

Κεφάλαιο 4

Τεχνικές Σχεδίασης Αλγορίθμων

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

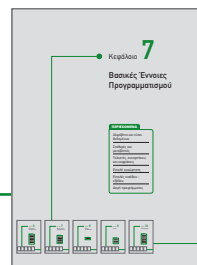
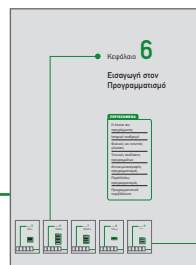
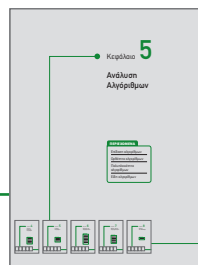
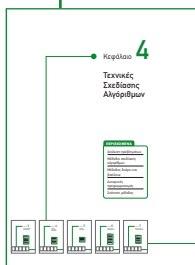
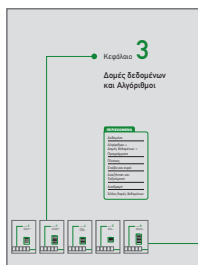
Ανάλυση προβλημάτων

Μέθοδοι σχεδίασης
αλγορίθμων

Μέθοδος διαίρει
και βασίλευε

Δυναμικός
προγραμματισμός

Άπληστη μέθοδος



Εισαγωγή

Όταν μας δίνεται ένα πρόβλημα, και πριν ασχοληθούμε με την κωδικοποίηση και τον προγραμματισμό, πρέπει προκαταρκτικά να κάνουμε μία θεωρητική μελέτη του προβλήματος. Πιο συγκεκριμένα, μία καλή ιδέα είναι να προσπαθήσουμε να διαπιστώσουμε αν το δεδομένο πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπισθεί με βάση κάποιες γενικές μεθοδολογίες ανάπτυξης αλγορίθμων. Σκοπός του κεφαλαίου είναι η εισαγωγή στις μεθοδολογίες αυτές, που αποτελούν ένα σύνολο τεχνικών και βημάτων που πρέπει να ακολουθηθούν. Για κάθε μεθοδολογία θα δούμε παραδείγματα επίλυσης γνωστών και καθημερινών προβλημάτων.

Διδακτικοί στόχοι

Στόχοι του κεφαλαίου αυτού είναι οι μαθητές:

- να τεκμηριώνουν την αναγκαιότητα ανάλυσης των προβλημάτων και σχεδίασης των κατάλληλων αλγορίθμων,
- να μπορούν να καταγράφουν την ακολουθία βημάτων για την ανάλυση των αλγορίθμων,
- να διατυπώνουν σύγχρονες τεχνικές σχεδίασης αλγορίθμων,
- να περιγράφουν τις κυριότερες προσεγγίσεις επίλυσης και ανάλυσης προβλημάτων,
- να επιλύουν προβλήματα με χρήση των κυριοτέρων προσεγγίσεων.

Προερωτήσεις

- Έχεις ακούσει για το πρόβλημα του περιοδεύοντα πωλητή;
- Είχες ποτέ φανταστεί ότι το «διαίρει και βασίλευε» μπορεί να έχει εφαρμογή στην Πληροφορική;
- Μπορεί να βρεθεί η ρίζα μιας μη πολυωνυμικής εξίσωσης;

4.1 | Ανάλυση προβλημάτων

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, ο αλγόριθμος αποσκοπεί στην επίλυση ενός προβλήματος. Είναι πιθανόν ένα πρόβλημα να μην επιλύεται με μία μόνο λύση αλλά με περισσότερες. Γενικά, η λύση σε ένα πρόβλημα μπορεί να προέλθει από ποικίλες και διαφορετικές προσεγγίσεις, τεχνικές και μεθόδους. Έτσι, είναι απαραίτητο να γίνεται μία καλή ανάλυση του κάθε προβλήματος και να προτείνεται συγκεκριμένη μεθοδολογία και ακολουθία βημάτων. Βασικός στόχος μας είναι η πρόταση έξυπνων και αποδοτικών λύσεων.

Η ανάλυση ενός προβλήματος σε ένα σύγχρονο υπολογιστικό περιβάλλον περιλαμβάνει:

- την καταγραφή της υπάρχουσας πληροφορίας για το πρόβλημα,
- την αναγνώριση των ιδιοτήτων του προβλήματος,
- την αποτύπωση των συνθηκών και προϋποθέσεων υλοποίησής του

και στη συνέχεια:

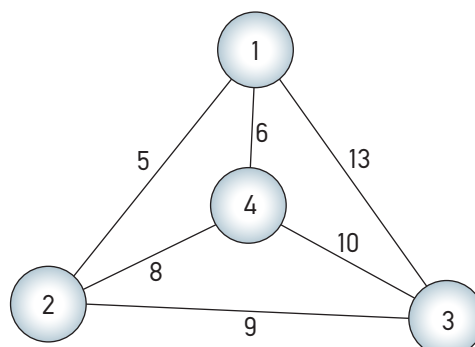
- την πρόταση επίλυσης με χρήση κάποιας μεθόδου, και
- την τελική επίλυση με χρήση υπολογιστικών συστημάτων.

Έτσι, κατά την ανάλυση ενός προβλήματος θα πρέπει να δοθεί απάντηση σε καθεμία από τις επόμενες ερωτήσεις:

- Ποια είναι τα δεδομένα και το μέγεθος του προβλήματος,
- Ποιες είναι οι συνθήκες που πρέπει να πληρούνται για την επίλυση του προβλήματος,
- Ποια είναι η πλέον αποδοτική μέθοδος επίλυσής τους (σχεδίαση αλγορίθμου),
- Πώς θα καταγραφεί η λύση σε ένα πρόβλημα (π.χ. σε ψευδογλώσσα), και
- Ποιος είναι ο τρόπος υλοποίησης στο συγκεκριμένο υπολογιστικό σύστημα (π.χ. επιλογή γλώσσας προγραμματισμού).

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Έστω ότι αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα ενός ταχυδρομικού διανομέα, που πρέπει να ξεκινήσει από ένα χωριό, να επισκεφθεί έναν αριθμό από γειτονικά χωριά, για να μοιράσει ένα σύνολο επιστολών και να επιστρέψει στο χωριό, από όπου ξεκίνησε περνώντας μόνο μία φορά από κάθε χωριό. Το πρόβλημα έγκειται στην εύρεση της καλύτερης διαδρομής, έτσι ώστε ο διανομέας να διανύσει το μικρότερο δυνατό αριθμό χιλιομέτρων.



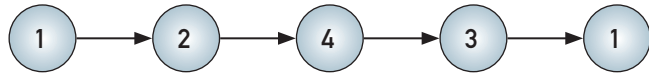
Σχ. 4.1. Χωριά και αποστάσεις μεταξύ τους

Στο προηγούμενο σχήμα οι 4 αριθμημένοι κόμβοι αντιστοιχούν στα 4 χωριά, ενώ οι 6 συνδέσεις αντιστοιχούν στις οδικές αρτηρίες που ενώνουν τα χωριά αυτά. Τέλος, οι ακέραιοι που χαρακτηρίζουν τις συνδέσεις μεταξύ των κύκλων παρουσιάζουν τις αντίστοιχες χιλιομετρικές αποστάσεις μεταξύ των χωριών. Επιπλέον, ας υποθέσουμε ότι ο διανομέας ξεκινά από το χωριό 1, και βέβαια σε αυτό πρέπει να καταλήξει, αφού επισκεφθεί τα χωριά 2, 3 και 4. Στο πρόβλημα αυτό μπορούν να υπάρξουν διάφορες προσεγγίσεις για την ανάλυση και την επίλυσή του.

A) Μία πρώτη ανάλυση του προβλήματος είναι:

να γίνει καταγραφή όλων των αποστάσεων μεταξύ των χωριών,
να ταξινομηθούν οι συνδέσεις των χωριών κατά αύξουσα χιλιομετρική απόσταση,
να επιλέγεται κάθε φορά η μετάβαση από το χωριό όπου βρίσκεται ο διανομέας προς το πλησιέστερο χωριό.

Με βάση τα παραπάνω βήματα ο διανομέας θα επέλεγε την εξής σειρά επίσκεψης των χωριών:

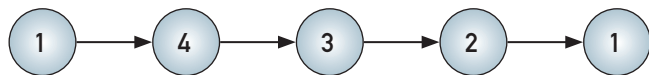


διανύοντας συνολικά 36 χιλιόμετρα.

B) Μία διαφορετική ανάλυση του προβλήματος είναι:

να γίνει καταγραφή όλων των αποστάσεων μεταξύ των χωριών,
να βρεθεί μία σειρά επίσκεψης των χωριών με στόχο την ελαχιστοποίηση της συνολικής απόστασης και όχι την ελαχιστοποίηση της κάθε φορά απόστασης.

Με βάση τα παραπάνω βήματα ο διανομέας θα επέλεγε την εξής σειρά επίσκεψης των χωριών:



οπότε η συνολική διανυόμενη απόσταση είναι 30 χιλιόμετρα.

Επομένως είναι φανερό ότι η ανάλυση κάθε προβλήματος είναι απαραίτητη, έτσι ώστε να αναζητηθεί η πλέον κατάλληλη μέθοδος που να παρέχει τη ζητούμενη λύση, όσο γίνεται ταχύτερα και με το λιγότερο δυνατό κόστος σε υπολογιστικούς πόρους. Δεν υπάρχει ένας ενιαίος κανόνας, μία γενική φόρμουλα που να αναφέρεται στην επίλυση του συνόλου των προβλημάτων. Υπάρχουν όμως "συγγενή" προβλήματα, δηλαδή προβλήματα που μπορούν να αναλυθούν με παρόμοιο τρόπο και να αντιμετωπισθούν με αντίστοιχες μεθόδους και τεχνικές. Γενικότερα, οι μέθοδοι ανάλυσης και επίλυσης των προβλημάτων παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους εξής λόγους:

παρέχουν ένα γενικό πρότυπο κατάλληλο για την επίλυση προβλημάτων ευρείας κλίμακας,

μπορούν να αναπαρασταθούν με κοινές δομές δεδομένων και ελέγχου

(που υποστηρίζονται από τις περισσότερες σύγχρονες γλώσσες προγραμματισμού).

παρέχουν τη δυνατότητα καταγραφής των χρονικών και "χωρικών" απαιτήσεων της μεθόδου επίλυσης, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει επакριβής εκτίμηση των αποτελεσμάτων.

4.2 | Μέθοδοι σχεδίασης αλγορίθμων

Οι μέθοδοι λύσης ενός προβλήματος που προκύπτουν από την ανάλυσή του οδηγούν στη σχεδίαση ενός αλγορίθμου που συνιστά την ακολουθία βημάτων, που πρέπει να ακολουθηθούν για να επιλυθεί το πρόβλημα. Όπως αναφέρθηκε, υπάρχει περίπτωση να παρουσιασθούν περισσότερες από μία τεχνικές για τη λύση ενός προβλήματος. Επομένως, για να προταθεί η καλύτερη λύση χρειάζεται να γίνουν κάποιες επιλογές και παραδοχές κατά τη διαδικασία σύνθεσης και σχεδίασης του αλγορίθμου. Υπάρχουν μερικές τεχνικές που συχνά χρησιμοποιούνται σε πληθώρα προβλημάτων. Έτσι, οι τεχνικές αυτές έχουν τυποποιηθεί λόγω των κοινών χαρακτηριστικών τους κατά την επίλυση ενός προβλήματος. Η τυποποίηση αυτή σε κάποιο βαθμό διευκολύνει στην ένταξη κάποιου προβλήματος στην αντίστοιχη κατηγορία επίλυσής του (όπου αυτό είναι δυνατό). Γενικότερα, κάθε τεχνική χρειάζεται να υποστηρίζει τα εξής:

- να αντιμετωπίζει με το δικό της τρόπο τα δεδομένα,
- να έχει τη δική της ακολουθία εντολών και
- να διαθέτει τη δική της αποδοτικότητα.

Επομένως κάθε τεχνική έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και τις δικές της ιδιαιτερότητες.

Κατά την επίλυση ενός προβλήματος, επιχειρείται σύγκριση των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων των τεχνικών που μπορούν να αποτελέσουν πρόταση λύσης του προβλήματος. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης των διαφορετικών τεχνικών είναι η επιλογή της καταλληλότερης τεχνικής για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται αρκετές τυποποιημένες κατηγορίες τεχνικών, όμως στα πλαίσια του βιβλίου αυτού θα εξετάσουμε μερικές μόνο από αυτές:

- Μέθοδος διαίρει και βασίλευε
- Μέθοδος δυναμικού προγραμματισμού
- Άπληστη μέθοδος

Κάθε ένα από αυτά τα είδη προσεγγίσεων θα εξετασθεί ιδιαίτερα στη συνέχεια.

Παρ' ότι στη βιβλιογραφία αναφέρονται αρκετές τεχνικές σχεδίασης αλγορίθμων, αυτό δεν σημαίνει ότι κάθε πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί εφαρμόζοντας μία από αυτές τις γνωστές τεχνικές. Υπάρχουν πολλά προβλήματα που για την επίλυσή τους απαιτούν την εφαρμογή μίας νέας αντίληψης. Συχνά, οι μέθοδοι που εφαρμόζονται στα προβλήματα αυτά ονομάζονται *ευριστικές τεχνικές*.



Δεν υπάρχει αλγόριθμος για τη σχεδίαση αλγορίθμων.

~~λεγόμενης Άπληστης μεθόδου και δόθηκε ένα πιο σύνθετο παράδειγμα, όπως είναι η επιστροφή από ρέστα με το μικρότερο αριθμό κερμάτων και χαρτονομισμάτων.~~

Ερωτήσεις – Θέματα για συζήτηση

1. Τι περιλαμβάνει η ανάλυση ενός προβλήματος σε ένα σύγχρονο υπολογιστικό περιβάλλον;
2. Ποιοι είναι οι λόγοι για τους οποίους οι μέθοδοι ανάλυσης και επίλυσης των προβλημάτων παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον;
3. Ποια είναι τα δύο βασικά είδη προσέγγισης της επίλυσης ενός προβλήματος;
4. Να περιγραφεί με βήματα η μέθοδος της προσέγγισης Διαίρει και Βασίλευε για τη σχεδίαση αλγορίθμων.
5. Να περιγραφεί με βήματα η μέθοδος της προσέγγισης του Δυναμικού Προγραμματισμού για τη σχεδίαση αλγορίθμων.
6. Να περιγραφεί η μέθοδος της δυαδικής αναζήτησης και να δοθεί ένα παράδειγμα επίλυσης προβλήματος με τη μέθοδο αυτή.
7. Να δοθεί αλγόριθμος για την ανεύρεση του παραγοντικού ακεραίου με χρήση της από προσέγγισης, όπου τα προσωρινά αποτελέσματα αποθηκεύονται σε έναν πίνακα.
8. Να δοθεί αλγόριθμος για την ανεύρεση της δύναμης πραγματικού σε αρνητικό ακέραιο εκθέτη με Δυναμικό Προγραμματισμό.

Βιβλιογραφία

1. Φώτω Αφράτη και Γιώργος Παπαγεωργίου: *Αλγόριθμοι – Μέθοδοι Σχεδίασης και Ανάλυση Πολυπλοκότητας*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1993.
2. Χρήστος Κοίλιας: *Δομές Δεδομένων και Οργάνωση Αρχείων*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 1993.
3. Μανόλης Λουκάκης: *Δομές Δεδομένων και Αλγόριθμοι*, Εκδόσεις Θεραπευτικής Κοινότητας Ιθάκη, Θεσσαλονίκη, 1988.
4. Ιωάννης Μανωλόπουλος: *Δομές Δεδομένων - μία Προσέγγιση με Pascal*, Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη, 1998.
5. Ιωάννης Μανωλόπουλος, *Μαθήματα Θεωρίας Γράφων*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 1996.
6. Νίκος Μισυρλής, *Δομές Δεδομένων*, Αθήνα, 1995.
7. Niklaus Wirth: *Αλγόριθμοι και Δομές Δεδομένων*, Κλειδάριθμος, Αθήνα, 1990.
8. G. Brassard and P. Bratley: *"Fundamentals of Algorithms"*, Prentice Hall, 1996.
9. T. Cormen, C. Leiserson and R. Rivest: *"Introduction to Algorithms"* MIT Press, 1990.
10. E. Horowitz, S. Sahni and S. Rajasekaran: *"Computer Algorithms"*, Computer Science Press, 1998.
11. I. Oliver: *"Programming Classics: Implementing the World's Best Algorithms"*, Prentice Hall, 1993.

Διαδίκτυο

<http://www.cs.pitt.edu/~kirk/algorithmcourses/index.html>

Αποτελεί κόμβο με πλούσιο πληροφορικό υλικό υψηλού ακαδημαϊκού επιπέδου. Περιέχει και στοιχεία βασικού επιπέδου.