

Κεφάλαιο 0: Εισαγωγή

Η πληροφορική ασχολείται με την επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας προγραμματισμό.

➤ Κεντρικές Έννοιες:

- ✓ Πρόβλημα
- ✓ Μηχανισμός Υπολογισμού (Προγραμματισμού)

Πολλά είδη προβλημάτων:

1. Περιοδεύων Πωλητής (Traveling Salesman Problem – TSP)

Μας δίνονται n πόλεις και οι αποστάσεις c_{ij} μεταξύ των πόλεων i και j . Το ερώτημα είναι αν υπάρχει ένα δρομολόγιο έτσι ώστε όλες οι πόλεις να επισκέπτονται ακριβώς μία φορά και του οποίου η συνολική απόσταση που διανύθηκε δεν υπερβαίνει το K .

Το πρόβλημα συνίσταται στον να βρούμε μία διαδρομή που ελαχιστοποιεί την συνολική απόσταση που διανύεται.

2. Απόδειξη Θεωρημάτων

Υπάρχει ένα πρόγραμμα που αποδεικνύει το κατά πόσον ένα αριθμητικό θεώρημα είναι αληθές ή όχι.

Παράδειγμα: $\forall X \exists A \exists B \exists C \exists D: X=A^2+B^2+C^2+D^2$.

3. Το Πρόβλημα Του Τερματισμού (Halting Problem)

Μας δίνεται ένα οποιοδήποτε πρόγραμμα P και μία είσοδος D . Το πρόβλημα είναι να προσδιορίσουμε κατά πόσον το P με είσοδο D τερματίζει ή εισέρχεται σε βρόχο δίχως τέλος.

Παράδειγμα:

```
WHILE  $n \neq 1$  DO
  IF ( $n \bmod 2 = 0$ ) THEN  $n := n/2$ 
  ELSE  $n := 3n + 1$ 
END
```

END

4. Το πρόβλημα αντιστοιχίας του Post

Δεδομένα είναι ένας πεπερασμένος αριθμός από ζεύγη μη κενών συμβολοσειρών:

$(u_1, v_1), \dots, (u_n, v_n)$

Υπάρχουν $i_1, i_2, \dots, i_k \in \{1, \dots, n\}$ έτσι ώστε: $u_{i_1} \dots u_{i_k} = v_{i_1} \dots v_{i_k}$;

Παράδειγμα: $(1, 111), (10111, 10), (10, 0)$

Το $(2, 1, 1, 3)$ μας δίνει 101111110.

Τι ερωτήματα γεννιούνται όσον αφορά τα προβλήματα;

1. Δέχονται πάντα επίλυση μέσω προγραμματισμού;
2. Υπάρχει γρήγορη επίλυση ενός προβλήματος;
3. Υπάρχουν σχέσεις μεταξύ προβλημάτων;

1. Θεωρία Υπολογισμού (Theory of Computation)

«Όπου υπάρχει η θέληση υπάρχει και ο δρόμος»;

OXI!

- Υπάρχουν μη επιλύσιμα προβλήματα
- Είναι χρήσιμο να τα γνωρίζουμε:
 - ✓ Γλιτώνουμε κόπο
 - ✓ Δεν γινόμαστε ρεζίλι

- ✓ Δεν είμαστε υπεύθυνοι για την αποτυχία επίλυσης

Τι σημαίνει *επιλύσιμο πρόβλημα*; Μήπως εξαρτάται από την γλώσσα προγραμματισμού ή τον τύπο μηχανής; Υπάρχουν «C-επιλύσιμα», «Java-επιλύσιμα», «Mac-επιλύσιμα» προβλήματα;

ΟΧΙ!

Όλοι οι τύποι μηχανής-υπολογισμού που γνωρίζουμε επιλύουν ακριβώς την ίδια κλάση προβλημάτων.

⇒ Η Θέση του Church

Τα προβλήματα που επιλύονται από τις γνωστές ισχυρές υπολογιστικές μεθόδους είναι μία και αυτή. Περιλαμβάνει ακριβώς τα προβλήματα τα οποία θεωρούμε (διαισθητικά) επιλύσιμα.

Δεν είναι θεώρημα, αλλά θέση!

(3) μαζί με Θεωρία Υπολογισμού ⇒ Επιλυσιμότητα ενός προβλήματος ανάγεται στην επιλυσιμότητα ενός άλλου.

2. Υπολογιστική Πολυπλοκότητα

Ανάλυση, ποια προβλήματα μπορούν να επιλυθούν σε λίγο χρόνο;

«Λίγος χρόνος»=πολυωνυμικός χρόνος

- Υπάρχουν προβλήματα με γρήγορη επίλυση
- Υπάρχουν προβλήματα δίχως γρήγορη επίλυση
- ... Και πάρα πολλά για τα οποία δεν ξέρουμε

Αλλά:

- ✓ Ή όλα ή κανένα έχει γρήγορη επίλυση
- ✓ Όλοι απέτυχαν ως τώρα να βρουν μία τέτοια επίλυση

3. Υπολογιστική Πολυπλοκότητα

Η επιλυσιμότητα ενός προβλήματος σε πολυωνυμικό χρόνο ανάγεται στην επίλυση ενός άλλου προβλήματος σε πολυωνυμικό χρόνο: Πολυωνυμική Αναγωγή.

Άλλες περιοχές της Θεωρητικής Πληροφορικής

• Συντακτική Ανάλυση

Είναι ένα πρόγραμμα που γράψαμε συντακτικά σωστό; Δηλαδή ανήκει σε μία γλώσσα προγραμματισμού;

Συντακτική Ορθότητα

• Ορθότητα Προγραμμάτων

Κάνει το πρόγραμμά μας αυτό που θέλουμε;

Σημασιολογική Ορθότητα

Τι είναι λοιπόν η Θεωρία (Υπολογισμού);

1. Πληροφορική με μαθηματικά μέσα
 - ✓ Καθορίζει επακριβώς τα προβλήματα
 - ✓ Δίνει ακριβείς, κατανοητές απαντήσεις που δεν επιδέχονται αμφισβήτηση
2. Η θεωρία δίνει γενικές λύσεις
 - ✓ Αφαιρεί ασήμαντες λεπτομέρειες (TSP: Πόλεις, αποστάσεις ⇒ γράφος)
 - ✓ Επαναχρησιμοποίηση λύσεων και μεθόδων

3. Η θεωρία είναι δύσκολη
- ✓ Πολλές φορές επίπονη και μακροσκελής (διότι ακριβής)
 - ✓ Συχνά βαθιά
 - ✓ Συχνά δυσάρεστη: αρνητικά αποτελέσματα (πχ μη επιλυσιμότητα)
 - ✓ Αλλά και ψάχνει νέους δρόμους – πχ αν η επίλυση είναι αδύνατη ή χρονοβόρα \Rightarrow approximate (προσεγγιστικές) λύσεις

Γιατί σας το κάνουμε αυτό; ☺

- ✓ Γνώσεις είναι καλές δίχως πρακτικό σκοπό (οι αρχαίοι ημών πρόγονοι)!
- ✓ Αλλά έχει πολλές εφαρμογές στην πληροφορική
- ✓ Χρησιμοποιείται σε επακόλουθα μαθήματα
- ✓ Εξασκεί το μυαλό
- ✓ Τα καλά κόποις κτώνται !!