

Μεταγλωττιστές

Γιώργος Δημητρίου

Μάθημα 12^ο

Βελτιστοποίηση

-
-
- Μετασχηματισμός κώδικα σε άλλον πιο αποδοτικό
- Ασφάλεια βελτιστοποίησης
- Ορθότητα μετασχηματισμών!
- Πολυπλοκότητα μετασχηματισμών
- Εντοπισμός πιθανά προβληματικού κώδικα
 - Στατιστικοί αναλυτές μπορούν να δείξουν ποια μέρη ενός προγράμματος το καθυστερούν
 - Επιλογή εσωτερικών βρόχων

Φάσεις Βελτιστοποίησης

- Πάνω στον ενδιάμεσο κώδικα
 - Βελτιστοποίηση εκφράσεων
 - Βελτιστοποίηση βασικών ενοτήτων
 - Μετασχηματισμοί βρόχων
 - Μετασχηματισμοί κλήσεων υποπρογραμμάτων
- Κατά την παραγωγή τελικού κώδικα
 - Βέλτιστη δέσμευση καταχωρητών και επιλογή εντολών
- Πάνω στον τελικό κώδικα
 - Τοπικοί μετασχηματισμοί

Ανάλυση Ροής Ελέγχου

- Εύρεση βασικών ενοτήτων
 - Εύρεση οδηγών
 - Η πρώτη εντολή του προγράμματος
 - Κάθε στόχος άλματος
 - Κάθε εντολή που ακολουθεί άλμα
- Κατασκευή γραφήματος ροής
 - Ακμές που συνδέουν βασικές ενότητες
 - Άλμα από μια βασική ενότητα σε μια άλλη
 - Διαδοχή βασικών ενοτήτων όταν η δεύτερη δεν τελειώνει με άλμα χωρίς συνθήκη

Ανάλυση Ροής Δεδομένων

- Ανάλυση χρόνου ζωής μεταβλητών:
 - Σύνολα def, use για κάθε βασική ενότητα
 - Το πρώτο περιέχει τις μεταβλητές που ορίζονται πριν χρησιμοποιηθούν
 - Το δεύτερο περιέχει μεταβλητές που χρησιμοποιούνται πιθανά χωρίς να έχουν οριστεί
- $\text{in}(B) = \text{use}(B) \cup (\text{out}(B) - \text{def}(B))$
- $\text{out}(B) = \bigcup_{S \text{ ακολουθεί } B} \text{in}(S)$
- Κατασκευή γραφήματος εξαρτήσεων δεδομένων

Βελτιστοποιήσεις Δομής

-
-
- Μετακίνηση κώδικα
- Απαλοιφή άχρηστου κώδικα
- Βελτιστοποιήσεις βρόχων
 - Μετακίνηση αναλλοίωτου κώδικα
 - Απαλοιφή επαγωγικών μεταβλητών
 - Αναδιοργάνωση: ξετύλιγμα, αντιστροφή, αποδιακλάδωση
 - Απαλοιφή ελέγχου ορίων πίνακα
- Βελτιστοποιήσεις κλήσεων υποπρογραμμάτων

Βελτιστοποιήσεις Αποτίμησης

-
-
- Αποτίμηση σταθερών εκφράσεων
- Εύρεση κοινών υποεκφράσεων

$$\underline{a[i-1]} = b[\underline{i-1}] + x * \underline{a[i-1]}$$

- Διάδοση αντιγράφων
- Υποβιβασμός ισχύος
$$x * 5 \rightarrow x \ll 2 + x$$
- Αλγεβρικοί μετασχηματισμοί
- Αλλαγή σειράς αποτίμησης υποεκφράσεων

Συμβολική Ανάλυση

- Συμβολική παρακολούθηση τιμών μεταβλητών με κατάλληλη τροποποίηση του κώδικα
- Επέκταση διάρκειας ζωής των μεταβλητών για εύρεση περισσότερων κοινών υποεκφράσεων
 - και περισσότερη διάδοση αντιγράφων

```
A[x+1] = A[x++] + 1;
A[x+1] = A[x] + 1;
```



```
A[x+1] = A[x] + 1;
A[x+2] = A[x+1] + 1;
x = x+1;
```


Δέσμευση Καταχωρητών (με κοινές υποεκφράσεις)

- Ο ίδιος αλγόριθμος χρωματισμού γραφήματος
- Τώρα ένας κόμβος με πολλαπλούς πατρικούς κόμβους έχει διάρκεια ζωής μέχρι τον πιο μακρινό πατέρα του
- Πυκνότερο γράφημα αλληλεπιδράσεων!
- Αποτέλεσμα: μικρότερος κώδικας, αλλά με χρήση περισσότερων καταχωρητών

Δέσμευση Καταχωρητών (με μεταβλητές προγράμματος)

- Ο ίδιος αλγόριθμος χρωματισμού γραφήματος
- Τώρα χρησιμοποιούμε πληροφορία από την ανάλυση ροής δεδομένων για την κατασκευή του γραφήματος αλληλεπιδράσεων
- Προσωρινές μεταβλητές διαφορετικών εκφράσεων δεν έχουν αλληλεπίδραση
- Αποτέλεσμα: μείωση προσπελάσεων μνήμης, αλλά με χρήση περισσότερων καταχωρητών

Βέλτιστη Επιλογή Εντολών

-
-
- Επιλογή εντολών για την αποτίμηση μιας έκφρασης που: (α) έχει ελάχιστο κόστος, (β) χρησιμοποιεί τον ελάχιστο αριθμό καταχωρητών και (γ) εφαρμόζει διαδοχική αποτίμηση υποεκφράσεων
- Εφαρμογή δυναμικού προγραμματισμού για την εύρεση του χαμηλότερου κόστους στην επιλογή των εντολών

Μετασχηματισμοί Χαμηλού Επιπέδου

- Τοπικοί μετασχηματισμοί (peephole):
 - Αφαίρεση εντολών
 - Απλοποιήσεις αλμάτων
 - Μαθηματικές απλοποιήσεις
 - Βελτιστοποιήσεις σε ειδικές εντολές
- Βελτιστοποιήσεις δρομολόγησης εντολών
 - Ξεδίπλωμα βρόχων
 - Μετακίνηση εντολών