

Τεχνικές

Ελέγχου

Προγραμμάτων

```
procedure a(var pta: tpointarray;  
            var i, sum, e: tfractalttype);  
var r,f,g,k: integer;  
    fractlimit : boolean;  
    mandelbrot : integer;  
begin  
    mandelbrot := 0;  
    fractlimit := false;  
    for e:=i to sum+m+e do  
        while pta[e+2]>pta[e-3] do  
            begin  
                for f:=1 to 10 do  
                    for k:=1 to 20 do  
                        if pta[f+k]>e then
```

Σ. Σανθάκης

Χ. Σκουρής

Τεχνικές ελέγχου Προγραμμάτων

005.14
ZAN

ΕΑ.97.1.5155
ΣΤΕΦ
Παπαφοφορίκι

Τ.Ε.Ι. ΑΘΗΝΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Ο.Ε.Ο. 19452

Σπ. Ξανθάκη - Χρ. Σκουρά

Τεχνικές ελέγχου Προγραμμάτων

Έργο: Ενίσχυση και εκκλούσιση
των Α.Ε.Π.Μ.Κ. Βιβλιοθηκών
Μ.Σ. 6
Η συλλογή της Βιβλιοθήκης συγχρηματίζεται
από το κράτος με ποσοστό 70%
Αθήνα 1991

Αθήνα 1991

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή των συγγραφέων

Έκδοση In Copyright 1991

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
Στουρνάρα 49^Α, 106 82, ΑΘΗΝΑ
Τηλ.: 3645594

Φωτοστοιχειοθεσία - Σελιδοποίηση
Κ. Σιάτρας

Απαγορεύεται η με οποιονδήποτε τρόπο ανατύπωση, καταχώρηση σε σύστημα αποθήκευσης και επανάκτησης, μετάδοση με κάθε μορφή και μέσο (ηλεκτρονικό, μηχανικό, φωτοαντιγραφικό κ.λπ.) του συνόλου ή μέρους του βιβλίου αυτού, χωρίς την έγγραφη άδεια του εκδότη.

Στη Ρούλα και στη Μελίνα.

Χ. Σκουρλάς

Στον Αλέξανδρο και στη Δανάη.

Σ. Ξανθάκης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν ολόθερμα τον Κώστα Σιάτρα που ανέλαβε την πληκτρολόγηση και την επιμέλεια αυτού του βιβλίου με την υπομονή και τον επαγγελματισμό που τον διακρίνουν

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	9
I ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	
I.1 Ο Κύκλος Ζωής ενός Λογισμικού	12
I.2 Η Φάση Ελέγχου στον Κύκλο Ζωής	22
II ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ	
II.1 Εισαγωγή	27
II.2 Εξωτερικός Έλεγχος	33
II.2.1 Διαμεριστική ανάλυση	33
II.2.2 Ανάλυση λειτουργιών	35
II.2.3 Οριακή ανάλυση	36
II.2.4 Ανάλυση συσχετίσεων αιτιών	38
II.2.5 Έλεγχος βασιζόμενος στη σύνταξη	40
II.2.6 Μοντέλα Αξιοπιστίας	45
II.2.7 Τυχαίος και Προσαρμοστικός έλεγχος	64
II.3 Εσωτερικός Έλεγχος	
II.3.1 Στοιχεία θεωρίας γράφων	66
II.3.2 Στατική ανάλυση	78
II.3.2.1 Ποιοτική ανάλυση του κώδικα	79
II.3.2.2 Υπολογισμός της πολυπλοκότητας	82
II.3.2.3 Συμβολική εκτέλεση	88
II.3.2.4 Ανάλυση ροής δεδομένων	92
II.3.3 Δυναμική ανάλυση	99
II.3.3.1 Προσεγγίσεις βασιζόμενες στην έννοια της κάλυψης	99
II.3.3.2 Λειτουργική ανάλυση	120
II.3.3.3 Ανάλυση μεταλλάξεων	125
II.3.3.4 Θεωρία της αντοχής στα σφάλματα	130
III ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	
III.1 Αναλυτές προδιαγραφών	135
III.2 Εργαλεία ανάλυσης και εργαλειοποίησης του κώδικα	136
III.3 Εργαλεία αυτόματης εκτέλεσης ΔΕ	141
IV ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΜΙΚΡΗΣ ΚΑΙΜΑΚΑΣ	
IV.1 Στρατηγικές εντοπισμού και διόρθωσης: debugging	142
IV.2 Στρατηγικές ελέγχου ενοποίησης	152
IV.3 Στρατηγικές γενικής διαχείρισης της φάσης ελέγχου	159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Παρουσίαση ενός εργαλείου Στατικής Ανάλυσης Ροής Δεδομένων	
1) Οδηγίες χρήσης	164
2) Ερμηνεία των Μηνυμάτων	165
3) Περιορισμοί	169
Βιβλιογραφία	172

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έκρηξη της πληροφορικής είναι αναμφισβήτητη την τελευταία δεκαετία. Όλα δείχνουν ότι θα συνεχιστεί ακάθεκτη μέχρι και το τέλος του αιώνα μας. Η δραματική μείωση του κόστους παραγωγής συνοδευόμενη από την εκπληκτική αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει σαν αποτέλεσμα τον πολλαπλασιασμό με γεωμετρική πρόοδο των τομέων εφαρμογής της πληροφορικής. Η κοινωνία αποζητεί την αυτοματοποίηση όλο και πολυπλοκότερων υπηρεσιών από όλο και αυξανόμενους σε δυνατότητες υπολογιστές. Η κυριότερη επίπτωση αυτής της τάσης είναι η αλματώδης αύξηση της τιμής ανάπτυξης λογισμικού. Ο προγραμματισμός είναι μια από τις δημιουργικότερες και πολυπλοκότερες διανοητικές διεργασίες που είναι σε θέση να επιτελέσει ο ανθρώπινος νους. Η διαδικασία ανάπτυξης προγραμμάτων πρέπει επομένως να μπει σ' ένα μεθοδικό καλούπι για να χαλιναγωγηθεί αυτή η πολυπλοκότητα.

Σκοπός των διαφόρων μεθόδων ανάπτυξης και σχεδιασμού ήταν επομένως να προσδιορίσουν τα στάδια και τις μεθοδολογίες αυτές που θα επέτρεπαν σε μια εταιρεία ανάπτυξης λογισμικού να μειώσει το κόστος παραγωγής. Αναπτύχθηκαν έτσι έννοιες όπως ο Κύκλος Ζωής και ο δομημένος προγραμματισμός, εννοιολογικά εργαλεία όπως τα Data Flow Diagrams και πρακτικά εργαλεία (δηλαδή εποπτεύοντα προγράμματα όπως τα συστήματα CASE) τα οποία θα επέτρεπαν σε μια εταιρεία ν' αυτοματοποιήσει μέχρι ενός ορισμένου σημείου τη διαδικασία παραγωγής προγραμμάτων.

Η μεγάλη έκπληξη έγινε όταν η πληροφορική κοινότητα ανακάλυψε ότι η υιοθέτηση τέτοιων μεθοδολογιών δεν ακολουθιόταν και από μια αντίστοιχη αναμενόμενη αισθητή μείωση του τελικού κόστους του λογισμικού! Κύριος ένοχος αυτής της εν μέρει αποτυχίας είναι η διαδικασία Ελέγχου.

Πρέπει να είμαστε ειλικρινείς: Το λογισμικό δεν ελέγχεται αποτελεσματικά! Τις περισσότερες φορές η εταιρεία στηρίζεται αποκλειστικά στην ευσυνειδησία των προγραμματιστών υπαλλήλων της. Μερικοί τυπικοί έλεγχοι και το πρόγραμμα παραδίδεται. Ίσως γιατί ο χρόνος παράδοσης έχει πάντα ξεπεραστεί. Ίσως γιατί ο πελάτης βιάζεται, ίσως γιατί η εταιρεία βιάζεται, ίσως και τα δύο. Ίσως γιατί θεωρείται ότι η λογική της ποσότητας δεν συμβιβάζεται με την λογική της ποιότητας. Τα γεγονότα μιλούν από μόνα τους ιδιαίτερα στον ελληνικό χώρο όπου ακόμα και ο δομημένος προγραμματισμός θεωρείται συχνά μια πολυτέλεια. Τα προγράμματα αναπτύσσονται στο γόνατο και ελέγχονται με τη διαίσθηση. Τα αποτελέσματα είναι δραματικά. Ο πελάτης θα αναγκασθεί να στερηθεί την εφαρμογή για μερικές εβδομάδες μέχρις ότου διορθωθεί. Η εται-

ρεία θα αναγκαστεί να αφιερώσει για πολλές μέρες πολύτιμο χρόνο για να εντοπίσει και να διορθώσει ένα λάθος το οποίο θα μπορούσε να είχε εντοπίσει με μια ώρα συστηματικού ελέγχου. Ο προγραμματιστής θα προσθέσει μερικές διορθωτικές ρουτίνες, μερικά GOTO για μπάλωμα και το πρόγραμμα θα παραδοθεί και πάλι όσο το δυνατόν γρηγορότερα στον πελάτη μέχρι το επόμενο λάθος. Ίσως γιατί ο πελάτης βιάζεται, ίσως γιατί η εταιρεία βιάζεται, ίσως...

Όσο πιο πολύ αναπτύσσεται η πληροφορική σε μια χώρα, όσο πιο πολλοί είναι οι τομείς που εγκαινιάζει, τόσο δραματικότερες είναι οι επιπτώσεις ενός λογισμικού που δεν ελέγχθηκε ικανοποιητικά. Όσο πρόκειται για πελατολόγια, για διαχείριση ενός καταστήματος ενδυμάτων ή ενός videoclub, τα πράγματα ίσως να μην είναι τόσο σοβαρά. Ας φανταστούμε όμως προγράμματα που λειτουργούν σε νοσοκομειακό περιβάλλον, υλοποιούν τις λειτουργίες ενός αυτόματου πιλότου, υπολογίζουν τη σύνθεση του κοινοβουλίου μετά τις εκλογές, είτε υπολογίζουν την τροχιά μιας δοκιμαστικής βολής σε μια στρατιωτική άσκηση!

Σκοπός αυτού του βιβλίου είναι να ευαισθητοποιήσει το ελληνικό κοινό παρουσιάζοντάς του με απλά λόγια και πολλά παραδείγματα τις πιο κοινές και χρήσιμες τεχνικές ελέγχου προγραμμάτων. Θα προσπαθήσουμε δηλαδή να απαντήσουμε στα εξής ερωτήματα:

- **Γιατί και πότε πρέπει να γίνει ο έλεγχος ενός λογισμικού.**
- **Ποιές είναι οι τεχνικές ελέγχου, ποιές είναι οι ιδιαιτερότητές τους, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.**
- **Πώς και με ποιά αυτόματα εργαλεία μπορούμε να κάνουμε τον έλεγχο πραγματικά αποτελεσματικό.**

Στο πρώτο κεφάλαιο (Εισαγωγή στην Τεχνολογία Λογισμικού) θα παρουσιάσουμε το φυσικό περιβάλλον του Ελέγχου ενός λογισμικού. Θα δούμε ότι η φάση Ελέγχου αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι μιας κεντρικής μεθοδολογίας ανάπτυξης που ονομάζεται Κύκλος Ζωής, τις φάσεις του οποίου θα παρουσιάσουμε συνοπτικά. Στο δεύτερο σκέλος αυτού του κεφαλαίου θα παρουσιάσουμε λίγο πιο αναλυτικά τη διαδικασία Ελέγχου για να εισαγάγουμε τον αναγνώστη στο κεντρικό θέμα του βιβλίου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο (Μέθοδοι Ελέγχου) που αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα του βιβλίου, θα παρουσιάσουμε τις μεθόδους ελέγχου αυτές καθαυτές. Σε μια σύντομη εισαγωγή θα αναλύσουμε τη δυσκολία του Ελέγχου (που αποτελεί μια διαδικασία που από τη φύση της δεν μπορεί ν' αυτοματοποιηθεί εξ ολοκλήρου) για να κλείσουμε με τους κυριότερους όρους και έννοιες του ελέγχου. Πάντα στο δεύτερο κεφάλαιο θα δούμε ότι υπάρχουν δύο κύριες συμπληρωματικές προσεγγίσεις στον Έλεγχο: ο εξωτερικός έλεγχος και ο εσωτερικός έλεγχος.

Το τρίτο κεφάλαιο (Εργαλεία Ελέγχου Προγραμμάτων) αφιερώνεται στα διάφορα εργαλεία και τις τεχνικές που μπορούν να βοηθήσουν τον προγραμματιστή και γενικότερα την εταιρεία στην διεκπεραίωση ενός αποτελεσματικού ελέγχου των προγραμμάτων που αναπτύσσει.

Στο τελευταίο τέταρτο κεφάλαιο κλείνουμε με ορισμένες πρακτικές συμβουλές όσον αφορά τον εντοπισμό ενός λάθους που εμφανίστηκε στον έλεγχο, τη συνένωση των ενοτήτων που ελέγχθηκαν και γενικότερα τη στρατηγική που πρέπει να ακολουθήσει ένας ενδεχομένως μικρός σε κλίμακα οίκος ανάπτυξης λογισμικού (ή ακόμα κι ένας ελεύθερος επαγγελματίας προγραμματιστής) για να παράγει αξιόπιστα προγράμματα με το μικρότερο δυνατό κόστος. Ο αναγνώστης μπορεί εξάλλου να χρησιμοποιήσει το εργαλείο ελέγχου που του προσφέρεται στη δισκέττα. Οι οδηγίες χρήσης περιλαμβάνονται στο παράρτημα.

Κλείνουμε το βιβλίο με μια πλήρη παρουσίαση ξένων βιβλίων που αφορούν τον έλεγχο προγραμμάτων.

Ο Σπύρος Ξανθάκης γεννήθηκε στην Αθήνα το 1958 και πραγματοποίησε τις βασικές σπουδές Πληροφορικής στο Πανεπιστήμιο Paul Sabatier της Τουλούζης (Γαλλία), όπου και απέκτησε το Διδακτορικό του Δίπλωμα με θέμα την αυτόματη κατανόηση της ανθρώπινης γραπτής γλώσσας. Εργάστηκε σε διάφορες εταιρείες πάνω στις εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Τεχνολογία Λογισμικού και ειδικότερα στον Έλεγχο προγραμμάτων. Σήμερα, είναι καθηγητής εφαρμογών στο Τμήμα Πληροφορικής του Τ.Ε.Ι. Αθήνας.



Ερευνών και τώρα είναι επίκουρος καθηγητής στο Τμήμα Πληροφορικής του Τ.Ε.Ι. Αθήνας.

Ο Χρήστος Σκουρλάς γεννήθηκε στην Καβάλα το 1954. Είναι πτυχιούχος μαθηματικός και απέκτησε το διδακτορικό του δίπλωμα (μέ θέμα την υλοποίηση ανεκτικών στα σφάλματα υπολογιστικών συστημάτων) το 1982 στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εργάστηκε τα Ερευνητικά Κέντρα ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος και Εθνικό Ίδρυμα

Όσο πιο πολύ αναπτύσσεται η Πληροφορική σε μια χώρα τόσο δραματικότερες είναι οι επιπτώσεις των προγραμμάτων που δεν ελέγχθηκαν ικανοποιητικά. Όταν πρόκειται για πελατολόγια ή για διαχείριση ενός καταστήματος τα πράγματα ίσως να μην είναι τόσο σοβαρά. Ας φανταστούμε όμως προγράμματα που λειτουργούν σε νοσοκομειακό περιβάλλον, υλοποιούν τις λειτουργίες ενός αυτόματου πιλότου, υπολογίζουν τη σύνθεση του κοινοβουλίου μετά τις εκλογές, είτε υπολογίζουν την τροχιά μιας δοκιμαστικής βολής σε μια στρατιωτική άσκηση!

Σκοπός αυτού του βιβλίου είναι να ευαισθητοποιήσει το ελληνικό κοινό παρουσιάζοντάς του με απλά λόγια και πολλά παραδείγματα τις πιο κοινές και χρήσιμες τεχνικές ελέγχου προγραμμάτων, απαντώντας στα εξής ερωτήματα:

- Γιατί και πώς πρέπει να γίνει ο έλεγχος ενός προγράμματος
- Ποιές είναι οι τεχνικές ελέγχου, οι ιδιαιτερότητές τους, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους
- Πώς και με ποια εργαλεία μπορούμε να κάνουμε τον έλεγχο πραγματικά αποτελεσματικό

Στον αναγνώστη του βιβλίου προσφέρεται μια δισκέτα που περιλαμβάνει ένα πρωτότυπο εργαλείο ελέγχου προγραμμάτων. Το εργαλείο αυτό αναπτύχθηκε από τους συγγραφείς και χρησιμοποιεί μια σύγχρονη θεωρία ελέγχου. Θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε όλους αυτούς που ασχολούνται με την ανάπτυξη προγραμμάτων σε Pascal.