

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Χειμερινό εξάμηνο ακ. έτους 2021-2022

Εργασία μαθήματος

Να υλοποιηθεί σε C++ η προσομοίωση μίας υποθετικής λειτουργίας (της μίας κατεύθυνσης) της Αττικής Οδού. Σύμφωνα με αυτή, για τον αυτοκινητόδρομο ισχύουν τα παρακάτω.

Η Αττική Οδός έχει έναν αρχικό κόμβο, έναν τελικό κόμβο και ένα σύνολο ενδιάμεσων κόμβων. Στον αρχικό κόμβο πραγματοποιείται μόνο είσοδος οχημάτων και στον τελικό κόμβο μόνο έξοδος. Σε κάθε ενδιάμεσο κόμβο, πραγματοποιείται τόσο είσοδος όσο και έξοδος οχημάτων.

Η Αττική Οδός αποτελείται από $NSegs$ τμήματα μεταξύ των κόμβων της. Οι κόμβοι της είναι πλήθους $NSegs + 1$, από τον κόμβο 0 (αρχικός) έως τον κόμβο $NSegs$ (τελικός). Κάθε τμήμα του αυτοκινητοδρόμου έχει μία χωρητικότητα, πιθανώς διαφορετική για καθένα από αυτά, που είναι ο μέγιστος αριθμός οχημάτων που μπορεί να βρίσκεται μέσα στο τμήμα.

Σε κάθε κόμβο πλην του τελικού υπάρχει ένας αριθμός διόδων για είσοδο στο τμήμα που αρχίζει από τον κόμβο αυτό. Το πλήθος των διόδων μπορεί να είναι διαφορετικό για τους διάφορους κόμβους. Σε κάθε κόμβο, κάποια από τα διόδια είναι με εισπράκτορα και κάποια είναι ηλεκτρονικά.

Σε μία κατάσταση του αυτοκινητοδρόμου, υπάρχει ένας αριθμός οχημάτων που βρίσκεται σε κάθε τμήμα του. Κάποια από αυτά τα οχήματα είναι σε κατάσταση “ετοιμότητας” για έξοδο από το τμήμα. Από αυτά, εκείνα που έχουν σαν προορισμό τον κόμβο εξόδου του τμήματος στο οποίο βρίσκονται, στην επόμενη κατάσταση θα βγουν από τον αυτοκινητόδρομο. Εκείνα που έχουν σαν προορισμό κάποιο επόμενο κόμβο εξόδου, πρέπει τελικά να περάσουν στο επόμενο τμήμα του αυτοκινητοδρόμου και ενδέχεται στην επόμενη κατάσταση να καταστεί εφικτό να το κάνουν. Τα υπόλοιπα οχήματα, που δεν είναι σε κατάσταση “ετοιμότητας”, θα παραμείνουν στο συγκεκριμένο τμήμα και στην επόμενη κατάσταση. Επίσης, υπάρχει και ένας αριθμός οχημάτων που αναμένουν να εισέλθουν στο συγκεκριμένο τμήμα από τα διόδια εισόδου του τμήματος. Σε κάθε διόδιο του τμήματος (με εισπράκτορα ή ηλεκτρονικό), μπορεί να αναμένει διαφορετικός αριθμός οχημάτων για να εισέλθει σ’ αυτό. Από τα οχήματα που θα βρίσκονται στο τμήμα στη νέα κατάσταση (αυτά που βρισκόντουσαν σ’ αυτό και στην προηγούμενη, αυτά που πέρασαν σ’ αυτό από το προηγούμενο τμήμα, αν υπάρχει, και αυτά που μπήκαν από τον κόμβο εισόδου του τμήματος), ένα ποσοστό $Percent$ από αυτά μεταβαίνει σε κατάσταση “ετοιμότητας” εξόδου από το τμήμα.

Για τη δημιουργία της επόμενης κατάστασης του αυτοκινητοδρόμου, η προσομοίωση δουλεύει από το τέλος του προς την αρχή του. Τα αυτοκίνητα που έχουν σαν προορισμό τον τελικό κόμβο του αυτοκινητόδρομου, θα βγουν από αυτόν. Στη συνέχεια, τα οχήματα που είναι σε κατάσταση “ετοιμότητας” από το αμέσως προηγούμενο τμήμα για να περάσουν σε αυτό, θα το κάνουν, εφ’ όσον αυτό είναι επιτρεπτό από τη χωρητικότητα του τμήματος. Αν δεν γίνεται να περάσουν όλα, θα το κάνουν μόνο τόσα ώστε να μην παραβιαστεί η χωρητικότητα. Αν, αφού περάσουν στο τρέχον τμήμα που επεξεργαζόμαστε οχήματα από το προηγούμενο τμήμα, υπάρχει διαθεσιμότητα σ’ αυτό για είσοδο και νέων οχημάτων, αυτό θα γίνει από τα διόδια εισόδου του, επιτρέποντας σε K το πολύ οχήματα να εισέλθουν από διόδια με εισπράκτορα και σε $2K$ το πολύ από ηλεκτρονικά διόδια. Πάλι δεν πρέπει να παραβιαστεί η χωρητικότητα του τμήματος. Αυτό σημαίνει ότι πιθανώς να επιτραπεί να εισέλθουν στο τμήμα ένα ποσοστό, το ίδιο για όλα τα διόδια, οχημάτων από τα K και $2K$ που αντιστοιχούν στο μέγιστο αριθμό οχημάτων που επιτρέπεται να εισέλθουν στο τμήμα στην τρέχουσα κατάστασή του (τον τρέχοντα κύκλο προσομοίωσης). Αν χρειαστεί να περάσουν λιγότερα οχήματα από το μέγιστο αριθμό, το K θα πρέπει να μειωθεί κατά 1 για τον συγκεκριμένο κόμβο κατά τον επόμενο κύκλο της προσομοίωσης. Αν εισέλθει στο τμήμα ο μέγιστος αριθμός οχημάτων, K και $2K$ για τους δύο τύπους διόδων, το K θα αυξηθεί κατά 1 για τον συγκεκριμένο κόμβο κατά τον επόμενο κύκλο.

Αφού αποφασισθεί ποια οχήματα θα βρίσκονται σε ένα τμήμα του αυτοκινητοδρόμου, στη νέα κατάσταση, με βάση το τι θα ισχύει στο επόμενο τμήμα, η προσομοίωση προχωρά στην εφαρμογή της

παραπάνω διαδικασίας στα προηγούμενα τμήματα μέχρι να φτάσει σταδιακά και στο αρχικό.

Σε μια κατάσταση τμήματος:

- Αν ο αριθμός των οχημάτων που εισέρχονται σε ένα τμήμα από την είσοδό του είναι μικρότερος από το πλήθος των οχημάτων που περιμένουν στην είσοδο, εμφανίζεται το μήνυμα “Καθυστερήσεις στην είσοδο του κόμβου Άριθμός Κόμβου” .
- Αν (επιπλέον) ο αριθμός των οχημάτων που μετακινούνται μεταξύ των τμημάτων που συνδέονται με τον κόμβο είναι μικρότερος από αυτά που είναι σε κατάσταση “ετοιμότητας” να μετακινηθούν, εμφανίζεται (και) το μήνυμα “Καθυστερήσεις μετά τον κόμβο Άριθμός Κόμβου” .
- Αν δεν ισχύει τίποτα από τα παραπάνω, εμφανίζεται το μήνυμα “Τηρείτε τις αποστάσεις ασφαλείας στο τμήμα μετά τον κόμβο Άριθμός Κόμβου” .

Συγκεκριμένα, η Αττική Οδός αναπαριστάνεται από μια κλάση η οποία

- Έχει *NSegs* τμήματα
- Έχει ένα πλήθος οχημάτων που κινούνται συνολικά σε αυτή

Η συμπεριφορά της είναι η εξής

- Αρχικά, εκτυπώνεται το μήνυμα “Αυτοκινητόδρομος σε λειτουργία”.
- Η λειτουργία του αυτοκινητόδρομου είναι ένας κύκλος λειτουργίας των τμημάτων της. Τα τμήματα λειτουργούν ακολουθιακά, ξεκινώντας από το τελευταίο. Κάθε φορά, εμφανίζεται το πλήθος των οχημάτων. (*operate*)

Ένα τμήμα του αυτοκινητόδρομου αναπαριστάνεται από μια κλάση η οποία

- Έχει μια είσοδο
- Έχει ένα σύνολο οχημάτων που κινούνται σε αυτό
- Έχει μια χωρητικότητα οχημάτων
- Έχει (ενδεχόμενα) ένα επόμενο τμήμα
- Έχει (ενδεχόμενα) ένα προηγούμενο τμήμα

Η συμπεριφορά της είναι η εξής

- Αρχικά, δημιουργούνται τυχαία αυτοκίνητα που κινούνται σε αυτό.
- Εισέρχονται στο τμήμα τα οχήματα που είναι δυνατό. (*enter*)
- Εξέρχονται από τον αυτοκινητόδρομο τα οχήματα που είναι δυνατό. (*exit*)
- Εξέρχονται από το τμήμα και μεταβαίνουν στο επόμενο τα οχήματα που είναι δυνατό. (*pass*)
- Επιστρέφει το πλήθος των οχημάτων που κινούνται σε αυτό. (*get_no_of_vehicles*)
- Λειτουργεί, αλλάζοντας το σύνολο των οχημάτων που κινούνται σε αυτό. Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η μετάβαση όλων των οχημάτων που είναι έτοιμα να βγουν στο επόμενο τμήμα, η επιλογή γίνεται τυχαία. Επίσης, κατά την αλλαγή του συνόλου των οχημάτων, αφαιρούνται και τα εισερχόμενα οχήματα από τη είσοδό του. Κατά τη λειτουργία του, εμφανίζονται τα σχετικά μηνύματα. Επίσης, κάποια (τυχαία) οχήματα γίνονται έτοιμα να βγουν από το τμήμα. (*operate*)

Μια είσοδος αναπαριστάνεται από μια κλάση η οποία

- Έχει το όνομα/ταυτότητα του κόμβου
- Έχει ένα σύνολο διοδίων με υπαλλήλους
- Έχει ένα σύνολο ηλεκτρονικών διοδίων

Η συμπεριφορά της είναι η εξής. Αφαιρούνται οχήματα από την είσοδο, αφαιρώντας οχήματα από τα διόδια. Προστίθενται τυχαία οχήματα στα διόδιά της. (*operate*)

Ένα διόδιο αναπαριστάνεται από το σύνολο των οχημάτων που περιμένουν να μπουν. Αρχικά, δημιουργούνται τυχαία αυτοκίνητα που περιμένουν σε αυτό. Προστίθενται οχήματα στο διόδιο. Αφαιρούνται οχήματα από το διόδιο.

Τα οχήματα αναπαριστάνονται από τον κόμβο εξόδου τους και το τμήμα του αυτοκινητόδρομου στο οποίο κινούνται. Όταν περιμένουν να μπουν στον αυτοκινητόδρομο, η ένδειξη του τμήματος είναι -1. Επίσης, περιλαμβάνουν μια ένδειξη αν είναι έτοιμα να βγουν από το τμήμα που κινούνται (το έχουν διανύσει). Αρχικά, δεν είναι έτοιμα.

Να υλοποιήσετε τις απαραίτητες κλάσεις σε C++. Επίσης να υλοποιηθεί και μια συνάρτηση *main* που να εκτελεί *N* κύκλους λειτουργίας του αυτοκινητόδρομου, για καθένα από τους οποίους προστίθενται τυχαία οχήματα στις εισόδους των κόμβων του αυτοκινητόδρομου.

Από τη γραμμή εντολής, κατά την εκτέλεση του προγράμματος, δίνονται τα εξής:

N: Αριθμός κύκλων προσομοίωσης.

NSegs : Πλήθος τμημάτων της Αττικής οδού.

K : Μέγιστος αριθμός οχημάτων που μπορούν να εισέλθουν σε ένα τμήμα του αυτοκινητοδρόμου από κάποιο διόδιο με εισπράκτορα. Αρχικά, το *K* είναι ίδιο για όλα τα διόδια με εισπράκτορα όλων των κόμβων (για τα ηλεκτρονικά διόδια είναι $2K$).

Percent : Το ποσοστό των οχημάτων σ' ένα τμήμα, κοινό για όλα τα τμήματα, που μεταβαίνει σε κατάσταση "ετοιμότητας" για έξοδο από το τμήμα στην επόμενη κατάσταση.

Οι χωρητικότητες των τμημάτων της Αττικής Οδού διαβάζονται από την καθιερωμένη είσοδο.

Η αρχική κατάσταση της Αττικής Οδού δημιουργείται με τυχαίο τρόπο. Σε κάθε βήμα της προσομοίωσης, ο αριθμός των οχημάτων που επιθυμούν να εισέλθουν από κάποιο διόδιο στον αυτοκινητόδρομο επιλέγεται με τυχαίο τρόπο.

Όπου χρειάζεται, κάνετε ελεύθερα παραδοχές για τη λειτουργία του αυτοκινητοδρόμου, με βάση τη γενικότερη εμπειρία σας από τον πραγματικό κόσμο, και τεκμηριώστε τις.