

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΔΠΜΣ Πληροφορικά Συστήματα
Δίκτυα Υπολογιστών
Καθηγητής: Α. Α. Οικονομίδης

University of Macedonia
Master Information Systems
Computer Networks
Professor: A. A. Economides

Μια ανασκόπηση στα υπολογιστικά πλέγματα και στο υπολογιστικό νέφος
A review in Grid and Cloud Computing



Φοιτήτρια: Γεωργάκης Μαρία (07/12)

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2013

Περίληψη

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας και της ανάγκης για πρόσβαση σε απεριόριστους πόρους και υπηρεσίες, τόσο από ερευνητές όσο και από επιχειρήσεις, δημιουργήθηκαν αρχικά υπολογιστικά πλέγματα και στην συνέχεια σύννεφα υπολογιστών. Τα δύο είδη δικτύων χρησιμοποιούνται πλέον σε πληθώρα εφαρμογών. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει συνοπτικά τα δύο αυτά είδη δικτύων, να γίνει μια σύντομη σύγκριση μεταξύ τους, καθώς και να παρουσιαστούν κάποιες εφαρμογές. Στο τέλος θα καταγραφούν συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις.

Abstract

Given the rapid growth of technology and the need for access to unlimited resources and services from both researchers and businesses, grid and cloud computing were created. These two types of networks are used for many applications. The purpose of this paper is to briefly present these networks, describing afterwards some applications that are used with these networks. At the end, there will be a brief comparison between them followed by conclusions and future proposals.

Εισαγωγή

Σε οποιοδήποτε περιοδικό τεχνολογίας ή πληροφορικής και να κοιτάξουμε και σε απέραντες τεχνολογικές και μη ιστοσελίδες στο διαδίκτυο, υπάρχουν συζητήσεις για το υπολογιστικό νέφος (cloud computing)¹. Είναι ένα από τα πιο καυτά θέματα των τελευταίων ετών και έχει απασχολήσει πολλούς επιστήμονες. Στην πραγματικότητα όμως, πολύ πριν το cloud computing, έκανε την εμφάνιση του το υπολογιστικό πλέγμα (grid computing)². (Γεώργιος Κακουρας, 2006; Velte A. T., Velte T. J & Elsenpeter R., 2010)

Το grid πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές του 1990. Η ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένα εργαλείο το οποίο εκτός από διαχείριση υπολογισμών, θα έχει την δυνατότητα να αποθηκεύει δεδομένα με ασφαλής τρόπους, ώστε οι χρήστες να μπορούν να τα ελέγχουν και να τα διαχειρίζονται. Αυτή η ιδέα προήρθε από τους Foster, Kesselman, και Tuecke. Ένα από τα πρωτοεμφανιζόμενα εργαλεία που παρέχουν τέτοιου ίδιους υπηρεσίες είναι το Globus Toolkit. ('Grid computing', 2012)

Ο αρχικός σκοπός ήταν να βοηθήσει τους ερευνητές ώστε να έχουν απεριόριστη πρόσβαση σε πόρους και υπηρεσίες για την εκτέλεση των εργασιών τους, ωστόσο η ανάπτυξη του έγινε με τόσο γρήγορους ρυθμούς που ανάγκασε πολλές επιχειρήσεις να το υιοθετήσουν στο δυναμικό τους. (Γεώργιος Κακουρας, 2006)

Το grid προσφέρει στους χρήστες του επιχειρησιακά αλλά και τεχνολογικά οφέλη. Κάποια από τα επιχειρησιακά οφέλη είναι ότι παρέχει ταχύτερη παραγωγή, ανάπτυξη και υλοποίηση των προϊόντων με αποτέλεσμα να φθάνουν πιο γρήγορα στην αγορά. Επιπλέον, υπάρχει αύξηση της παραγωγικότητας αφού οι εργαζόμενοι έχουν πρόσβαση στους πόρους εύκολα και γρήγορα. Ορισμένα τεχνολογικά οφέλη είναι ότι μειώνεται ο κύκλος ζωής των διεργασιών, εξισορροπείται ο φόρτος εργασίας και μπορεί να υπάρξει καλύτερη συνεργασία μεταξύ επιχειρήσεων αφού μπορούν να αλλάζουν πόρους και εργασίες πολύ εύκολα μεταξύ τους. (Γεώργιος Κακουρας, 2006)

Επέκταση του grid computing θεωρείται το cloud computing το οποίο προχωράει ένα βήμα παραπέρα με την κατά απαίτηση (on-demand) πρόσβαση στα δεδομένα. Ένας απλός ορισμός για το cloud είναι η πρόσβαση σε δεδομένα τα οποία φιλοξενούνται από ένα τρίτο πάροχο με

¹ Για λόγους ευκολίας ο όρος υπολογιστικό νέφος θα χρησιμοποιείται στην συνέχεια με τον αγγλικό όρο.

² Θα χρησιμοποιείται ο αγγλικός όρος για λόγους ευκολίας.

μοναδικό κόστος οι χρήστες να πληρώνουν για τις υπηρεσίες και τους πόρους που χρησιμοποιούν. (Kim, 2009)

Με το cloud computing υπάρχει ευρεία πρόσβαση στο δίκτυο (broad network access) και κοινή διάθεση πόρων, δηλαδή εξυπηρετούνται πολλαπλοί καταναλωτές με την χρήση του μοντέλου πολλαπλών μισθωτών. Οι χρήστες-καταναλωτές μπορούν να δεσμεύσουν και να αποδεσμεύσουν πόρους ταχύτατα, αγοράζοντας οποιαδήποτε ποσότητα ανά πάσα στιγμή. (Buyya, Broberg, & Goscinski, 2011)

Ενώ οι δύο αυτές τεχνολογίες διαφέρουν σε πολλά σημεία, έχουν κοινό στόχο την συγκέντρωση πόρων και την πρόσβαση σε μεγάλη υπολογιστική ισχύ σε ένα πλήρως εικονικοποιημένο περιβάλλον. (Buyya κ.ά., 2011)

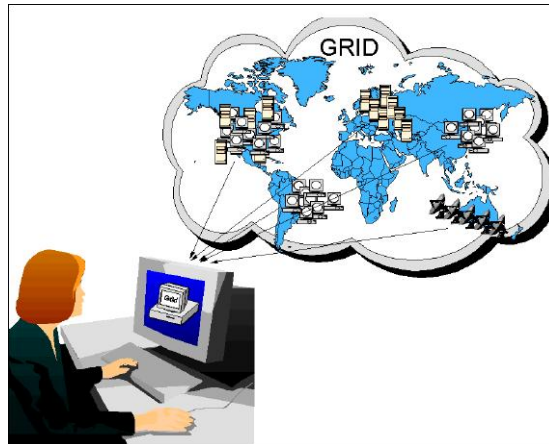
Grid Computing

Ορισμός

Το grid computing (υπολογιστικό πλέγμα) είναι μια τεχνολογία που αναπτύσσεται από τις αρχές του 1990. Το όνομα προήλθε από μία μεταφορά όπου έλεγε ότι η πρόσβαση υπολογιστικής ισχύς θα ήταν τόσο εύκολη όσο και ενός ηλεκτρικού δικτύου ("making computer power as easy to access as an electric power grid"). Η φράση διατυπώθηκε στο βιβλίο "The Grid: Blueprinting for a New Computing Infrastructure" από τους Ian Foster και Carl Kesselman. ('Grid computing', 2012)

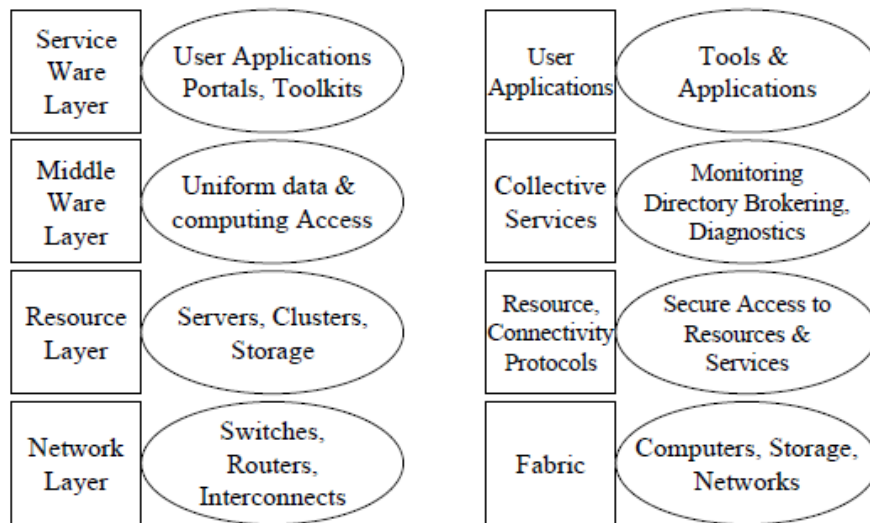
Το grid computing έχει διατυπωθεί κατά καιρούς με διάφορους ορισμούς. Σύμφωνα με τον Ιγνάτιο Νανίδη (χ.χ.) το grid "είναι μια συλλογή γεωγραφικά καταναμημένων πόρων που χρησιμοποιούνται σαν σύνολο για εκτέλεση εφαρμογών μεγάλης κλίμακας". Οι Cody, Sharman, Rao και Upadhyaya (2007) αναφέρουν το grid ως "συστήματα και εφαρμογές που ενσωματώνουν και διαχειρίζονται πόρους και υπηρεσίες που διανέμονται σε πολλαπλούς τομείς ελέγχου. Οι Foster, Kishimoto και Savva, (2005) αναφέρουν "Τα συστήματα και εφαρμογές grid στοχεύουν στην ενσωμάτωση, την εικονικοποίηση, καθώς και τη διαχείριση πόρων και υπηρεσιών στο καταναμημένο, ετερογενές, δυναμικό "εικονικό οργανισμό".

Με βάση τους πιο πάνω ορισμούς μπορούμε να πούμε ότι το grid αποτελείται από το υλικό, το λογισμικό, τα δίκτυα, τις τεχνολογίες και τις εφαρμογές όπου επιτρέπουν στους χρήστες να μοιράζονται την υπολογιστική ισχύ και να αποθηκεύουν δεδομένα μέσω του διαδικτύου. Είναι μια μορφή δικτύου η οποία ενεργεί σαν ένας μεγάλος και ισχυρός εικονικός υπολογιστής, αποτελούμενος από μια ομάδα διαδικτυακών υπολογιστών γεωγραφικά καταναμημένων και συνδεδεμένων μεταξύ τους, με σκοπό την εκμετάλλευση κοινών πόρων και την πρόσβαση σε δεδομένα από χρήστες που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες. ('The History of Grid', χ.χ.; Ιγνάτιος Νανίδης, χ.χ.)



Σχήμα 1: Απεικόνιση Grid Computing

Αρχιτεκτονική



Σχήμα 2: Τα επίπεδα αρχιτεκτονικής του Grid Computing

Όπως φαίνεται από το πιο πάνω σχήμα, τα επίπεδα του grid ξεκινώντας από κάτω προς τα πάνω είναι:

➤ **Επίπεδο δικτύου (Network Layer):**

Ασχολείται με συστατικά δικτύου όπως είναι οι δρομολογητές, οι διακόπτες και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων του grid. (Νικολεντζος, 2011)

➤ **Επίπεδο πόρων (Resource Layer):**

Ενσωματώνει τους πραγματικούς πόρους που αποτελούν μέρος του δικτύου όπως είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οι μονάδες αποθήκευσης, οι μονάδες επεξεργασίας και άλλο εξειδικευμένο υλικό. (Νικολεντζος, 2011)

➤ **Ενδιάμεσο Επίπεδο (MiddleWare Layer):**

Περιλαμβάνει το λογισμικό καθώς και τα πακέτα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση του Grid σε ένα ενοποιημένο περιβάλλον. Το ενδιάμεσο επίπεδο φέρνει τα διάφορα στοιχεία του grid μαζί. (Heger, 2006; Νικολεντζος, 2011)

➤ **Επίπεδο Υπηρεσίας Υλικού (Service Ware Layer):**

Αντιπροσωπεύει το επίπεδο εφαρμογών και περιλαμβάνει διαφορετικές εφαρμογές χρήστη (όπως επιστήμης, μηχανικής, επιχειρήσεων, οικονομικών), καθώς και πύλες δικτύου και εργαλεία που υποστηρίζουν οι εφαρμογές των τεχνολογιών Grid. Στις περισσότερες αρχιτεκτονικές Grid, το επίπεδο εφαρμογής παρέχει επίσης την υπηρεσία-ware λειτουργικότητα. Η υπηρεσία-ware αντιπροσωπεύει ένα σύνολο γενικών λειτουργιών διαχείρισης grid που χρησιμοποιούνται για να μετρηθεί η ποσότητα που ένας χρήστης ξοδεύει στο grid κάθε φορά. Επιπλέον, η υπηρεσία-ware ενεργεί ως η λειτουργικότητα χρέωσης για υπηρεσίες grid, και παρακολουθεί ποιος παρέχει τους πόρους και ποιος μπορεί να τους χρησιμοποιήσει. (Heger, 2006)

Υπάρχουν και άλλοι τρόποι για να περιγραφεί αυτή η πολυεπίπεδη δομή grid. Χρησιμοποιείται ο όρος υποδομή (fabric) για όλη την υλική υποδομή του δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των υπολογιστών και το δίκτυο επικοινωνίας. Μέσα στο ενδιάμεσο επίπεδο (middle ware layer) έχουμε τα επίπεδα συνδεσιμότητας (Connectivity) και πόρων (Resource) αλλά και το επίπεδο

συλλογικών υπηρεσιών Collective Service) που είναι πιο πάνω από τα άλλα δύο. Ως ανώτερο επίπεδο έχουμε το επίπεδο εφαρμογών- χρηστών (Application- User Layer). (Heger, 2006)

➤ **Επίπεδο Υποδομής (Fabric Layer):**

Συγκαταλέγονται οι υπολογιστικοί πόροι οι οποίοι διατίθενται προς χρήση στο Grid. Ακόμα σε αυτό το επίπεδο περιλαμβάνεται και το λογισμικό που συνδέεται με την διαχείριση για την παρακολούθηση αυτών των πόρων, όπως είναι τα λειτουργικά συστήματα, οι τοπικοί δρομολογητές ή τα πρωτόκολλα επικοινωνίας δικτύου. Τα grids στο επίπεδο αυτό βασίζονται στα υπάρχοντα βοηθήματα (existing fabric components), όπως είναι οι τοπικοί διαχειριστές πόρων. Γενικής χρήσης βοηθήματα (general-purpose components) είναι το GARA και για εξειδικευμένες υπηρεσίες διαχείρισης πόρων είναι το FALKON, το οποίο παρέχει και υπηρεσίες πέραν του επιπέδου υποδομής. (Foster, Zhao, Raicu, & Lu, 2008; Θανάσου Παρασκευή, 2011)

➤ **Επίπεδο Συνδεσιμότητας (Connectivity Protocol):**

Το Επίπεδο Συνδεσιμότητας ορίζει τα βασικά πρωτόκολλα επικοινωνίας και πρωτοκόλλων ελέγχου ταυτότητας για εύκολες και ασφαλές δικτυακές συναλλαγές. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας εξασφαλίζουν την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στα στοιχεία του επιπέδου Υλικού. Ενώ, τα πρωτόκολλα ασφαλούς πιστοποίησης προσφέρουν κρυπτογραφικά ασφαλείς μηχανισμούς που πιστοποιούν την ταυτότητα των χρηστών και των πόρων που διατίθενται στο Grid. Το GSI (Grid Security Infrastructure) πρωτόκολλο κρύβεται πίσω από κάθε συναλλαγή Grid (Foster, Zhao, Raicu, & Lu, 2008; Θανάσου Παρασκευή, 2011)

➤ **Επίπεδο Πόρων (Resource Layer):**

Στο επίπεδο πόρων ορίζονται πρωτόκολλα που σχετίζονται με την διαχείριση συγκεκριμένων πόρων για παράδειγμα την δημοσίευση, την ανακάλυψη, την διαπραγμάτευση, την παρακολούθηση, τον έλεγχο και την μίσθωση ενός πόρου με ασφαλή τρόπο. Ο GRAM (Grid Resource Access and Management) χρησιμοποιείται για κατανομή υπολογιστικών πόρων καθώς και την παρακολούθηση και τον έλεγχο του υπολογισμού των εν λόγω πόρων. Το GridFTP χρησιμοποιείται για πρόσβαση δεδομένων και την γρήγορη μεταφορά τους. (Foster κ.ά., 2008; Θανάσου Παρασκευή, 2011)

➤ **Επίπεδο Συλλογικών Υπηρεσιών (Collective Service):**

Επιτυγχάνεται διαχείριση των πόρων του Grid, αλλά σε αυτή την περίπτωση δεν είναι συσχετισμένη με κάποιο συγκεκριμένο πόρο. Εδώ βρίσκονται τα περιβάλλοντα δρομολόγησης και διαχείρισης πόρων του Grid, τα οποία παρέχουν τις υπηρεσίες τους στηριζόμενα στα προηγούμενα επίπεδα. (Foster κ.ά., 2008)

➤ **Επίπεδο Εφαρμογών- Χρηστών (Application- User Layer):**

Συγκαταλέγονται όλες οι εφαρμογές που μπορούν να υλοποιηθούν για να μπορεί να τις εκμεταλλευτεί ένα Grid σύστημα (Δεν γίνεται περαιτέρω ανάλυση γιατί είναι το ίδιο με το επίπεδο υπηρεσίας υλικού που περιγράφηκε πιο πάνω).

Κατηγορίες

Ανάλογα με τους στόχους σχεδίασης ενός συστήματος grid, υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες:

➤ **Υπολογιστικά Grids (Computational):**

Είναι μια συλλογή κατανεμημένων υπολογιστικών πόρων, που βρίσκονται σε μία ή περισσότερες τοποθεσίες, η οποία λειτουργεί ως ένας ενιαίος πόρος επεξεργασίας (εικονικός υπέρ-υπολογιστής). Η διαδικασία συγκέντρωσης πόρων στοχεύει στον πολλαπλασιασμό της υπολογιστικής ισχύος, έτσι ώστε να εξυπηρετούνται χρήστες, οι οποίοι αναπτύσσουν εφαρμογές μεγάλης κλίμακας (π.χ. επίλυση πολύπλοκων μαθηματικών εξισώσεων και προβλημάτων) και οι οποίες απαιτούν ένα τεράστιο αριθμό επεξεργαστικών πόρων. (Cody, Sharman, Rao, & Upadhyaya, 2008; Foster κ.ά., 2008; Heger, 2006; Ιωάννης Νικολεντζος, 2011)

➤ **Grids Δεδομένων (Data):**

Τα grid δεδομένα αποθηκεύουν και παρέχουν ασφαλή πρόσβαση σε τρέχοντα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούνται από διάφορους χρήστες και οργανισμούς. Επιτρέπουν τη διαχείριση πληροφορίας σε κατανεμημένες κατάλληλα τοποθεσίες για βάση δεδομένων. Στόχος είναι η μεγιστοποίηση της αποθηκευτικής ικανότητας και η ταχεία ανάκτηση και ανταλλαγή μεγάλου όγκου πληροφορίας. Εξαλείφουν την ανάγκη για μεταφορά, αντιγραφή και συγκέντρωση των δεδομένων σε ένα κεντρικό σημείο, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους. Τα grid δεδομένα είναι κατάλληλα σε επιστημονικές εφαρμογές που ανήκουν στο πεδίο της ανάκτησης πληροφορίας ή παράγουν νέα δεδομένα με μεγάλο ρυθμό από αποθήκες δεδομένων, όπως βάσεις δεδομένων και ψηφιακές βιβλιοθήκες που διανέμονται σε κάποιο δίκτυο. (Foster κ.ά., 2008; Heger, 2006; Ιωάννης Νικολεντζος, 2011)

➤ **Grids Υπηρεσιών (Service) :**

Το Grid υπηρεσιών παρέχει υπηρεσίες κατακεντρωμένης φύσης και ποιότητα εξυπηρέτησης στους χρήστες ανάλογα με τις ανάγκες τους. Το grid υπηρεσιών έχει τρεις υποκατηγορίες οι οποίες είναι:

- ✓ Συνεργατικό Grid (collaborative): συνδέει χρήστες και εφαρμογές σε συνεργατικές ομάδες. Επιτρέπει αλληλεπίδραση πραγματικού χρόνου μεταξύ χρηστών και εφαρμογών μέσω εικονικού χώρου εργασίας ο οποίος επιτρέπει κοινή χρήση αρχείων δεδομένων και εξομοιώσεων.
- ✓ Grid πολυμέσων (multimedia): παρέχει μια υποδομή για εφαρμογές πολυμέσων πραγματικού χρόνου, ενώ απαιτεί ποιότητα εξυπηρέτησης σε πολλαπλές διαφορετικές μηχανές.
- ✓ Grid αιτήματος (on-demand): προσθέτει δυναμικά νέους πόρους για την παροχή νέων υπηρεσιών. (Ιωάννης Νικολέντζος, 2011)

Εφαρμογές

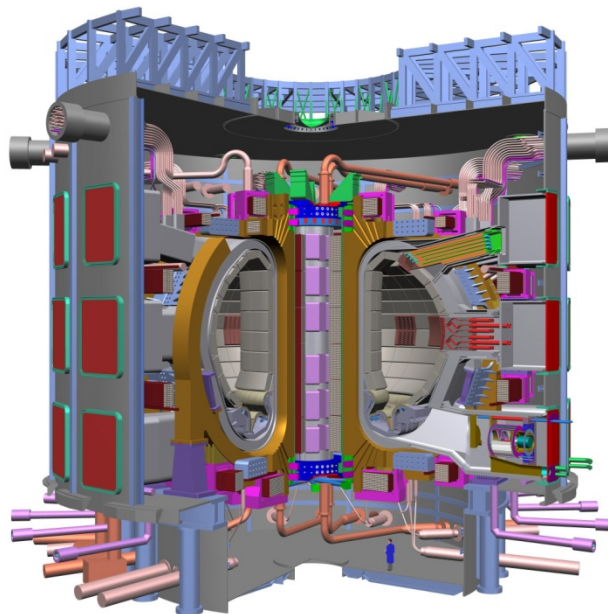
Το grid computing έχει εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς όπως στα μαθηματικά, την φυσική, την χημεία, στην αστρονομία αλλά και σε πολλούς άλλους χώρους, τόσο στην επιστήμη, όσο και στις επιχειρήσεις.

Εφαρμογή 1- Μελέτη Περίπτωσης: grids και πυρηνική σύντηξη(nuclear fusion)

Η πρόκληση ήταν να έχει ασφαλή και βιώσιμη ενέργεια. Κατασκευάστηκε στη Γαλλία ο Διεθνής Πειραματικός Θερμοπυρηνικός Αντιδραστήρας (International Thermonuclear Experimental Reactor -ITER). Είναι μια συνεργασία μεταξύ επτά χωρών με στόχο να αποδειχθεί ότι η ενέργεια σύντηξης μπορεί να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις στον κόσμο της ενέργειας.

Η ιδέα ήταν να δημιουργηθεί: Ένα πρωτότυπο σύντηξης μονάδας παραγωγής ενέργειας. Με βάση αυτό το πρότυπο η ITER θα εισχωρούσε γύρω στα δύο γραμμάρια καυσίμου σε κάποιο χρόνο, αναδημιουργώντας την ίδια διαδικασία που τροφοδοτεί τον ήλιο και τα αστέρια. Η ITER θα έπρεπε να παράγει δύναμη 500 μεγαβάτ για παρατεταμένες περιόδους, καταδεικνύοντας την πιθανότητα της σύντηξης ως μία ασφαλή, καθαρή και αξιόπιστη πηγή ενέργειας.

Τελικά η λύση ήταν το grid computing, όπως το Russian Data Intensive Grid. Είναι μόνο ένα από τα πολλά εθνικά δίκτυα που παρέχουν οι ερευνητές της ITER με επιπλέον υπολογιστικούς πόρους. Ο Igor Semenov του ρωσικού Κέντρου Ερευνών Kurchatov Ινστιτούτο, η επικεφαλής (RRC KI) οργάνωση της Ρωσίας για πυρηνική έρευνα, δήλωσαν ότι το grid computing έχει ένα όφελος για την ερευνητική του ομάδα: "Το φορτίο στους υπολογιστικούς πόρους της RRC KI μεγάλωνε, αλλά χάρη στο έργο μας για την υποδομή grid, θα μπορούσαμε να περιλαμβάνουμε τους υπολογιστικούς πόρους άλλων θεσμικών οργανισμών. Ως αποτέλεσμα, μπορούμε να λύσουμε τα προβλήματά μας περίπου 50 φορές πιο γρήγορα." (Pieri, 2009)



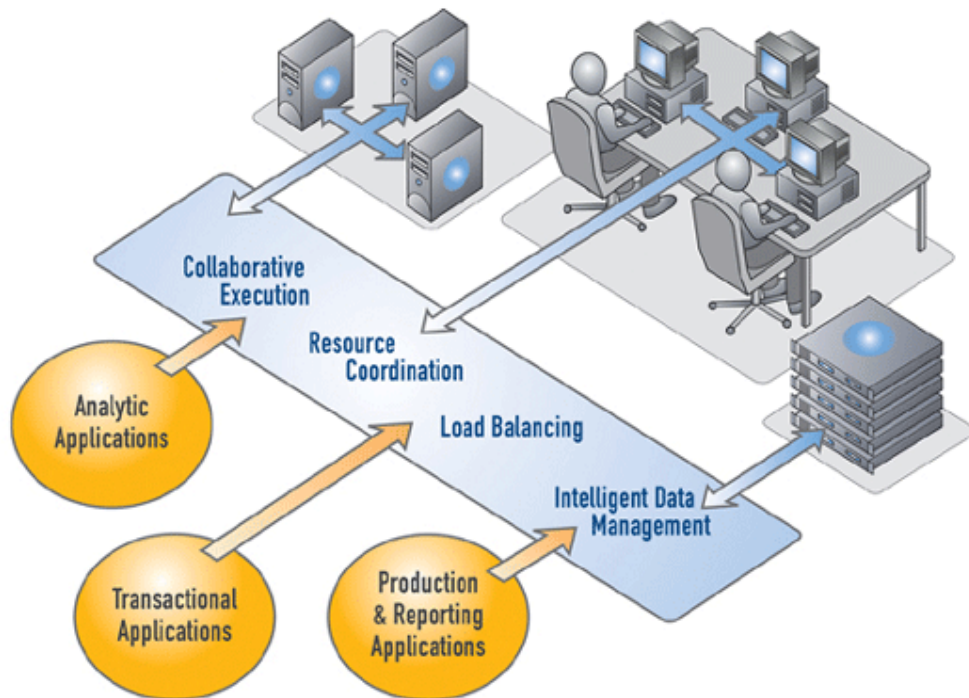
Σχήμα 3: Αναπαράσταση τόπου όπου εφαρμόζεται η πυρηνική σύντηξη

Εφαρμογή 2 - Digipede Network

Το δίκτυο Digipede είναι μια κατακεκολλημένη υπολογιστική λύση που προσφέρει σημαντικά βελτιωμένη απόδοση για πραγματικές επιχειρηματικές εφαρμογές. Χτισμένο εξ ολοκλήρου πάνω στην πλατφόρμα .NET, είναι ριζικά ευκολότερο στην αγορά, στην εγκατάσταση και στην χρήση σε σχέση με άλλες λύσεις grid computing.

Το Δίκτυο Digipede περιλαμβάνει επίσης το πλαίσιο Digipede, μέσω του οποίου οι προγραμματιστές του .NET μπορούν να ενεργοποιήσουν εφαρμογές τους σε grid, γρήγορα και εύκολα μέσω του περιβάλλοντος Visual Studio.

Αυτό το λογισμικό είναι ιδανικό για υπολογιστική υψηλής εντάσεως, για δεδομένα υψηλής εντάσεως, καθώς και για συναλλαγές υψηλής εντάσεως εφαρμογές. Το λογισμικό τρέχει σε όλες τις εκδόσεις των Windows από το 2000, και είναι ένα ιδανικό συμπλήρωμα για τα Windows Compute Cluster Server 2003 (CCS) σε εφαρμογές υψηλής απόδοσης (HPC). ('The Digipede Network', 2012)



Σχήμα 4: Απεικόνιση του Digipede Network

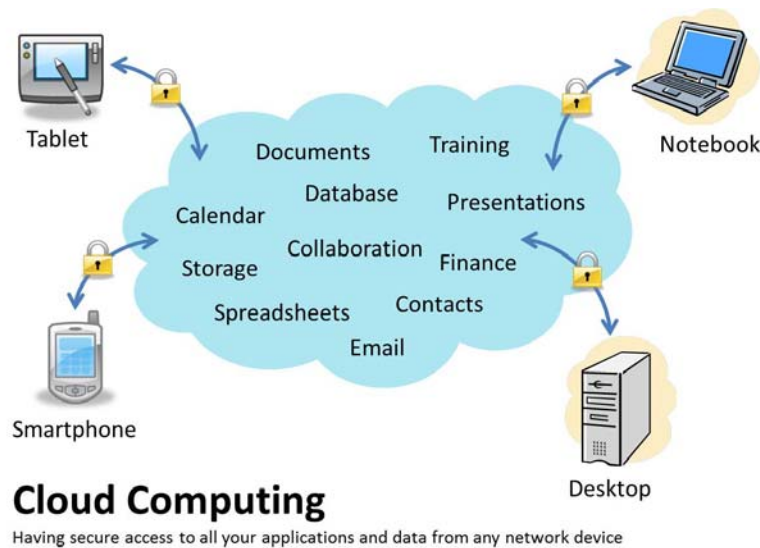
Cloud Computing

Ορισμός

Ο όρος cloud computing (υπολογιστικό νέφος) χρησιμοποιείται μεταφορικά για το internet και βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο το internet απεικονίζεται στα διαγράμματα δικτύων υπολογιστών. Όπως φαίνεται και στο σχήμα, απεικονίζεται ως ένα σύννεφο(cloud) και σύμφωνα με το βιβλίο Cloud computing: Μια πρακτική προσέγγιση των Anthony T, Velte, Toby J. Velte και Robert Elsenpeter "Το εικονίδιο του σύννεφου αντιπροσωπεύει όλα αυτά τα πράγματα που κάνουν το δίκτυο να δουλεύει".

Όσο αφορά το τι είναι το cloud computing, δεν υπάρχει μία σύμφωνη απάντηση. Σε οποιονδήποτε περιοδικό τεχνολογίας και αν ανοίξεις ή αν ρωτήσεις διαφορετικούς επιστήμονες για το τι είναι το cloud computing θα παρατηρήσεις ότι θα πάρεις διαφορετικούς ορισμούς. Σύμφωνα με το wikipedia "Το cloud computing είναι η χρήση των υπολογιστικών πόρων (υλικού και λογισμικού) που παραδίδονται ως υπηρεσία μέσω δικτύου (συνήθως το Internet). Το cloud computing αναθέτει εξ αποστάσεως υπηρεσίες με τα δεδομένα, το λογισμικό και τους υπολογισμούς του χρήστη". Σύμφωνα με το The NIST Definition of Cloud Computing των Peter Mell και Timothy Grance "Το cloud computing είναι ένα μοντέλο το οποίο επιτρέπει απεριόριστη, κατά απαίτηση (on-demand) πρόσβαση στο δίκτυο σε μια κοινόχρηστη πλατφόρμα διαμόρφωσης υπολογιστικών πόρων (π.χ. δίκτυα, διακομιστές, αποθήκευση, εφαρμογές και υπηρεσίες) οι οποίοι μπορούν να δεσμευτούν και να απελευθερωθούν γρήγορα με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια και αλληλεπίδραση".

Ο όρος Cloud Computing περιγράφει υπολογισμούς, λογισμικό, πρόσβαση σε δεδομένα και υπηρεσίες αποθήκευσης κατά τις οποίες ο τελικός χρήστης δεν έχει γνώση της φυσικής τοποθεσίας του συστήματος όπου προσφέρονται οι υπηρεσίες. Το Cloud Computing είναι ένα μοντέλο που επιτρέπει την εύκολη, κατά απαίτηση πρόσβαση μέσω δικτύου σε ένα κοινό σύνολο από διαμορφώσιμους υπολογιστικούς πόρους, όπως δίκτυα, εξυπηρετητές, αποθηκευτικούς χώρους, εφαρμογές και υπηρεσίες, που μπορούν να δεσμεύονται και να απελευθερώνονται ταχέως με ελάχιστη διαχειριστική προσπάθεια ή επέμβαση από τον πάροχο της υπηρεσίας. (Θανάσου Παρασκευή, 2011)



Σχήμα 5: Ορισμός Cloud Computing

Μοντέλα υπηρεσίας

Τα μοντέλα υπηρεσιών που υπάρχουν, όπως φαίνεται και στο πιο κάτω σχήμα είναι τρία. Το Λογισμικό ως μια Υπηρεσία (Software as a Service-SaaS), η Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (Platform as a Service-PaaS) και η Υποδομή ως Υπηρεσία (Infrastructure as a Service-IaaS). Το κάθε ένα από αυτά εξυπηρετεί διαφορετικές ανάγκες.

➤ **Λογισμικό ως μια Υπηρεσία (Software as a Service-SaaS):**

Το Λογισμικό ως μια Υπηρεσία (Software as a Service-SaaS) βασίζεται στη λογική της υπενοικίασης λογισμικού από έναν πάροχο υπηρεσιών, αντί της αγοράς της άδειας χρήσης. Μια εφαρμογή φιλοξενείται ως υπηρεσία σε πελάτες που την προσπελάζουν μέσω του Internet όπως ένα web browser (π.χ. web-based e-mail), ή μια διεπαφή προγράμματος. Όταν το λογισμικό φιλοξενείται εκτός εταιρίας, ο πελάτης δεν χρειάζεται να το συντηρεί ή να το υποστηρίζει (δίκτυο, διακομηστές, λειτουργικά συστήματα, αποθήκευση, ή ακόμη και μεμονωμένες δυνατότητες εφαρμογής) με πιθανή εξαίρεση περιορισμένες ρυθμίσεις διαμόρφωσης της εφαρμογής. Είναι πολύ αποτελεσματικό στη μείωση του κόστους αφού παρέχεται στην επιχείρηση ως μηνιαίο λειτουργικό κόστος το οποίο συνήθως είναι κατά πολύ οικονομικότερο από την αγορά των αντίστοιχων αδειών χρήσης και υποδομής. (Mell & Grance, 2011; Velte, Velte, & Elsenpeter, 2010; Θανασου Παρασκευή, 2011)

Αυτό που κάνει της υπηρεσίες αυτές να διαφέρουν από άλλες εφαρμογές είναι ότι αναπτύχθηκε συγκεκριμένα ώστε να χρησιμοποιεί web εργαλεία, όπως ένα browser. Δημιουργήθηκε επίσης με ένα υπόβαθρο πολλαπλής μίσθωσης, η οποία επιτρέπει σε πολλαπλούς πελάτες να χρησιμοποιούν μια εφαρμογή. (Velte κ.ά., 2010)

Οι σημαντικότερες εταιρείες που χρησιμοποιούν αυτές τις υπηρεσίες είναι οι εταιρείες: Salesforce. com, RightNow, Taleo, NetSuite, Concur, Omniture και Google Apps. Η Microsoft παρέχει τις υπηρεσίες: Exchange Online (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο), SharePoint Online (Σύστημα διαχείρισης κειμένων και περιεχομένου), CRM Online, Office Live Meeting (ηλεκτρονικός χώρος συναντήσεων), Hotmail, Live Messenger, Live ID. (Θανάσου Παρασκευή, 2011)

➤ **Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (Platform as a Service-PaaS):**

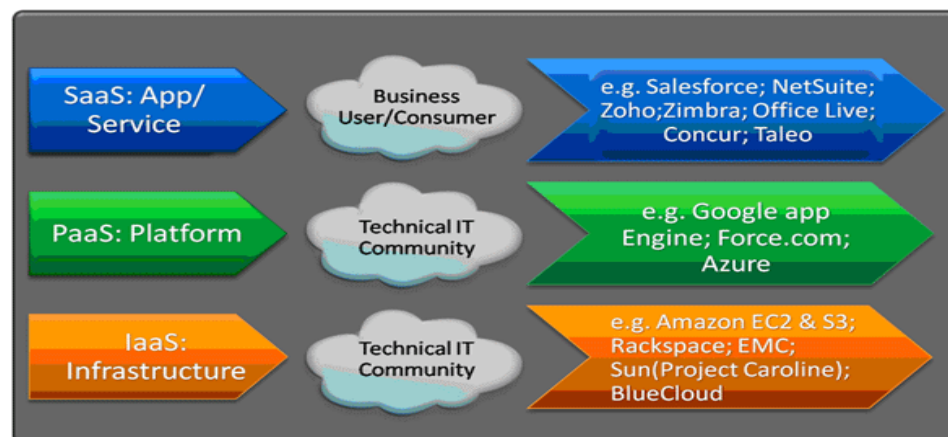
Η πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service-PaaS) ή αλλιώς γνωστό και ως cloudware είναι η συνέχεια του SaaS. Παρέχει μια cloud πλατφόρμα εφαρμογών για εταιρείες ή ιδιώτες που κατασκευάζουν λογισμικό για τους ίδιους είτε για τρίτους. Το PaaS παρέχει όλους τους πόρους που απαιτούνται για να δημιουργηθούν εφαρμογές και υπηρεσίες μέσω του Internet, χωρίς να πρέπει να κατεβάσει ή να εγκαταστήσει λογισμικό (μέσω γλωσσών προγραμματισμού, βιβλιοθήκες, βάσεις δεδομένων, υπηρεσίες και εφαρμογές που υποστηρίζονται από τους παρόχους). Οι υπηρεσίες PaaS περιλαμβάνουν την σχεδίαση εφαρμογών, την ανάπτυξη, τον έλεγχο, την εγκατάσταση και την φιλοξενία εφαρμογών. Έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται από πολλούς χρήστες ταυτόχρονα και παρέχει αυτόματες διευκολύνσεις για ταυτόχρονη διαχείριση, κλιμάκωση, ανακατεύθυνση και ασφάλεια. Ο πελάτης δεν διαχειρίζεται ή ελέγχει τις υποδομές όπως το δίκτυο, τους διακομιστές, τα λειτουργικά συστήματα παρά μόνο την εφαρμογή που θα ανεβάσει στο νέφος. (Mell & Grance, 2011; Velte κ.ά., 2010; Θανάσου Παρασκευή, 2011).

Σημαντικότερες εταιρείες που χρησιμοποιούν PaaS υπηρεσίες είναι οι εταιρείες: NetSuite (SuiteCloud), Apple (iOS), Google (Android, Google App Engine), Amazon (EC2, Amazon Elastic Beanstalk), Microsoft (Windows Azure, SQL Azure, μWindows Azure AppFabric.), Cloud Foundry, Heroku, Force. com, EngineYard, Mendix και Compute OrangeScape. ('Cloud computing', 2012; Θανάσου Παρασκευή, 2011)

➤ **Υποδομή ως Υπηρεσία (Infrastructure as a Service-IaaS):**

Η υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service-IaaS) ή αλλιώς γνωστή και ως υλικό (Hardware as a Service-HaaS) προσφέρει το υλικό (σε αντίθεση με τα SaaS και PaaS τα οποία παρέχουν εφαρμογές), έτσι ώστε η επιχείρηση να μπορεί να βάζει ότι θέλει σε αυτό. Η εταιρεία ή ο ιδιώτης μπορεί να υπενοικιάσει υποδομή ανάλογα με τις απαιτήσεις εκείνης της χρονικής στιγμής, αντί να προβεί στην αγορά εξοπλισμού (υπολογιστικού, δικτυακού, κλπ). Ο χρήστης δεν διαχειρίζεται/ ελέγχει τη βασική υποδομή cloud, αλλά έχει τον έλεγχο των λειτουργικών συστημάτων, της αποθήκευσης, και τις αναπτυσσόμενες εφαρμογές και ενδεχομένως περιορισμένο έλεγχο της επιλογής εξαρτημάτων δικτύωσης (π.χ. firewalls υποδοχής). Σημαντικό πλεονέκτημα του IaaS είναι η δυνατότητα μεταφοράς εικονικών μηχανών από το ιδιόκτητο περιβάλλον της εταιρείας ή του ιδιώτη στο cloud, με συνοπτικές διαδικασίες καθώς και ότι πολλοί χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον εξοπλισμό ταυτόχρονα.

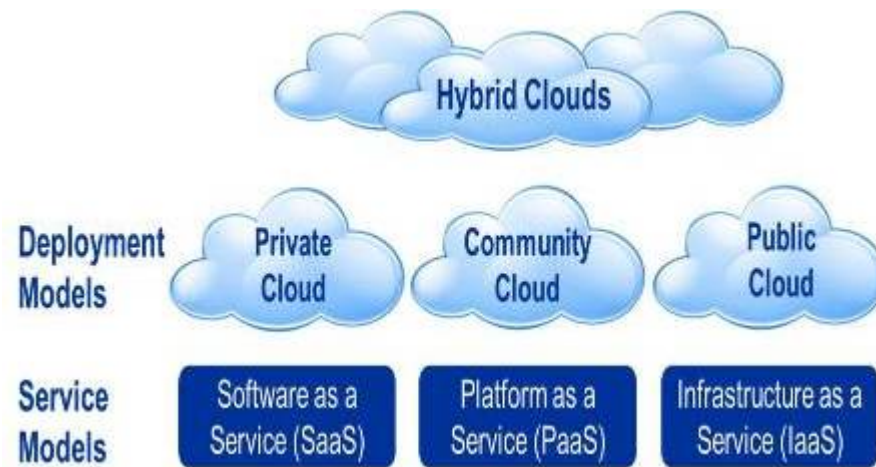
Σημαντικότερες εταιρείες που χρησιμοποιούν IaaS υπηρεσίες είναι οι εταιρείες: IBM, Rack Space, Savvis, Terremark, Google και Amazon. (Mell & Grance, 2011; Velte κ.ά., 2010; Θανάσου Παρασκευή, 2011)



Σχήμα 6: Μοντέλα Υπηρεσίας

Μοντέλα Ανάπτυξης

Τα μοντέλα ανάπτυξης που υπάρχουν, όπως φαίνεται και στο σχήμα πιο κάτω, είναι τέσσερα. Τα δημόσια σύννεφα (public clouds), τα ιδιωτικά σύννεφα (private clouds), τα σύννεφα κοινοτήτων (community clouds), και τα υβριδικά σύννεφα (hybrid clouds).



Σχήμα 7: Μοντέλα Ανάπτυξης

➤ **Δημόσια Σύννεφα (Public Clouds):**

Σύμφωνα με το The NIST Definition of Cloud Computing των Mell και Grance (2011) τα δημόσια σύννεφα είναι μια υποδομή ανοικτή για χρήση από το ευρύ κοινό. Μπορούν να ανήκουν, να τα διαχειρίζονται, και να λειτουργούν από μια επιχείρηση, ένα ακαδημαϊκό, ή κυβερνητικό οργανισμό, ή κάποιο συνδυασμό τους. Ο Παπαδάτος (2011) συμφωνά με τον ορισμό του NIST για τα δημόσια σύννεφα και προσθέτει ότι "Στην απλούστερη εκδοχή του ένα δημόσιο σύννεφο είναι διαθέσιμο εξωτερικά στον τελικό χρήστη με μικρό περιορισμό για τον οποίο μπορεί να γίνει χρήστης της υπηρεσίας με πληρωμή. Οι πιο κοινές μορφές του είναι αυτές που είναι προσβάσιμες μέσω του διαδικτύου". (Κωνσταντίνος Μ. Γιώτης, 2011)

➤ **Ιδιωτικά Σύννεφα (Private Clouds):**

Ορισμένες εταιρίες θέλοντας να διατηρήσουν μεγαλύτερο έλεγχο των δεδομένων τους κατασκευάζουν ιδιωτικά δίκτυα. Μπορούν να ανήκουν και να διαχειρίζονται από τον ίδιο

τον οργανισμό, από τρίτους ή από κάποιο συνδυασμό τους και φιλοξενούνται στο εσωτερικό της επιχείρησης. (Mell & Grance, 2011; Πηνελόπη Βαφοπούλου, 2012)

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η ίδρυση ενός ιδιωτικού cloud σημαίνει αναδιάρθρωση μιας υπάρχουσας υποδομής με την προσθήκη εικονικοποίησης και διεπαφής που μοιάζει με αυτή του σύννεφου. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με το τοπικό κέντρο δεδομένων, ενώ αντιμετωπίζουν τα ίδια πλεονεκτήματα με αυτά των δημόσιων σύννεφων, όπως ότι είναι αυτοεξυπηρετούμενη διεπαφή (self-service interface) και ότι οι χρήστες έχουν προνομιακή πρόσβαση σε εικονικούς διακομηστές. (Buyya κ.ά., 2011)

➤ **Σύννεφα Κοινοτήτων (Community Clouds):**

Τα σύννεφα κοινοτήτων είναι μια υποδομή που αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς και θεωρητικά βρίσκεται κάπου ανάμεσα στα ιδιωτικά και δημόσια σύννεφα (Πηνελόπη Βαφοπούλου, 2012). Τα σύννεφα κοινοτήτων είναι μια κοινή υποδομή που απασχολείται και υποστηρίζεται από διάφορες εταιρίες και χρησιμοποιείται από ομάδες που έχουν κοινές ανησυχίες (π.χ. αποστολή, απαιτήσεις ασφάλειας, πολιτική, εκτιμήσεις συμμόρφωσης). Μπορούν να ανήκουν και να διαχειρίζονται από μία ή περισσότερες εταιρίες της κοινότητας, από τρίτους ή κάποιο συνδυασμό τους. (Buyya κ.ά., 2011; Mell & Grance, 2011)

➤ **Υβριδικά Σύννεφα (Hybrid Clouds):**

Τα υβριδικά σύννεφα είναι μια σύνθεση δύο ή περισσότερων μοντέλων ανάπτυξης (ιδιωτικά, δημόσια ή κοινωνικά). Κάθε ένα από τα μοντέλα αυτά παραμένουν μοναδικές οντότητες αλλά συνδέονται μεταξύ τους με τυποποιημένες ή αποκλειστικές τεχνολογίες και επιτρέπουν μεταφορά δεδομένων και εφαρμογών. (Mell & Grance, 2011)

Εφαρμογές

Όπως έχει είδη αναφερθεί, υπάρχουν πολλές εταιρίες που προσφέρουν υπηρεσίες cloud computing όπως είναι: η Microsoft, η Google, η IBM και η Apple. Έκτος από αυτές που έχουν αναφερθεί πιο πάνω και που είναι γνωστές σε όλους μας, θα αναφερθούν κάποιες νέες εφαρμογές του cloud computing.

Google Drive



Είναι μια νέα υπηρεσία cloud computing που υπάρχει περίπου εδώ και έξι μήνες. Σκοπός της εταιρίας ήταν να ανταγωνιστεί παρόμοιες υπηρεσίες άλλων εταιριών όπως είναι το SkyDrive της Microsoft, το iCloud της Apple και το Dropbox που δημιουργήθηκε από δύο φοιτητές του MIT πριν από επτά περίπου χρόνια.

Επιτρέπει στους χρήστες να ανεβάζουν και να αποθηκεύουν δεδομένα μέχρι 5 GB, τα οποία μπορούν να τα μοιράζονται με άλλους χρήστες. Ο αποθηκευτικός χώρος μπορεί να φθάσει μέχρι 16TB με μια μηνιαία συνδρομή.

Είναι προσβάσιμο, είτε απευθείας μέσω του διαδικτύου, είτε μετά από την εγκατάσταση σχετικού λογισμικού στον υπολογιστή του χρήστη. Μπορούν να έχουν πρόσβαση μέσω Windows PC, Apple Macintosh, ή ακόμα μέσω ειδικής εφαρμογής σε «έξυπνο» κινητό ή υπολογιστή- ταμπλέτα με λειτουργικό σύστημα Android. (‘Νέα υπηρεσία δωρεάν αποθήκευσης δεδομένων στο υπολογιστικό νέφος’, χ.χ.)

Venus-C



Υλοποιείται με τη συγχρηματοδότηση του 7ου Προγράμματος Πλαισίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης και υποστηρίζεται από το Ελληνικό Κέντρο Καινοτομίας της Microsoft και αποτελεί μία από τις πρώτες πρωτοβουλίες στον τομέα του cloud που εντάσσεται στην Ευρωπαϊκή Ψηφιακή Ατζέντα (DAE).

«Το Venus-C, με την εφαρμογή στο υπολογιστικό νέφος (cloud computing) της πρόγνωσης του κινδύνου εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών, καθώς και της εξάπλωσης αυτών, παρέχει μια πολύτιμη βοήθεια σε φορείς αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών και πολιτικής προστασίας (όπως

η Πυροσβεστική Υπηρεσία και η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας) για την αποτελεσματική πρόληψη και καταπολέμηση των πυρκαγιών σε αποδοτικό οικονομικά και εξελιγμένο τεχνολογικά επίπεδο, με δυνατότητες χρήσης σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο», εξηγεί ο καθηγητής Κώστας Καλαμποκίδης από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου. («Το υπολογιστικό νέφος ως εργαλείο στα χέρια των ερευνητών», χ.χ.)

Το Venus-C επιχορηγεί τρία πιλοτικά προγράμματα στην Ελλάδα:

1. **Cloud4Trends:** αναλύει σε πραγματικό χρόνο και αξιοποιεί το περιεχόμενο που δημιουργούν και δημοσιεύουν οι χρήστες microblogging (Twitter) και blogging υπηρεσιών του Παγκόσμιου Ιστού. Στόχος του προγράμματος είναι να παρέχει σε ενδιαφερόμενους φορείς ή κοινωνικές ομάδες (π.χ. δήμοι, επιχειρήσεις κλπ), πληροφορίες που προκύπτουν σχετικά με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των πολιτών, προκειμένου να βελτιώνονται οι παρεχόμενες υπηρεσίες».
2. **TARCLOUD:** ενσωματώνει τεχνικές υπολογισμού προσεγγιστικών ταιριασμάτων miRNAs στο cloud. Στην Υπολογιστική Βιολογία, σημαντικό ρόλο παίζουν οι τεχνικές προσεγγιστικού ταιριάσματος ακολουθιών, οι οποίες και ανακαλύπτουν πιθανά ταιριάσματα μεταξύ βιομορίων. Οι τεχνικές αυτές έχουν μεγάλες υπολογιστικές απαιτήσεις γιατί εμπλέκουν μεγάλο αριθμό βιομορίων. Η εφαρμογή TARCLOUD έχει ως στόχο την ενσωμάτωση των τεχνικών αυτών σε σύγχρονα περιβάλλοντα κατανεμημένης και παράλληλης επεξεργασίας δεδομένων στην cloud computing υποδομή της Microsoft (Windows Azure) για την αποδοτική εκτέλεσή τους.
3. **Cloud-Quake:** έχει ως στόχο την ανάπτυξη και προσαρμογή σε cloud υποδομές μίας διαδικασίας υπολογισμού χαρτών της χωρικής κατανομής της σεισμικής κίνησης και των σχετικών βλαβών σε πολύ μικρό διάστημα αμέσως μετά τη γένεση ενός ισχυρού σεισμού. Η εξοικονόμηση κόστους και η εύκολη ανάπτυξη καινοτόμων νέων υπηρεσιών είναι τα δύο βασικά οφέλη σύμφωνα με τον κ. Κώστα Παπαζάχο, Καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ο οποίος εργάζεται πάνω στο Cloud-Quake: «Το Venus-C θα συμβάλει στην αντιμετώπιση των τεχνικών δυσκολιών που παρουσιάζονται στα θέματα υπολογισμού της επίδρασης των σεισμών στο δομημένο και φυσικό περιβάλλον, προσφέροντας στους σχετικούς επιστήμονες μία εξαιρετική δυνατότητα πρόσβασης σε σύγχρονες υπολογιστικές

υποδομές, μόνο όταν και όπου είναι απαραίτητο, χωρίς το βάρος της συνεχούς συντήρησης και ανανέωσης της υπολογιστικής υποδομής και των λειτουργικών εργαλείων» (‘Συμμετοχή Ελλάδας – Κύπρου ανάμεσα σε 15 πιλοτικές εφαρμογές στο ερευνητικό έργο VENUS-C’, 2012)

Δύο προγράμματα που συμμετέχουν εθελοντικά στο Venus-C είναι:

1. **AMBIDOC**: Σύμφωνα με τον Ηλία Μαγκλογιάννη, καθηγητής του Πανεπιστημίου Στερεάς Ελλάδας και υπεύθυνος του έργου AMBIDOC, ανέφερε τα εξής: «Οι τεχνολογίες transcriptomic, όπως μικροσυστοιχίες DNA και επόμενης γενιάς ακολουθίες (sequencers), είναι σημαντικές καινοτομίες στον τομέα της βιοϊατρικής έρευνας, που δημιουργεί πρωτοφανή όγκο δεδομένων σχετικά με την ευρεία επιθεώρηση του γονιδιώματος ενός οργανισμού. Η εθελοντική συμμετοχή μας στο VENUS-C έχει επιτρέψει την αποθήκευση, την επεξεργασία και την ανάλυση μεγαλύτερου όγκου πειραματικών δεδομένων, παρέχοντας συγχρόνως ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για την ποσοτική, στατιστική, σημασιολογική και λειτουργική ανάλυση πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά». (‘VENUS-C: μια πρωτοποριακή cloud υποδομή για την Έρευνα και την Καινοτομία με επίκεντρο τον χρήστη’, 2012)
2. **VirtualCampusOnCloud**: Σύμφωνα με την Σοφία Τσεκερίδου από το Athens Information Technology (AIT): «Το cloud computing μπορεί να βοηθήσει σημαντικά ώστε να ξεπεραστούν οι σημερινές ελλείψεις των υπηρεσιών εικονικού πανεπιστημίου, επιτρέποντας μεγαλύτερη ανάπτυξη κλίμακας και την ενίσχυση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών για συνεργασία σε πραγματικό χρόνο. Η εθελοντική συμμετοχή μας στο VENUS-C θα οδηγήσει σε νέες βιώσιμες επιχειρηματικές υπηρεσίες και θα συμβάλλει στην αύξηση του αριθμού των φοιτητών που υποστηρίζουμε σήμερα». (‘VENUS-C: μια πρωτοποριακή cloud υποδομή για την Έρευνα και την Καινοτομία με επίκεντρο τον χρήστη’, 2012)

Σύγκριση Grid και Cloud Computing

Χαρακτηριστικά	Grid Computing	Cloud Computing
Κατανομή Πόρων	Συνεργασία	
Ετερογένεια Πόρων	Συνυπολογισμός των ετερογενών πόρων	Συνυπολογισμός των ετερογενών πόρων
Εικονικοποίηση	Εικονικοποίηση δεδομένων και υπολογιστικών πόρων	Εικονικοποίηση υλικού και πλατφόρμων λογισμικού
Ασφάλεια	Ασφάλεια μέσω αντιπροσωπείας διαπιστευτηρίων	Ασφάλεια μέσω απομόνωσης
Υψηλού επιπέδου υπηρεσίες	Πληθώρα υπηρεσιών	Δεν υπάρχουν ακόμη
Αρχιτεκτονική	Προσανατολισμένη από τις υπηρεσίες	Ο χρήστης επιλέγει αρχιτεκτονική
Εξαρτίσεις Λογισμικού	Εξαρτάται από το λογισμικό	Ανεξάρτητο Λογισμικό
Επίγνωση Πλατφόρμας	Το λογισμικό του πελάτη πρέπει να είναι ενεργοποιημένο στο Grid	Το λογισμικό λειτουργεί σε ένα περιβάλλον προσαρμοσμένο
Επεκτασιμότητα	Επεκτασιμότητα κόμβων και τοποθεσιών	Επεκτασιμότητα του υλικού, των κόμβων και των ιστοσελίδων
Αυτό διαχείριση	Δυνατότητες αναδιάρθρωσης	Δυνατότητες αναδιάρθρωσης, αυτοαποκατάστασης
Βαθμός Κεντροποιήσεις	Αποκεντρωμένος έλεγχος	Κεντρικός έλεγχος (μέχρι τώρα)
Ευχρηστία	Δύσκολο να διαχειριστεί	Φιλικότητα προς το χρήστη
Τυποποίηση	Τυποποίηση και διαλειτουργικότητα	Έλλειψη προτύπων για Διαλειτουργικότητα Cloud
Πρόσβαση Χρήστη	Διαφανή πρόσβαση για τον τελικό χρήστη	Διαφανή πρόσβαση για τον τελικό χρήστη
Μοντέλο Πληρωμή	Άκαμπτο	Ευέλικτο
Εγγύηση ποιότητας υπηρεσιών	Περιορισμένη στήριξη	Περιορισμένη υποστήριξη, επικεντρώθηκε σε διαθεσιμότητα και χρόνο λειτουργίας

(Vaquero, Rodero-Merino, Caceres, & Lindner, 2008)

Συμπεράσματα

Μέσα από την μικρή ανασκόπηση των grid και cloud computing, παρατηρούμε ότι τόσο το grid όσο και το cloud computing έχουν σκοπό να αποθηκεύουν δεδομένα και πληροφορίες σε ένα τρίτο πάροχο, έτσι ώστε οι χρήστες να έχουν απεριόριστη πρόσβαση σε δεδομένα και υπηρεσίες, εύκολα και γρήγορα μέσω του διαδικτύου.

Το πλεονέκτημα αυτών των δικτύων είναι ότι μειώνουν το κόστος, αφού επιστήμονες και επιχειρήσεις δεν χρειάζεται να αγοράσουν εξοπλισμό (έτσι ώστε να δημιουργούν τοπικές βάσεις δεδομένων) και δεν υπάρχει το κόστος συντήρησης, αφού το αναλαμβάνουν οι παρόχοι που προσφέρουν αυτές των ειδών υπηρεσίες.

Με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας οδηγηθήκαμε από το grid προς το cloud computing, όμως ποιό είναι το μέλλον του cloud; Προβλέπεται πως το cloud computing θα βρίσκεται ανάμεσα μας για τουλάχιστον ακόμη 5- 10 χρόνια, όπου μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις θα το υιοθετήσουν στο δυναμικό τους. Το cloud computing, όπως φαίνεται και από τις εφαρμογές πιο πάνω, άρχισε να γίνεται ένα ισχυρό εργαλείο, όπου τόσο οι επιχειρήσεις, όσο και στο κόσμο της επιστήμης, άρχισαν να το χρησιμοποιούν για να ξεπεράσουν τρέχοντα προβλήματα και δυσκολίες που δεν μπορούσαν να λυθούν μέχρι τώρα. Το grid και cloud computing μας οδήγησαν προς νέους ορίζοντες και με την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας θα συνεχίσουν να μας αλλάζουν τις ζωές.

Βιβλιογραφία (References)

- Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A. (Επιμ.). (2011). *Cloud Computing: Principles and Paradigms*. Ανακτήθηκε από <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470940105>
- Cloud computing. (2012, Δεκέμβριος 16). Στο *Wikipedia, the Free Encyclopedia*. Ανακτήθηκε από http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cloud_computing&oldid=528275187
- Cloud Computing Pay-Per-Use for On-Demand Scalability. (χ.χ.). *Cloud*. Ανακτήθηκε από <http://www.grid.org.il/?CategoryID=225&ArticleID=396>
- Cody, E., Sharman, R., Rao, R. H., & Upadhyaya, S. (2008). Security in grid computing: A review and synthesis. *Decision Support Systems*, 44(4), 749–764.
doi:10.1016/j.dss.2007.09.007
- Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., & Lu, S. (2008). Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared. Στο *Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08* (σφ 1–10). Παρουσιάστηκε στο Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08.
doi:10.1109/GCE.2008.4738445
- Grid computing. (2012, Δεκέμβριος 15). Στο *Wikipedia, the Free Encyclopedia*. Ανακτήθηκε από http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Grid_computing&oldid=527506147
- Heger, D. A. (2006). An Introduction to Grid Technology – Vision, Architecture, & Terminology. Στο *CMG-CONFERENCE-* (Τ. 2, σ 603). Ανακτήθηκε από http://209.197.108.146/docs/whitepapers/Grid_CMG.pdf
- Kim, W. (2009). cloud computing: Today and Tomorrow. *Journal of object technology*, 8(1), 65–72.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). NIST Cloud Computing Reference Architecture. *NIST Special Publication*, 500, 292.
- Pieri, E. (2009). Sociology of expectation and the e-social science agenda. *Information, Communication & Society*, 12(7), 1103–1118.
- The Digipede Network. (2012). Ανακτήθηκε από <http://www.digipede.net/products/digipede-network.html>
- Το υπολογιστικό νέφος ως εργαλείο στα χέρια των ερευνητών. (χ.χ.). Ανακτήθηκε από <http://www.protothema.gr/technology/article/?aid=228495>

- Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., & Lindner, M. (2008). A break in the clouds: towards a cloud definition. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39(1), 50–55.
- Velte, A., Velte, T. J., & Elsenpeter, R. (2010). *Cloud computing: Μια πρακτική προσέγγιση*. Αθήνα: . Μ.Γκιουρδας.
- VENUS-C: μια πρωτοποριακή cloud υποδομή για την Έρευνα και την Καινοτομία με επίκεντρο τον χρήστη. (2012). Ανακτήθηκε από <http://www.microsoft.com/hellas/presspass/news/october-08-2012.aspx>
- Γεώργιος Κακουρας. (2006, Νοέμβριος). *Οικονομικά Μοντέλα Διαχείρισης Πόρων σε Υπολογιστικά Πλέγματα (Grid)*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Ανακτήθηκε από http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2006-0267/DT2006-0267.pdf
- ΘΑΝΑΣΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ. (2011). *Συγκριτική μελέτη μεθόδων αναζήτησης υπολογιστικών πόρων στο υπολογιστικό πλέγμα*. Ανωτερο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Λάρισα. Ανακτήθηκε από http://ifestos.teilar.gr/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=56
- Ιγνάτιος Νανίδης. (χ.χ.). *Μηχανισμοί Ασφάλειας σε υπολογιστικά πλέγματα*. Ανωτερο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Κρήτη. Ανακτήθηκε από <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/hlk/2010/NanidisIgnatios/attached-document-1277120986-898825-21673/2010nanidis.pdf>
- ΙΩΑΝΝΗΣ ΝΙΚΟΛΕΝΤΖΟΣ. (2011, Ιούλιος). *Εφαρμογή στο Πλέγμα με Υπηρεσίες Ιστού*. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα. Ανακτήθηκε από http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4691/1/nimertis_nikolentzos.pdf
- Κωνσταντίνος Μ. Γιώτης. (2011, Ιούλιος). *Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Μηχανισμών Διαχείρισης και Παραμετροποίησης Εικονικών Συσκευών Δικτύωσης*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Νέα υπηρεσία δωρεάν αποθήκευσης δεδομένων στο υπολογιστικό νέφος. (χ.χ.). *Xanthi Press*. Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 16, 2012, από <http://www.xanthipress.gr/index.php/tecnologia/diakiktyo/13458-nea-yphresia-dwrean-apothikeushs-dedomenvn-sto-ypologistiko-nefos>
- Παπαδάτος, Αλέξανδρος. (2011, Μάρτιος). *Υπολογιστικά Πλέγματα και Εφαρμογες*. Ανωτερο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Κρήτη.

Πηνελόπη Βαφοπούλου. (2012). *Κινδύνοι και Ρίσκα Ασφάλειας στο Cloud Computing*. Ανωτερο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Λάρισα.

Συμμετοχή Ελλάδας – Κύπρου ανάμεσα σε 15 πιλοτικές εφαρμογές στο ερευνητικό έργο VENUS-C. (2012, Ιούλιος 15). Ανακτήθηκε από <http://www.zougla.gr/technology/article/simetoxi-eladas--kiprou-anamesa-se-15-pilotikes-efarmoges-sto-erevnitiko-ergo-venus-c>

Σχήματα

Σχήμα 1: Wilkinson, D. B., & Ferner, D. C. (2004). Grid Computing. Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 16, 2012, από http://www.it.uom.gr/teaching/unc_charlottePPG/grid.htm

Σχήμα 2: Heger, D. A. (2006). An Introduction to Grid Technology – Vision, Architecture, & Terminology. Στο *CMG-CONFERENCE-* (Τ. 2, σ 603). Ανακτήθηκε από http://209.197.108.146/docs/whitepapers/Grid_CMG.pdf

Σχήμα 3: ITER. (χ.χ.). Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 16, 2012, από http://tempest.das.ucdavis.edu/pdg/ITER_Website/ITER.htm

Σχήμα 4: The Digipede Network. (2012). Ανακτήθηκε από <http://www.digipede.net/products/digipede-network.html>

Σχήμα 5: Cloud Services. (2013). Ανακτήθηκε από <http://www.synergy.gs/Solutions/CloudServices/>

Σχήμα 6: Shum, A. (2012). A Measured Approach To Cloud Computing: Capacity Planning and Performance Assurance. Ανακτήθηκε από http://www.bsmreview.com/bsm_cloudcomputing.shtml

Σχήμα 7: The Evolution of Enterprise Infrastructure as a Service (IaaS). (2010). Ανακτήθηκε από <http://www.attenda.net/e-zines/partners/100910/partner-sub1-Cloud-0910.asp>