

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

*Μεταγλωττιστές*

Εργασία Εξαμήνου – Στάδιο 3

Δεκέμβριος 2020  
(παράδοση τέλος εξεταστικής)

Να κατασκευάσετε το Γεννήτορα Τελικού Κώδικα (ΓΤΚ) για τη γλώσσα της εργασίας σας, ο οποίος πρέπει να καλείται μια φορά μετά την παραγωγή ενδιάμεσου κώδικα, και να παράγει τον τελικό κώδικα που αντιστοιχεί σε τυχόν πρόγραμμα εισόδου.

Σαν τελική γλώσσα να χρησιμοποιήσετε τη συμβολική γλώσσα του συνόλου εντολών MIPS που διδαχθήκατε στο μάθημα της Εισαγωγής στους H/Y. Εναλλακτικά μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη συμβολική γλώσσα του συνόλου εντολών IA32.

Ο ΓΤΚ πρέπει να προβαίνει στις ακόλουθες ενέργειες:

1. Ανάλογα με το μέγεθος αναπαράστασης σε bytes των βασικών τύπων της γλώσσας σας που υποστηρίζονται από την τελική γλώσσα, να προσθέτει στους πίνακες δέσμευσης θέσεων των χώρων δεδομένων του προγράμματος τις ακριβείς τιμές μετατόπισης κάθε θέσης από την αρχή του αντίστοιχου χώρου.
2. Να μετατρέπει κάθε κόμβο τελεστή αναφοράς σε στοιχείο πίνακα ή σε πεδίο εγγραφής/κλάσης του ενδιάμεσου κώδικα, σε έναν ή περισσότερους κόμβους με τις ακριβείς πράξεις που πρέπει να εκτελεστούν για τον υπολογισμό των διευθύνσεων των αντίστοιχων στοιχείων ή πεδίων.
3. Να μετατρέπει κάθε κόμβο κλήσης υποπρογράμματος του ενδιάμεσου κώδικα, σε έναν ή περισσότερους κόμβους που να αντιστοιχούν στις ακριβείς ενέργειες που συνοδεύουν μια κλήση. Δηλαδή (α) αποθήκευση των τιμών των πραγματικών παραμέτρων στη στοίβα, στις προκαθορισμένες θέσεις που αντιστοιχούν στις τυπικές παραμέτρους του υποπρογράμματος, (β) άλμα με σύνδεση στον κώδικα του υποπρογράμματος, και (γ) για συναρτήσεις, την ανάγνωση της τιμής του αποτελέσματος από την αντίστοιχη θέση στη στοίβα μετά την κλήση.
4. Για κάθε βαθμωτή μεταβλητή, στοιχείο πίνακα ή πεδίο εγγραφής/κλάσης που αποτελεί τιμή δεξιάς προσπέλασης στον ενδιάμεσο κώδικα, να εισάγει έναν κόμβο αποδεικτοδότησης, δηλαδή φόρτωσης από τη διεύθυνση της μεταβλητής ή του στοιχείου ή πεδίου αυτού.
5. Να υποστηρίζει τις γνωστές συναρτήσεις εισόδου/εξόδου `printf` και `scanf` της C, με αντίστοιχα ονόματα “`_printf`” και “`_scanf`”. Έτσι, θα πρέπει να μετατρέπει τα ορίσματα των εντολών εισόδου/εξόδου που υπάρχουν στον ενδιάμεσο κώδικα σε παραμέτρους αυτών των συναρτήσεων. Ως πρώτη παράμετρο θα πρέπει να κατασκευάζει τη συμβολοσειρά περιγραφής των πεδίων εισόδου/εξόδου της εντολής, την οποία θα πρέπει να αποθηκεύει στο χώρο δεδομένων του προγράμματος, ώστε η διεύθυνσή της να γίνεται η πρώτη πραγματική παράμετρος στην κλήση της αντίστοιχης συνάρτησης.
6. Να αποδίδει προσωρινές μεταβλητές σε εκείνους τους κόμβους του ενδιάμεσου κώδικα που αντιστοιχούν σε εφαρμογή κάποιου τελεστή ή φορτώνουν κάποια τιμή από τη μνήμη. Η απόδοση των προσωρινών μεταβλητών γίνεται με αρίθμηση των αντίστοιχων κόμβων με τη σειρά αποτίμησής τους, όπως αυτή προκύπτει μετά από ανάλυση ροής ελέγχου του προγράμματος. Αν δεν έχει γίνει προηγούμενη βελτιστοποίηση, η σειρά αυτή καθορίζεται απλά από μια διαπέραση κάθε δέντρου έκφρασης του ενδιάμεσου κώδικα.
7. Να δεσμεύει καταχωρητές για την αποτίμηση κάθε έκφρασης του ενδιάμεσου κώδικα, κατασκευάζοντας με βάση την παραπάνω αρίθμηση και χρωματίζοντας το γράφο αλλη-

λεπιδράσεων. Αν δεν έχει προηγηθεί βελτιστοποίηση που να έχει συνδέσει τα δέντρα εκφράσεων μεταξύ τους, η δέσμευση καταχωρητών γίνεται ανεξάρτητα σε κάθε έκφραση.

8. Να εισάγει κόμβους διάχυσης για αποθήκευση και επανάκτηση των τιμών των προσωρινών μεταβλητών που δε μπορούν να αντιστοιχηθούν σε καταχωρητές. Οι θέσεις αυτών θα βρίσκονται στον τοπικό χώρο δεδομένων, και μετά από τις υπόλοιπες τοπικές μεταβλητές της μονάδας, οπότε το μέγεθος του χώρου αυτού αυξάνεται ανάλογα.
9. Να εισάγει κόμβους διάχυσης σε κάθε κόμβο κλήσης υποπρογράμματος του ενδιάμεσου κώδικα, για αποθήκευση και επανάκτηση τιμών καταχωρητών που πρέπει να διατηρούν την τιμή τους μέσα από την κλήση. Όπως και προηγουμένως, δεσμεύονται θέσεις του τοπικού χώρου δεδομένων γι' αυτό το σκοπό.
10. Να παράγει τον τελικό κώδικα, με βάση ένα σχέδιο για κάθε δυνατό κόμβο του ενδιάμεσου κώδικα – δηλαδή κάθε δυνατό κόμβο τελεστή, κόμβο προσπέλασης μνήμης και κόμβο εντολών. Ο ΓΤΚ θα πρέπει έτσι να παράγει συγκεκριμένο τελικό κώδικα για κάθε τύπο κόμβου που συναντά, καθώς διαπερνά τον ενδιάμεσο κώδικα με τη σειρά εκτέλεσης των αντίστοιχων εντολών. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται σε εισόδους και εξόδους μονάδων, οπότε πρέπει να γίνεται διαχείριση της στοίβας και πιθανή διάχυση για αποθήκευση και επανάκτηση τιμών καταχωρητών που δεν πρέπει να αλλάζουν τιμή μέσα στη μονάδα. Για αναφορές στη μνήμη, να χρησιμοποιούνται οι καταχωρητές \$gp και \$sp σε δείκτες στους χώρους καθολικών/στατικών δεδομένων και στοίβας, αντίστοιχα.

Προαιρετικά, προσθέστε στο μεταγλωττιστή σας βελτιστοποίηση στο επίπεδο του ενδιάμεσου κώδικα. Πιο συγκεκριμένα:

1. Υλοποιήστε αποτίμηση και διάδοση σταθερών εκφράσεων.
  2. Εφαρμόστε ανάλυση ροής ελέγχου και ροής δεδομένων, (α) για να βρείτε και να απαλείψετε τις κοινές υποεκφράσεις στον κώδικά σας, (β) για να εντοπίσετε και να απαλείψετε άχρηστο κώδικα, και (γ) για δέσμευση καταχωρητών συνολικά σε μια μονάδα, και όχι τοπικά σε κάθε έκφραση.
  3. Διαλέξτε κάποια βελτιστοποίηση βρόχων από το βιβλίο σας και υλοποιήστε την.
- Ο βαθμός όποιας βελτιστοποίησης υλοποιήσετε θα προστεθεί στο βαθμό της εργασίας.