

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Εισαγωγή στο ARIS

Κυριάκος Γκίνης

GRNET

kyrginis [at] grnet.gr

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4
 - 14 κόμβοι υπηρεσιών IBM x3650 M4

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4
 - 14 κόμβοι υπηρεσιών IBM x3650 M4
 - Λειτουργικό σύστημα Red Hat Enterprise Linux 6

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4
 - 14 κόμβοι υπηρεσιών IBM x3650 M4
 - Λειτουργικό σύστημα Red Hat Enterprise Linux 6
 - Σύστημα αρχείων IBM GPFS

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4
 - 14 κόμβοι υπηρεσιών IBM x3650 M4
 - Λειτουργικό σύστημα Red Hat Enterprise Linux 6
 - Σύστημα αρχείων IBM GPFS
 - Δίκτυο διασύνδεσης Infiniband 56 Gbps

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4
 - 14 κόμβοι υπηρεσιών IBM x3650 M4
 - Λειτουργικό σύστημα Red Hat Enterprise Linux 6
 - Σύστημα αρχείων IBM GPFS
 - Δίκτυο διασύνδεσης Infiniband 56 Gbps
 - Βοηθητικό δίκτυο Gigabit Ethernet

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4
 - 14 κόμβοι υπηρεσιών IBM x3650 M4
 - Λειτουργικό σύστημα Red Hat Enterprise Linux 6
 - Σύστημα αρχείων IBM GPFS
 - Δίκτυο διασύνδεσης Infiniband 56 Gbps
 - Βοηθητικό δίκτυο Gigabit Ethernet
 - Υπολογιστική ισχύς περίπου 180 TFlops

- Συνοπτική Παρουσίαση Συστήματος
 - 426 υπολογιστικοί κόμβοι IBM NeXtScale nx360 M4
 - 14 κόμβοι υπηρεσιών IBM x3650 M4
 - Λειτουργικό σύστημα Red Hat Enterprise Linux 6
 - Σύστημα αρχείων IBM GPFS
 - Δίκτυο διασύνδεσης Infiniband 56 Gbps
 - Βοηθητικό δίκτυο Gigabit Ethernet
 - Υπολογιστική ισχύς περίπου 180 TFlops
 - No. 468 στη λίστα Top 500 Ιουνίου 2015

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Υπολογιστικοί κόμβοι

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon E5-2680 v2 @ 2.80GHz ανά κόμβο

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon E5-2680 v2 @ 2.80GHz ανά κόμβο
 - Οικογένεια Ivy Bridge

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon E5-2680 v2 @ 2.80GHz ανά κόμβο
 - Οικογένεια Ivy Bridge
 - 10 πυρήνες ανά επεξεργαστή, 20 ανά κόμβο, 8520 συνολικά

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon E5-2680 v2 @ 2.80GHz ανά κόμβο
 - Οικογένεια Ivy Bridge
 - 10 πυρήνες ανά επεξεργαστή, 20 ανά κόμβο, 8520 συνολικά
 - 64 GB RAM, 8 RDIMMs των 8GB, 1866 MHz

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon E5-2680 v2 @ 2.80GHz ανά κόμβο
 - Οικογένεια Ivy Bridge
 - 10 πυρήνες ανά επεξεργαστή, 20 ανά κόμβο, 8520 συνολικά
 - 64 GB RAM, 8 RDIMMs των 8GB, 1866 MHz
 - 1 κάρτα Mellanox με 2 ports Infiniband FDR-14 56 Gbit/s

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon E5-2680 v2 @ 2.80GHz ανά κόμβο
 - Οικογένεια Ivy Bridge
 - 10 πυρήνες ανά επεξεργαστή, 20 ανά κόμβο, 8520 συνολικά
 - 64 GB RAM, 8 RDIMMs των 8GB, 1866 MHz
 - 1 κάρτα Mellanox με 2 ports Infiniband FDR-14 56 Gbit/s
 - 3 Ethernet ports (Gigabit Ethernet, Management και shared)

- Υπολογιστικοί κόμβοι
 - 426 IBM NeXtScale nx360 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon E5-2680 v2 @ 2.80GHz ανά κόμβο
 - Οικογένεια Ivy Bridge
 - 10 πυρήνες ανά επεξεργαστή, 20 ανά κόμβο, 8520 συνολικά
 - 64 GB RAM, 8 RDIMMs των 8GB, 1866 MHz
 - 1 κάρτα Mellanox με 2 ports Infiniband FDR-14 56 Gbit/s
 - 3 Ethernet ports (Gigabit Ethernet, Management και shared)
 - Δεν υπάρχει εσωτερικός δίσκος

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Υπολογιστικοί κόμβοι (enclosures front)



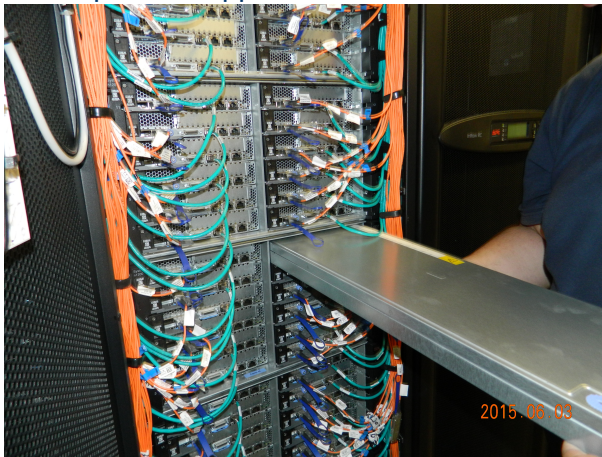
Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Υπολογιστικοί κόμβοι



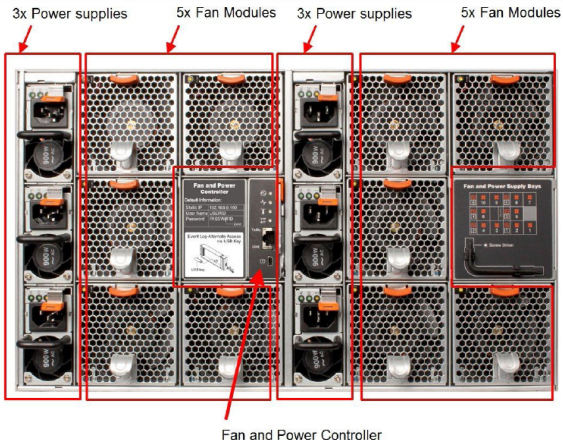
Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

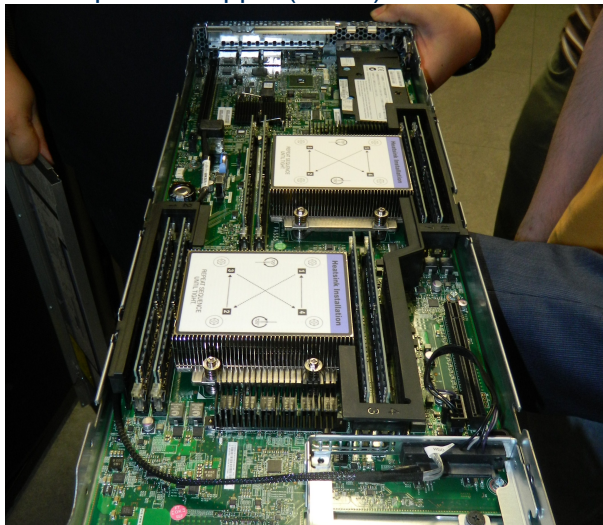
Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Υπολογιστικοί κόμβοι (enclosures rear)



Fan and Power Controller

Υπολογιστικοί κόμβοι (inside)



Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Κόμβοι υπηρεσιών

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Κόμβοι υπηρεσιών
 - 14 IBM x3650 M4

Εισαγωγή στο ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Κόμβοι υπηρεσιών
 - 14 IBM x3650 M4
 - 2 επεξεργαστές Intel Xeon CPU E5-2640 v2 @ 2.00GHz

Εισαγωγή στο ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

• Κόμβοι υπηρεσιών

- 14 IBM x3650 M4
- 2 επεξεργαστές Intel Xeon CPU E5-2640 v2 @ 2.00GHz
- 8 πυρήνες ανά επεξεργαστή

- Κόμβοι υπηρεσιών

- 14 IBM x3650 M4
- 2 επεξεργαστές Intel Xeon CPU E5-2640 v2 @ 2.00GHz
- 8 πυρήνες ανά επεξεργαστή
- 128 GB RAM, 8 RDIMMs των 16GB, 1600 MHz

- Κόμβοι υπηρεσιών

- 14 IBM x3650 M4
- 2 επεξεργαστές Intel Xeon CPU E5-2640 v2 @ 2.00GHz
- 8 πυρήνες ανά επεξεργαστή
- 128 GB RAM, 8 RDIMMs των 16GB, 1600 MHz
- 4 δίσκοι 600 GB SAS

● Κόμβοι υπηρεσιών

- 14 IBM x3650 M4
- 2 επεξεργαστές Intel Xeon CPU E5-2640 v2 @ 2.00GHz
- 8 πυρήνες ανά επεξεργαστή
- 128 GB RAM, 8 RDIMMs των 16GB, 1600 MHz
- 4 δίσκοι 600 GB SAS
- 1 κάρτα Mellanox με 2 ports Infiniband FDR-14 56 Gbps

● Κόμβοι υπηρεσιών

- 14 IBM x3650 M4
- 2 επεξεργαστές Intel Xeon CPU E5-2640 v2 @ 2.00GHz
- 8 πυρήνες ανά επεξεργαστή
- 128 GB RAM, 8 RDIMMs των 16GB, 1600 MHz
- 4 δίσκοι 600 GB SAS
- 1 κάρτα Mellanox με 2 ports Infiniband FDR-14 56 Gbps
- 4 Gigabit Ethernet ports

● Κόμβοι υπηρεσιών

- 14 IBM x3650 M4
- 2 επεξεργαστές Intel Xeon CPU E5-2640 v2 @ 2.00GHz
- 8 πυρήνες ανά επεξεργαστή
- 128 GB RAM, 8 RDIMMs των 16GB, 1600 MHz
- 4 δίσκοι 600 GB SAS
- 1 κάρτα Mellanox με 2 ports Infiniband FDR-14 56 Gbps
- 4 Gigabit Ethernet ports
- 2 ports 10 Gbps Ethernet

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Κόμβοι υπηρεσιών



Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Σύστημα αποθήκευσης (hardware)

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Σύστημα αποθήκευσης (hardware)
 - IBM GSS 26

Εισαγωγή στο ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Σύστημα αποθήκευσης (hardware)
 - IBM GSS 26
 - 348 δίσκοι 3 TB, 7200 RPM SAS

Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Σύστημα αποθήκευσης (hardware)
 - IBM GSS 26
 - 348 δίσκοι 3 TB, 7200 RPM SAS
 - RAID 6 Arrays (Solomon Reed 8+2p)

- Σύστημα αποθήκευσης (hardware)
 - IBM GSS 26
 - 348 δίσκοι 3 TB, 7200 RPM SAS
 - RAID 6 Arrays (Solomon Reed 8+2p)
 - Συνολικός χώρος 1 Petabyte

- Σύστημα αποθήκευσης (hardware)
 - IBM GSS 26
 - 348 δίσκοι 3 TB, 7200 RPM SAS
 - RAID 6 Arrays (Solomon Reed 8+2p)
 - Συνολικός χώρος 1 Petabyte
 - Αξιοποιήσιμος χώρος μετά το RAID, περίπου 700 TB

- Σύστημα αποθήκευσης (hardware)
 - IBM GSS 26
 - 348 δίσκοι 3 TB, 7200 RPM SAS
 - RAID 6 Arrays (Solomon Reed 8+2p)
 - Συνολικός χώρος 1 Petabyte
 - Αξιοποιήσιμος χώρος μετά το RAID, περίπου 700 TB
 - Επίδοση I/O περίπου 10 GB / sec

Εισαγωγή στο ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Σύστημα αποθήκευσης (disk enclosure)
- 6 enclosures, 5 συρτάρια σε κάθε enclosure, έως 12 δίσκοι σε κάθε συρτάρι



Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Σύστημα αρχείων GPFS
 - GPFS 4.1

- Σύστημα αρχείων GPFS
 - GPFS 4.1
 - Δύο filesystems : /users και /work

- Σύστημα αρχείων GPFS

- GPFS 4.1
- Δύο filesystems : /users και /work
- /users
 - Περίπου 250 TB
 - Applications
 - Home directories των χρηστών
 - Δεν πρέπει να εκτελούνται jobs στο Home
 - Μακροχρόνια αποθήκευση

- Σύστημα αρχείων GPFS

- GPFS 4.1

- Δύο filesystems : /users και /work

- /users

- Περίπου 250 TB
 - Applications
 - Home directories των χρηστών
 - Δεν πρέπει να εκτελούνται jobs στο Home
 - Μακροχρόνια αποθήκευση

- /work

- Περίπου 450 TB
 - Για κάθε χρήστη υπάρχει η μεταβλητή \$WORKDIR
 - Εδώ πρέπει να εκτελούνται τα jobs
 - Βραχυχρόνια αποθήκευση

- Δίκτυο διασύνδεσης Infiniband

- Mellanox SX6536 648-Port Infiniband Director Switch
- FDR 56 Gbits / sec
- Fat tree non-blocking mode
 - Fat tree: Για κάθε κόμβο του δέντρου (switch), ο αριθμός των συνδέσεων προς τα παιδιά ισούται με τον αριθμό των συνδέσεων προς τον πατέρα
 - Non-blocking : Αν χωρίσουμε τους κόμβους σε τυχαία ζεύγη, υπάρχουν αρκετές συνδέσεις ώστε κάθε ζεύγος να επικοινωνεί στη μέγιστη ταχύτητα

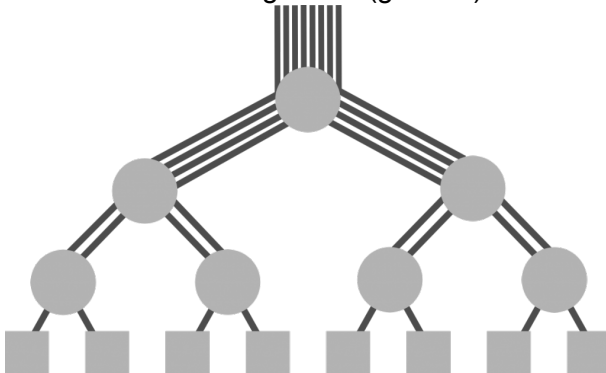
Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Fat tree non-blocking mode (generic)



Εισαγωγή στο
ARIS

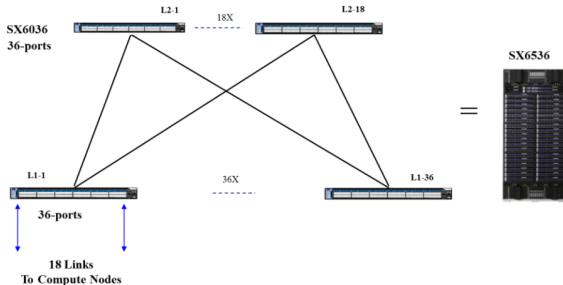
Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

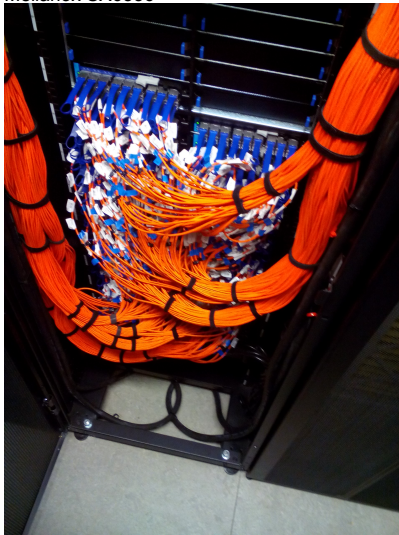
Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Fat tree non-blocking mode (mellanox SX6536)

Figure 9: 648-Node Fat-Tree Using Director or 1U Switches



Mellanox SX6536



Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνης

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

- Σύνδεση στο σύστημα

- Δύο από τους κόμβους υπηρεσιών έχουν διαμορφωθεί σε login nodes
- Πανομοιότυπη εγκατάσταση, κοινοί λογαριασμοί χρηστών, κοινή πρόσβαση στο GPFS (/users και /work)
- Διεύθυνση και για τους 2 login nodes:
login.aris.grnet.gr
- Σύνδεση με SSH (Secure Shell)
- Κρυπτογραφημένη σύνδεση ανάμεσα στον SSH client και τον SSH server

- Ταυτοποίηση χρήστη
 - password authentication
 - public key authentication
- Στο ARIS θα χρησιμοποιείται μόνο η δεύτερη μέθοδος
- Ζεύγος κλειδιών, public και private
- Το public ssh key αποθηκεύεται στον ssh server (login node στην περίπτωση μας) στο Home του χρήστη
- Το private ssh key βρίσκεται στον ssh client (π.χ. το laptop σας) και είναι **μυστικό!** Μόνο ο ιδιοκτήτης του πρέπει να έχει πρόσβαση σε αυτό.
- Το private ssh key μπορεί προαιρετικά να προστατεύεται με ένα passphrase

- Λογισμικό SSH Client

- Mac OS, Linux: OpenSSH, συνήθως υπάρχει εγκατεστημένο
 - **ssh** : SSH client, με αυτό θα συνδεθείτε
 - **ssh-keygen**: Δημιουργία, μετατροπή κλειδιών
 - **scp, sftp**: Μεταφορά αρχείων
- Windows: PuTTY (δωρεάν)
 - **PuTTY** : SSH client, με αυτό θα συνδεθείτε
 - **PuTTYgen** : Δημιουργία, μετατροπή κλειδιών
 - **PSCP, PSFTP** : Μεταφορά αρχείων
 - **putty-0.65-installer.exe** : Windows installer που εγκαθιστά όλα τα παραπάνω

- Δημιουργία ζεύγους ssh κλειδιών σε Mac OS, Linux
 - **ssh-keygen -t rsa -b 2048**
 - public key: `.ssh/id_rsa.pub`
 - private key: `.ssh/id_rsa`

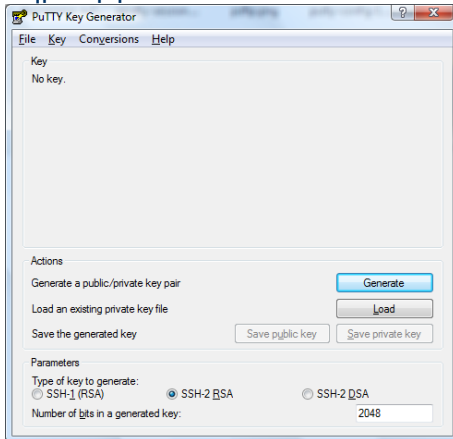
Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

Δημιουργία ssh κλειδιών σε Windows : PuTTYgen



- Μεταφορά αρχείων

- Γίνεται με την scp (Linux/Mac) ή το PSCP (Windows) ή το WinSCP (Windows)
- Παραδείγματα Linux / Mac :
- **scp myfile username@login.aris.grnet.gr:myfile**
- **scp -r mydir username@login.aris.grnet.gr:x**
- **scp username@login.aris.grnet.gr:myfile .**

- Μεταφορά αρχείων
 - Windows: PSCP
 - Δεν έχει GUI, εκτελείται από Command Prompt
 - Λειτουργεί όπως η scp, αλλά για να φορτώσει το κλειδί σας πρέπει να δώσετε επιπλέον το option "-load sessionname", με το όνομα του session από το PuTTY
 - **pscp.exe -load Aris myfile
username@login.aris.grnet.gr:myfile**
 - Windows: WinSCP
 - Φιλικότερο προς το χρήστη
 - Μπορεί να εισάγει τα sessions από το PuTTY

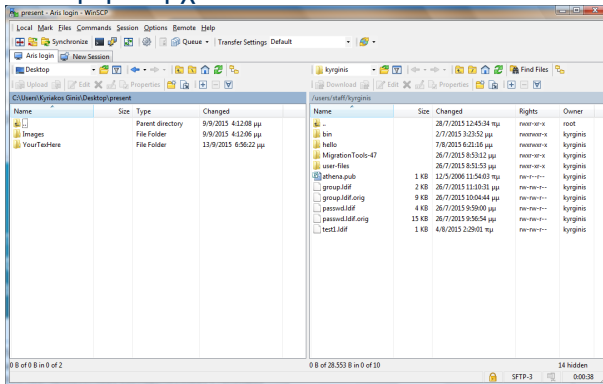
Εισαγωγή στο
ARIS

Κυριάκος
Γκίνη

Αρχιτεκτονική
Συστήματος

Τεχνικές
λεπτομέρειες
για την
σύνδεση στο
σύστημα,
μεταφορά
αρχείων

• Μεταφορά αρχείων από Windows: WinSCP



• Μεταφορά αρχείων

- Εναλλακτικά μπορεί να γίνει με την sftp (Linux/Mac) ή το PSFTP (Windows)
- Δουλεύει όπως το απλό ftp, αλλά με κρυπτογράφηση
- Linux / Mac
 - **sftp username@login.aris.grnet.gr**
 - ανέβασμα αρχείου προς το ARIS με την εντολή **put**
 - κατέβασμα αρχείου από το ARIS με την εντολή **get**
- Windows : PSFTP
 - Δεν έχει GUI, εκτελείται από Command Prompt
 - Λειτουργεί όπως η sftp, αλλά για να φορτώσει το κλειδί σας πρέπει να δώσετε επιπλέον το option "-load sessionname" με το όνομα του PuTTY session
 - Π.χ. **psftp.exe -load Aris**

- X Server for windows

- Χρήσιμος για εκτέλεση διάφορων εφαρμογών όπως profilers
- Xming X Server for Windows
- <http://sourceforge.net/projects/xming/>
- Για να δουλέψει, απαραίτητο να έχετε τσεκάρει το "Enable X11 forwarding" στο PuTTY
- Το Xming πρέπει να τρέχει στο Windows PC σας πριν ξεκινήσετε κάποια γραφική εφαρμογή στο login.aris.grnet.gr

- Τι χρειάζεται να μας στείλετε για να αποκτήσετε πρόσβαση στο ARIS
 - Επιθυμητό username
 - Το ssh public key σας
 - Η διεύθυνση ή οι διευθύνσεις IP από όπου θα συνδέεστε, ώστε να επιτραπεί η πρόσβαση στο firewall του ARIS
 - Παραδείγματα
 - Η IP του υπολογιστή σας στο εργαστήριο σας
 - Εναλλάκτικά αν δεν έχετε σταθερό IP, ολόκληρο το υποδίκτυο του εργαστηρίου σας
 - Οι IP διευθύνσεις του VPN service του ιδρύματος σας
 - Αν μας δώσετε υποδίκτυο, παρακαλούμε να είναι τουλάχιστον /24, , δηλαδή τουλάχιστον τα τρία πρώτα μέρη της IP να είναι σταθερά. Π.χ. 195.251.9.1 έως 195.251.9.254