

Μάθημα 8: Διαχείριση Μνήμης

8.1 Κύρια και δευτερεύουσα μνήμη

Κάθε μονάδα ενός υπολογιστή που χρησιμεύει για τη μόνιμη ή προσωρινή αποθήκευση δεδομένων ανήκει στην **μνήμη** (memory) του υπολογιστή.

Οι μνήμες χωρίζονται σε 2 κατηγορίες:

1. Στην **κύρια** ή **κεντρική μνήμη** (main memory):
 - Αποθηκεύονται τα προγράμματα που εκτελεί η ΚΜΕ καθώς και τα δεδομένα γι'αυτά.
 - Η αποθήκευση είναι προσωρινή (όσο διαρκεί η λειτουργία του Η/Υ).
 - Είναι οργανωμένη έτσι ώστε να μπορεί να προσπελαστεί άμεσα οποιαδήποτε θέση της (Μνήμη Τυχαίας Προσπέλασης – Random Access Memory ή RAM)
 - Εξαίρεση στην προσωρινή αποθήκευση αποτελεί και η μνήμη ROM (Read Only Memory) στην οποία είναι καταγεγραμμένα μόνιμα ορισμένα βασικά προγράμματα.
2. Στη **δευτερεύουσα** ή **περιφερειακή μνήμη** (secondary memory):
 - Τα δεδομένα αποθηκεύονται μόνιμα και δεν χάνονται όταν κλείσει ο Η/Υ.
 - Εδώ ανήκουν: Σκληροί δίσκοι, εύκαμπτοι δίσκοι, CD-ROM, DVD-ROM, USB memory sticks κλπ.

Το Λ/Σ κρατάει πληροφορίες για τη μνήμη ώστε να μπορεί να διακρίνει σε ποιες θέσεις της βρίσκονται τα προγράμματα και τα δεδομένα.

Η ανάγνωση και η εγγραφή των θέσεων μνήμης ονομάζεται **προσπέλαση μνήμης** (memory access).

8.2 Στατική και δυναμική κατανομή της κύριας μνήμης

Η κατανομή της κύριας μνήμης μπορεί να είναι:

- **Στατική** (static allocation):
 - Η μνήμη είναι χωρισμένη σε προκαθορισμένα τμήματα από το Λ/Σ.
 - Το Λ/Σ επιλέγει ένα τμήμα που καλύπτει τις ανάγκες ενός προς εκτέλεση προγράμματος και του το παραχωρεί.
 - Πλεονεκτήματα: 1) Απλή κατανομή,
2) Προστασία της μνήμης
 - Μειονεκτήματα: 1) Κάποια δεσμευμένα τμήματα δεν χρησιμοποιούνται 100% και μένουν αναξιοποίητα.
2) Οι διεργασίες δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν μνήμη από κοινού.

- **Δυναμική** (dynamic allocation):
 - Το Λ/Σ κάνει τη διαίρεση της μνήμης κάθε φορά που μία διεργασία αρχίζει να εκτελείται και της διαθέτει όση μνήμη χρειάζεται.
 - Πλεονεκτήματα: 1) Ευελιξία.
2) Αξιοποίηση και των μικρών περιοχών της μνήμης.
 - Μειονεκτήματα: Πολυπλοκότητα των μηχανισμών προστασίας της μνήμης.

8.3 Ανταλλαγή

Όταν η κύρια μνήμη δεν επαρκεί τότε επιστρατεύεται η δευτερεύουσα μνήμη για να βοηθήσει.

Τα προγράμματα και τα δεδομένα ορισμένων διεργασιών κρατούνται στη δευτερεύουσα μνήμη και φορτώνονται στην κύρια όταν έρθει η σειρά τους να εκτελεστούν.

Για να απελευθερωθεί όμως χώρος στην κύρια μνήμη πρέπει κάποια άλλη διεργασία να μεταφερθεί στην δευτερεύουσα.

Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **ανταλλαγή** (swapping).

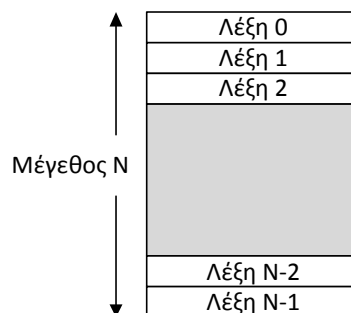
Μειονεκτήματα της ανταλλαγής είναι οι σοβαρές χρονικές καθυστερήσεις και η πολυπλοκότητα στην οργάνωσή της.

8.4 Εικονική μνήμη

Η κεντρική μνήμη αποτελείται από διαδοχικές θέσεις με μέγεθος η κάθε μία, π.χ. 16 ή 32 bits (λέξεις/words).

Κάθε λέξη της έχει τη δική της διεύθυνση με την οποία αναφέρονται τα προγράμματα σε αυτή.

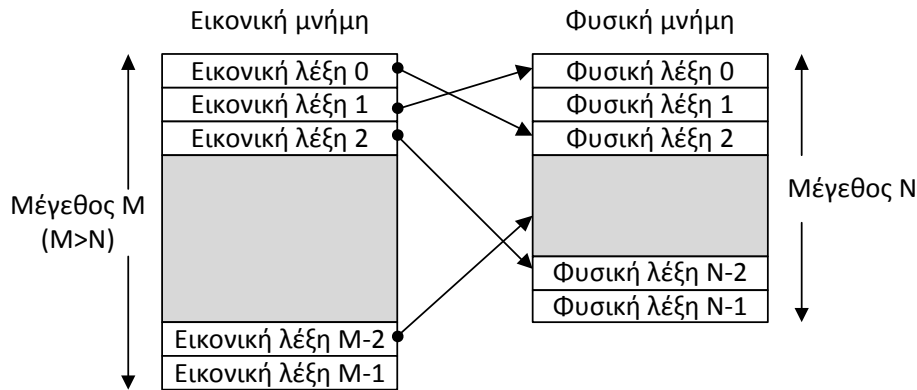
Το σύνολο των διευθύνσεων αυτών (έστω N) ονομάζεται **χώρος φυσικών διευθύνσεων** (physical address space) ή **χώρος απόλυτων διευθύνσεων** (absolute address space) ή **χώρος πραγματικών διευθύνσεων** (real address space).



Σχήμα 8.1: Θέσεις μνήμης

Για να μην υπάρχει αλληλοεπικάλυψη ή πρόβλημα χώρου στη φυσική μνήμη, χρησιμοποιούμε την **εικονική μνήμη** (virtual memory) ή αλλιώς τις **εικονικές διευθύνσεις** (virtual addresses).

Κάθε πρόγραμμα μεταφράζεται σε γλώσσα μηχανής σαν να έχει όλο τον χώρο της μνήμης στη διάθεσή του και αναφέρεται στα δεδομένα του με εικονικές διευθύνσεις. Στη συνέχεια, το Λ/Σ αντιστοιχίζει τις εικονικές διευθύνσεις στις ελεύθερες φυσικές.



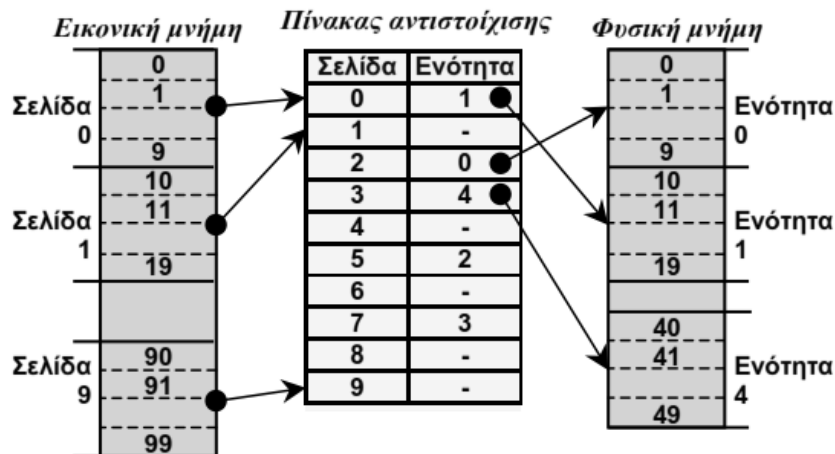
Σχήμα 8.2: Αντιστοίχιση εικονικής και φυσικής μνήμης

8.5 Διαχείριση εικονικής μνήμης με σελιδοποίηση

Η εικονική μνήμη διαιρείται σε **σελίδες** (pages) και η φυσική μνήμη σε **ενότητες** (blocks ή frames).

Το μέγεθος της κάθε ενότητας είναι ίσο με το μέγεθος της κάθε σελίδας.

Το Λ/Σ κρατά πάντα ένα πίνακα αντιστοίχισης σελίδων και ενοτήτων. Για κάθε σελίδα φαίνεται η αντιστοίχιση με την ανάλογη ενότητα. Αν δεν υπάρχει αντιστοίχιση τότε η σελίδα βρίσκεται στη δευτερεύουσα μνήμη.



Σχήμα 8.3: Διαχείριση εικονικής μνήμης με σελιδοποίηση

Για να βρούμε μια φυσική διεύθυνση (ΦΔ) από την εικονική διεύθυνση (ΕΔ) κάνουμε τα εξής βήματα:

- 1) Βρίσκουμε τον αριθμό της σελίδας Σ (δεκάδες της ΕΔ)
- 2) Βρίσκουμε τη θέση Θ της διεύθυνσης μέσα στη σελίδα (μονάδες της ΕΔ).
- 3) Από τον πίνακα αντιστοίχισης βρίσκουμε τον αριθμό της ενότητας Ε.
- 4) Άρα: $\Phi\Delta = (E * 10) + \Theta$

Παράδειγμα:

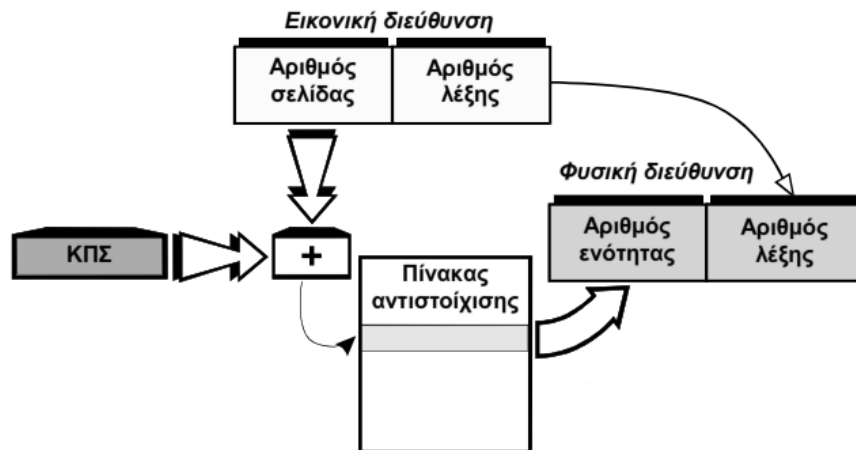
Έστω ότι $ΕΔ=5$. Ποια είναι η ΦΔ;

Έχουμε ότι: $\Sigma=0$ και $\Theta=5$. Άρα, $\Phi\Delta=(1*10)+5 \Rightarrow \Phi\Delta=15$

Κάθε διεύθυνση χωρίζεται σε:

- 1) Αριθμός σελίδας ή ενότητας
- 2) Αριθμός λέξης

Η μετάφραση μιας ΕΔ σε ΦΔ γίνεται ως εξής:



Σχήμα 8.4: Μετάφραση μιας Εικονικής Διεύθυνσης σε Φυσική Διεύθυνση

1. Ο πίνακας αντιστοίχισης βρίσκεται κάπου στη μνήμη και η διεύθυνση όπου αρχίζει κρατείται σε μια μονάδα αποθήκευσης της ΚΜΕ που ονομάζεται “Καταχωρητής Πίνακα Σελίδων” (ΚΠΣ, page table register).
2. Κάθε θέση του πίνακα σελίδων κρατά τον αριθμό ενότητας για την αντίστοιχη σελίδα.
3. Αν στην αρχική διεύθυνση του πίνακα σελίδων προσθέσουμε έναν αριθμό σελίδας, θα πάρουμε τη θέση του πίνακα που αντιστοιχεί στη σελίδα αυτή και θα βρούμε τον αντίστοιχο αριθμό ενότητας για τη σελίδα.

Παράδειγμα:

Έστω ότι $ΚΠΣ=10$. Έχουμε:

Για $\Sigma=0 \Rightarrow E=10$.

Για $\Sigma=1 \Rightarrow E=11$

Το κυριότερο μειονέκτημα της σελιδοποίησης είναι ότι κάθε διεργασία καταλαμβάνει περισσότερο χώρο από ότι χρειάζεται και κάποια τμήματα της μνήμης μένουν αχρησιμοποίητα. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται **εσωτερικός κατακερματισμός** (internal fragmentation).

8.6 Διαχείριση εικονικής μνήμης με κατάτμηση

Η μέθοδος της κατάτμησης προσπαθεί να αποφύγει τον εσωτερικό κατακερματισμό δίνοντας σε κάθε διεργασία ακριβώς όση μνήμη της χρειάζεται.

Χωρίζει τη μνήμη σε τμήματα διαφορετικών μεγεθών, και για κάθε ένα από αυτά κρατά την αρχική διεύθυνση και το μέγεθός του.

Για να μεταφράσει μια εικονική διεύθυνση σε φυσική κάνει τα εξής:

- Βρίσκει αν η ΕΔ είναι εντός των ορίων
- Βρίσκει την αρχική διεύθυνση στη φυσική μνήμη
- Τη συνδυάζει με την θέση μνήμης μέσα στο τμήμα που ανήκει η ΕΔ και υπολογίζει την ΦΔ.

Εκτός από την διαχείριση με κατάτμηση υπάρχει και η κατατμημένη σελιδοποίηση η οποία είναι συνδυασμός και των δύο τεχνικών.

8.7 Ασκήσεις

1. Συμπλήρωσε τα κενά με τις λέξεις που λείπουν:

1. Οι κύριες στρατηγικές διαχείρισης εικονικής μνήμης είναι η και η
2. Στην μέθοδο της σελιδοποίησης, η εικονική μνήμη διαιρείται σε μέρη που λέγονται
3. Το κυριότερο μειονέκτημα της σελιδοποίησης είναι
4. Η μέθοδος της κατάτμησης χωρίζει την μνήμη σε τμήματα μεγέθους ενώ η μέθοδος της σελιδοποίησης χωρίζει την μνήμη σε τμήματα μεγεθών.

2. Οι ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες;

1. Όλες οι εικονικές διευθύνσεις αντιστοιχούν μόνο σε διευθύνσεις της κύριας μνήμης.
☐ Σωστό ☐ Λάθος
2. Ο χώρος των εικονικών διευθύνσεων είναι χώρος διευθύνσεων της κύριας μνήμης και ο χώρος των απόλυτων διευθύνσεων είναι χώρος διευθύνσεων της εικονικής μνήμης.
☐ Σωστό ☐ Λάθος
3. Η εικονική μνήμη είναι πάντα μεγαλύτερη από την κύρια μνήμη.
☐ Σωστό ☐ Λάθος
4. Στην μέθοδο της σελιδοποίησης η εικονική μνήμη διαιρείται σε ίσα και σε συνεχόμενα μέρη.
☐ Σωστό ☐ Λάθος

3. Σε ένα σύστημα διαχείρισης εικονικής μνήμης με σελιδοποίηση, οι εικονικές διευθύνσεις παίρνουν τιμές από 0 έως 99 και είναι χωρισμένες σε 10 σελίδες των 10 θέσεων. Η φυσική μνήμη έχει 50 θέσεις και οι φυσικές διευθύνσεις παίρνουν τιμές από 0 έως 49. Κάθε ενότητα της φυσικής μνήμης έχει επίσης μέγεθος 10. Στο σχήμα βλέπουμε τον πίνακα αντιστοίχισης μεταξύ σελίδων και ενότητων. Βρείτε τις φυσικές διευθύνσεις που αντιστοιχούν στις παρακάτω εικονικές διευθύνσεις:

Σελίδα	Ενότητα
0	-
1	3
2	-
3	0
4	2
5	1
6	-
7	-
8	4
9	-

	Εικονική διεύθυνση	Αριθμός σελίδας	Αριθμός ενότητας	Φυσική διεύθυνση
α)	89			
β)	17			
γ)	50			
δ)	48			