



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

---

## **Συστήματα Παράλληλης και Κατανεμημένης Επεξεργασίας**

**Ενότητα:** ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ Νο:02

Δρ. Μηνάς Δασυγένης

[mdasyg@ieee.org](mailto:mdasyg@ieee.org)

**Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών**

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

<http://arch.icte.uowm.gr/mdasyg>

---

## Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



## Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

## Περιεχόμενα

|  |   |
|--|---|
| 1. Σκοπός της άσκησης.....   | 4 |
| 2. Παραδοτέα .....   | 4 |
| 3. Κατασκευή του πρώτου προγράμματος σε OpenMPI .....                    | 4 |
| 4. Εκτέλεση σε πολλούς κόμβους .....                                     | 5 |
| 5. Κατασκευή ενός κοινού συστήματος αρχείων για τη συστοιχία (NFS) ..... | 7 |

## 1. Σκοπός της άσκησης

- Γνωριμία με τις βασικές συναρτήσεις αρχικοποίησης και τερματισμού του OpenMPI.
- Εκτύπωση της τάξης και του μεγέθους του Communicator.
- Δημιουργία NFS κοινού συστήματος αρχείων..

## 2. Παραδοτέα

(A) 4 ερωτήσεις (προαιρετικά 8 ερωτήσεις)

(C) 4 ασκήσεις (προαιρετικά: 7 ασκήσεις)

## 3. Κατασκευή του πρώτου προγράμματος σε OpenMPI

1. Συνδεθείτε ~~ως χρήστης openuser (ou=openuser μετά το login) αν έχετε δικό σας VPS~~ ή με την ακαδημαϊκή σας ταυτότητα.
2. Κατασκευάστε το αρχείο **hello.c** το οποίο είναι το πρόγραμμα που εκτυπώνει το μήνυμα Hello world.
3. Προσθέστε τις συναρτήσεις αρχικοποίησης του OpenMPI και κάντε το compile, ορίζοντας την έξοδο (χρησιμοποιώντας την παράμετρο **-o**. Ο κατάλογος **~/lab** έχει δημιουργηθεί στο προηγούμενο εργαστήριο) στο αρχείο **~/lab/hello**
4. Εκτελέστε το hello χρησιμοποιώντας το **mpirun**.
5. Βρείτε από τη σελίδα βοήθειας του mpirun (*man mpirun*) τη σημασία της παραμέτρου **-n**. \_\_\_\_\_ (A1)
6. Εκτελέστε το hello χρησιμοποιώντας την παράμετρο **-n 5** (C1 screenshot μετά την εκτέλεση).
7. Αντιγράψτε το αρχείο **hello.c** στο αρχείο **c2.c** χρησιμοποιώντας την εντολή **cp**.  
Δώστε ακριβώς την εντολή που χρησιμοποιήσατε \_\_\_\_\_ (A2)
8. Τροποποιήστε το αρχείο **c2.c**, ώστε να εκτυπώνει την τάξη (rank), δηλαδή τον αριθμό της διεργασίας που έχει, ύστερα από το μήνυμα hello world. Να χρησιμοποιήσετε την printf. Να οριστεί η έξοδος του μεταγλωττισμένου αρχείου στο **~/lab/c2**. \_\_\_\_\_ (C2 αρχείο).
9. Να εκτελέσετε με το mpirun το c2. Μια τυπική έξοδος θα είναι: **"Hello world. My rank is 0!"**
10. Να εκτελέσετε με την παράμετρο **-n 5** στο mpirun το c2.
11. Αντιγράψτε το αρχείο **c2.c** στο αρχείο **c3.c** χρησιμοποιώντας την εντολή **cp**.
12. Τροποποιήστε το αρχείο **c3.c** ώστε να εκτυπώνει μετά την τάξη και το συνολικό αριθμό των διεργασιών που ανήκουν στο communicator. Να χρησιμοποιήσετε την printf. Να οριστεί η έξοδος του μεταγλωττισμένου αρχείου στο **~/lab/c3** \_\_\_\_\_ (C3 αρχείο)
13. Να εκτελέσετε με το mpirun το c3. Μια τυπική έξοδος θα είναι:

- "Hello world. My rank is 0 and size of communicator is 1!"
14. Να εκτελέσετε με την παράμετρο -n 5 στο mpiun το c3.
15. Εκτελέστε με την παράμετρο -n 15 στο mpiun το c3 και παρατηρήστε κατά πόσο οι διεργασίες εκτυπώνουν τα μηνύματα τάξης (*rank*) με τη σειρά. Αν δεν είναι εμφανίζεται η αναμενόμενη σειρά, που οφείλεται αυτό; \_\_\_\_\_ (A3)
16. Αντιγράψτε το αρχείο **c3.c** στο αρχείο **c4.c** χρησιμοποιώντας την εντολή **cp**.
17. Τροποποιήστε το αρχείο **c4.c** ώστε να εκτυπώνει στη δεύτερη γραμμή το πλήρες όνομα του κόμβου επεξεργασίας. Να χρησιμοποιήσετε την printf. Να οριστεί η έξοδος του μεταγλωττισμένου αρχείου στο ~/lab/c4\_\_\_\_\_ (C4 αρχείο)
18. Να εκτελέσετε με το mpiun το c4. Μια τυπική έξοδος θα είναι:  
"Hello world. My rank is 0 and size of communicator is 1!  
Processor Name: freebdvm-internal.bbcluster.gr"
19. Να εκτελέσετε με την παράμετρο -n 5 στο mpiun το hello4.
- Βρείτε την παράμετρο που ορίζει από το εγχειρίδιο χρήσης της εντολής mpiun σε ποιους υπολογιστές θα εκτελεστεί η εφαρμογή (να την έχετε υπόψιν για μελλοντικά εργαστήρια).
  - Από τη σελίδα βοήθειας του mpiun βρείτε την παράμετρο που ορίζει πόσες διεργασίες θα εκτελεί κάθε κόμβος (να την έχετε υπόψιν για μελλοντικά εργαστήρια).
  - Από τη σελίδα βοήθειας του mpiun βρείτε την παράμετρο που ορίζει πόσες διεργασίες θα εκτελεί κάθε κόμβος ανά slot (να την έχετε υπόψιν για μελλοντικά εργαστήρια).
  - Από τη σελίδα βοήθειας του mpiun βρείτε την παράμετρο που ορίζει ότι θα δημιουργείται μια διεργασία ανά κόμβο, οι οποίες θα δημιουργούνται σε round\_robin μορφή (να την έχετε υπόψιν για μελλοντικά εργαστήρια).
20. Να βρείτε με όποιο τρόπο μπορείτε, την τιμή του **MPI\_MAX\_PROCESSOR\_NAME**. Η τιμή αυτή ορίζεται μέσα στη βιβλιοθήκη του MPI. Να το βρείτε με 2 τρόπους:
- Μπορείτε να κατασκευάσετε είτε ένα μικρό πρόγραμμα στη C για να την εκτυπώσετε.
  - Να ψάξετε με την εντολή του unix **grep** μέσα στον κατάλογο **/usr/local/mpi/openmpi**
- (A4) Περιγράψτε τον τρόπο που το βρήκατε καθώς και την τιμή που έχει αυτή η σταθερά στον υπολογιστή σας.
- 

**Από το 2017 τα παρακάτω βήματα που αφορούν ρυθμίσεις σε προσωπικό VPS είναι προαιρετικά αφού η δυνατότητα εκτέλεσης σε πολλούς κόμβους επιτυγχάνεται μέσω της υποδομής MTL και της υποβολής εργασιών με το PBS. ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΝΕΤΑΙ ΑΥΤΟ ΤΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ.**

## 4. Εκτέλεση σε πολλούς κόμβους

21. Προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε την ταυτόχρονη εκτέλεση σε πολλαπλούς κόμβους, θα πρέπει να δημιουργήσουμε ομάδες. Ιδανικά όλοι οι κόμβοι του εργαστηρίου θα ανήκουν σε μια ομάδα (*εναλλακτικά μπορείτε να δημιουργήσετε πολλαπλές ομάδες με τουλάχιστον 5 κόμβους*). Προτείνεται η δημιουργία μιας μεγάλης ομάδας, αλλά σε περίπτωση που παρουσιαστούν προβλήματα λόγω κακής διαχείρισης ορισμένων κόμβων θα επαναληφθούν αυτά τα βήματα για δημιουργία μικρότερων ομάδων. Ειδικά για το εργαστήριο Νο 2 καλύτερα είναι να γίνουν μικρές ομάδες κόμβων για να υπάρχει καλύτερη επικοινωνία. Ένας κόμβος μπορεί να ανήκει σε διάφορες ομάδες, αν και προτιμότερο είναι να ανήκει σε μια μόνο. Επίσης, η ομάδα μπορεί να αλλάξει πολύ εύκολα σε επόμενα εργαστήρια.
22. Ο πρώτος φοιτητής μιας ομάδας που θα φτάσει σε αυτό το βήμα θα κατασκευάσει το αρχείο `~/lab/uowm-XXX-hosts` σύμφωνα με τις οδηγίες που βρίσκονται στην παρουσίαση MPI (*ο αριθμός XXX είναι ο αριθμός της ομάδας, αυθαίρετα επιλεγμένος*). Θα πρέπει να υπάρχουν τόσες γραμμές όσοι οι κόμβοι επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται σε αυτή την ομάδα. Για να βρεθούν τα FQDN των κόμβων θα πρέπει ο κάθε ιδιοκτήτης να ενημερώσει το φοιτητή που αναλαμβάνει αυτή την εργασία. Η επικοινωνία να γίνει μέσω του `eclass`, ώστε να ενημερώνεται για την πρόοδο και ο διδάσκοντας. Στη συνέχεια, το αρχείο αυτό θα σταλεί σε όλους τους φοιτητές που συμμετέχουν με τον κόμβο τους σε αυτή την ομάδα.
23. Από τη στιγμή που έχει ολοκληρωθεί πλήρως το 1ο εργαστήριο (*και ιδιαίτερα η εγκατάσταση των κλειδιών SSH*), ο `openuser` θα μπορεί να συνδέεται και να εκτελεί διεργασίες σε οποιοδήποτε υπολογιστή του κόμβου. Ο κάθε φοιτητής θα πρέπει να χρησιμοποιεί τα ίδια ονόματα αρχείων, μέσα στους ίδιους καταλόγους. Για παράδειγμα το αρχείο `~/lab/c2` αφορά το αρχείο `c2` μέσα στον κατάλογο `lab` που βρίσκεται στο `home directory` του χρήστη `openuser`. Όταν θέλουμε να γίνει εκτέλεση σε πολλαπλούς κόμβους, τότε συμβαίνει το εξής: Ο κόμβος μας συνδέεται σε κάποιον άλλο κόμβο και ξεκινάει την εκτέλεση του αρχείου που βρίσκεται με το ίδιο όνομα στην ίδια τοποθεσία. Αυτό σημαίνει ότι αν δεν υπάρχει π.χ. το αρχείο `~/lab/c2` σε ένα κόμβο, τότε αυτός ο κόμβος δε θα μπορεί να το εκτελέσει και θα συμβεί κάποιο σφάλμα. Επίσης, αν υπάρχει το αρχείο `~/lab/c2` αλλά κάνει κάτι διαφορετικό από το δικό μας, τότε θα εκτελεστεί αυτό, αλλά δε θα υπάρχει το ίδιο αποτέλεσμα. Αν βρείτε ότι κάποιος συμφοιτητής σας από την ομάδα δεν έχει κάποιο εκτελέσιμο αρχείο, μπορείτε να μεταφέρετε το εκτελέσιμο (*όχι τον πηγαίο κώδικα*) με την εντολή `scp` (*όπως έγινε στο 1ο εργαστήριο*) και στη συνέχεια με την εντολή `chmod 755 XXX` για να γίνει εκτελέσιμο το `XXX`. Όταν ο φοιτητής σας δημιουργήσει το δυαδικό αρχείο, τότε μπορεί να αντικαταστήσει το δικό σας εκτελέσιμο με το δικό του.
24. Βεβαιωθείτε ότι έχετε μεταγλωττίσει το αρχείο `c4.c` που είχατε κατασκευάσει προηγουμένως και το έχετε τοποθετήσει στον κατάλογο `~/lab/` με το όνομα `c4`.
25. Βρείτε την παράμετρο που ορίζει από το εγχειρίδιο χρήσης της εντολής `mpirun` σε ποιους υπολογιστές θα εκτελεστεί το `hello4`, επιλέξτε 2 κόμβους

επεξεργασίας και εκτελέστε. Μην ξεχάσετε να τοποθετήσετε την παράμετρο για το αρχείο που περιέχει όλους τους κόμβους. \_\_\_\_\_

**(A5 πλήρης γραμμή εντολής)**

26. Απομακρύνετε την εντολή που ορίζει σε ποιους μόνο υπολογιστές θα εκτελεστεί (αλλά να διατηρήσετε την παράμετρο που ορίζει το αρχείο με όλους τους κόμβους επεξεργασίας).

27. Από τη σελίδα βοήθειας του `mkdir` βρείτε την παράμετρο που ορίζει πόσες διεργασίες θα εκτελεί κάθε κόμβος και δοκιμάστε να εκτελέσετε σε όλους τους υπολογιστές της συστοιχίας το πρόγραμμα `hello4` για διαφορετικό αριθμό διεργασιών. Π.χ. 2, 4, 10, 30. \_\_\_\_\_

**(A6 πλήρης γραμμή εντολής),**

**(C5 screenshot εκτέλεσης για 30 διεργασίες)**

28. Από τη σελίδα βοήθειας του `mkdir` βρείτε την παράμετρο που ορίζει πόσες διεργασίες θα εκτελεί κάθε κόμβος ανά slot και δοκιμάστε να εκτελέσετε σε όλους τους υπολογιστές της συστοιχίας το πρόγραμμα `hello4` για διαφορετικό αριθμό διεργασιών. Π.χ. 2, 4, 10, 30. \_\_\_\_\_ **(A7 πλήρης γραμμή εντολής)**

29. Από τη σελίδα βοήθειας του `mkdir` βρείτε την παράμετρο που ορίζει ότι θα δημιουργείται μια διεργασία ανά κόμβο, οι οποίες θα δημιουργούνται σε `round_robin` μορφή και δοκιμάστε να εκτελέσετε σε όλους τους υπολογιστές της συστοιχίας το πρόγραμμα `hello` για διαφορετικό αριθμό διεργασιών. Π.χ. 2, 4, 10, 30 \_\_\_\_\_ **(A8 πλήρης γραμμή εντολής)**

## 5. Κατασκευή ενός κοινού συστήματος αρχείων για τη συστοιχία (NFS)

30. Το πρόβλημα που συναντήσαμε προηγουμένως ήταν ότι ένα εκτελέσιμο που είχαμε κατασκευάσει στο δικό μας κόμβο δε θα ήταν διαθέσιμο σε κάποιον άλλο κόμβο. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα θα δημιουργήσουμε μια περιοχή αρχείων που θα είναι κοινή σε όλους τους κόμβους. Αυτό σημαίνει ότι ένα εκτελέσιμο που τοποθετείται σε αυτή τη περιοχή θα είναι άμεσα διαθέσιμο σε όλους τους κόμβους της συστοιχίας. Για να γίνει αυτό θα χρησιμοποιήσουμε το σύστημα αρχείων NFS (*Network File System*).

31. Στο NFS υπάρχει ένας κεντρικός διακομιστής αρχείων (*server*) και οι κόμβοι που συνδέονται σε αυτόν. Για τους σκοπούς του εργαστηρίου έχει κατασκευαστεί ήδη ένας NFS Server, οπότε πρέπει να ρυθμίσετε τον κόμβο σας να συνδεθεί ως πελάτης (*client*) στο server.

32. Δημιουργήστε τον κατάλογο `/lab` (προσοχή, ο κατάλογος βρίσκεται στη ρίζα) ο οποίος θα συνδεθεί σε επόμενο βήμα με το κοινό σύστημα αρχείων NFS Server.

33. Ο διδάσκων, έχει δημιουργήσει ένα δικτυακό χώρο αποθήκευσης στο μηχάνημα `_x_:/lab` (το `_x_` θα σας δοθεί από το διδάσκοντα και θα καλείται *δικτυακός\_χώρος\_από\_εδώ\_και\_πέρα*) Σε περίπτωση που κάποιος φοιτητής μιας ομάδας θέλει να δημιουργήσει το δικό του δικτυακό χώρο αποθήκευσης (*δεν προτείνεται*) για να χρησιμοποιηθεί από την ομάδα του θα

πρέπει να εκτελέσει τις παρακάτω εντολές για το λειτουργικό σύστημα Ubuntu Linux. Οι εντολές αυτές δεν είναι απαραίτητο να γίνουν, αν η ομάδα θα χρησιμοποιεί το δικτυακό χώρο αποθήκευσης του διδάσκοντα.

```
sudo bash
mkdir /lab
apt-get install nfs-kernel-server
echo 'NEED_IDMAPD=yes' >> /etc/default/nfs-common
echo '/lab *(rw,nohide,insecure,no_subtree_check,async)' >>
/etc/exports
echo "ALL: PARANOID" >> /etc/hosts.deny
echo "ALL: DENY" >> /etc/hosts.deny
/etc/init.d/nfs-kernel-server restart
exportfs -a
```

34. Από το σύστημά σας δοκιμάστε την εντολή προσάρτησης του δικτυακού χώρου (τροποποιήστε κατάλληλα το δικτυακό χώρο)<sup>1</sup>.

```
mount -t nfs4 -o proto=tcp,port=2049 δικτυακός_χώρος /mnt
```

Σε περίπτωση που θέλετε να συνδεθείτε σε ένα σύστημα που διαθέτει μόνο διεύθυνση IPv6, θα πρέπει να δώσετε:

```
mount -t nfs4 -o proto=tcp,port=2049 '[IPv6]:/path' /mnt
```

Π.χ.

```
mount -t nfs4 -o proto=tcp,port=2049 '[2001:....:1808]:/lab' /mnt
```

35. Δώστε την εντολή `df -h /mnt`. Αν κάτω από τη στήλη filesystem σας εμφανίζεται το `δικτυακός_χώρος` τότε μπορείτε να συνεχίσετε. Αν σας εμφανίζει το `/dev/vda1` ή κάτι παρόμοιο που ξεκινάει με `/dev` τότε δεν έχετε προσαρτήσει το δικτυακό χώρο και πρέπει να προσέξετε τα προηγούμενα βήματα και να ζητήσετε βοήθεια.

**(C6 screenshot που δείχνει ότι έχει προσαρτηθεί ο δικτυακός χώρος).**

36. Κάντε `umount /mnt` για απο-προσάρτηση του δικτυακού χώρου.
37. Ανοίξτε για επεξεργασία το αρχείο που καταγράφονται τα συστήματα αρχείων που προσαρτώνται (`mount`) αυτόματα κατά την εκκίνηση `/etc/fstab`. Το αρχείο αυτό περιέχει όλα τα συστήματα αρχείων που προσαρτούνται αυτόματα κατά την εκκίνηση στο σύστημά μας. Θα πρέπει να προσθέσουμε μια γραμμή για να ορίσουμε το NFS server που θέλουμε να συνδέεται.

38. Αν έχετε το ΛΣ FreeBSD Προσθέστε κατάλληλα τροποποιημένα την παρακάτω γραμμή στο `/etc/fstab`

```
δικτυακός_χώρος /lab nfs rw 0 0
```

(δηλαδή να συνδεθεί ο τοπικός κατάλογος `/lab` στον απομακρυσμένο υπολογιστή `83.212.19.41` στον απομακρυσμένο κατάλογο `/lab`.)

Επίσης, το σύστημα αρχείων θα είναι `nfs` ενώ θα μας επιτρέπεται η εγγραφή, ανάγνωση (`rw`).

<sup>1</sup> Σε περίπτωση που σας αναφερθεί σφάλμα, τότε θα πρέπει να εγκαταστήσετε την υποστήριξη nfs πελάτη, με την εντολή: `apt-get install nfs-common`



39. Αν έχετε το ΛΣ Ubuntu, τότε θα προσθέσετε κατάλληλα τροποποιημένα τη γραμμή: `δικτυακός_χώρος /lab nfs4 _netdev,auto 0 0` Με παρόμοια σημασία. Το `nfs4` δείχνει ότι θα χρησιμοποιήσουμε το πρωτόκολλο NFS έκδοση 4, ενώ το `_netdev`, ότι θα πρέπει να λειτουργεί το δίκτυο για να γίνει αυτή η σύνδεση.
40. Αποθηκεύστε το αρχείο και επιστρέψτε στη γραμμή εντολών. Πριν γίνει το οτιδήποτε θα πρέπει να επιβεβαιωθεί η ορθή λειτουργία. Δώστε την εντολή που θα προσαρτήσει τον κατάλογο στο `/lab`, ως `mount /lab`
41. Αν αυτή η εντολή δεν εκτυπώσει κάποιο μήνυμα λάθους τότε είμαστε OK. Αν όμως επιστρέψει τότε θα πρέπει να επεξεργαστείτε πάλι το `/etc/fstab` **(C7 screenshot που δείχνει ότι η παραπάνω εντολή εκτελέστηκε χωρίς πρόβλημα)**
42. Μπείτε μέσα στον κατάλογο `/lab` στον οποίο έχει προσαρτηθεί ο δικτυακός χώρος με την προηγούμενη εντολή.
43. Δημιουργήστε έναν υποκατάλογο μέσα στο `/lab` με τον αριθμό μητρώου σας. Από εδώ και πέρα ότι δυαδικό αρχείο δημιουργείτε θα το τοποθετείτε εδώ πέρα. Ότι αρχείο δημιουργείται στον κατάλογο `/lab/ΑριθμόςΜητρώου` θα είναι διαθέσιμο σε όλους τους υπολογιστές της συστοιχίας μας στη διεύθυνση `/lab/ΑριθμόςΜητρώου`. Έτσι, δε θα χρειάζεται κάθε φορά να περιμένετε τους συναδέλφους σας να κατασκευάσουν τα αρχεία των ασκήσεων.
44. Αν σας ενδιαφέρει η ασφάλεια προκειμένου να μη μπορεί κάποιος συναδέλφος σας να αντιγράψει την εργασία σας (δηλαδή, τα πηγαία αρχεία που έχετε δημιουργήσει), θα μπορούσατε να εκτελείτε τα εργαστήρια του μαθήματος ως εξής:
- Συνδέστε από μια τερματική οθόνη ως `root` στο σύστημά σας. Έχετε κλειδώσει τον κατάλογο `root` (`chmod 700 /root`) και δημιουργείτε τα πηγαία αρχεία μέσα σε αυτόν τον κατάλογο ως διαχειριστές. Κάθε φορά που κάνετε `compile` δίνετε την παράμετρο αποθήκευσης του δυαδικού αρχείου στο δικτυακό χώρο `/lab` υποκατάλογος `AM` (π.χ. `/lab/999/c4`). Με αυτό τον τρόπο μόνο η δυαδική μορφή είναι διαθέσιμη στους υπολοίπους και έτσι, δε μπορεί κάποιος να αντιγράψει την εργασία σας (τον πηγαίο κώδικα).
  - Ταυτόχρονα, έχετε μια δεύτερη σύνδεση στο σύστημά σας ως χρήστης `openuser`. Ο χρήστης αυτός εκτελεί με το `mpirun` το δυαδικό αρχείο που έχει δημιουργήσει ο `root`. Ο χρήστης αυτός είναι ο μόνος που μπορεί να συνδεθεί χωρίς κωδικό (λόγω κλειδιών `SSH`) στους υπόλοιπους υπολογιστές της ομάδας.
45. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείτε `FreeBSD` λειτουργικό σύστημα, θα πρέπει να ενεργοποιήσουμε το πρωτόκολλο `NFS` κατά την εκκίνηση του συστήματος. Επεξεργαστείτε το αρχείο `/etc/rc.conf` και προσθέστε την εντολή `nfs_client_enable="YES"`. Αποθηκεύστε και επιστρέψτε στη γραμμή εντολών. Επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του `NFS` με την εντολή `/etc/rc.d/nfsclient start`.
46. Κάντε μια επανεκκίνηση το σύστημά σας για να δείτε ότι όλα λειτουργούν σωστά.

Όταν θα έχετε καταφέρει όλα τα παραπάνω τότε θα έχετε ολοκληρώσει με επιτυχία αυτό το εργαστήριο.