



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής & Υπολογιστών
Εργαστήριο Τεχνολογίας Λογισμικού

Μεταγλωττιστές Ενημερωτικό Φυλλάδιο

Γενικές πληροφορίες

Μάθημα	: Μεταγλωττιστές (3.4.3186.8)
Εξάμηνο	: 8ο, ροή Λ (Λογισμικό Η/Υ), επιλογής
Κατανομή ωρών	: 2 ώρες θεωρία, 2 ώρες εργαστήριο
Ακαδημαϊκό έτος	: 2025–2026
Διδάσκων	: Κωστής Σαγώνας (kostis@cs.ntua.gr) (Παλιό) Κτίριο Ηλεκτρολόγων, 1.1.21, τηλ. 210-772-2487
Διαλέξεις ή/και Εργαστήριο	: Τετάρτες ή/και Παρασκευές 15:15–19:00
Ώρες γραφείου	: Παρασκευές 10:00–11:00
Ιστοσελίδα	: https://courses.softlab.ntua.gr/compiler/

Αντικείμενο, σκοπός και στόχοι

Οι μεταγλωττιστές (compilers) είναι εργαλεία που μεταφράζουν προγράμματα μιας γλώσσας προγραμματισμού σε εκτελέσιμο κώδικα μηχανής. Στο μάθημα αυτό παρουσιάζονται οι γενικές θεωρητικές αρχές αλλά και πολλές από τις πρακτικές τεχνικές που επιτρέπουν την κατασκευή μεταγλωττιστών για ένα μεγάλο αριθμό γλωσσών.

Σκοπός του μαθήματος είναι η ισοβαρής μετάδοση γνώσεων και δεξιοτήτων που σχετίζονται με την κατασκευή μεταγλωττιστών. Μετά το πέρας του, οι σπουδαστές θα είναι σε θέση να κατασκευάζουν μόνοι τους μεταγλωττιστές για απλές γλώσσες προγραμματισμού αλλά και να ενταχθούν ομαλά σε επαγγελματικές ομάδες που κατασκευάζουν εμπορικούς μεταγλωττιστές.

Προαπαιτούμενα

Το μάθημα απευθύνεται σε σπουδαστές που διαθέτουν βασικές γνώσεις αλγορίθμων, δομών δεδομένων, γλωσσών προγραμματισμού και αρχιτεκτονικής υπολογιστών. Απαραίτητο επίσης είναι να διαθέτουν εμπειρία στον προγραμματισμό ηλεκτρονικών υπολογιστών και να είναι εξοικειωμένοι με μια γλώσσα προγραμματισμού, όπως η C, η C++, η Rust, η Java, η Python, η ML, η Haskell, κ.λπ.

Εργασία

Στο πλαίσιο της εργαστηριακής εξάσκησης αυτού του μαθήματος, οι σπουδαστές καλούνται να κατασκευάσουν (σε ομάδες των δύο ατόμων αν το θελήσουν) έναν πειραματικό μεταγλωττιστή για κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Λεπτομέρειες σχετικές με την εργασία δίνονται σε ξεχωριστό φυλλάδιο.

Το Εργαστήριο Τεχνολογίας Λογισμικού θα είναι διαθέσιμο κατά προτεραιότητα στους σπουδαστές του μαθήματος τις ώρες που αναφέρονται στο ωρολόγιο πρόγραμμα, καθώς και όλες τις υπόλοιπες ώρες λειτουργίας του (χωρίς προτεραιότητα). Η φυσική παρουσία των σπουδαστών στο εργαστήριο δεν είναι υποχρεωτική. Πέραν των ωρών γραφείου, ο διδάσκων είναι διαθέσιμος κατόπιν επικοινωνίας (κατά προτίμηση ηλεκτρονικής).

Τρόπος βαθμολογίας

Ο τελικός βαθμός (τ) είναι συνάρτηση των βαθμών ενός σπουδαστή στις γραπτές εξετάσεις (γ) και στην εργασία (c) και υπολογίζεται ως εξής:

$$\tau = \text{if } \gamma \geq 2.5 \wedge c \geq 2.5 \text{ then } \min\{\gamma + c, 10\} \text{ else } \min\{\gamma + c, 4\}$$

Το άριστα στις γραπτές εξετάσεις είναι πέντε (5). Το άριστα στην εργασία είναι έξι (6) αν κάνετε τον μεταγλωττιστή σας μέσω του LLVM και επτά (7) αν τον κάνετε με δική σας γεννήτρια κώδικα x86_64 και βελτιστοποιήσεις, δηλαδή υπάρχουν μία (1) ή δύο (2) μονάδες bonus. Ο τρόπος βαθμολόγησης της εργασίας περιγράφεται λεπτομερώς στο αντίστοιχο φυλλάδιο.

Βιβλιογραφία

Οι παραδόσεις θα ακολουθούν (ως επί το πλείστον) το πρώτο από τα παρακάτω συγγράμματα στην ελληνική γλώσσα.

- [1] A. V. Aho, M. S. Lam, R. Sethi and J. D. Ullman, *Μεταγλωττιστές: Αρχές, τεχνικές και εργαλεία*, 2η αμερικανική έκδοση, ISBN: 978-960-6759-72-7, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2011.
- [2] Ν. Σ. Παπασπύρου και Ε. Σ. Σκορδαλάκης, *Μεταγλωττιστές*, ISBN: 978-960-266-135-2, Εκδόσεις Συμμετρία, 2002.
- [3] K. D. Cooper and L. Torczon, *Σχεδίαση και Κατασκευή Μεταγλωττιστών*, 2η αμερικανική έκδοση, ISBN: 978-960-524-519-1, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2018.

Εναλλακτικά ή συμπληρωματικά προτείνονται τα ακόλουθα βιβλία στην αγγλική γλώσσα. Τα δύο πρώτα είναι η πρωτότυπη έκδοση των [1] και [3], αντίστοιχα. Τα δύο τελευταία καλύπτουν ύλη αρκετά υψηλότερου επιπέδου από το παρόν μάθημα.

- [4] A. V. Aho, M. S. Lam, R. Sethi and J. D. Ullman, *Compilers: Principles, Techniques and Tools*, 2nd edition, Addison-Wesley, 2007.
- [5] K. Cooper and L. Torczon, *Engineering a Compiler*, 2nd edition, Morgan Kaufmann, 2011.
- [6] A. W. Appel and M. Ginsburg, *Modern Compiler Implementation in C*, Cambridge University Press, 1998. Άλλες εκδόσεις του βιβλίου χρησιμοποιούν τις γλώσσες Java και ML.
- [7] D. Grune, H. E. Bal, C. J. H. Jacobs and K. G. Langendoen, *Modern Compiler Design*, John Wiley and Sons, 2000.
- [8] S. S. Muchnick, *Advanced Compiler Design and Implementation*, Morgan Kaufmann Publishers, 1997.

Διδακτέα ύλη

Εισαγωγή μεταγλωττιστές και συναφή εργαλεία, φάσεις μεταγλώττισης, οργάνωση μεταγλωττιστή

Τυπικές γλώσσες ορισμοί, γλώσσες, γραμματικές, αυτόματα

Λεκτική ανάλυση λεκτικές μονάδες, σχεδίαση λεκτικού αναλυτή, υλοποίηση με το flex

Συντακτική ανάλυση σχεδίαση συντακτικού αναλυτή από πάνω προς τα κάτω ή από κάτω προς τα πάνω, υλοποίηση με το bison

Πίνακες συμβόλων

Σημασιολογική ανάλυση συστήματα τύπων και σημασιολογικός έλεγχος

Παραγωγή ενδιάμεσου κώδικα μορφές ενδιάμεσου κώδικα, μετάφραση οδηγούμενη από τη σύνταξη

Παραγωγή τελικού κώδικα τελικός υπολογιστής, περιβάλλοντα εκτέλεσης, παραγωγή αποδοτικού κώδικα για μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική, παραγωγή εντολή προς εντολή, παραγωγή κώδικα με χρήση LLVM

Βελτιστοποίηση κώδικα τοπικές βελτιστοποιήσεις, αναλύσεις ροής δεδομένων, καθολικές βελτιστοποιήσεις, κατανομή καταχωρητών