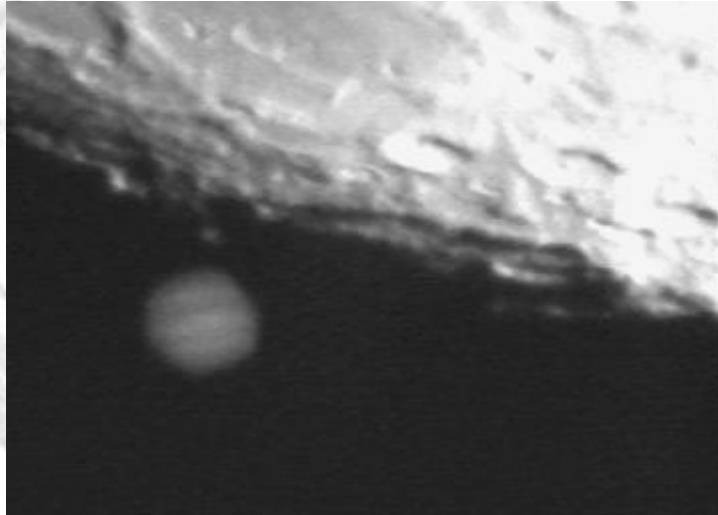
Η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων με τα τηλεσκόπια γίνεται με την [RTML](#) συγκεκριμένα την **RTML v2.1 DTD (RTML eSTAR)**

Πρώτη δοκιμή του eSTAR:

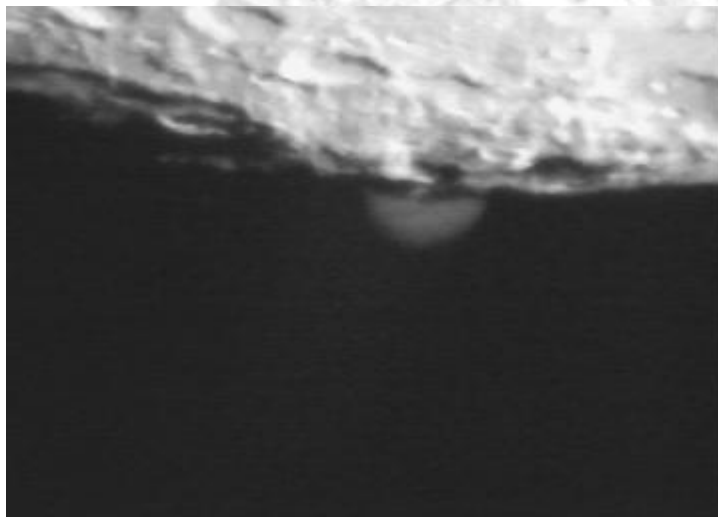
Οι πράκτορες (agents) έκαναν τα πρώτα τους βήματα σε ένα τηλεσκόπιο κατηγορίας μεγάλης έρευνας: στο 3.8 μέτρων **United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT)** στο Mauna Kea στη Χαβάη. Ένας πράκτορας (agent) πήρε ζωντανές εικόνες με το UKIRT, και συγκρίνοντας τες με τους προηγούμενους υπέρυθρους χάρτες του ουρανού ανίχνευσε ένα **νάνο νόβα (dwarf nova)** (ένα αστέρι που βιώνει ξαφνικές αλλαγές στη φωτεινότητά του [*κατακλυσμικά μεταβλητά αστέρια*]).

Και παρόλο που την νύχτα δοκιμής, έγινε ακόμη και σεισμός στο νησί, και ο πράκτορας eSTAR και το τηλεσκόπιο λειτούργησαν σύμφωνα με το πρόγραμμα.

Άλλο ένα παράδειγμα παρατήρησης ουράνιου αντικειμένου από ένα κόμβο του eSTAR φαίνεται στις εικόνες πιο κάτω:



Εδώ το ουράνιο αντικείμενο είναι ο Δίας και συγκεκριμένα μια έκλειψη του Δία από το Φεγγάρι. Παρατηρήθηκε στις 26 Ιανουαρίου 2002 από τον κόμβο τηλεσκοπίων JMU του eSTAR σε σχετικά κακές συνθήκες.



Μέλλον του eSTAR:



Η Φρόσω Οικονόμου του [Joint Astronomy Centre](#), το οποίο ελέγχει και λειτουργεί το **United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT)**, είπε ότι "το σχέδιό μας είναι για τους πράκτορες να στέλνουν μηνύματα στα κινητά τηλέφωνα των αστρονόμων, και ακόμη και εικόνες εάν το τηλέφωνο τις υποστηρίζει! Έτσι ο καθένας θα είναι ικανός να παρακολουθεί τα γεγονότα στο τηλεσκόπιο, οπουδήποτε και να είναι στην Γη!

Στους επόμενους μήνες, οι πράκτορες του eSTAR θα εξαπλωθούν από το **UKIRT** και στο **James Clerk Maxwell Telescope** (το οποίο επίσης λειτουργεί το **Joint Astronomy Centre**). Μετά από αυτό, η ομάδα θα επεκτείνει το δίκτυο ώστε να περιλάβει πλήρως ρομποτικά τηλεσκόπια όπως το **Liverpool Telescope** στο Λας Πάλμας, στις Κανάριες νήσους (το οποίο είναι το μεγαλύτερο ρομποτικό τηλεσκόπιο του κόσμου) και στα τηλεσκόπια **Faulkes** στη Χαβάη και την Αυστραλία (τα οποία είναι χρηματοδοτημένα από ιδιώτες και είναι διαθέσιμα και στο Διαδίκτυο).

Λόγοι υλοποίησης του προγράμματος eSTAR:

Γιατί όμως είναι αναγκαία η υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος;

Οι αλλαγές του σύμπαντος είναι τόσο γρήγορες με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο οι επιστήμονες να ανταποκριθούν σε αυτές. Για να μελετηθούν τα γρηγορότερα και πιο βίαια γεγονότα στον διάστημα, πρέπει οι επιστήμονες να είναι σε θέση να τα ακολουθούν γρήγορα.

Όπως και τις εκρήξεις *supernova*, πολλά άλλα αστρονομικά γεγονότα συμβαίνουν ξαφνικά και απρόβλεπτα όπως:

- Η ανίχνευση πλησίον της Γης αστεροειδών καθώς κινούνται πέρα από τον ουρανό
- Γρήγορες αλλαγές στα στροβιλιζόμενα αέρια που καταπίνει μια μαύρη τρύπα
- Οι λεπτές αλλαγές στη φωτεινότητα των αστεριών που μπορεί όμως να αποδείξουν την πιθανή παρουσία πλανητών σε τροχιά γύρω από αυτά τα αστέρια.

Στις 29 Μαρτίου 2003 μια *υπερνόβα (hypernova)* (δηλαδή μια έκρηξη ακτινών γάμμα περίπου 100 φορές εντονότερη από οποιοσδήποτε προηγούμενες παρατηρήσεις στην ίδια περιοχή) ελέγχθηκε συνεχώς χρησιμοποιώντας τα ελεγχόμενα από robot τηλεσκόπια που συνδέθηκαν μεταξύ Αυστραλίας και Τέξας.

Οι πράκτορες μπορούν να ανιχνεύσουν και να αποκριθούν στο γρήγορα μεταβαλλόμενο σύμπαν γρηγορότερα από οποιονδήποτε άνθρωπο, και να λάβουν τις αποφάσεις για να παρατηρηθεί ένα αντικείμενο πολύ γρηγορότερα από οποιονδήποτε άλλο δυνατό τρόπο.

Τότε και μόνον τότε χρειάζεται να πουν στους «κυρίαρχους» ανθρώπους σχετικά με το τι κάνουν.

Άλλες εφαρμογές του προγράμματος eSTAR:

Παρόλο που το **eSTAR** είναι πρώτιστα ένα πρόγραμμα για να καθοριστεί η δυνατότητα πραγματοποίησης μιας βασισμένης σε **GRID** προσέγγισης στα ευφυή δίκτυα τηλεσκοπίων, θα παράσχει επίσης μια πλατφόρμα για τη δοκιμή των ειδών επιστήμης που θα μπορούσε να εκτελέσει ένα μεγαλύτερο δίκτυο ρομποτικών τηλεσκοπίων.

Μερικά από αυτά τα είδη επιστήμης θα μπορούσαν να είναι:

- Γρήγορη συνεχής παρακολούθηση των εκρήξεων ακτινών γάμμα, συμπεριλαμβανομένης της αυτόματης παραγωγής των περαιτέρω παρατηρήσεων σε άλλους κόμβους ανακαλύψεων.
- Έλεγχος των ξεσπασμάτων καινοφανών (novae outbursts) των νάνων αστέρων (dwarfs), συμπεριλαμβανομένης της ανεπίβλεπτης παραλλαγής του διαστήματος ελέγχου, όταν εμφανίζεται ένα τέτοιο ξέσπασμα (novae outburst).
- Συνεχής (24ωρη) παρακολούθηση αντικειμένων όπως π.χ. ένας ταλαντευόμενος λευκός νάνος αστέρας, οι παρατηρήσεις του οποίου γίνονται από **συνεργαζόμενα μέσω grid τηλεσκόπια** σε διαφορετικές τοποθεσίες, ανάλογα με την περιφορά της Γης.
- Γρήγορη παρακολούθηση κοντινών στη Γη αντικειμένων, έτσι ώστε τα πρόσφατα ανιχνευμένα αντικείμενα να μην χάνονται, και ως εκ τούτου να καθορίζεται μια ακριβής τροχιά.

Περίληψη:

Το λογισμικό του προγράμματος eSTAR (Intelligent Agents) έχει αναπτυχθεί για να παρακολουθά και να ελέγχει τις τεραστίου όγκου πληροφορίες που παράγονται από τα τηλεσκόπια, όπως και να βοηθά τους επιστήμονες και τους αστρονόμους να ανιχνεύουν γρήγορα και βίαια γεγονότα, όπως μια έκρηξη υπερκαινοφανούς (supernova) (μεγαλειώδης έκρηξη ενός αστεριού κατά τα τελευταία στάδια της ενεργούς ζωής του).

Το σύστημα χρησιμοποιεί τεχνολογία υπολογιστών πλέγματος (**Grid**) για να διανέμει και να αναλύσει γρήγορα της πληροφορίες, καθιστώντας ικανό το λογισμικό να αντιδράσει γρήγορα.

Εθνικό Νοητό Παρατηρητήριο (National Virtual Observatory):

Οι Αμερικανοί αστρονόμοι συλλέγουν τα terabyte (TB!) των στοιχείων σε ένα παγκόσμιο "νοητό παρατηρητήριο" που θα είναι προσιτό στους επιστήμονες και όχι μόνο.

Οπλισμένοι με μια επιχορήγηση \$10 εκατομμυρίων από το **National Science Foundation (NSF)**, χτίζουν ένα **Εθνικό Εικονικό Παρατηρητήριο: το National Virtual Observatory (NVO)** που θα καταστεί μια τεράστια παγκόσμια «αποθήκη» αστρονομικών στοιχείων διαθέσιμη στον καθένα μέσω ενός ξεφυλλιστή Ιστού (web browser).

Το NVO θα επιτρέψει σε οποιοδήποτε αστρονόμο εύκολα να συνδυάζει όλα τα διαθέσιμα στοιχεία όσον αφορά ένα αντικείμενο ή μια περιοχή του ουρανού, χρησιμοποιώντας ακόμη και data-mining τεχνικές.

Ολόκληρα ερευνητικά προγράμματα μπορούν να γίνουν βάση των στοιχείων του NVO.

Έμπνευση του NVO:

Η έμπνευση για το NVO είναι η ψηφιακή έρευνα ουρανού **Sloan Digital Sky Survey**, ένας ηλεκτρονικός κατάλογος των εικόνων σε πολλαπλάσια μήκη κύματος, που αφορούν τον μισό βόρειο ουρανό με 100 εκατομμύρια ουράνια αντικείμενα, που κωδικοποιούνται σε τέσσερις βάσεις δεδομένων προσβάσιμες από μια πύλη Ιστού (web portal).

Το NVO συνδυάζει την έρευνα Sloan με άλλες διεθνείς μικρότερες έρευνες, συμπεριλαμβανομένων μερικών από το Ηνωμένο Βασίλειο, την Αυστραλία, την Ινδία, την Ευρωπαϊκή Ένωση και τις ΗΠΑ.

Σημασία της λέξης «νοητό»:

Όπως προτείνει η λέξη **νοητό(virtual)** στο Εθνικό **Νοητό** Παρατηρητήριο (National **Virtual** Observatory), το πρόγραμμα απασχολείται περισσότερο με τον υπολογισμό παρά με τις οπτικές εικόνες τηλεσκοπίων και τα στιγμιότυπα ακτίνων γάμμα, υπέρυθρων ακτίνων, ραδιοσυχνοτήτων, υπεριώδων ακτίνων, και ακτίνων X των αντικειμένων που συλλέγονται στις έρευνες.

NVO και Grids:

Η κύρια πλατφόρμα υλικού θα είναι τα αναδυόμενα "**πλέγματα**" (**Grids**) που **συνενώνουν** τους **υπερυπολογιστές (supercomputers)** των ερευνητικών κέντρων, τους **κεντρικούς υπολογιστές (servers)**, και τα **δίκτυα μεγάλης ταχύτητας (high speed networks)** σε ενιαίους, ισχυρούς πόρους υπολογισμού.

Το NVO, το οποίο εξαρτάται από **grid computing**, θα καταδείξει τη χρησιμότητά του στην αστρονομία, που είναι μια ασυνήθιστα καλή περίπτωση δοκιμής, λόγω του μεγάλου αλλά εύχρηστου όγκου ελεύθερων, δημόσια διαθέσιμων στοιχείων του.

Οι αρχιτέκτονες του **NVO** αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις, οι περισσότερες από τις οποίες περιλαμβάνουν τη διαχείριση των μεγάλων διανεμημένων grid βάσεις δεδομένων (distributed grid databases).

Αυτό γίνεται κατορθωτό όταν μια συλλογή από διαφορετικές θεμελιώδεις βάσεις δεδομένων (μερικές στο Oracle, άλλες στον κεντρικό υπολογιστή SQL), **λειτουργήσει ομοιόμορφα** με το λογισμικό που επιδεικνύει και αναλύει τις πληροφορίες.

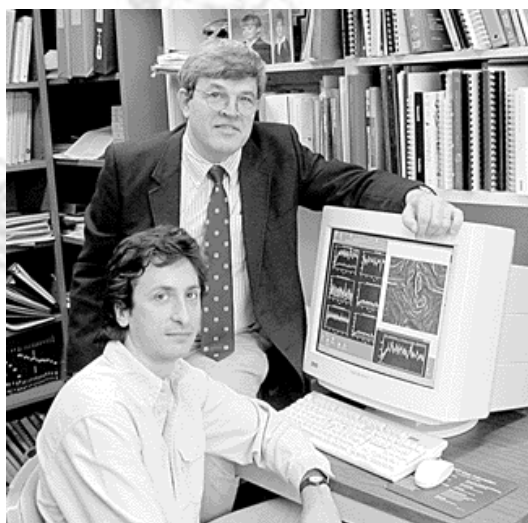
Οι βάσεις δεδομένων παραμένουν συνήθως σε χωριστές θέσεις για αποφυγή φραγμού του εύρους ζώνης, αλλά η απόδοση θα είναι ακόμα ένα ζήτημα, ειδικά όταν θέλουν να τρέξουν οι ερευνητές πιο σύνθετες ερωτήσεις. Γι' αυτό και τα κέντρα πληροφοριών (data centers) του **NVO προσφέρουν πρόσθετες υπηρεσίες** τις οποίες δεν κάνουν πια τα απομακρυσμένα PCs.

Από τις πιθανές προόδους του Grid Computing και της τεχνολογίας των βάσεων δεδομένων έχουν να κερδίσουν εκτός της αστρονομίας, η βιοπληροφορική, η αστροφυσική, και οι γήινες επιστήμες.

Προσομοίωση κορώνας ήλιου:

Στον υπολογιστή του Pablo Dmitruk's στο Sharp Laboratory, οι φωτεινοί άσπροι και πράσινοι κύκλοι συγκλίνουν και «χορεύουν» στην οθόνη, κατόπιν γίνονται κίτρινοι και εξαφανίζονται όπως φαίνεται και στην πιο κάτω εικόνα.

"Αυτό παρουσιάζει τι συμβαίνει στο αέριο στην ηλιακή ατμόσφαιρα (ή ηλιακή κορώνα), όπου και θερμαίνεται" εξήγησε ο Dmitruk, ένας ερευνητικός επιστήμονας του *Ερευνητικού Ινστιτούτου του Bartol (Bartol Research Institute)*. "Τα μαγνητικά πεδία συμβάλλουν στην έντονη αναταραχή, η οποία ενισχύει τον ενεργειακό σκεδασμό, που καθιστά την κορώνα του ήλιου πολύ θερμότερη από την επιφάνειά της."



Οι προσομοιώσεις σε υπολογιστές είναι ουσιαστικές για το πώς η στεφανιαία θέρμανση του ήλιου έχει επιπτώσεις τελικά στους δορυφόρους, στο διάστημα και τη ζωή στη γη, σύμφωνα με τον Bill Matthaeus (μέλος του Bartol).

Η μελέτη της δραστηριότητας στην επιφάνεια του ήλιου και στην κορώνα παρέχει επίσης γνώση για τη θεμελιώδη φύση *της διαστημικής φυσικής (space physics), του πλάσματος (plasma) και του σύμπαντος (universe)*, σύμφωνα με Dmitruk.

Προβλήματα χρησιμοποίησης σειριακών υπολογιστών ενός μόνο επεξεργαστή:

"Ο ήλιος είναι σαν ένα μεγάλο εργαστήριο υπεύθυνο για την κατανόηση των ιδιοτήτων του πλάσματος, που επηρεάζουν τόσα πολλά άλλα γεγονότα στο διάστημα," συμπληρώνει ο Dmitruk

Δυστυχώς, οι ερωτήσεις για τη στεφανιαία θέρμανση και άλλα σύνθετα κοσμικά προβλήματα μπορούν να είναι **δύσκολο ή αδύνατο να αντιμετωπιστούν και να απαντηθούν χρησιμοποιώντας υπολογιστές με ένα μόνο επεξεργαστή που λειτουργεί σειριακά.**

Επίσης, οι αναλύσεις των ακτινών X και οι εικόνες λευκού φωτός ουρανίων σωμάτων δεν τα αποκαλύπτουν όλα.

Αντιθέτως **οι προσομοιώσεις** επιτρέπουν στους ερευνητές να απεικονίσουν και να καταλάβουν γεγονότα που σε άλλη περίπτωση δεν θα μπορούσαν να δουν.

Άλλο σημαντικό στοιχείο είναι το ότι στη χαμηλότερη κορώνα του ήλιου γίνεται θέρμανση του πλάσματος σε 1 ή 2 εκατομμύριο βαθμούς λόγω πιθανόν των μικρής κλίμακας έντονων ηλεκτρικών ρευμάτων. Για την ανίχνευση των μικρών αυτών ρευμάτων δεν υπάρχει κανένα διαθέσιμο διαγνωστικό.

Επίσης η στεφανιαία θέρμανση δεν ακολουθεί τους συμβατικούς κανόνες: Ενώ η θερμότητα διαλύεται κανονικά καθώς κινείται εξωτερικά, η χαμηλότερη ατμόσφαιρα του ήλιου είναι πολύ θερμότερη από την ορατή επιφάνειά της, τη φωτόσφαιρα. Οι διαταραχές στην κορώνα περιλαμβάνουν τις αλληλεπιδράσεις του πλάσματος και του μαγνητικού πεδίου. Αυτές οι κινήσεις δεν μπορούν πάντα να παρατηρηθούν, **αλλά μπορούν να υπολογιστούν ακριβώς χρησιμοποιώντας τα πρότυπα υπολογιστών.**

Έτσι συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της προσομοίωση **σε σύστημα παράλληλης επεξεργασίας**, με τα στοιχεία από τις παρατηρήσεις και από μαθηματικούς υπολογισμούς, μπορεί καλύτερα να αξιολογηθεί η απώλεια θέρμανσης και ενέργειας μέσα στα διαφορετικά μέρη της κορώνας του ήλιου.

→ Ανάγκη για παράλληλη επεξεργασία!!!

Το παράλληλο σύστημα του Bartol:

Έτσι και το *National Science Foundation (NSF)* έδωσε \$500,000 (1η Οκτωβρίου 1999) για να υποστηρίξει μια νέα δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας και υπολογισμού για το Bartol.

Η επιχορήγηση που ονομάστηκε "*Major Research Infrastructure*" (*MRI*) υποστηρίζει ένα **παράλληλο σύστημα** με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 100 συνδεδεμένους επεξεργαστές (CPUs)
- κάθε ένας από αυτούς τρέχει έως τα 600MHz
- Σύνδεση με fast Ethernet

Ο νέος εξοπλισμός θα υποστηρίξει τις προσομοιώσεις στους τομείς της *αστροφυσικής (astrophysics)*, *διαστημικές επιστήμες (space sciences)*, *φυσική συμπυκνωμένης ύλης (condensed matter physics)*, *θεωρία αναταραχής (turbulence theory)*, *ηλιακή φυσική (solar physics)* και άλλα.

Με τη χρηματοδότηση του *National Science Foundation (NSF)* διαθέσιμη, οι ερευνητές του Bartol ερευνούν ένα σύστημα παρόμοιο με το *Avalon – Beowulf Cluster*, που αναπτύσσεται από το Los Alamos Center for Nonlinear Studies and Space Flight Center (<http://cnls.lanl.gov/Internal/Computing/Avalon/>).

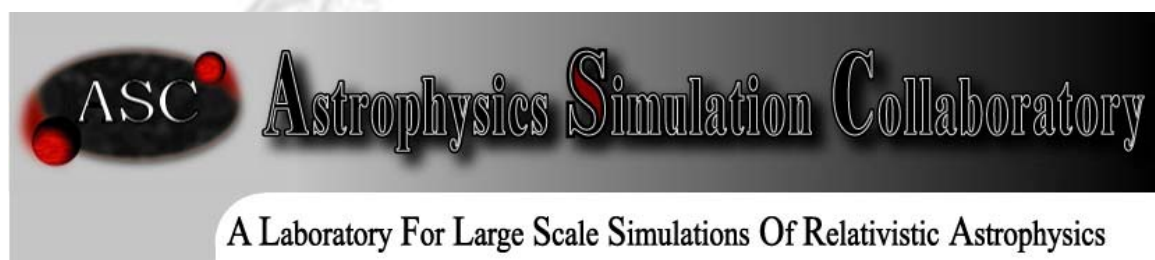
Το σύστημα αυτό δίνει μια αληθινά υψηλής ποιότητας, παράλληλη δυνατότητα υπολογισμού.

Ανάπτυξη παράλληλων κωδίκων:

Για να τρέξουν όλες οι παράλληλες εργασίες υπολογισμού, έχουν αναπτυχθεί **κατάλληλοι κώδικες** από τους ερευνητές πολλών πανεπιστημιακών τμημάτων (Αστρονομίας, Φυσικής, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Επιστημών Υπολογιστών και Πληροφορικής, Μηχανολόγων Μηχανικών).

Ένα τέτοιο δείγμα είναι και ο **παράλληλος κώδικας** για τη προσομοίωση της στεφανιαία θέρμανσης στον ήλιο, που ήδη έχει αναπτύξει ως τμήμα της διδακτορικής διατριβής του στην Αργεντινή ο Pablo Dmitruk.

Astrophysics Simulation Collaboratory:

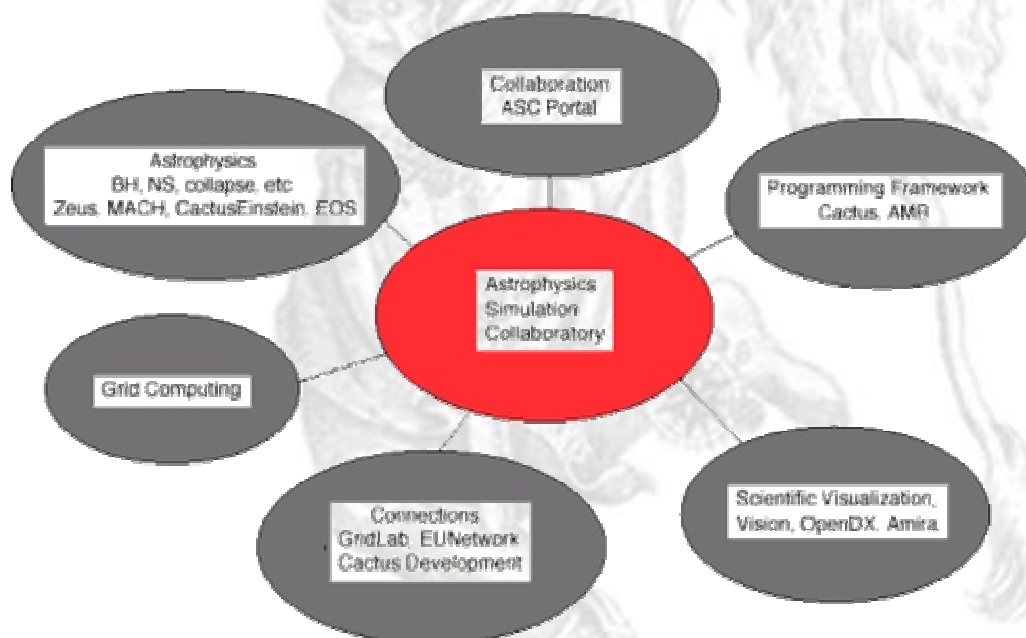


Το **Astrophysics Simulation Collaboratory** είναι ένα «πολυεργαστήριο» για μεγάλης κλίμακας προσομοιώσεις σχειστικής αστροφυσικής.

Στην κοινή προσπάθεια συμμετέχουν εργαστήρια από τα πέντε πιο κάτω εκπαιδευτικά ιδρύματα:

1. [Washington University](#)
2. [Albert Einstein Institute](#)
3. [University of Chicago](#)
4. [University of Illinois \(UIUC\)](#)
5. [Rutgers University](#)

Τα εργαστήρια συνεργάζονται μεταξύ τους για την ανάλυση και επεξεργασία των πληροφοριών χρησιμοποιώντας **grid computing** όπως φαίνεται και στο πιο κάτω σχήμα:



Το ASC χρηματοδοτείται από το **Εθνικό Ίδρυμα Επιστήμης των ΗΠΑ (National Science Foundation)**.

Ο κώδικας ZEUS-3D:

Ο **ZEUS-3D** είναι ένας υπολογιστικός κώδικας δυναμικής ρευστών που αναπτύσσεται στο **Εργαστήριο Υπολογιστικής Αστροφυσικής (NCSA)** του Πανεπιστημίου του Ιλλινόις στο Urbana-Champaign, για την προσομοίωση των αστροφυσικών φαινομένων.

Ο **ZEUS-3D** λύνει τα προβλήματα σε μια, δύο, ή τρεις χωρικές διαστάσεις με μια ευρεία ποικιλία των ορίων.

Ο αλγόριθμος αυτός λειτουργεί παράλληλα για καλύτερη και γρηγορότερη επεξεργασία και ανάλυση των πληροφοριών.

Ένας προεπεξεργαστής κώδικα πηγής επιτρέπει στο χρήστη να προσαρμόσει το αλγόριθμο **ZEUS-3D** για την επιθυμητή χρήση φυσικής, γεωμετρίας, καθώς και για την επιθυμητή έξοδο.

Remote Telescope Markup Language (RTML):

Γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ των ευφυών πρακτόρων (Intelligent Agents) και των τηλεσκοπίων στο πρόγραμμα **eScience Telescopes for Astronomical Research (eSTAR) Project**.

Είναι μια υλοποίηση της XML διαλέκτου για την ξεκάθαρη χρησιμοποίηση απομακρυσμένων ή και ρομπωτικών τηλεσκοπίων.

Αρχικά αναπτύχθηκε από το ερευνητικό έργο **Hands-On Universe (HOU)** του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια στο Μπέρκλεϋ.

Η **RTML** είναι τώρα διαθέσιμη και σαν εμπορικό αστρονομικό λογισμικό.

Βιβλιογραφία:

- i. http://lca.nca.uiuc.edu:8080/lca_intro_zeus3d.html Zeus Code
- ii. <http://www.udel.edu/PR/UpDate/00/13/nsf.html> NSF award will support parallel computing research
- iii. <http://www.beowulf.org/pipermail/beowulf/1999-December/007703.html>
Parallel Computing Reveals Cosmic Riddles
- iv. http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2003-10/ppa-gth101303.php
Grid technology help astronomers pace with the space
- v. <http://blogger.iff.org/Future/000188.html> Agents, grids, and astronomy
- vi. <http://www.estar.org.uk/> eSTAR Homepage
- vii. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/technology/3191776.stm> Smart software watches the skies
- viii. <http://sunra.lbl.gov/rtml> Remote Telescope Markup Language
- ix. www.ascportal.org/ Astrophysics Simulation Collaboratory
- x. www.globus.org/about/default.asp About the Globus Alliance
- xi. www.gridtoday.com/02/1202/100830.html National Virtual Observatory
Looking At Grids For Answers
- xii. (<http://cnls.lanl.gov/Internal/Computing/Avalon/>) Avalon – Beowulf Cluster,