

Δομές Δεδομένων και Αλγόριθμοι

Χρήστος Γκόγκος

ΤΕΙ Ηπείρου

Χειμερινό Εξάμηνο 2014-2015
Παρουσίαση 1. Εισαγωγή

Δομές Δεδομένων και Αλγόριθμοι

Δομή Δεδομένων

Δομή δεδομένων είναι ένα σύνολο αποθηκευμένων δεδομένων τα οποία έχουν εσκεμμένα διαταχθεί με συγκεκριμένο τρόπο.

Αλγόριθμος

Αλγόριθμος είναι μια πεπερασμένη σειρά ενεργειών που αποσκοπεί στην εκτέλεση μιας εργασίας.

Οι αλγόριθμοι υπάρχουν μαζί με τις δομές δεδομένων πάνω στις οποίες επενεργούν.

$\text{Algorithms} + \text{Data Structures} = \text{Programs}$

Σχετικά πεδία με τους αλγορίθμους και τις δομές δεδομένων από το χώρο της επιστήμης υπολογιστών είναι οι βάσεις δεδομένων, ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός, η τεχνολογία λογισμικού

Παραδείγματα Δομών Δεδομένων

- Πίνακες (arrays)
- Δομές (structs)
- Αντικείμενα (objects)
- Λίστες (lists)
- Σύνολα (sets)
- Στοίβες (stacks)
- Ουρές (queues)
- Λεξικά (dictionaries)
- Δένδρα (trees)
- Σωροί (heaps)
- Γραφήματα (graphs)
- Κατακερματισμένοι πίνακες (hash tables)

Βασικές αλγοριθμικές έννοιες

- Επανάληψη (iteration): Εκτέλεση των ίδιων εντολών πολλές φορές.
- Πολυπλοκότητα αλγορίθμων (algorithmic complexity): Εκτίμηση για την απόδοση ενός αλγορίθμου
- Αντικείμενα (objects): Ενισχυμένη δομή δεδομένων με λειτουργίες που μπορούν να εφαρμοστούν πάνω της.
- Αναδρομή (recursion): Κλήση του αλγορίθμου από τον ίδιο τον αλγόριθμο.
- Κατακερματισμός (hashing): Μετασχηματισμός πληροφορίας σε ένα μικρού μεγέθους κλειδί που αναπαριστά το περιεχόμενο της πληροφορίας.

- Mergesort
- Quicksort
- Binary Search
- Dijkstra's Shortest Path
- Huffman coding
- Hashing
- Bloom filters

Βασικές τεχνικές σχεδιασμού και επίλυσης προβλημάτων

- Ωμής δύναμης (Brute force)
- Άπληστη μέθοδος (Greedy method)
- Διαίρει και βασίλευε (Divide and conquer)
- Δυναμικός προγραμματισμός (Dynamic programming)
- Οπισθοδρόμησης (Backtracking)
- Διαμερισμός και φραγή (Branch and Bound)
- Τυχαιοποιημένοι αλγόριθμοι (Randomized algorithms)

Σημαντικές κατηγορίες προβλημάτων

- Ταξινόμηση
- Αναζήτηση
- Επεξεργασία αλφαριθμητικών
- Προβλήματα γραφημάτων
- Συνδυαστικά προβλήματα
- Γεωμετρικά προβλήματα
- Αριθμητικά προβλήματα

Η ταξινόμηση αφορά την αναδιάταξη των στοιχείων μιας λίστας σε αύξουσα ή σε φθίνουσα σειρά. Η ταξινόμηση μπορεί να αφορά αριθμούς, κείμενο ή εγγραφές. Ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο κάνουμε ταξινόμηση είναι η αναζήτηση.

- Δεν υπάρχει αλγόριθμος ταξινόμησης που να είναι καλύτερος όλων των άλλων για όλες τις περιπτώσεις. Η επιλογή του καταλληλότερου αλγορίθμου ταξινόμησης εξαρτάται (μεταξύ άλλων):
 - από το βαθμό στον οποίο τα δεδομένα είναι ήδη ταξινομημένα.
 - από το πλήθος των στοιχείων.
 - από το που βρίσκονται τα στοιχεία (στη μνήμη ή σε δευτερεύουσες μονάδες αποθήκευσης).
- Δύο σημαντικές ιδιότητες των αλγορίθμων ταξινόμησης είναι:
 - η ιδιότητα της ευστάθειας: Ένας αλγόριθμος ταξινόμησης είναι ευσταθής (stable) αν η σχετική θέση δύο στοιχείων διατηρείται και μετά την ταξινόμηση.
 - η ιδιότητα σε θέση: Ένας αλγόριθμος είναι σε θέση (in place) αν δεν απαιτεί επιπλέον μνήμη για να ολοκληρώσει την ταξινόμηση.

Αναζήτηση είναι η εύρεση ενός κλειδιού σε ένα σύνολο τιμών. Δυο γνωστές περιπτώσεις αλγορίθμων αναζήτησης είναι η σειριακή αναζήτηση και η δυαδική αναζήτηση. Ωστόσο συχνά χρησιμοποιούνται και αλγόριθμοι που διατηρούν τα δεδομένα σε μορφή που διευκολύνει την αναζήτηση και οι οποίοι είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι για αναζήτηση σε μεγάλες βάσεις δεδομένων.

Σε εφαρμογές που τα δεδομένα αλλάζουν συχνά σε σχέση με τις αναζητήσεις που γίνονται, η αλγοριθμική προσέγγιση για την αναζήτηση, θα πρέπει να εξετάζεται σε σχέση και με δύο άλλες λειτουργίες, την εισαγωγή και την διαγραφή, έτσι ώστε να επέρχεται ισορροπία.

Αλφαριθμητικό (string) είναι μια ακολουθία χαρακτήρων που λαμβάνονται από ένα αλφάβητο. Ένα πρόβλημα που συχνά παρουσιάζεται στην επεξεργασία αλφαριθμητικών είναι η εύρεση ενός αλφαριθμητικού μέσα σε ένα άλλο αλφαριθμητικό.

Ένα γράφημα αποτελείται από κορυφές και ακμές. Μερικοί σημαντικοί αλγόριθμοι για γραφήματα είναι: η διάσχιση γραφήματος, η εύρεση της συντομότερης διαδρομής ανάμεσα σε δύο κορυφές, η τοπολογική ταξινόμηση, και το ελάχιστο συνεκτικό δένδρο.

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές των γραφημάτων που συναντώνται σε δίκτυα μεταφορών, σε δίκτυα επικοινωνιών, στο προγραμματισμό έργων κ.α.

Συνδυαστικά προβλήματα

Συνδυαστικά προβλήματα είναι εκείνα στα οποία ζητείται να βρεθεί ένας συνδυασμός ή ένα υποσύνολο που να ικανοποιεί συγκεκριμένους περιορισμούς και να έχει κάποια επιθυμητή ιδιότητα. Πρόκειται για δύσκολα προβλήματα στα οποία καθώς μεγαλώνει το πρόβλημα οι πιθανοί συνδυασμοί γίνονται υπερβολικά πολλοί έτσι ώστε να απαριθμηθούν όλοι. Μερικά παραδείγματα συνδυαστικών προβλημάτων είναι: η δρομολόγηση στόλου οχημάτων, ο χρονοπρογραμματισμός προσωπικού και το πρόβλημα ανάθεσης εργασιών.

Δεν υπάρχουν αλγόριθμοι που να επιλύουν πλήρως (exactly) αυτά τα προβλήματα ανεξαρτήτως μεγέθους.

Τα γεωμετρικά προβλήματα αφορούν προβλήματα που μπορούν να μοντελοποιηθούν χρησιμοποιώντας σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Γεωμετρικά προβλήματα συναντώνται στα γραφικά με Η/Υ, στη ρομποτική, στην επεξεργασία ιατρικής εικόνας κ.α.

Δύο κλασικά παραδείγματα γεωμετρικών προβλημάτων είναι η εύρεση του ζεύγους σημείων που είναι πλησιέστερα επιλέγοντας από ένα σύνολο σημείων σε μια επιφάνεια (closest pair problem) και η εύρεση του μικρότερου κυρτού πολυγώνου που περιέχει όλα τα σημεία ενός συνόλου (convex hull problem).

Τα αριθμητικά προβλήματα αφορούν μαθηματικά αντικείμενα συνεχούς φύσεως. Παραδείγματα τέτοιου είδους προβλημάτων είναι η επίλυση εξισώσεων ή συστημάτων εξισώσεων, ο υπολογισμός ολοκληρωμάτων κ.α.

Τα αριθμητικά προβλήματα συνήθως απαιτούν το χειρισμό μεγάλων αριθμών και θα πρέπει να λαμβάνεται πρόβλεψη έτσι ώστε να αντιμετωπίζονται λάθη στρογγυλοποίησης (round off errors) που υπεισέρχονται κατά τους υπολογισμούς.