



Εισαγωγή στην Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ

Β' Τάξη Γενικού Λυκείου | Γενικής Παιδείας

Καθηγητής | Γιάννης Κρόκος

Ενότητα 2.2.6

Δεδομένα και Αναπαράσταση

Επισκόπηση

- Εισαγωγή
- Δεδομένα
- Τύποι Δεδομένων
- Μνήμη Υπολογιστή
- Μεταβλητές
- Δομές Δεδομένων

Εισαγωγή

- Η επεξεργασία των δεδομένων (εκτέλεση υπολογισμών) δεν αποτελεί τη μοναδική σημαντική λειτουργία ενός υπολογιστικού συστήματος.
- Εξίσου σημαντικές είναι η λειτουργίες της αποθήκευσης και ανάκτησης των δεδομένων με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα.
- Ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα της επιστήμης της Πληροφορικής είναι οι Δομές Δεδομένων που καθορίζουν τον τρόπο αποθήκευσης και ανάκτησης της πληροφορίας.

Τι είναι Δεδομένα?

- Το βασικό μοντέλο ενός αλγορίθμου είναι
Είσοδος δεδομένων → Επεξεργασία Δεδομένων → Πληροφορία
- Τα δεδομένα είναι μια έννοια που την ακούμε αρκετά συχνά. Αλλά πως ορίζονται;
- **Δεδομένα:** Είναι τιμές όπως **αριθμοί**, **χαρακτήρες** ή **ακολουθίες χαρακτήρων** και **λογικές τιμές** όπου αν δεν εφαρμοστεί κάποια μορφή επεξεργασίας δεν μας δίνουν κάποια συγκεκριμένη πληροφορία.
- Για παράδειγμα βαθμοί και ονόματα δεν μας δίνουν κατανοητή πληροφορία αν δε συσχετιστούν και δεν επεξεργαστούν κατάλληλα.

Τύποι Δεδομένων

- Τα δεδομένα διακρίνονται στους παρακάτω τύπους:
 - **Ακέραιοι αριθμοί**: +3, -4
 - **Πραγματικοί αριθμοί**: 2.87, -65.321
 - **Αλφαριθμητικά**: μεμονωμένοι χαρακτήρες, ή ακολουθίες χαρακτήρων. Το χαρακτηριστικό που έχουν είναι ότι περικλείονται σε διπλά εισαγωγικά., “B1”, “Οκτώβριος”, “Δημήτρης”, “myemail_12@gmail.com”.
 - **Λογικός**: Αναπαριστούν λογικά δεδομένα με τιμές **ΑΛΗΘΗΣ** ή **ΨΕΥΔΗΣ**. Αποτελούν συνήθως τα αποτελέσματα που προκύπτουν από συγκρίσεις ($x > 0$).
- Κάθε γλώσσα προγραμματισμού διαθέτει τους παραπάνω βασικούς τύπους δεδομένων και κάποιους επιπλέον που τους ορίζουν οι δημιουργοί τους ή προσφέρουν τη δυνατότητα στον προγραμματιστή να ορίσει τους δικούς του τύπους δεδομένων.

Μνήμη Υπολογιστή (1)

- Τα υπολογιστικά συστήματα διαθέτουν δύο βασικές μνήμες για την αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων .
 - Την κύρια μνήμη RAM με βασικά χαρακτηριστικά:
 - Γρήγορες σε ταχύτητα διαδικασίες εγγραφής και ανάγνωσης δεδομένων.
 - Προσωρινή αποθήκευση, όσο το υπολογιστικό σύστημα είναι σε λειτουργία με παροχή ρεύματος.
 - Μικρή σχετικά χωρητικότητα.
 - Τα δεδομένα αποθηκεύονται μέσω μεταβλητών και στατικών ή δυναμικών δομών δεδομένων.
 - Τη δευτερεύουσα μνήμη, σκληρό δίσκο με χαρακτηριστικά:
 - Πιο αργές διαδικασίες εγγραφής και ανάγνωσης.
 - Πολύ μεγαλύτερη χωρητικότητα από αυτή της RAM.
 - Μόνιμη αποθήκευση, διατήρηση των δεδομένων χωρίς την παροχή ρεύματος.
 - Τα δεδομένα αποθηκεύονται με τη μορφή αρχείων.

Μνήμη Υπολογιστή (2)

- Μια μορφή μνήμης που δεν είναι ιδιαίτερα γνωστή είναι:
 - **Κρυφή ή Λανθάνουσα μνήμη (Cache Memory):**
 - Βρίσκεται στο εσωτερικό του επεξεργαστή και παρεμβάλλεται ανάμεσα στην κύρια μνήμη και στον επεξεργαστή.
 - Χρησιμοποιείται για την άμεση παροχή δεδομένων στον επεξεργαστή και τη ταχύτερη ανάκληση εντολών και λειτουργιών από προηγούμενες διεργασίες.
 - Έχει τη μεγαλύτερη ταχύτητα προσπέλασης από όλες τις μνήμες.

Αναπαράσταση Δεδομένων στη μνήμη:

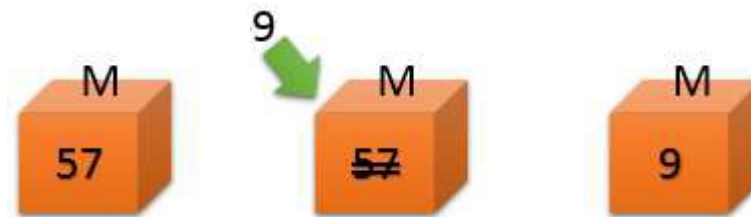
Σταθερές – Μεταβλητές (1)

- Για τη συστηματική αποθήκευση των δεδομένων χρησιμοποιούμε διάφορα αντικείμενα όπως είναι οι **σταθερές** και οι **μεταβλητές**:
 - Επιτρέπουν την αποθήκευση **μιας** τιμής, με τη διαφορά ότι αν χρησιμοποιούμε σταθερές η τιμή παραμένει η ίδια, ενώ στις μεταβλητές μπορεί να αλλάζει.
 - Τόσο οι σταθερές όσο και οι μεταβλητές χρησιμοποιούν τη μνήμη RAM για την αποθήκευση των τιμών τους.
 - Οι σταθερές και οι μεταβλητές είναι συμβολικά ονόματα που ορίζονται από τον προγραμματιστή.
 - Ονόματα που συμβολίζουν το περιεχόμενό τους.
 - Η θέσεις της μνήμης RAM έχουν διευθύνσεις, κάθε όνομα σταθεράς ή μεταβλητής αντιστοιχείται σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση μνήμης, προκειμένου να γίνεται αναφορά σε αυτή για την αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων.
 - Κάθε μεταβλητή ή σταθερά καταλαμβάνει συγκεκριμένο χώρο στη μνήμη. Το **μέγεθος** εξαρτάται από το **τύπο** της τιμής που θα αποθηκευθεί, τη γλώσσα προγραμματισμού και το τύπο του επεξεργαστή.

Αναπαράσταση Δεδομένων στη μνήμη:

Σταθερές – Μεταβλητές (2)

- Ένας απλός τρόπος να δώσουμε την έννοια της μεταβλητής είναι η παρομοίωσή της με ένα κουτί όπου μπορούμε να τοποθετήσουμε μόνο ένα αντικείμενο (αριθμό, χαρακτήρα, λέξη ή λογική τιμή) κάθε φορά.
- Όταν τοποθετήσουμε ένα νέο αντικείμενο στο κουτί αυτόματα αντικαθιστά το προηγούμενο.
- Στο παρακάτω σχήμα το όνομα της μεταβλητής είναι το M και οι δύο διαδοχικές τιμές (αντικείμενα) που πήρε είναι οι ακέραιοι αριθμοί 57 και 9



Αναπαράσταση Δεδομένων στη μνήμη (RAM):

Δομές Δεδομένων (1)

- Μια **Δομή Δεδομένων** επιτρέπει την αποθήκευση **πολλών** τιμών στη μνήμη, σε αντίθεση με τη μεταβλητή που επιτρέπει την αποθήκευση **μιας μόνο** τιμής.
- Ορίζουν τους διαφορετικούς τρόπους επιλογής της οργάνωσης και αποθήκευσης των δεδομένων.
- Οι δομές δεδομένων είναι απαραίτητες για τη σωστή δημιουργία ενός προγράμματος και την κατάλληλη αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων.
- **Αλγόριθμοι + Δομές Δεδομένων = Προγράμματα**

Αναπαράσταση Δεδομένων στη μνήμη (RAM):

Δομές Δεδομένων (2)

- Μια δομή δεδομένων αποτελείται από ένα **σύνολο κόμβων**.
- **Κόμβος** μιας δομής δεδομένων είναι η περιοχή μνήμης που έχει δεσμευθεί για την αποθήκευση δεδομένων γενικότερα. Στις δομές εφαρμόζονται λειτουργίες όπως:
 - Προσπέλαση
 - Εισαγωγή
 - Διαγραφή
 - Αναζήτηση
 - Ταξινόμηση
 - Αντιγραφή
 - Συγχώνευση
 - Διαχωρισμός

Αναπαράσταση Δεδομένων στη μνήμη (RAM): Δομές Δεδομένων (3)

- Το γεγονός ότι υπάρχουν **διαφορετικές** δομές δεδομένων οφείλεται σε λόγους όπως:
 - Το είδος του προβλήματος που επιλύουμε.
 - Τα δεδομένα και τον τρόπο επεξεργασίας τους.
 - Τις λειτουργίες που πρέπει να εφαρμόσουμε π.χ. ταξινόμηση, αναζήτηση.

Αναπαράσταση Δεδομένων στη μνήμη (RAM):

Δομές Δεδομένων (4)

- Οι δομές δεδομένων με βάση το μέγεθός τους και τον τρόπο που αποθηκεύουν τα δεδομένα τους στη μνήμη διακρίνονται στις:
 - Στατικές
 - Καταλαμβάνουν **συνεχόμενες** θέσεις μνήμης.
 - Το μέγεθός τους (πλήθος κόμβων) διατηρείται σταθερό όσο εκτελείται ο αλγόριθμος. Επομένως χρησιμοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις που είναι προκαθορισμένο το πλήθος των δεδομένων ή ξέρουμε το μέγιστο πλήθος.
 - Δυναμικές
 - Δεν καταλαμβάνουν απαραίτητα συνεχόμενες θέσεις μνήμης.
 - Το μέγεθός τους μπορεί να μεταβάλλεται κατά την εκτέλεση του αλγορίθμου, δηλ. προστίθενται νέοι κόμβοι ή αφαιρούνται.

Δομών Δεδομένων: Πίνακες (1)

- Πίνακες μιας διάστασης (μονοδιάστατοι)

- Είναι **στατικές** δομές δεδομένων.
- Χαρακτηρίζονται από ένα όνομα και το μέγεθός τους, δηλ. το πλήθος των τιμών που αποθηκεύουν.
- Για την αναφορά σε μια συγκεκριμένη τιμή του πίνακα χρησιμοποιούμε το όνομά του και μέσα σε αγκύλες [] τη θέση της τιμής που έχει αποθηκευθεί στον πίνακα. Η αρίθμηση των τιμών ξεκινά από 1 στη δική μας ψευδογλώσσα, από 0 σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού. **Αποθηκεύουν τιμές ίδιου τύπου.**



- Ένας πίνακας μιας διάστασης μοιάζει με ένα δρόμο αριθμημένων σπιτιών. Ο αριθμός διεύθυνσης των σπιτιών είναι η σειρά της τιμής.

Δομών Δεδομένων: Πίνακες (2)

- **Πίνακες μιας διάστασης (μονοδιάστατοι)**
 - Βασικό χαρακτηριστικό γενικότερα των πινάκων είναι ότι αποτελεί μιας δομή δεδομένων **τυχαίας προσπέλασης**, δηλ. ο χρόνος προσπέλασης μιας εκ' των τιμών του, είναι **ανεξάρτητος** από τη θέση της στον πίνακα.
 - **Παράδειγμα:** Μια ιστοσελίδα καταγράφει τον αριθμό των ατόμων που την επισκέπτονται για κάθε ημέρα της εβδομάδας, ώστε να μπορεί να βγάζει στατιστικά στοιχεία σε εβδομαδιαία βάση. Για την αποθήκευση των παραπάνω τιμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας μονοδιάστατος πίνακας, χωρητικότητας 7 τιμών, όπως φαίνεται παρακάτω.

1	ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ					7
1002	785	996	1100	956	1200	1097

Δομών Δεδομένων: Πίνακες (3)

- **Πίνακες Δύο διαστάσεων (δισδιάστατοι)**
 - Πως θα μπορούσαμε να αναπαραστήσουμε το ταμπλό ενός παιχνιδιού όπως είναι η τρίλιζα ή το σκάκι ή ο ναρκαλιευτής, γενικότερα ενός δισδιάστατου παιχνιδιού;
 - Σε περιπτώσεις που τα δεδομένα μας πρέπει να αποθηκευθούν σε γραμμές και στήλες χρησιμοποιούμε δισδιάστατους πίνακες.
 - **Παράδειγμα:** Θέλουμε να αποθηκεύσουμε για 100 μαθητές του βαθμούς τους σε 10 μαθήματα.
 - Ανάλογα με το πρόβλημα που καλούμαστε να επιλύσουμε και τα δεδομένα μας χρησιμοποιούμε πίνακες N-διαστάσεων.

Δομών Δεδομένων: Λίστες (1)

- **Λίστες**

- **Παράδειγμα:** Αν υποθέσουμε ότι έχουμε έναν αγώνα σκυταλοδρομίας. Κάθε αθλητής για να τρέξει θα πρέπει να περιμένει τον προηγούμενο.
- Στις λίστες κάθε κόμβος – στοιχείο συνδέεται με το αμέσως προηγούμενό του και το αμέσως επόμενο του.
- Οι λίστες είναι **δυναμικές** δομές δεδομένων.
- Ο κόμβος μιας λίστας εκτός από τη τιμή περιέχει τη διεύθυνση του επόμενου κόμβου ή και του προηγούμενου από αυτόν κόμβο. Η διεύθυνση αυτή ονομάζεται δείκτης (pointer).

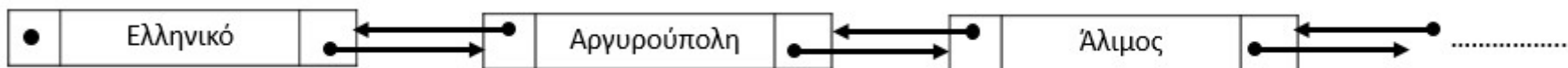
Δομών Δεδομένων: Λίστες (2)

- **Λίστες**

- **Παράδειγμα: Σκυταλοδρομία**, απλά συνδεδεμένη λίστα (διατρέχεται μόνο προς μια κατεύθυνση)



- **Παράδειγμα: Σταθμοί του μετρό**, διπλά διασυνδεδεμένη λίστα (διατρέχεται και προς τις δύο κατευθύνσεις).



Διαφορές πίνακα και λίστας

- Οι βασικές **διαφορές** Λίστας και πίνακα είναι:
 - Οι πίνακες είναι στατικές δομές δεδομένων διατηρούν σταθερό μέγεθος ενώ οι λίστες μεταβλητό καθώς μπορούμε να προσθέτουμε (εισαγωγή) και να αφαιρούμε (διαγραφή) κόμβους.
 - Οι πίνακες είναι δομές τυχαίας προσπέλασης σε αντίθεση με τη λίστα που είναι μια δομή ακολουθιακής – σειριακής προσπέλασης, για να προσπελάσουμε έναν κόμβο της πρέπει να περάσουμε από όλα τα προηγούμενα ξεκινώντας από τον πρώτο.

Δομές Δεδομένων: Στοίβα (1)

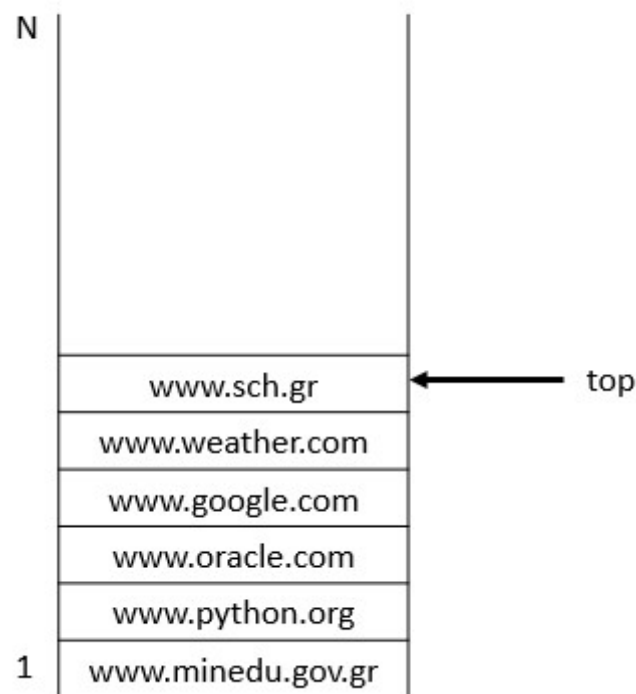
- Η στοίβα είναι μια άλλη δομή δεδομένων που αποθηκεύει τα δεδομένα με τη μέθοδο «τελευταίο μέσα, πρώτο έξω» (Last In First Out, LIFO)
 - **Παράδειγμα:** Πως αποθηκεύεται το ιστορικό από τον φυλλομετρητή κατά την περιήγησή μας στο διαδίκτυο; Ο τρόπος που αποθηκεύονται οι διευθύνσεις των ιστοσελίδων είναι με την αντίστροφη χρονολογική σειρά που τις επισκεφθήκαμε. Η τελευταία ιστοσελίδα φαίνεται πρώτη, η προτελευταία δεύτερη κ.ο.κ.

Δομές Δεδομένων: Στοίβα (2)

- Στη στοίβα για την εισαγωγή και διαγραφή κόμβων εκτελούνται δύο βασικές λειτουργίες:
 - **Ώθηση**: αποθηκεύεται ένα νέο στοιχείο στην κορυφή της στοίβας.
 - **Απόψηση** διαγράφεται το στοιχείο που βρίσκεται στην κορυφή της στοίβας.
 - Από τα παραπάνω βγάζουμε συμπέρασμα ότι το μοναδικό στοιχείο στο οποίο έχουμε πρόσβαση είναι αυτό που βρίσκεται στην **κορυφή** της στοίβας.

Δομές Δεδομένων: Στοίβα (3)

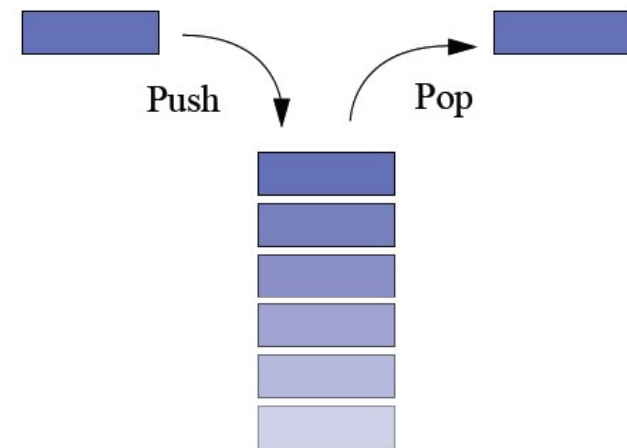
- Το παράδειγμα με το ιστορικό των ιστοσελίδων:



Δομές Δεδομένων: Στοίβα (4)

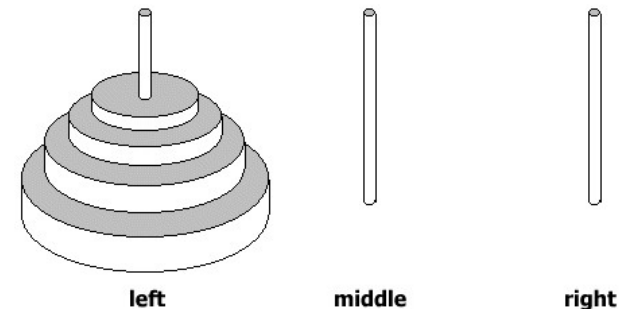
- Γενικές **εφαρμογές** της **στοίβας**:

- Το ιστορικό των ιστοσελίδων που έχουμε επισκεφθεί.
- Η λίστα αναίρεσης που διαθέτουν όλα τα προγράμματα.
- Η σειρά κλήσεων των υποπρογραμμάτων στις γλώσσες προγραμματισμού.
- Βοηθητικός ρόλος της στοίβας στη χρήση άλλων δομών δεδομένων.



Δομές Δεδομένων: Στοίβα (5)

- **Πύργοι του Ανόϊ:** Σύμφωνα με κάποιο μύθο σε έναν ναό της Άπω Ανατολής, οι ιερείς προσπαθούσαν να μεταφέρουν μια στοίβα χρυσών δίσκων από ένα στύλο σε ένα άλλο. Ο αρχικός στύλος έχει 64 δίσκους τοποθετημένους σε φθίνουσα σειρά μεγέθους από κάτω προς τα πάνω. Η μεταφορά των δίσκων από τον πρώτο στύλο στον τρίτο πρέπει να γίνει με τους εξής κανόνες:
 - Κάθε φορά μεταφέρεται μόνο ένας δίσκος.
 - Σε καμιά περίπτωση δεν μπορεί ένας μεγαλύτερος δίσκος να τοποθετηθεί πάνω σε ένα μικρότερο .
 - Ο δεύτερος στύλος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προσωρινή τοποθέτηση.
- Ποιος είναι ο αλγόριθμος του προβλήματος?



Δομές Δεδομένων: Ουρά (1)

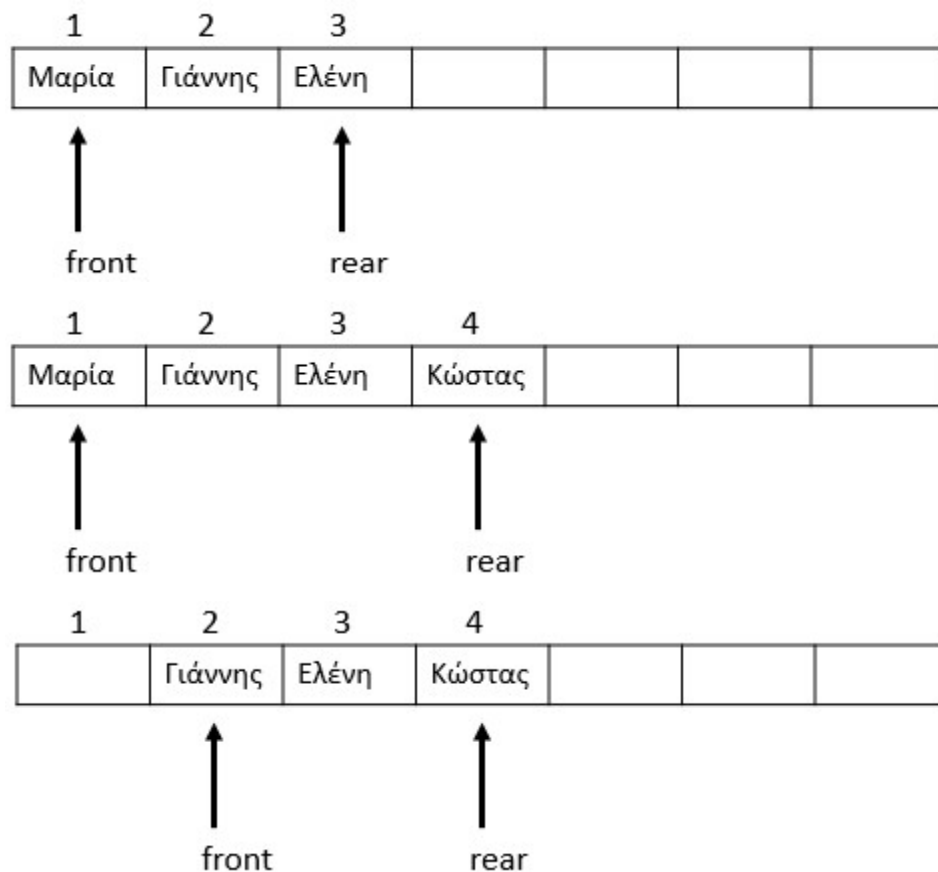
- Η **Ουρά** αποτελεί άλλη μια ειδική δομή δεδομένων που επεξεργάζεται τα δεδομένα με τη μέθοδο «**πρώτο μέσα, πρώτο έξω**» (**FIFO, First In First Out**).
 - **Παράδειγμα**: Η ουρά πελατών στο ταμείο ενός σούπερ μάρκετ (Ουρά αναμονής). Κάθε πελάτης που προσέρχεται στην ουρά περιμένει στο τέλος. Ο πρώτος πελάτης στην ουρά θα εξυπηρετηθεί πρώτος.
 - Επομένως στη δομή δεδομένων ουρά, έχουμε πρόσβαση **μόνο σε δύο στοιχεία της**, το **πρώτο** και το **τελευταίο**.

Δομές Δεδομένων: Ουρά (2)

- Η **Ουρά** χρησιμοποιεί δύο βασικές λειτουργίες για τη διαχείριση των δεδομένων της:
 - **Εισαγωγή**: η τοποθέτηση ενός στοιχείου στο πίσω άκρο της ουράς.
 - **Εξαγωγή**: Εξάγεται ένα στοιχείο από το εμπρός άκρο της ουράς.

Δομές Δεδομένων: Ουρά (3)

- Το παράδειγμα με την ουρά πελατών τράπεζας

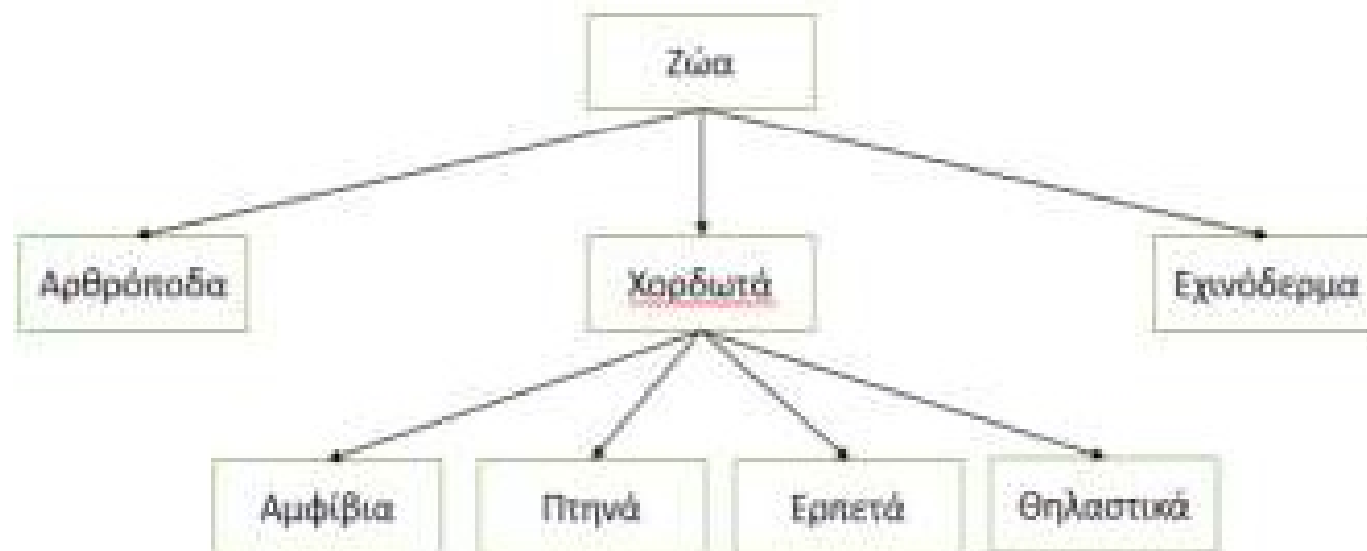


Δομές Δεδομένων: Δέντρα (1)

- Τα **δέντρα** υλοποιούν **ιεραρχικές** δομές. Για παράδειγμα:
 - η αναπαράσταση του οργανογράμματος μιας επιχείρησης.
 - Οι πληροφορίες για την γενεαλογία μας.
 - Η δομή του συστήματος των αρχείων και των φακέλων σε ένα λειτουργικό σύστημα.
 - Ο τρόπος οργάνωσης των περιεχομένων ενός βιβλίου.

Δομές Δεδομένων: Δέντρα (2)

- Το παράδειγμα με τις συνομοταξίες των ζώων



Δομές Δεδομένων: Δέντρα (3)

- Κάθε δέντρο αποτελείται από **κόμβους** και **ακμές**.
- Οι **ακμές** είναι τα ευθύγραμμα τμήματα που ενώνουν 2 κόμβους μεταξύ τους.
- Σε κάθε δέντρο υπάρχει ένας και μοναδικός κόμβος που ονομάζεται **ρίζα** του δέντρου. Από αυτήν ξεκινούν μόνο ακμές, ενώ δεν υπάρχουν ακμές που να καταλήγουν μόνο σε αυτή.

Δομές Δεδομένων: Δέντρα (4)

- Γενικοί ορισμοί για τη δομή δεδομένων δέντρο:

Ρίζα : ο ανώτερος κόμβος του δέντρου

Γονέας : κόμβος με τουλάχιστον 1 παιδί.

Αδέλφια : κόμβοι με τον ίδιο γονέα

Φύλλα : Κόμβοι χωρίς παιδιά

Διαδρομή : μια ακολουθία κόμβων που αποτελεί το μονοπάτι από έναν κόμβο σε έναν άλλο κόμβο

Μήκος διαδρομής : το πλήθος των ακμών που περιλαμβάνονται σε αυτή

Επίπεδο ή βάθος κόμβου : το μήκος της διαδρομής από τη ρίζα σε έναν κόμβο

Ύψος δέντρου : το μέγιστο βάθος των τερματικών του κόμβων

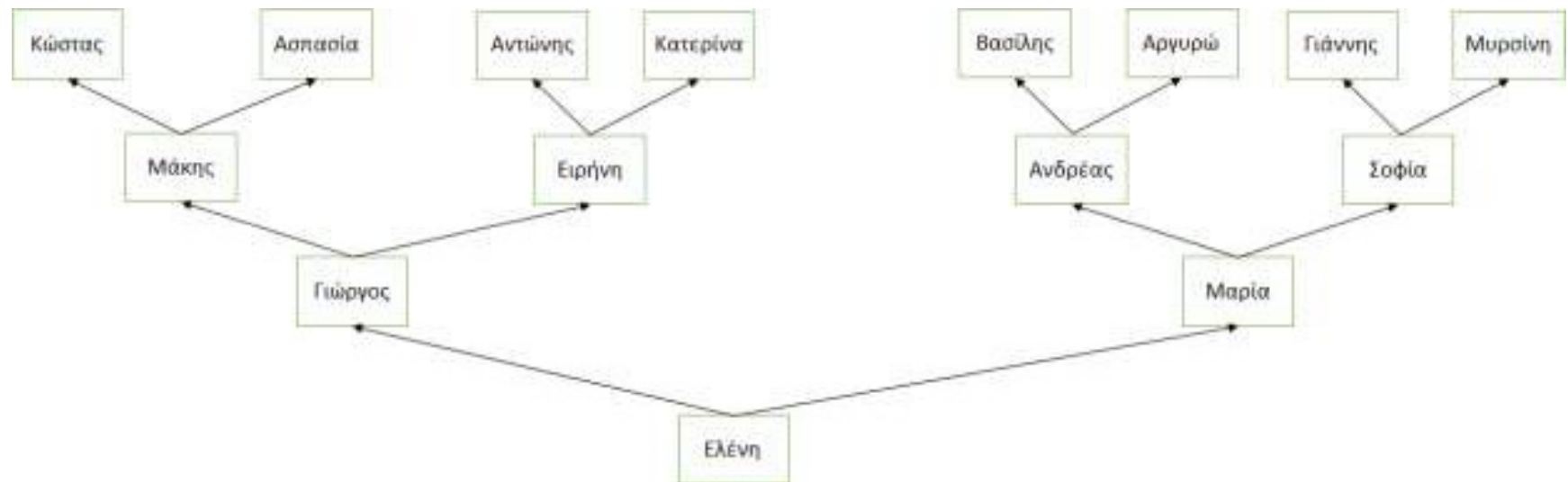
Βαθμός κόμβου : ο αριθμός των παιδιών ενός κόμβου

Δομές Δεδομένων: Δέντρα (5)

- **Δυαδικό Δέντρο:** Κάθε κόμβος σε ένα δυαδικό δέντρο έχει κατά μέγιστο δύο παιδιά, το αριστερό και το δεξιό παιδί, που είναι αντίστοιχα οι ρίζες του αριστερού και δεξιού υποδέντρου του κόμβου.
- Το δυαδικό δέντρο μπορεί να αναπαραστήσει το γενεαλογικό δέντρο ενός ατόμου, στο οποίο κάθε κόμβος έχει ακριβώς δύο παιδιά

Δομές Δεδομένων: Δέντρα (6)

- Δυαδικό Δέντρο



Δομές Δεδομένων: Γράφοι (1)

- Οι **γράφοι** θεωρούνται η σημαντικότερη από τις δομές δεδομένων. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι υπάρχει ξεχωριστός κλάδος στην Επιστήμη Υπολογιστών και των μαθηματικών που ονομάζεται **θεωρία γράφων**.
- Οι γράφοι βρίσκουν πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή όπως:
 - Τα δίκτυα μεταφορών.
 - Τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα και τα δίκτυα υπολογιστών.
 - Ο παγκόσμιος ιστός.
 - Τα κοινωνικά δίκτυα.

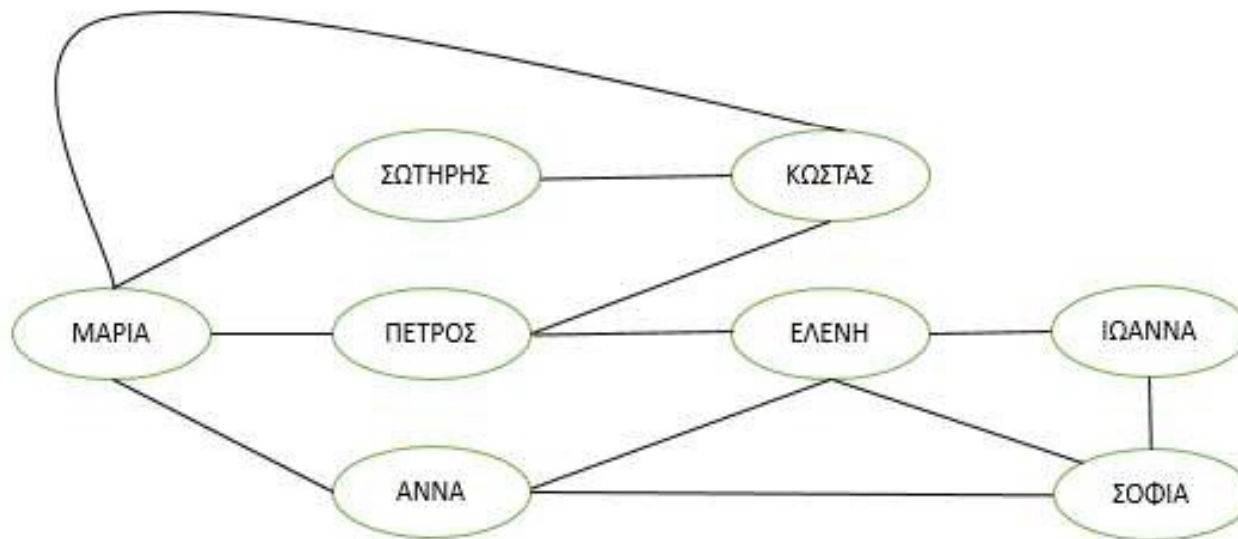
Δομές Δεδομένων: Γράφοι (2)

- Το παράδειγμα **γράφου** με τα **κοινωνικά δίκτυα**:
Έστω ότι η Μαρία είναι φίλη με τον Πέτρο, την Άννα και τον Σωτήρη.
Ο Πέτρος έχει φίλους τον Κώστα και την Ελένη.
Ο Κώστας έχει φίλους τη Μαρία και το Σωτήρη.
Η Ελένη έχει φίλους τη Σοφία, την Ιωάννα και την Άννα.
Η Σοφία είναι, επίσης, φίλη με την Ιωάννα και την Άννα.

Μπέρδεμα???

Δομές Δεδομένων: Γράφοι (3)

- Οι προηγούμενες σχέσεις μπορούν να γίνουν πιο κατανοητές και ξεκάθαρες με χρήση γράφων.



Γραμμικές Δομές Δεδομένων

- Στις **γραμμικές** δομές ορίζεται μία γραμμική σχέση διάταξης για δύο οποιουσδήποτε διαδοχικούς κόμβους τους.
- Σε μια γραμμική δομή, ο κόμβος που βρίσκεται στην i θέση συνδέεται με έναν κόμβο στην προηγούμενη θέση, την $i-1$ (ή με κανέναν αν είναι ο πρώτος) και με έναν κόμβο στην επόμενη θέση δηλ. στην $i+1$ θέση (ή με κανέναν αν είναι ο τελευταίος).
- Γραμμικές δομές δεδομένων είναι:
 - Πίνακες.
 - Λίστες
 - Στοίβα
 - Ουρά

Μη Γραμμικές Δομές Δεδομένων

- Στις **μη γραμμικές** δομές δεδομένων οι σχέσεις των κόμβων τους είναι σύνθετες.
- Κάθε κόμβος συνδέεται με έναν ή και περισσότερους του ενός προηγούμενους.
- Μη γραμμικές δομές δεδομένων είναι:
 - **Δέντρα**
 - **Γράφοι**

Δομές Δεδομένων δευτερεύουσας μνήμης

- Μία είναι η βασική δομή **δευτερεύουσας** μνήμης (σκληρός δίσκος, εσωτερική μόνιμη μνήμη), τα **αρχεία**.