

Μέθοδος ελέγχου «Μαύρο Κουτί»

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΕΚΠ/ΚΟ ΥΛΙΚΟ
(Παρ. 5.2.5, Σελ. 138)





Έλεγχος προγράμματος με ανασκοπήσεις κώδικα

- Κάθε πρόγραμμα πρέπει να ελεγχθεί για τη σωστή λειτουργία του, δηλαδή να επιβεβαιωθεί ότι παράγει τα αποτελέσματα που πρέπει.
- Είναι συνηθισμένη πρακτική, κατά το στάδιο της υλοποίησης να πραγματοποιούνται ανασκοπήσεις κώδικα από ομάδες προγραμματιστών προκειμένου να εντοπιστούν συνηθισμένα λάθη (όπως αυτά που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες).
- Αυτή η τεχνική δεν εξασφαλίζει τον εντοπισμό όλων των λαθών και γι' αυτό ακολουθείται πιο συστηματική προσέγγιση με τη χρήση σεναρίων ελέγχου.



Σενάρια ελέγχου...

- Ένα **σενάριο ελέγχου (test case)** περιγράφει τα δεδομένα εισόδου ολόκληρου του προγράμματος ή τμήματος του προγράμματος (διαδικασία, συνάρτηση) και τα αναμενόμενα αποτελέσματα.
- Τα σενάρια ελέγχου εκτελούνται, είτε σε πραγματικό περιβάλλον προγραμματισμού είτε εικονικά με δημιουργία πίνακα τιμών των μεταβλητών.
- Σε περίπτωση αποκλίσεων μεταξύ των αναμενόμενων και των πραγματικών αποτελεσμάτων, υπάρχει λάθος το οποίο πρέπει να εντοπιστεί και να διορθωθεί.



Μέθοδος ελέγχου «Μαύρο Κουτί»

- Μια δημοφιλής τεχνική ελέγχου είναι ο έλεγχος **μαύρου κουτιού (black-box testing)**. Ονομάζεται έτσι επειδή τα δεδομένα εισόδου στα σενάρια ελέγχου προκύπτουν από τις προδιαγραφές του προγράμματος, αγνοώντας εντελώς τον κώδικα.
- Δηλαδή το πρόγραμμα μοιάζει σαν να βρίσκεται μέσα σε ένα μαύρο κουτί που κρύβει το περιεχόμενό του.



Ισοδύναμα διαστήματα τιμών

- Ιδανικά θα θέλαμε να ελέγξουμε όλες τις τιμές εισόδου και όλα τα πιθανά αποτελέσματα. Αυτό όμως είναι αδύνατο. Γι' αυτό προσπαθούμε να βρούμε αντιπροσωπευτικές τιμές για τα δεδομένα εισόδου που θα παράγουν αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα.
- Το πρώτο βήμα είναι η δημιουργία **ισοδύναμων διαστημάτων τιμών (equivalence partitioning)** για τα δεδομένα εισόδου. Τα διαστήματα αυτά θεωρούνται ισοδύναμα, καθώς αν δεν υπάρχουν λάθη, τότε όλες οι τιμές ενός διαστήματος εισόδου θα παράγουν τιμές που θα ανήκουν στο ίδιο διάστημα αποτελεσμάτων.
 - Είναι σημαντικό να δημιουργούνται διαστήματα και για τις μη έγκυρες τιμές εισόδου, καθώς δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι ένα πρόγραμμα θα τροφοδοτείται μόνο με έγκυρες τιμές.



Έλεγχος ακραίων τιμών διαστήματος...

- Μετά τον καθορισμό των διαστημάτων πρέπει να επιλεγούν τιμές για τα σενάρια ελέγχου που να καλύπτουν όλα τα διαστήματα. Αφού τα διαστήματα είναι ισοδύναμα, μπορεί να επιλεγεί οποιαδήποτε τιμή από κάθε διάστημα.
- Μια καλύτερη στρατηγική είναι να γίνει έλεγχος των **ακραίων τιμών κάθε διαστήματος (boundary value analysis)**, καθώς η εμπειρία έχει δείξει ότι τα περισσότερα λάθη γίνονται σε αυτά τα σημεία.
- Αυτό είναι λογικό, αν σκεφτούμε ότι τα διαστήματα τιμών θα υλοποιηθούν με κάποια μορφή δομής επιλογής, οπότε μπορεί να υπάρχουν λάθη στις λογικές συνθήκες, π.χ. συμπερίληψη ακραίας τιμής (\leq αντί για $<$, \geq αντί για $>$), παράλειψη ακραίας τιμής ($<$ αντί για \leq , $>$ αντί για \geq).



Παράδειγμα 10 – Βαθμολογία γραπτής εξέτασης

Η βαθμολογία στις γραπτές δοκιμασίες τετραμήνου στο Λύκειο δίνεται με ακέραιους αριθμούς στην κλίμακα από 0 έως και 20. Να αναπτύξετε πρόγραμμα σε ΓΛΩΣΣΑ που να διαβάζει τη βαθμολογία σε μια γραπτή δοκιμασία και στη συνέχεια να εμφανίζει μήνυμα «Επιτυχής εξέταση», αν η βαθμολογία είναι τουλάχιστον 10, και μήνυμα «Ανεπιτυχής εξέταση» αν η βαθμολογία είναι μικρότερη από 10. Σε περίπτωση που δοθεί τιμή εκτός του διαστήματος 0-20 να εμφανίζεται μήνυμα λάθους «Μη έγκυρη βαθμολογία».

Με βάση τις παραπάνω προδιαγραφές, προσπαθήστε να δημιουργήσετε κατάλληλα σενάρια για να πραγματοποιήσετε έλεγχο ακραίων τιμών.



Βήμα 1: Δημιουργία ισοδύναμων διαστημάτων

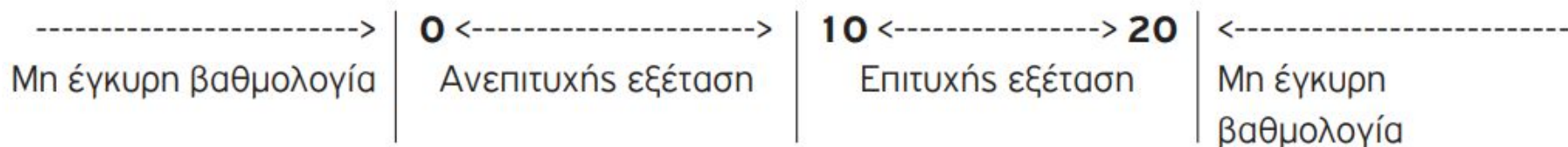
Βήμα 1^ο: Δημιουργία ισοδύναμων διαστημάτων

Από την εκφώνηση είναι προφανές ότι υπάρχουν δύο διαστήματα για την είσοδο:

- $0 \leq \text{βαθμός} < 10$
- $10 \leq \text{βαθμός} \leq 20$

Επίσης υπάρχουν δύο διαστήματα μη έγκυρων τιμών εισόδου:

- $\text{βαθμός} < 0$
- $\text{βαθμός} > 20$



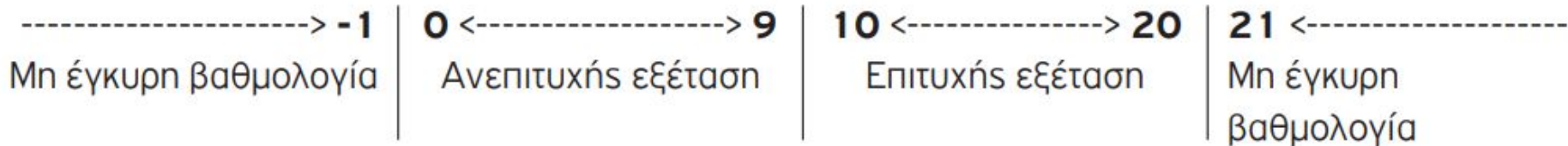
Διάγραμμα [5.1]. Διαστήματα δεδομένων εισόδου



Βήμα 2: Καθορισμός ακραίων τιμών διαστημάτων

Βήμα 2^ο: Καθορισμός ακραίων τιμών διαστημάτων

Τα διαστήματα των δεδομένων εισόδου απεικονίζονται στο Διάγραμμα 5.1, όπου φαίνεται ότι λείπουν κάποια άκρα. Για να τα υπολογίσουμε αρκεί να προσθέσουμε ή να αφαιρέσουμε 1 από το άκρο του προηγούμενου ή επόμενου διαστήματος αντίστοιχα, αφού σύμφωνα με την εκφώνηση η είσοδος είναι ένας ακέραιος αριθμός. Με αυτό τον τρόπο καταλήγουμε στο Διάγραμμα 5.2.



Διάγραμμα [5.2]. Ακραίες τιμές διαστημάτων εισόδου



Βήμα 3: Δημιουργία σεναρίων ελέγχου

A/A	Είσοδος	Αναμενόμενο αποτέλεσμα	Περίπτωση που ελέγχεται
1	-1	Μη έγκυρη βαθμολογία	Άνω άκρο διαστήματος βαθμός < 0
2	0	Ανεπιτυχής εξέταση	Κάτω άκρο διαστήματος $0 \leq \text{βαθμός} < 10$
3	9	Ανεπιτυχής εξέταση	Άνω άκρο διαστήματος $0 \leq \text{βαθμός} < 10$
4	10	Επιτυχής εξέταση	Κάτω άκρο διαστήματος $10 \leq \text{βαθμός} \leq 20$
5	20	Επιτυχής εξέταση	Άνω άκρο διαστήματος $10 \leq \text{βαθμός} \leq 20$
6	21	Μη έγκυρη βαθμολογία	Κάτω άκρο διαστήματος βαθμός > 20



Σενάρια ελέγχου: χρονοβόρα διαδικασία

- Βλέπουμε λοιπόν, ότι ακόμα και ένα πολύ απλό πρόγραμμα με μία μόνο είσοδο, η οποία δεν υφίσταται καμία επεξεργασία, απαιτεί **έξι** σενάρια ελέγχου. Είναι γεγονός ότι ο έλεγχος ενός προγράμματος είναι διαδικασία που απαιτεί χρόνο, τόσο για τον σχεδιασμό όσο και για την υλοποίηση και εκτέλεση των σεναρίων ελέγχου, ενώ αν προκύψουν λάθη θα απαιτηθεί επιπλέον χρόνος για τον εντοπισμό και τη διόρθωση τους.
- Γι' αυτό και η φάση του ελέγχου και της εκσφαλμάτωσης αποτελούν σημαντικό ποσοστό του συνολικού χρόνου ανάπτυξης ενός προγράμματος. Σε μεγάλες εταιρείες λογισμικού, μάλιστα, υπάρχουν εξειδικευμένες ομάδες προγραμματιστών που ασχολούνται αποκλειστικά με τον έλεγχο και την εκσφαλμάτωση των προγραμμάτων.



Δραστηριότητα 6 – Χώρος στάθμευσης οχημάτων

Ένα πάρκινγκ στο κέντρο της πόλης έχει την ακόλουθη τιμολογιακή πολιτική: για στάθμευση έως και 3 ώρες σταθερή χρέωση 6 ευρώ, κάθε επιπλέον ώρα χρεώνεται 1,5 € με μέγιστο συνολικό χρόνο παραμονής τις 8 ώρες. Η χρέωση γίνεται για ολόκληρες ώρες. Να αναπτύξετε πρόγραμμα σε ΓΛΩΣΣΑ, το οποίο να διαβάζει έναν ακέραιο αριθμό που αντιστοιχεί στις ώρες στάθμευσης ενός οχήματος. Στη συνέχεια να υπολογίζει και να εμφανίζει τη συνολική χρέωση. Αν δοθεί ως χρόνος στάθμευσης τιμή εκτός του διαστήματος 1-8, να εμφανίζεται μήνυμα λάθους «Μη έγκυρος χρόνος».

Με βάση τις παραπάνω προδιαγραφές, να δημιουργήσετε κατάλληλα σενάρια για να πραγματοποιήσετε έλεγχο ακραίων τιμών.



Απάντηση - Βήμα 1ο: Δημιουργία ισοδύναμων διαστημάτων

Σύμφωνα με την εκφώνηση υπάρχουν τα ακόλουθα έγκυρα διαστήματα τιμών εισόδου:

- $1 \leq \text{χρόνος} \leq 3$
- $3 < \text{χρόνος} \leq 8$

Επίσης υπάρχουν τα ακόλουθα μη έγκυρα διαστήματα τιμών εισόδου:

- $\text{χρόνος} < 1$
- $\text{χρόνος} > 8$

Τα παραπάνω διαστήματα απεικονίζονται διαγραμματικά στη συνέχεια.

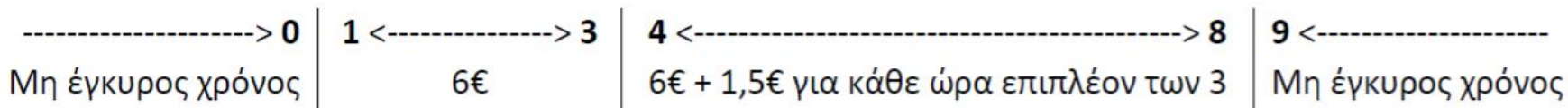


Βήμα 2: Καθορισμός ακραίων τιμών διαστημάτων



Βήμα 2^ο: Καθορισμός ακραίων τιμών διαστημάτων

Για να υπολογίσουμε τα άκρα που λείπουν από τα διαστήματα των τιμών εισόδου, θα προσθέσουμε ή θα αφαιρέσουμε 1 από το άκρο του προηγούμενου ή επόμενου διαστήματος αντίστοιχα, αφού σύμφωνα με την εκφώνηση η είσοδος είναι ακέραιος αριθμός («η χρέωση γίνεται για ολόκληρες ώρες»). Καταλήγουμε έτσι στο ακόλουθο διάγραμμα.





Βήμα 3: Δημιουργία Σεναρίων Ελέγχου

Σενάρια ελέγχου

A/A	Είσοδος	Αναμενόμενο αποτέλεσμα	Περίπτωση που ελέγχεται
1	0	Μη έγκυρος χρόνος	Άνω άκρο διαστήματος χρόνος < 1
2	1	6	Κάτω άκρο διαστήματος $1 \leq \text{χρόνος} \leq 3$
3	3	6	Άνω άκρο διαστήματος $1 \leq \text{χρόνος} \leq 3$
4	4	7,5	Κάτω άκρο διαστήματος $3 < \text{χρόνος} \leq 8$
5	8	13,5	Άνω άκρο διαστήματος $3 < \text{χρόνος} \leq 8$
6	9	Μη έγκυρος χρόνος	Κάτω άκρο διαστήματος χρόνος > 8



Σενάρια ελέγχου σε υποπρογράμματα

- Η τεχνική που περιγράφηκε ανωτέρω, μπορεί να εφαρμοστεί και σε υποπρογράμματα. Αυτό είναι συνηθισμένο σε μεγάλα προγράμματα που αποτελούνται από χιλιάδες γραμμές κώδικα τα οποία είναι οργανωμένα σε υποπρογράμματα.
- Σε αυτές τις περιπτώσεις πρώτα ελέγχεται κάθε υποπρόγραμμα μεμονωμένα. Αφού διαπιστωθεί η ορθή λειτουργία του καθενός, μόνο τότε πραγματοποιείται έλεγχος ολόκληρου του προγράμματος.



Σενάρια ελέγχου με περισσότερες από μία εισόδους

- Τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν αφορούσαν σε περιπτώσεις με μία μόνο είσοδο. Αν οι εισόδοι είναι περισσότερες, τότε κάθε μία πρέπει να ελεγχθεί ανεξάρτητα από τις άλλες.
- Για να γίνει αυτό, δημιουργούνται σενάρια ελέγχου όπου μία από τις εισόδους λαμβάνει όλες τις ακραίες τιμές ενώ οι υπόλοιπες διατηρούνται σταθερές δίνοντας μια οποιαδήποτε έγκυρη τιμή. Αυτό επαναλαμβάνεται για όλες τις εισόδους.
- Γίνεται κατανοητό ότι η αύξηση των δεδομένων εισόδου οδηγεί σε μεγάλη αύξηση των σεναρίων ελέγχου, ενώ η διαδικασία αρχίζει να γίνεται περίπλοκη.



Μη ακέραιες ακραίες τιμές

- Στα προηγούμενα παραδείγματα, η είσοδος ήταν ακέραιος αριθμός οπότε ο υπολογισμός των ακραίων τιμών που έλειπαν ήταν εύκολη διαδικασία προσθέτοντας ή αφαιρώντας 1. Αν η είσοδος λαμβάνει πραγματικές τιμές, τότε για τον υπολογισμό των ακραίων τιμών θα ληφθεί υπόψη η ακρίβεια δεκαδικών ψηφίων με την οποία λειτουργεί το πρόγραμμα.
- Αν για παράδειγμα στην εκφώνηση αναφέρεται απαίτηση για ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων, τότε θα προσθέσουμε ή θα αφαιρέσουμε 0,01 από το άκρο του προηγούμενου ή επόμενου διαστήματος αντίστοιχα. Αν δεν υπάρχει σχετική αναφορά στην εκφώνηση, τότε θα αποφασίσουμε εμείς, π.χ. αν επιλέξουμε ακρίβεια 1 δεκαδικού ψηφίου θα προσθέσουμε ή θα αφαιρέσουμε 0,1.



Δραστηριότητα 7 – Σχετική υγρασία αέρα

Η σχετική υγρασία του αέρα είναι ένας δείκτης της ποσότητας υδρατμών που περιέχει ο αέρας και εκφράζεται ως ποσοστό. Για εσωτερικούς χώρους, το ιδανικό επίπεδο σχετικής υγρασίας για τον άνθρωπο είναι από 30% έως 60%, με τιμές εκτός αυτών των ορίων να προκαλούν δυσφορία. Να αναπτύξετε διαδικασία σε ΓΛΩΣΣΑ, η οποία να δέχεται ως είσοδο μια πραγματική τιμή από 0 έως και 1 που αντιστοιχεί στη σχετική υγρασία του αέρα. Στη συνέχεια να εμφανίζει μήνυμα «Ιδανική υγρασία» αν η σχετική υγρασία είναι από 0,3 έως και 0,6. Αν η σχετική υγρασία είναι χαμηλότερη από 0,3 να εμφανίζει μήνυμα «Ξηρός αέρας», ενώ αν είναι μεγαλύτερη από 0,6 να εμφανίζει μήνυμα «Υγρός αέρας». Σε περίπτωση που δοθεί τιμή εκτός του διαστήματος 0-1, να εμφανίζεται μήνυμα λάθους «Μη έγκυρη τιμή». Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας να γίνει με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων.

Με βάση τις παραπάνω προδιαγραφές, να δημιουργήσετε κατάλληλα σενάρια για να πραγματοποιήσετε έλεγχο ακραίων τιμών.

Απάντηση

Βήμα 1^ο: Δημιουργία ισοδύναμων διαστημάτων

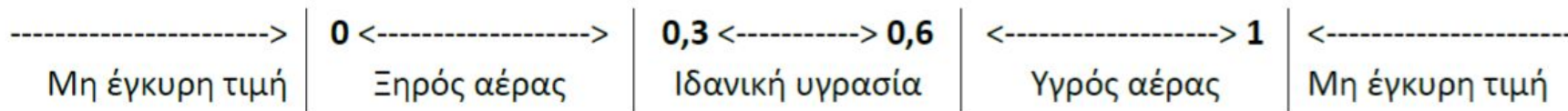
Σύμφωνα με την εκφώνηση υπάρχουν τα ακόλουθα έγκυρα διαστήματα τιμών εισόδου:

- $0 \leq \text{υγρασία} < 0,3$
- $0,3 \leq \text{υγρασία} \leq 0,6$
- $0,6 < \text{υγρασία} \leq 1$

Επίσης υπάρχουν τα ακόλουθα μη έγκυρα διαστήματα τιμών εισόδου:

- $\text{υγρασία} < 0$
- $\text{υγρασία} > 1$

Τα παραπάνω διαστήματα απεικονίζονται διαγραμματικά στη συνέχεια.



Βήμα 2°: Καθορισμός ακραίων τιμών διαστημάτων

Για να υπολογίσουμε τα άκρα που λείπουν από τα διαστήματα των τιμών εισόδου, θα προσθέσουμε ή θα αφαιρέσουμε 0,01 από το άκρο του προηγούμενου ή επόμενου διαστήματος αντίστοιχα, αφού η εκφώνηση απαιτεί «ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας να γίνει με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων». Καταλήγουμε έτσι στο ακόλουθο διάγραμμα.

-----> -0,01	0 <-----> 0,29	0,3 <-----> 0,6	0,61 <-----> 1	1,01 <-----
Μη έγκυρη τιμή	Ξηρός αέρας	Ιδανική υγρασία	Υγρός αέρας	Μη έγκυρη τιμή

Βήμα 3°: Δημιουργία σεναρίων ελέγχου

Χρησιμοποιώντας το παραπάνω διάγραμμα δημιουργούμε ένα σενάριο ελέγχου για κάθε ακραία τιμή εισόδου.

Σενάρια ελέγχου

A/A	Είσοδος	Αναμενόμενο αποτέλεσμα	Περίπτωση που ελέγχεται
1	-0,01	Μη έγκυρη τιμή	Άνω άκρο διαστήματος υγρασία < 0
2	0	Ξηρός αέρας	Κάτω άκρο διαστήματος $0 \leq \text{υγρασία} < 0,3$
3	0,29	Ξηρός αέρας	Άνω άκρο διαστήματος $0 \leq \text{υγρασία} < 0,3$
4	0,3	Ιδανική υγρασία	Κάτω άκρο διαστήματος $0,3 \leq \text{υγρασία} \leq 0,6$
5	0,6	Ιδανική υγρασία	Άνω άκρο διαστήματος $0,3 \leq \text{υγρασία} \leq 0,6$
6	0,61	Υγρός αέρας	Κάτω άκρο διαστήματος $0,6 < \text{υγρασία} \leq 1$
7	1	Υγρός αέρας	Άνω άκρο διαστήματος $0,6 < \text{υγρασία} \leq 1$
8	1,01	Μη έγκυρη τιμή	Κάτω άκρο διαστήματος υγρασία > 1

Μέθοδος ελέγχου «Μαύρο Κουτί»

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΕΚΠ/ΚΟ ΥΛΙΚΟ
(Παρ. 5.2.5, Σελ. 138)

