

Μανώλης Κιαγιάς, MSc

Aiolos Project



Αρχικές Ρυθμίσεις SSH και εγκατάσταση OpenMPI

Χανιά, 2015

(C) 2014 Μανώλης Κιαγιάς, manolis@FreeBSD.org

Το παρόν έργο διατίθεται υπό τους όρους της Άδειας:



Αναφορά – Μη Εμπορική Χρήση – Παρόμοια Διανομή 3.0 Ελλάδα

Είναι Ελεύθερη:

Η Διανομή – Η αναπαραγωγή, διανομή, μετάδοση και παρουσίαση του Έργου σε κοινό

Υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:



Αναφορά Προέλευσης — Θα πρέπει να αναγνωρίσετε την προέλευση στο έργο σας με τον τρόπο που έχει ορίσει ο δημιουργός του ή το πρόσωπο που σας χορήγησε την άδεια (χωρίς όμως να αφήσετε να εννοηθεί ότι εγκρίνουν με οποιονδήποτε τρόπο εσάς ή τη χρήση του έργου από εσάς).



Μη Εμπορική Χρήση – Δεν μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτό το έργο για εμπορικούς σκοπούς.



Παρόμοια Διανομή — Αν αλλοιώσετε, τροποποιήσετε ή δημιουργήσετε κάποιο παράγωγο έργο το οποίο βασίζεται στο παρόν έργο, μπορείτε να διανείμετε το αποτέλεσμα μόνο με την ίδια ή παρόμοια με αυτή άδεια.

Με την κατανόηση ότι:

Αποποίηση – Οποιοσδήποτε από τις παραπάνω συνθήκες μπορούν να παρακαμφθούν αν πάρετε την άδεια του δημιουργού ή κατόχου των πνευματικών δικαιωμάτων.

Άλλα Δικαιώματα – Σε καμιά περίπτωση τα ακόλουθα δικαιώματα σας, δεν επηρεάζονται από την Άδεια:

- Η δίκαιη χρήση και αντιμετώπιση του έργου
- Τα ηθικά δικαιώματα του συγγραφέα
- Τα ενδεχόμενα επί του έργου δικαιώματα τρίτων προσώπων, σχετικά με τη χρήση του έργου, όπως για παράδειγμα η δημοσιότητα ή η ιδιωτικότητα.

Σημείωση – Για κάθε επαναχρησιμοποίηση ή διανομή, πρέπει να καταστήσετε σαφείς στους άλλους τους όρους της άδειας αυτού του Έργου. Ο καλύτερος τρόπος να το πράξετε αυτό, είναι να δημιουργήσετε ένα σύνδεσμο με το διαδικτυακό τόπο της παρούσας άδειας:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/gr/>

Διορθώσεις, παρατηρήσεις, σχόλια: manolis@FreeBSD.org

Βοήθεια - επικοινωνία – ανακοινώσεις για το Aiolos Project:

<http://aiolos.freebsdworld.gr>

Facebook page:

<http://www.facebook.com/acproject>

Επιπλέον σημειώσεις χρήσης UNIX:

<http://www.freebsdworld.gr/diktia/UNIX/unix.pdf>

Λειτουργία ενός Beowulf Cluster

Σε μια απλουστευμένη παρουσίαση, ένα Beowulf cluster έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- Το cluster αποτελείται από ένα κόμβο ελέγχου (master node) και ένα αριθμό από υπολογιστές που εκτελούν τα χρήσιμα προγράμματα / προγράμματα υπολογισμών (compute ή slave nodes)
- Η λειτουργία του cluster βασίζεται στην ταυτόχρονη εκτέλεση σε όλα τα nodes του ίδιου προγράμματος υπολογισμών.
- Το πρόγραμμα που εκτελούμε είναι φτιαγμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να αναγνωρίζει αν εκτελείται στο master node ή σε κάποιο slave node
- Αν το πρόγραμμα εκτελείται στο master node, εκτελείται το κομμάτι του που αναλαμβάνει να συλλέξει αποτελέσματα από τα slave nodes.
- Αν το πρόγραμμα εκτελείται σε slave node αναλαμβάνει ένα κομμάτι των υπολογισμών. Το ποιο κομμάτι ακριβώς μπορεί να προκύψει σε συνεννόηση είτε με το master node είτε με τα υπόλοιπα slave nodes.
- Ανά πάσα στιγμή είναι γνωστό στο master node (και στα slave αν χρειάζεται) πόσα είναι τα μηχανήματα που συμμετέχουν στο cluster.

Προϋπόθεση για τα παραπάνω είναι να μπορούμε να ξεκινήσουμε το πρόγραμμα με εύκολο τρόπο και **ταυτόχρονα** στο master και σε όλα τα slave nodes.

Για το σκοπό αυτό απαιτούνται τα παρακάτω:

- Το ίδιο το πρόγραμμα σαν αρχείο (εκτελέσιμο) να βρίσκεται σε όλα τα nodes. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε αντιγράφοντας το στο δίσκο του κάθε node, είτε (συνηθέστερα) χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα διαμοιρασμού του δικτύου ώστε να είναι αποθηκευμένο σε ένα κεντρικό σημείο στο οποίο να έχουν πρόσβαση ανάγνωσης όλα τα μηχανήματα του cluster. (Τυπικά στο δίσκο του master node)

- Να μπορούμε να ξεκινήσουμε την εκτέλεση του προγράμματος στο master node και αυτόματα / ταυτόχρονα να ξεκινήσει στο slave node.
- Μετά την εκκίνηση του προγράμματος, να μπορούν τα nodes να ανταλλάσσουν μηνύματα μεταξύ τους και με το master node.

Για να φέρουμε σε πέρας τα παραπάνω, χρειαζόμαστε:

- Να ρυθμίσουμε κατάλληλα το δίκτυο ώστε να γίνεται διαμοιρασμός αρχείων και να ορίσουμε ένα κατάλογο στο master node (που θα περιέχει το πρόγραμμα) ως κοινόχρηστο. Σε όλα τα slave nodes θα πρέπει να γίνεται προσάρτηση αυτού του καταλόγου κατά την εκκίνηση ώστε το πρόγραμμα να είναι άμεσα διαθέσιμο.
- Τα προγράμματα που είναι φτιαγμένα για παράλληλη εκτέλεση σε πολλά χωριστά μηχανήματα, δημιουργούνται με συγκεκριμένο τρόπο καθώς πρέπει μεταξύ άλλων να:

- Γνωρίζουν σε ποιο μηχάνημα εκτελούνται
- Πόσο είναι το πλήθος των μηχανημάτων
- Αν εκτελούνται σε slave ή master node
- Να μπορούν να ανταλλάσσουν μηνύματα μεταξύ τους.

Για το σκοπό αυτό τα προγράμματα ενός Beowulf cluster χρησιμοποιούν ειδικές βιβλιοθήκες που έχουν δημιουργηθεί ειδικά για αυτό το σκοπό. Μια τέτοια βιβλιοθήκη είναι το OpenMPI (MPI = Message Passing Interface, ή Διεπαφή Ανταλλαγής Μηνυμάτων) το οποίο και θα πρέπει να εγκαταστήσουμε σε κάθε node του cluster

- Ακόμα και με το MPI εγκατεστημένο, δεν είμαστε ακόμα έτοιμοι να ξεκινήσουμε την εκτέλεση του προγράμματος: Κάθε πρόγραμμα στο UNIX το τρέχει ένας συγκεκριμένος χρήστης και ενώ στο master node θα συνδεθούμε εμείς άμεσα και θα το εκτελέσουμε, στα slave nodes (που δεν υπάρχει πληκτρολόγιο και οθόνη) δεν είναι συνδεδεμένος κανείς.

Για να γίνει εκτέλεση του προγράμματος στα nodes είναι απαραίτητο να ρυθμίσουμε την υπηρεσία SSH. Η υπηρεσία SSH μας επιτρέπει να αποκτήσουμε απομακρυσμένη πρόσβαση σε ένα μηχάνημα και να δώσουμε εντολές στο τερματικό σαν να βρισκόμασταν μπροστά του. Μπορεί φυσικά να χρησιμοποιηθεί και για να στείλουμε εντολές σε ένα μηχάνημα το οποίο δεν διαθέτει πληκτρολόγιο και οθόνη, όπως ακριβώς τα slave nodes.

Στην πραγματικότητα θα ρυθμίσουμε το SSH με τέτοιο τρόπο ώστε:

- Θα εκτελούμε το πρόγραμμα στο master node
- Το MPI θα συνδέεται μέσω του SSH στα slave nodes και θα εκτελεί το ίδιο πρόγραμμα ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας το ίδιο όνομα/λογαριασμό χρήστη που έχουμε και στο master node.

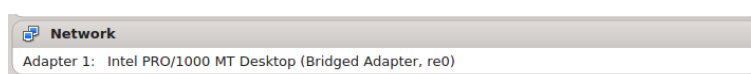
Σημειώστε εδώ ότι φυσικά η υπηρεσία SSH απαιτεί να διαθέτουμε όνομα χρήστη και κωδικό για να συνδεθούμε σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι θα χρησιμοποιήσουμε τα ίδια ονόματα / κωδικούς σε όλα τα μηχανήματα του cluster.

Αν προσπαθήσετε να συνδεθείτε μέσω SSH στο εικονικό μηχάνημα που δημιουργήσατε στην αρχική εγκατάσταση, ερωτηθείτε για όνομα χρήστη και κωδικό. Θα πρέπει να κάνουμε κατάλληλες ρυθμίσεις στο SSH ώστε το MPI να μπορεί να συνδέεται αυτόματα χωρίς αυτές τις ερωτήσεις!

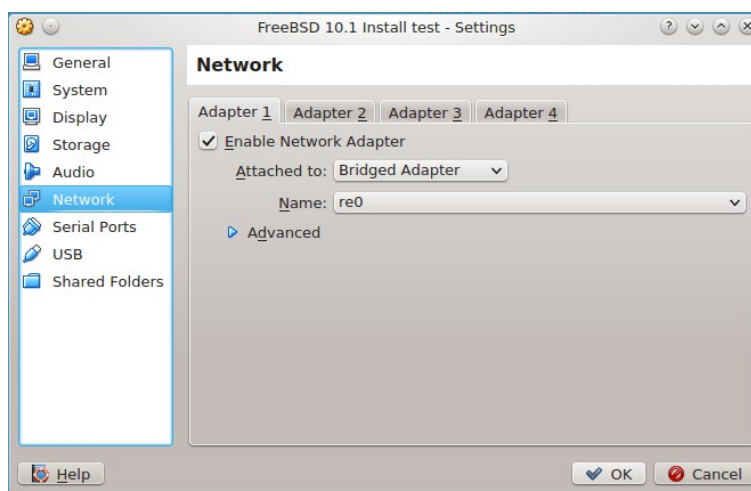
Δοκιμή της Υπηρεσίας SSH

Πριν συνεχίσουμε με τη ρύθμιση του SSH, θα δούμε πως μπορούμε να συνδεθούμε στο μηχάνημα μας μέσω του SSH, χειροκίνητα.

Για το σκοπό αυτό ξεκινήστε το VirtualBox, βρείτε το μηχάνημα σας και πριν το ξεκινήσετε πιέστε στην επιλογή Network:



Βεβαιωθείτε ότι έχετε βάλει τη ρύθμιση “Bridged Adapter” στην κάρτα δικτύου, όπως φαίνεται παρακάτω:



Ξεκινήστε το μηχάνημα σας. Στην προτροπή login, κάντε είσοδο ως user και γράψτε την εντολή:

\$ ifconfig

```
19:28:27 user@beastiebox:~$ ifconfig
em0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
options=9b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,VLAN_HWTAGGING,VLAN_HWCSUM>
ether 08:00:27:8b:07:f1
inet 192.168.0.179 netmask 0xfffff00 broadcast 192.168.0.255
nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
status: active
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> metric 0 mtu 16384
options=600003<RXCSUM,TXCSUM,RXCSUM_IPV6,TXCSUM_IPV6>
inet6 ::1 prefixlen 128
inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x2
inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
nd6 options=21<PERFORMNUD,AUTO_LINKLOCAL>
```

Από αυτή την εικόνα μας ενδιαφέρει να βρούμε την διεύθυνση IP του μηχανήματος. Αυτή έχει δοθεί αυτόματα (για την ώρα, γιατί στο πραγματικό cluster θα βάλουμε στατικές διευθύνσεις). Μπορείτε να την εντοπίσετε;

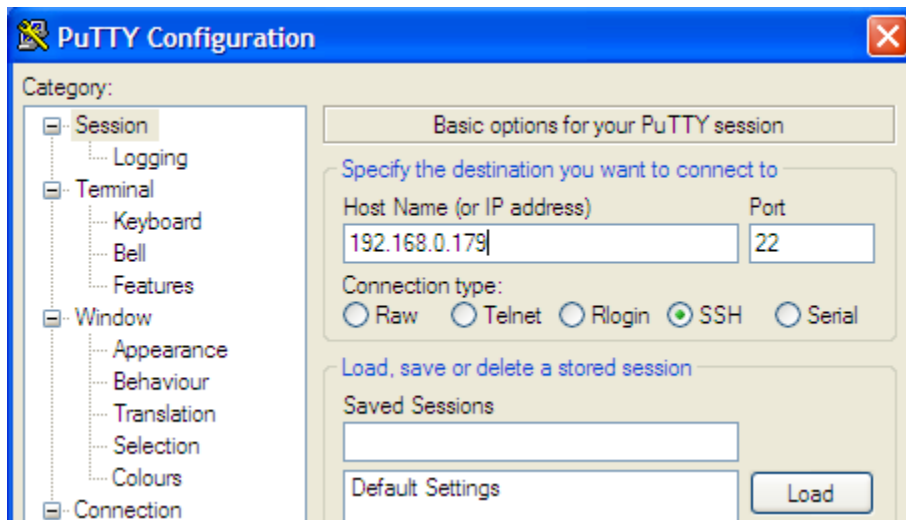
Στο μηχάνημα μας είναι 192.168.0.179. Στο δικό σας θα είναι **σίγουρα** διαφορετική. Σημειώστε αυτή τη διεύθυνση.

Στα Windows τώρα, κατεβάστε το πρόγραμμα που λέγεται putty:

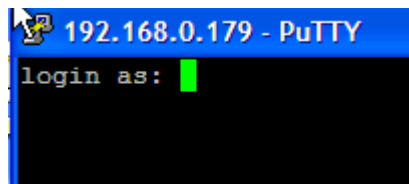
Σελίδα: <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>

Απευθείας σύνδεσμος: <http://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/x86/putty.exe>

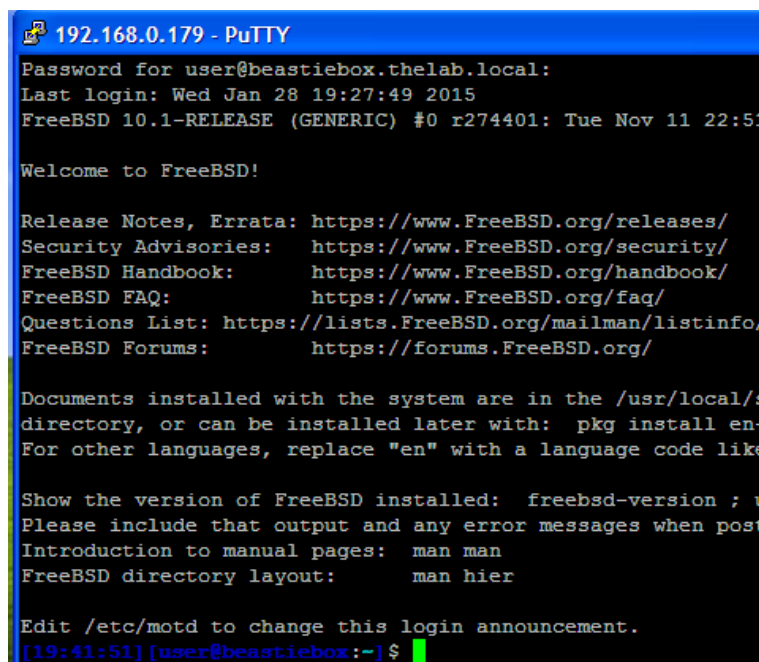
Το πρόγραμμα αυτό μας επιτρέπει να συνδεθούμε μέσω SSH από τα Windows σε ένα UNIX σύστημα. Το πρόγραμμα δεν χρειάζεται εγκατάσταση. Απλά εκτελέστε το και θα δείτε:



Στη διεύθυνση (Host Name or IP address) γράψτε τον αριθμό που σημειώσατε προηγουμένως. Πιέστε το πλήκτρο Open και Yes στο Security Alert που θα εμφανιστεί. Θα δείτε την παρακάτω οθόνη:



Γράψτε user, πιέστε Enter και γράψτε τον (φοβερό....) κωδικό σας. Θα συνδεθείτε στο μηχάνημα σας!



Ξέρουμε έτσι ότι το SSH δουλεύει, αυτό όμως δεν είναι αρκετό! Γιατί όπως είπαμε θα πρέπει να το

φτιάξουμε να λειτουργεί χωρίς να ζητάει όνομα χρήστη και κωδικό.

Δημιουργία Κλειδιών για το SSH

Για να μπορεί το SSH να λειτουργεί χωρίς να ζητάει όνομα χρήστη και κωδικό, θα πρέπει να δημιουργήσουμε ένα ζεύγος κλειδιών. Τα κλειδιά είναι αρχεία με κρυπτογραφημένες πληροφορίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την πιστοποίηση του χρήστη χωρίς να απαιτείται να δοθεί κωδικός.

Όπως είστε συνδεδεμένος ως user, δώστε την παρακάτω εντολή:

```
$ ssh-keygen -t rsa
```

Θα σας ζητηθούν διάφορες παράμετροι, αλλά απλά πατήστε Enter για να δεχθείτε τις προεπιλογές. Μη δώσετε τίποτα για passphrase όταν σας ζητηθεί!

```
[19:41:51][user@beastiebox:~]$ ssh-keygen -t rsa
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/home/user/.ssh/id_rsa):
Created directory '/home/user/.ssh'.
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in /home/user/.ssh/id_rsa.
Your public key has been saved in /home/user/.ssh/id_rsa.pub.
The key fingerprint is:
06:32:dc:1e:73:39:16:91:38:1d:76:34:b1:8d:5d:54 user@beastiebox.thelab.local
The key's randomart image is:
+--[ RSA 2048 ]-----+
|          o==. .o.E|
|       . .o.o+ * .|
|      + =. = o o|
|      + * .|
|      . S|
|      .|
+-----+
[19:48:31][user@beastiebox:~]$
```

Αμέσως μετά γράψτε τις παρακάτω εντολές:

```
$ cd .ssh
```

```
$ cp id_rsa.pub authorized_keys
```

Ο κατάλογος .ssh που δημιουργήθηκε θα πρέπει να αντιγραφεί σε όλα τα μηχανήματα του cluster ως έχει. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω του ίδιου του SSH (!) και θα το δούμε σε επόμενες σημειώσεις.

Σημειώστε ότι τα κλειδιά που φτιάξαμε μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για αυτοματοποιημένη σύνδεση μέσω του προγράμματος Putty. Αυτό όμως δεν είναι κάτι που μας ενδιαφέρει άμεσα (αλλά μπορείτε αν θέλετε να το ψάξετε).

Εγκατάσταση της Βιβλιοθήκης OpenMPI

Η εγκατάσταση της βιβλιοθήκης OpenMPI είναι πολύ απλή. Αποσυνδεθείτε από το λογαριασμό χρήστη και συνδεθείτε με το λογαριασμό root. Γράψτε την παρακάτω εντολή:

```
# pkg install openmpi
```

Θα δείτε κάτι σαν το παρακάτω:

```
root@beastiebox:~ # pkg install openmpi
Updating FreeBSD repository catalogue...
FreeBSD repository is up-to-date.
All repositories are up-to-date.
The following 11 packages will be affected (of 0 checked):
```

New packages to be INSTALLED:

```
openmpi: 1.8.4
gcc: 4.8.4
mpfr: 3.1.2_2
mpc: 1.0.2_1
gcc-ecj: 4.5
binutils: 2.25
libltdl: 2.4.2.418
hwloc: 1.9_1
libxml2: 2.9.2_2
libpciaccess: 0.13.2_2
pciids: 20150117
```

The process will require 306 MB more space.
72 MB to be downloaded.

Proceed with this action? [y/N]:

Όπου φυσικά απαντάτε με Y για να γίνει η εγκατάσταση.

Στις επόμενες οδηγίες που θα λάβετε:

- Πως θα φτιάξετε δίκτυο μεταξύ των μηχανημάτων και κοινόχρηστο κατάλογο για το πρόγραμμα
- Δοκιμή της αυτοματοποιημένης σύνδεσης SSH
- Εγκατάσταση βιβλιοθήκης MPI για τη γλώσσα Python
- Δοκιμή σε πλήρες εικονικό Cluster!

Για να κατανοήσετε καλύτερα το πως και το γιατί αυτού του οδηγού, πρέπει να διαβάσετε το FreeBSD Handbook:

Αγγλική Έκδοση:

<http://www.freebsd.org/doc/en/books/handbook/>

Ελληνική Έκδοση:

<http://www.freebsd.org/doc/el/books/handbook/>