

Αρχές Γλωσσών Προγραμματισμού

Ενδέκατη Έκδοση

Robert W. Sebesta

Πανεπιστήμιο του Colorado στο Colorado Springs

Απόδοση: **Αγαμέμνων Μήλιος**
Μηχανικός Λογισμικού

 **Εκδόσεις: Μ. Γκιούρδας**

Ζωοδόχου Πηγής 70-74 – Τηλ.: 210 3630219

106 81 Αθήνα, 2017

www.mgiurdas.gr

Τίτλος Πρωτοτύπου:

Concepts of programming languages, Eleventh edition

ISBN 978-0-13-394302-3

Copyright © 2016, 2013, 2010 by Pearson Higher Education, Inc.
221 River Street, Hoboken, NJ 07030

Αποκλειστικότητα για την Ελληνική Γλώσσα

Εκδόσεις: **Μόσχος Γκιούρδας**

Ζωοδόχου Πηγής 70-74 – Τηλ.: 210 3630219



106 81 Αθήνα, 2017

www.mgiurdas.gr

ISBN: 978-960-512-698-8

Επιμέλεια κειμένων: Μιχαήλ Μεταξάς

Desktop Publishing: Κ. Καλαϊτζής, τηλ.: 210 2813066

Εκτύπωση: ΑΛΦΑΒΗΤΟ Α.Ε.Β.Ε., τηλ.: 210 6466086

Αναδημοσίευση του βιβλίου σε οποιαδήποτε μορφή, ολόκληρου ή μέρους, καθώς και των περιεχομένων προγραμμάτων, δεν επιτρέπεται χωρίς την έγγραφη εξουσιοδότηση του εκδότη.

Αλλαγές στην Ενδέκατη Έκδοση του Βιβλίου

- **Κεφάλαιο 6:** Διαγραφή της ανάλυσης για τους τύπους υποδιαστήματος, την αρχικοποίηση διατάξεων, τις εγγραφές, τους τύπους ενώσεων, τους δείκτες και την ισχυρή τυποποίηση της Ada
- **Κεφάλαιο 7:** Διαγραφή της ανάλυσης για τις εκφράσεις προσεταιριστικότητας τελεστών και μεικτής λειτουργίας της Ada
- **Κεφάλαιο 8:** Επέκταση της παραγράφου για τις προτάσεις επιλογής της F# στην Ενότητα 8.2.1.5
Διαγραφή της συζήτησης για την πρόταση **for** της Ada
- **Κεφάλαιο 9:** Προσθήκη τριών ζητημάτων σχεδιασμού για υποπρογράμματα στην Ενότητα 9.3
Διαγραφή των θεμάτων για τις παραμέτρους πολλαπλών διαστάσεων των Ada και Fortran
- **Κεφάλαιο 10:** Αντικατάσταση του παραδείγματος προγράμματος **Main_2**, σε Ada, με αντίστοιχο πρόγραμμα σε JavaScript στην Ενότητα 10.4.2
Αλλαγή του Σχήματος 10.9 σύμφωνα με το νέο παράδειγμα σε JavaScript
- **Κεφάλαιο 11:** Διαγραφή των παραγράφων για τους αφηρημένους τύπους δεδομένων, τις γενικές διαδικασίες και τα πακέτα στην Ada
Προσθήκη νέας παραγράφου στην Ενότητα 11.4.3 (Αφηρημένοι τύποι δεδομένων στη Java)
- **Κεφάλαιο 12:** Προσθήκη παραγράφου στην 12.2.2 (Κληρονομικότητα), που εξετάζει τον έλεγχο πρόσβασης
Επέκταση της συζήτησης για μεταβλητές κλάσεων στην Ενότητα 12.2.2
Προσθήκη παραγράφου στην Ενότητα 12.4.4 για τις τελικές κλάσεις στην Objective-C
Αναδιοργάνωση των Ενότητων 12.5 ως 12.9 σε μία ενότητα
Προσθήκη του Πίνακα 12.1 για επιλογές σχεδιασμού γλωσσών στην Ενότητα 12.4.6.4
Προσθήκη νέας ενότητας, της Ενότητας 6 (Ανάκλαση) και παραδειγμάτων προγραμμάτων σε Java και C#
- **Κεφάλαιο 13:** Διαγραφή των συζητήσεων για τον τερματισμό εργασιών και τις προτεραιότητες εργασιών στην Ada
- **Κεφάλαιο 14:** Διαγραφή του χειρισμού εξαιρέσεων στην Ada
Προσθήκη νέας ενότητας, 14.4 (Χειρισμός εξαιρέσεων στις Python και Ruby)

Πρόλογος

Αλλαγές στην Ενδέκατη Έκδοση

Οι στόχοι, η συνολική δομή και προσέγγιση αυτής της ενδέκατης έκδοσης των *Αρχών γλωσσών προγραμματισμού* παραμένουν στο ίδιο ύψος με τις δέκα προηγούμενες εκδόσεις. Βασικοί στόχοι του βιβλίου είναι να παρουσιάσει τις βασικές δομές των σύγχρονων γλωσσών προγραμματισμού και να παρέχει στον αναγνώστη τα εργαλεία, που είναι απαραίτητα για την αποτίμηση υφισταμένων και μελλοντικών γλωσσών προγραμματισμού. Ένας ακόμα στόχος είναι η προετοιμασία του αναγνώστη για τη μελέτη του σχεδιασμού μεταγλωττιστών, αναλύοντας σε βάθος τις δομές των γλωσσών προγραμματισμού και παρουσιάζοντας μια επίσημη μέθοδο περιγραφής του συντακτικού και των προσεγγίσεων, που ακολουθούνται για λεκτική και συντακτική ανάλυση.

Η ενδέκατη έκδοση εξελίχθηκε απ' τη δέκατη μέσα από πολλές αλλαγές. Προκειμένου το υλικό να είναι πάντα ενημερωμένο, ένα μεγάλο μέρος της περιγραφής παλαιότερων γλωσσών προγραμματισμού, ιδιαίτερα των Ada και Fortran, αφαιρέθηκε. Για παράδειγμα, οι περιγραφές για τις εγγραφές, τους τύπους ένωσης και τους δείκτες της Ada αφαιρέθηκαν απ' το Κεφάλαιο 6. Ομοίως, η περιγραφή της πρότασης **for** της Ada αφαιρέθηκε από το Κεφάλαιο 8 και η συζήτηση για τους αφηρημένους τύπους δεδομένων της Ada αφαιρέθηκε από το Κεφάλαιο 11.

Από την άλλη πλευρά, στο Κεφάλαιο 12 προστέθηκε μια ενότητα για την ανάκλαση η οποία περιλαμβάνει δύο ολοκληρωμένα παραδείγματα προγραμμάτων, στο Κεφάλαιο 14 προστέθηκε μια ενότητα για το χειρισμό εξαιρέσεων στις Python και Ruby και στο Κεφάλαιο 12 προστέθηκε ένας πίνακας των επιλογών σχεδιασμού για ορισμένες κοινές γλώσσες για την υποστήριξη του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, αφαιρέθηκε υλικό. Για παράδειγμα, η Ενότητα 9.10 μετακινήθηκε και είναι τώρα η νέα Ενότητα 9.8.

Σε μία περίπτωση, το παράδειγμα προγράμματος `MAIN_2` στο Κεφάλαιο 10 γράφτηκε εκ νέου σε JavaScript, ενώ παλαιότερα είχε γραφτεί σε Ada.

Το Κεφάλαιο 12 εξετάστηκε εκ βάθρων, προστέθηκαν αρκετές νέες παράγραφοι, δύο νέες ενότητες κι έγιναν αναρίθμητες αλλαγές που βελτιώνουν τη σαφήνεια.

Το όραμα

Αυτό το βιβλίο περιγράφει τις βασικές αρχές των γλωσσών προγραμματισμού μέσα από την ανάλυση των προβλημάτων σχεδιασμού των διάφορων δομών των γλωσσών, την εξέταση των επιλογών σχεδιασμού γι' αυτές τις δομές σε ορισμένες από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες και την κριτική σύγκριση εναλλακτικών λύσεων για το σχεδιασμό.

Οποιαδήποτε σοβαρή μελέτη γλωσσών προγραμματισμού προϋποθέτει την εξέταση ορισμένων σχετικών ζητημάτων, μεταξύ των οποίων είναι οι επίσημες μέθοδοι περιγραφής του συντακτικού και της σημασιολογίας των γλωσσών προγραμματισμού, για τις οποίες μιλάμε στο Κεφάλαιο 3. Απαραίτητη είναι επίσης η μελέτη τεχνικών υλοποίησης για διάφορες δομές γλωσσών: λεκτική και συντακτική ανάλυση (Κεφάλαιο 4) και υλοποίηση συνδέσεων υποπρογραμμάτων (Κεφάλαιο 10). Η υλοποίηση ορισμένων άλλων δομών γλωσσών εξετάζεται σε διάφορα σημεία στο βιβλίο.

Οι επόμενες παραγράφους σκιαγραφούν τα περιεχόμενα της ενδέκατης έκδοσης.

Περιγράμματα κεφαλαίων

Το Κεφάλαιο 1 ξεκινά με μια περιγραφή των επιχειρημάτων υπέρ της μελέτης γλωσσών προγραμματισμού. Στη συνέχεια αναλύει τα κριτήρια, που χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση γλωσσών προγραμματισμού και δομών γλωσσών. Εξετάζονται επίσης οι κυριότερες επιρροές στη σχεδίαση γλωσσών, κοινοί συμβιβασμοί στο σχεδιασμό και οι βασικές προσεγγίσεις για την υλοποίηση.

Το Κεφάλαιο 2 περιγράφει την εξέλιξη των γλωσσών, που αναλύουμε σ' αυτό το βιβλίο. Μολονότι δεν κάνουμε καμία απόπειρα να περιγράψουμε πλήρως οποιαδήποτε γλώσσα, αναλύουμε την προέλευση, το σκοπό και τη συνεισφορά καθεμιάς. Αυτή η ιστορική επισκόπηση είναι σημαντική, επειδή παρέχει τις γνώσεις που είναι απαραίτητες για την κατανόηση της πρακτικής και θεωρητικής βάσης για σύγχρονο σχεδιασμό γλωσσών. Σας παρακινεί επίσης να μελετήσετε περαιτέρω το σχεδιασμό και την αποτίμηση γλωσσών. Επειδή κανένα απ' τα επόμενα κεφάλαια δεν εξαρτάται από το Κεφάλαιο 2, μπορείτε να το διαβάσετε ανεξάρτητα απ' τα υπόλοιπα.

Το Κεφάλαιο 3 περιγράφει την κυριότερη επίσημη μέθοδο περιγραφής του συντακτικού των γλωσσών προγραμματισμού – BNF. Ακολουθεί μια περιγραφή των γραμματικών χαρακτηριστικών, όπου περιγράφουμε το συντακτικό και τη στατική σημασιολογία γλωσσών. Αναλύουμε τότε το δύσκολο έργο της σημασιολογικής περιγραφής, όπου συμπεριλαμβάνουμε σύντομες εισαγωγές στις τρεις πιο κοινές μεθόδους: λειτουργική, δηλωτική και αξιωματική σημασιολογία.

Το Κεφάλαιο 4 παρουσιάζει την λεκτική και τη συντακτική ανάλυση. Αυτό το κεφάλαιο απευθύνεται σε τμήματα Επιστήμης Υπολογιστών που δεν απαιτούν πλέον μάθημα σχεδιασμού μεταγλωττιστών. Όπως το Κεφάλαιο 2, αυτό το κεφάλαιο είναι ανεξάρτητο απ' τα υπόλοιπα του βιβλίου εκτός από το Κεφάλαιο 3, στο οποίο εξαρτάται.

Τα Κεφάλαια 5 ως 14 περιγράφουν αναλυτικά τα ζητήματα σχεδιασμού για τις βασικές δομές γλωσσών προγραμματισμού. Σε κάθε περίπτωση, παρουσιάζονται και αποτιμώνται οι επιλογές σχεδιασμού για αρκετές γλώσσες. Συγκεκριμένα, το Κεφάλαιο 5 καλύπτει τα πολλά χαρακτηριστικά των μεταβλητών, το Κεφάλαιο 6 τους τύπους δεδομένων και το Κεφάλαιο 7 εξηγεί τις εκφράσεις και τις προτάσεις εκχώρησης. Το Κεφάλαιο 8 περιγράφει τις προτάσεις ελέγχου και τα Κεφάλαια 9 και 10 αναλύουν τα υποπρογράμματα και την υλοποίησή τους. Το Κεφάλαιο 11 εξετάζει τις δυνατότητες της αφαίρεσης δεδομένων. Το Κεφάλαιο 12 παρέχει αναλύει τα χαρακτηριστικά των γλωσσών, που υποστηρίζουν αντικειμενοστραφή προγραμματισμό (κληρονομικότητα και δυναμική σύνδεση μεθόδων), το Κεφάλαιο 13 αναλύει τις ταυτόχρονες μονάδες προγραμμάτων και το Κεφάλαιο 14 αφορά στον χειρισμό εξαιρέσεων, μαζί με μια σύντομη συζήτηση για τον χειρισμό συμβάντων.

Τα Κεφάλαια 15 και 16 περιγράφουν δύο απ' τα πιο σημαντικά εναλλακτικά πρότυπα προγραμματισμού: συναρτησιακός προγραμματισμός και λογικός προγραμματισμός. Ωστόσο, κάποιες από τις δομές δεδομένων και τις δομές ελέγχου των συναρτησιακών γλωσσών προγραμματισμού αναλύονται στα Κεφάλαια 6 και 8. Το Κεφάλαιο 15 παρουσιάζει μια εισαγωγή στη Scheme και συμπεριλαμβάνει περιγραφές κάποιων βασικών συναρτήσεων, ειδικών μορφών και συναρτησιακών μορφών, όπως και κάποια παραδείγματα απλών συναρτήσεων σε Scheme. Παρατίθενται επίσης σύντομες εισαγωγές στις ML, Haskell και F#, ώστε να παρουσιαστούν κάποιες διαφορετικές κατευθύνσεις στον σχεδιασμό συναρτησιακών γλωσσών. Το Κεφάλαιο 16 παρουσιάζει το λογικό προγραμματισμό και την γλώσσα λογικού προγραμματισμού Prolog.

Για τον καθηγητή

Στο μάθημα γλωσσών προγραμματισμού εισαγωγικού επιπέδου στο Πανεπιστήμιο του Κολοράντο χρησιμοποιούμε το βιβλίο ως εξής: Συνήθως καλύπτουμε τα Κεφάλαια 1 και 3 αναλυτικά και αν και οι φοιτητές το θεωρούν ενδιαφέρον και ωφέλιμο, στο Κεφάλαιο 2 δίνουμε μικρότερη προσοχή εξαιτίας της απουσίας αυστηρού τεχνικού περιεχομένου. Επειδή κανένα απ' τα επόμενα κεφάλαια δεν εξαρτάται απ' το Κεφάλαιο 2, όπως αναφέραμε νωρίτερα, μπορούμε να το παρακάμψουμε εντελώς και επειδή υπάρχει η προϋπόθεση για ένα μάθημα στο σχεδιασμό μεταγλωττιστών, δεν καλύπτουμε το Κεφάλαιο 4.

Τα Κεφάλαια 5 ως 9 θα πρέπει να είναι σχετικά εύκολα για φοιτητές με διευρυμένη εμπειρία στον προγραμματισμό σε C++, Java ή C#. τα Κεφάλαια 10 ως 14 είναι πιο δύσκολα και πρέπει να συνοδεύονται από αναλυτικά μαθήματα.

Τα Κεφάλαια 15 και 16 είναι εντελώς καινούρια για τους περισσότερους φοιτητές στο εισαγωγικό επίπεδο. Το ιδανικό θα ήταν να υπάρχουν επεξεργαστές για τις Scheme και Prolog, ώστε οι φοιτητές να μπορούν να εφαρμόσουν την ύλη αυτών των κεφαλαίων. Παραθέτουμε επαρκές υλικό, ώστε οι φοιτητές να είναι σε θέση να κάνουν μερικές δοκιμές με απλά προγράμματα.

Σε προπτυχιακά μαθήματα θα είναι μάλλον δύσκολο να καλύψουμε όλη την ύλη των δύο τελευταίων κεφαλαίων. Αυτό μπορεί να γίνει αν παρακάμψουμε κάποια μέρη από τα πρώτα κεφάλαια για τις προστακτικές γλώσσες.

Συμπληρωματικά υλικά

Τα παρακάτω συμπληρωματικά υλικά διατίθενται για όλους τους αναγνώστες αυτού του βιβλίου στη διεύθυνση www.pearsonhighered.com/cs-resources/.

- Μια συλλογή από διαφάνειες PowerPoint για κάθε κεφάλαιο του βιβλίου.
- Όλα τα σχήματα του βιβλίου.

Θα βρείτε ένα συνοδευτικό δικτυακό τόπο στη διεύθυνση www.pearsonhighered.com/cs-resources/. Σ' αυτόν τον τόπο θα βρείτε εγχειρίδια μικρού μεγέθους (με περίπου 100 σελίδες) για πολλές γλώσσες. Τα εγχειρίδια προϋποθέτουν τη γνώση του προγραμματισμού σε κάποια άλλη γλώσσα και παρέχουν στον φοιτητή αρκετές πληρο-

φορίες, ώστε να ολοκληρώσει τα υλικά των κεφαλαίων σε κάθε γλώσσα. Τη δεδομένη στιγμή παρέχονται εγχειρίδια για τις C++, C, Java και Smalltalk.

Οι πιστοποιημένοι καθηγητές θα βρουν λύσεις σε πολλά θέματα για συζήτηση στο κέντρο πόρων καθηγητών στο www.pearsonhighered.com/irc. Μάθετε περισσότερα στο www.pearsonhighered.com/irc.

Διαθεσιμότητα επεξεργαστών στις γλώσσες

Επεξεργαστές και πληροφορίες για ορισμένες απ' τις γλώσσες προγραμματισμού που περιγράφουμε σ' αυτό το βιβλίο θα βρείτε στους παρακάτω δικτυακούς τόπους:

C, C++, Fortran και Ada	gcc.gnu.org
C# και F#	microsoft.com
Java	java.sun.com
Haskell	haskell.org
Lua	www.lua.org
Scheme	www.plt-scheme.org/software/drscheme
Perl	www.perl.com
Python	www.py-ιοστήon.org
Ruby	www.ruby-lang.org

Η JavaScript περιλαμβάνεται σε όλα σχεδόν τα προγράμματα περιήγησης και η PHP σε όλους σχεδόν τους διακομιστές web.

Όλες αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνονται επίσης στο συνοδευτικό δικτυακό τόπο του βιβλίου.

Ευχαριστίες

Οι προτάσεις από εξωτερικούς αναγνώστες συνεισφέρουν σημαντικά στην παρούσα μορφή και περιεχόμενα του βιβλίου. Με αλφαβητική σειρά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους εξής:

Aaron Rababaah
Amar Raheja
Amer Diwan
Bob Neufeld
Bruce R. Maxim
Charles Nicholas
Cristian Videira Lopes
Curtis Meadow
David E. Goldschmidt
Donald Kraft
Duane J. Jarc
Euripides Montagne
Frank J. Mitropoulos
Gloria Melara
Hossein Saedian
I-ping Chu
Ian Barland
K. N. King
Karina Assiter
Mark Llewellyn
Matthew Michael Burke
Michael Prentice
Nancy Tinkham
Neelam Soundarajan
Nigel Gwee
Pamela Cutter
Paul M. Jackowitz
Paul Tymann
Richard M. Osborne
Richard Min
Robert McCloskey
Ryan Stansifer
Salih Yurttas
Saverio Perugini
Serita Nelesen
Simon H. Lin
Stephen Edwards
Stuart C. Shapiro
Sumanth Yenduri
Teresa Cole

University of Maryland at Eastern Shore
California State Polytechnic University–Pomona
University of Colorado
Wichita State University
University of Michigan–Dearborn
University of Maryland–Baltimore County
University of California–Irvine
University of Maine

Louisiana State University
University of Maryland, University College
University of Central Florida
Nova Southeastern University
California State University–Northridge
University of Kansas
DePaul University
Radford University
Georgia State University
Wentworth Institute of Technology
University of Central Florida

SUNY Buffalo
Rowan University
Ohio State University
Southern University–Baton Rouge
Kalamazoo College
University of Scranton
Rochester Institute of Technology
University of Colorado–Denver
University of Texas at Dallas
University of Scranton
Florida Institute of Technology
Texas A&M University
University of Dayton
Calvin College
California State University–Northridge
Virginia Tech
SUNY Buffalo
University of Southern Mississippi
Boise State University

Thomas Turner
Tim R. Norton
Timothy Henry
Walter Pharr
Xiangyan Zeng

University of Central Oklahoma
University of Colorado—Colorado Springs
University of Rhode Island
College of Charleston
Fort Valley State University

Πολλοί ακόμα συνεισέφεραν στις προηγούμενες εκδόσεις του βιβλίου, σε διάφορα στάδια της ανάπτυξής του. Όλα τα σχόλιά τους ήταν χρήσιμα και τα εκτιμούμε βαθιά. Με αλφαβητική σειρά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους ακόλουθους:

Vicki Allan, Henry Bauer, Carter Bays, Manuel E. Bermudez, Peter Brouwer, Margaret Burnett, Paosheng Chang, Liang Cheng, John Crenshaw, Charles Dana, Barbara Ann Griem, Mary Lou Haag, John V. Harrison, Eileen Head, Ralph C. Hilzer, Eric Joanis, Leon Jololian, Hikyoo Koh, Jiang B. Liu, Meiliu Lu, Jon Mauney, Robert McCoard, Dennis L. Mumaugh, Michael G. Murphy, Andrew Oldroyd, Young Park, Rebecca Parsons, Steve J. Phelps, Jeffery Popyack, Steven Rapkin, Hamilton Richard, Tom Sager, Raghvinder Sangwan, Joseph Schell, Sibylle Schupp, Mary Louise Soffa, Neelam Soundarajan, Ryan Stansifer, Steve Stevenson, Virginia Teller, Yang Wang, John M. Weiss, Franck Xia και Salih Yurnas.

Ο Matt Goldstein, επιμελητής, η Kelsey Loanes, βοηθός επιμελητή, η Team Lead Product Management, ο Scott Disanno, ο Pavithra Jayapaul και ο Mahalatchoumy Saravanan, όλοι αξίζουν την ευγνωμοσύνη μας για τη συνεισφορά τους στην ταχεία και αποδοτική παραγωγή της ενδέκατης έκδοσης.

Λίγα λόγια για το συγγραφέα

Ο Robert Sebesta είναι Ομότιμος Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο του Κολοράντο στο Κολοράντο Σπρινγκς. Ο Καθηγητής Sebesta είναι πτυχιούχος στα εφαρμοσμένα μαθηματικά (Πανεπιστήμιο του Κολοράντο στο Μπόλντερ) και έχει λάβει μεταπτυχιακό και διδακτορικό τίτλο στην επιστήμη υπολογιστών απ' το Πανεπιστήμιο της Πολιτείας της Πενσυλβάνια. Διδάσκει επιστήμη υπολογιστών για περισσότερα από 40 χρόνια. Τα επαγγελματικά ενδιαφέροντά του είναι ο σχεδιασμός και η αποτίμηση γλωσσών προγραμματισμού και ο προγραμματισμός για το web.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Προκαταρκτικά	1
1.1	Γιατί αρχές γλωσσών προγραμματισμού;	2
1.2	Τομείς προγραμματισμού	5
1.3	Κριτήρια αποτίμησης γλωσσών	6
1.4	Επιρροές στη σχεδίαση γλωσσών	17
1.5	Κατηγορίες γλωσσών	20
1.6	Συμβιβασμοί στη σχεδίαση γλωσσών	21
1.7	Μέθοδοι υλοποίησης	22
1.8	Προγραμματιστικά περιβάλλοντα	29
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση	30
Κεφάλαιο 2	Η εξέλιξη των πιο σημαντικών γλωσσών προγραμματισμού	33
2.1	Η Plankalkül του Τσούζε	36
2.2	Ψευδοκώδικες	37
2.3	IBM 704 και Fortran	40
2.4	Συναρτησιακός προγραμματισμός: Lisp	45
2.5	Το πρώτο βήμα προς την ποιότητα: ALGOL 60	50
2.6	Μηχανοργάνωση οικονομικών αναφορών: COBOL	56
2.7	Η απαρχή του χρονομερισμού: Basic	61
	Συνέντευξη: Alan Cooper – Σχεδιασμός χρηστών και σχεδιασμός γλωσσών	64
2.8	Όλα για όλους: PL/I	66
2.9	Δύο πρώιμες δυναμικές γλώσσες: APL και SNOBOL	69
2.10	Η απαρχή της αφαίρεσης δεδομένων: SIMULA 67	70
2.11	Ορθογώνια σχεδίαση: ALGOL 68	71
2.12	Κάποιοι πρώτοι απόγονοι των ALGOL	73
2.13	Προγραμματισμός που βασίζεται στη λογική: Prolog	77
2.14	Η μεγαλύτερη προσπάθεια σχεδιασμού στην ιστορία: Ada	79
2.15	Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός: Smalltalk	83

2.16	Συνδυασμός προστακτικών και αντικειμενοστραφών χαρακτηριστικών: C++	85
2.17	Μια αντικειμενοστραφής γλώσσα που βασίζεται σε προστακτικά χαρακτηριστικά: Java	88
2.18	Γλώσσες σεναρίων	91
2.19	Η ναυαρχίδα του .NET: C#	98
2.20	Υβριδικές γλώσσες σημείωσης-προγραμματισμού	100
	Περίληψη • Βιβλιογραφικές αναφορές • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	102
Κεφάλαιο 3	Περιγραφή συντακτικού και σημασιολογίας	109
3.1	Εισαγωγή	110
3.2	Το γενικό πρόβλημα της περιγραφής του συντακτικού	111
3.3	Επίσημες μέθοδοι περιγραφής συντακτικού	113
3.4	Κατηγορικές γραμματικές	128
	Ιστορικό σημείωμα	128
3.5	Περιγραφή του νοήματος των προγραμμάτων: Δυναμική σημασιολογία	134
	Ιστορικό σημείωμα	142
	Περίληψη • Βιβλιογραφικές αναφορές • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση	155
Κεφάλαιο 4	Λεκτική και συντακτική ανάλυση	161
4.1	Εισαγωγή	162
4.2	Λεκτική ανάλυση	163
4.3	Το πρόβλημα της συντακτικής ανάλυσης	171
4.4	Συντακτική ανάλυση αναδρομικής κατάβασης	175
4.5	Συντακτική ανάλυση από κάτω προς τα πάνω	183
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	191
Κεφάλαιο 5	Ονόματα, προσδέσεις και εμβέλεις	197
5.1	Εισαγωγή	198
5.2	Ονόματα	199
	Ιστορικό σημείωμα	199
5.3	Μεταβλητές	200

5.4	Η έννοια της πρόσδεσης	203
5.5	Εμβέλεια	211
5.6	Εμβέλεια και διάρκεια ζωής	222
5.7	Περιβάλλοντα αναφοράς	223
5.8	Επώνυμες σταθερές	224
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	227
Κεφάλαιο 6	Τύποι δεδομένων	235
6.1	Εισαγωγή	236
6.2	Βασικοί τύποι δεδομένων	238
6.3	Τύποι συμβολοσειρών χαρακτήρων	242
	Ιστορικό σημείωμα	243
6.4	Τύποι απαρίθμησης	247
6.5	Τύποι διατάξεων	250
	Ιστορικό σημείωμα	251
	Ιστορικό σημείωμα	251
6.6	Συνδετικές διατάξεις	261
	Συνέντευξη: ROBERTO IERUSALIMSKY – Lua	262
6.7	Τύποι εγγραφών	265
6.8	Τύποι πλειάδων	268
6.9	Τύποι λιστών	270
6.10	Τύποι ενώσεων	272
6.11	Τύποι δεικτών και αναφοράς	275
	Ιστορικό σημείωμα	278
6.12	Έλεγχος τύπων	287
6.13	Ισχυρή τυποποίηση	288
6.14	Ισοδυναμία τύπων	289
6.15	Θεωρία και τύποι δεδομένων	293
	Περίληψη • Βιβλιογραφικές αναφορές • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	295
Κεφάλαιο 7	Εκφράσεις και Προτάσεις εκχώρησης	301
7.1	Εισαγωγή	302
7.2	Αριθμητικές εκφράσεις	302

7.3	Υπερφορτωμένοι τελεστές	311
7.4	Μετατροπές τύπων	313
	Ιστορικό σημείωμα	315
7.5	Σχεσιακές και Boolean εκφράσεις	316
	Ιστορικό σημείωμα	316
7.6	Βραχυκυκλωμένη αποτίμηση	318
7.7	Προτάσεις εκχώρησης	319
	Ιστορικό σημείωμα	323
7.8	Εκχώρηση μεικτής λειτουργίας	324
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση	
	• Ασκήσεις Προγραμματισμού	324

Κεφάλαιο 8 Δομές ελέγχου σε επίπεδο προτάσεων 329

8.1	Εισαγωγή	330
8.2	Προτάσεις επιλογής	332
8.3	Επαναληπτικές προτάσεις	343
8.4	Διακλάδωση χωρίς συνθήκη	355
	Ιστορικό σημείωμα	355
8.5	Εντολές με φρουρούς	356
8.6	Συμπεράσματα	358
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση	
	• Ασκήσεις Προγραμματισμού	359

Κεφάλαιο 9 Υποπρογράμματα 365

9.1	Εισαγωγή	366
9.2	Βασικά στοιχεία υποπρογραμμάτων	366
9.3	Ζητήματα σχεδιασμού για υποπρογράμματα	374
9.4	Τοπικά περιβάλλοντα αναφοράς	375
9.5	Μέθοδοι μεταβίβασης παραμέτρων	377
	Ιστορικό σημείωμα	385
	Ιστορικό σημείωμα	385
9.6	Παράμετροι που είναι υποπρογράμματα	393
	Ιστορικό σημείωμα	395
9.7	Έμμεση κλήση υποπρογραμμάτων	395
9.8	Ζητήματα σχεδιασμού για συναρτήσεις	397

	Περιεχόμενα	Χίχ
9.9	Υπερφορτωμένα υποπρογράμματα	399
9.10	Γενικά υποπρογράμματα	400
9.11	Υπερφορτωμένοι τελεστές που ορίζει ο χρήστης	406
9.12	Κλεισίματα	406
9.13	Συρρουτίνες	408
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	411
Κεφάλαιο 10	Υλοποίηση υποπρογραμμάτων	417
10.1	Η γενική σημασιολογία των κλήσεων και των επιστροφών	418
10.2	Υλοποίηση “απλών” υποπρογραμμάτων	419
10.3	Υλοποίηση υποπρογραμμάτων με τοπικές μεταβλητές με δυναμική δέσμευση στοίβας	421
10.4	Ένθετα υποπρογράμματα	429
10.5	Ενότητες	436
10.6	Υλοποίηση δυναμικής εμβέλειας	437
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	441
Κεφάλαιο 11	Αφηρημένοι τύποι δεδομένων και δομές ενθυλάκωσης	447
11.1	Η έννοια της αφαίρεσης	448
11.2	Εισαγωγή στην αφαίρεση δεδομένων	449
11.3	Ζητήματα σχεδιασμού για αφηρημένους τύπους δεδομένων	452
11.4	Παραδείγματα γλωσσών Συνέντευξη: Bjarne Stroustrup – C++: Η γέννηση και η πανταχού παρουσία της και κοινές επικρίσεις	454
11.5	Παραμετροποιημένοι αφηρημένοι τύποι δεδομένων	472
11.6	Δομές ενθυλάκωσης	476
11.7	Ενθυλακώσεις ονομάτων	480
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	483
Κεφάλαιο 12	Υποστήριξη αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού	489
12.1	Εισαγωγή	490
12.2	Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός	491

12.3	Ζητήματα σχεδιασμού για αντικειμενοστραφείς γλώσσες	495
12.4	Υποστήριξη αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού σε συγκεκριμένες γλώσσες	500
	Συνέντευξη: BJARNE STROUSTRUP – Σχετικά με τα πρότυπα και τον καλύτερο προγραμματισμό	504
12.5	Υλοποίηση αντικειμενοστραφών δομών	528
12.6	Ανάκλαση	531
	Περίληψη • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	537

Κεφάλαιο 13 Ταυτοχρονισμός **543**

13.1	Εισαγωγή	544
13.2	Εισαγωγή στον ταυτοχρονισμό σε επίπεδο υποπρογράμματος	549
13.3	Σημαφόροι	554
13.4	Παρακολουθητές	559
13.5	Μεταβίβαση μηνυμάτων	561
13.6	Υποστήριξη ταυτοχρονισμού στην Ada	562
13.7	Νήματα στη Java	570
13.8	Νήματα στη C#	580
13.9	Ταυτοχρονισμός σε συναρτησιακές γλώσσες	585
13.10	Ταυτοχρονισμός σε επίπεδο πρότασης	588
	Περίληψη • Βιβλιογραφικές αναφορές • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	590

Κεφάλαιο 14 Χειρισμός εξαιρέσεων και χειρισμός συμβάντων **597**

14.1	Εισαγωγή στον χειρισμό εξαιρέσεων	598
	Ιστορικό σημείωμα	602
14.2	Χειρισμός εξαιρέσεων στη C++	604
14.3	Χειρισμός εξαιρέσεων στη Java	608
14.4	Χειρισμός εξαιρέσεων στις Python και Ruby	615
14.5	Εισαγωγή στον χειρισμό συμβάντων	618
14.6	Χειρισμός συμβάντων με τη Java	619
14.7	Χειρισμός συμβάντων στη C#	623
	Περίληψη • Βιβλιογραφικές αναφορές • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	626

Κεφάλαιο 15 Γλώσσες συναρτησιακού προγραμματισμού	633
15.1 Εισαγωγή	634
15.2 Μαθηματικές συναρτήσεις	635
15.3 Βασικά στοιχεία των γλωσσών συναρτησιακού προγραμματισμού	638
15.4 Η πρώτη συναρτησιακή γλώσσα προγραμματισμού: Lisp	639
15.5 Εισαγωγή στη Scheme	643
15.6 Common Lisp	661
15.7 ML	663
15.8 Haskell	668
15.9 F#	673
15.10 Υποστήριξη συναρτησιακού προγραμματισμού σε κυρίως προστακτικές γλώσσες	676
15.11 Σύγκριση συναρτησιακών και προστακτικών γλωσσών	679
Περίληψη • Βιβλιογραφικές αναφορές • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	681
 Κεφάλαιο 16 Γλώσσες λογικού προγραμματισμού	 689
16.1 Εισαγωγή	690
16.2 Μια σύντομη εισαγωγή στον κατηγορηματικό λογισμό	690
16.3 Κατηγορηματικός λογισμός και απόδειξη θεωρημάτων	694
16.4 Επισκόπηση του λογικού προγραμματισμού	696
16.5 Η γέννηση της Prolog	698
16.6 Τα βασικά στοιχεία της Prolog	698
16.7 Ελλείψεις στην Prolog	713
16.8 Εφαρμογές λογικού προγραμματισμού	719
Περίληψη • Βιβλιογραφικές αναφορές • Ερωτήσεις επανάληψης • Θέματα για συζήτηση • Ασκήσεις Προγραμματισμού	720
 Βιβλιογραφία	 725
Ευρετήριο	737