

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής
ΜΥΥ205 - ΠΛΥ212: Τεχνικές Αντικειμενοστρεφούς Προγραμματισμού
ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2016-17

Πρώτη Άσκηση

Ημερομηνία Παράδοσης: 31 Μαρτίου 2017, 3 μ.μ.

Η εργασία αυτή μετράει 10% του συνολικού βαθμού του μαθήματος και είναι η πρώτη από τις τρεις που θα δοθούν συνολικά.

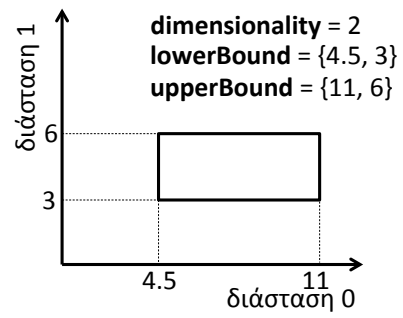
Για την εργασία αυτή θα υλοποιήσετε δύο κλάσεις. Η πρώτη κλάση **Rectangle** αναπαριστά ορθογώνια οποιουδήποτε αριθμού διαστάσεων. Ένα μονοδιάστατο ορθογώνιο είναι απλά ένα κλειστό διάστημα τιμών. Ένα δισδιάστατο ορθογώνιο έχει τέσσερις πλευρές στο επίπεδο, ένα τρισδιάστατο ορθογώνιο (παράλληλεπίπεδο) έχει 8 πλευρές και 12 ακμές, κλπ. Γενικά ένα d-διάστατο ορθογώνιο μπορεί να αναπαρασταθεί από 2*d αριθμούς, 2 για κάθε διάσταση. Για κάθε διάσταση λοιπόν έχουμε το κάτω όριο (lowerBound) και το πάνω όριο (upperBound). Έτσι, συνολικά ένα αντικείμενο τύπου **Rectangle**, έχει 3 πεδία: έναν ακέραιο **dimensionality** που αποθηκεύει τον αριθμό διαστάσεων του ορθογωνίου, έναν πίνακα **lowerBound** ο οποίος αποθηκεύει τα κάτω όρια (τύπου double) κάθε διάστασης και έναν πίνακα **upperBound** ο οποίος αποθηκεύει τα πάνω όρια (τύπου double) κάθε διάστασης. Στο Σχήμα 1 που ακολουθεί βλέπουμε ένα δισδιάστατο ορθογώνιο και τα πεδία του. Εκτός από τα πεδία αυτά η κλάση θα πρέπει να έχει τις εξής public μεθόδους:

- Μία μέθοδο-κατασκευαστή, που θα παίρνει σαν όρισμα έναν ακέραιο dimensionality και θα δημιουργεί ένα ορθογώνιο με τόσες διαστάσεις, δεσμεύοντας χώρο για τα πεδία του.
- Μία μέθοδο-κατασκευαστή, που θα παίρνει σαν όρισμα έναν ακέραιο dimensionality για τον αριθμό διαστάσεων του νέου ορθογωνίου, έναν πίνακα με τα κάτω όρια του νέου ορθογωνίου και έναν πίνακα με τα πάνω όρια του νέου ορθογωνίου.
- Μία accessor μέθοδο για το dimensionality.
- Μία μέθοδο **toString** που θα επιστρέφει ένα αλφαριθμητικό το οποίο περιέχει τα όρια του ορθογωνίου σε κάθε διάσταση. Για το παράδειγμα της Εικόνας, το αλφαριθμητικό πρέπει να είναι "[4.5,11][3,6]".
- Μία μέθοδο **copy** η οποία θα δημιουργεί αντίγραφο του ορθογωνίου και θα το επιστρέφει.
- Μία μέθοδο **project** (προβολή), η οποία παίρνει σαν όρισμα μια διάσταση και επιστρέφει το διάστημα που ορίζεται από το κάτω και το πάνω όριο του ορθογωνίου στη διάσταση αυτή. Π.χ. για το ορθογώνιο του παραδείγματος, η project(1) επιστρέφει [3,6].
- Μία μέθοδο **enlarge**, η οποία παίρνει σαν όρισμα ένα άλλο ορθογώνιο και μεγαλώνει το ορθογώνιο ώστε να περιέχει και το άλλο. Για παράδειγμα το ορθογώνιο με τις διακεκομμένες γραμμές στο Σχήμα 2 δείχνει πως μεγενθύνεται το ορθογώνιο του παραδείγματος του Σχήματος 1, ώστε να περιλαμβάνει το γκριζο ορθογώνιο (όρισμα).
- Μία μέθοδο **intersects** η οποία παίρνει σαν όρισμα ένα άλλο ορθογώνιο και επιστρέφει true, αν τα δύο ορθογώνια τέμνονται, αλλιώς false. Δύο ορθογώνια τέμνονται αν τέμνονται οι προβολές τους σε όλους τους άξονες.
- Μία μέθοδο **inside** η οποία παίρνει σαν όρισμα ένα άλλο ορθογώνιο και επιστρέφει true, αν το ορθογώνιο περιέχεται μέσα στο άλλο ορθογώνιο, αλλιώς false. Ένα ορθογώνιο A περιέχει ένα άλλο B, αν οι προβολές του A σε όλους τους άξονες περιέχουν τις αντίστοιχες προβολές (δηλ. δεν υπάρχει τιμή της προβολής του B που να μην περιέχεται στην αντίστοιχη προβολή του A).

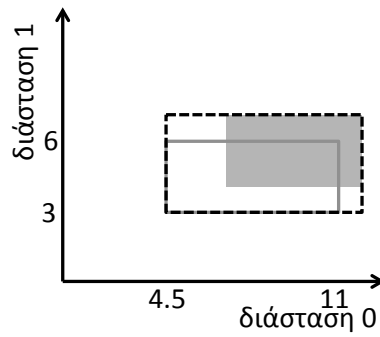
- Μία μέθοδο **mindist** η οποία παίρνει σαν όρισμα ένα άλλο ορθογώνιο και επιστρέφει τη μικρότερη δυνατή απόσταση μεταξύ των δύο ορθογωνίων. Η απόσταση αυτή μπορεί να υπολογιστεί από τις μικρότερες δυνατές αποστάσεις των αντίστοιχων προβολών σε κάθε άξονα.
- Μία μέθοδο **maxdist** η οποία παίρνει σαν όρισμα ένα άλλο ορθογώνιο και επιστρέφει τη μέγιστη δυνατή απόσταση μεταξύ των δύο ορθογωνίων. Η απόσταση αυτή μπορεί να υπολογιστεί από τις μέγιστες δυνατές αποστάσεις των αντίστοιχων προβολών σε κάθε άξονα. Το Σχήμα 3 δείχνει τις αποστάσεις mindist και maxdist για τρεις περιπτώσεις ορθογωνίων A και B.

Η δεύτερη κλάση **RectangleSet** που θα υλοποιήσετε αναπαριστά συλλογές ορθογωνίων ιδίων διαστάσεων. Η κλάση περιέχει ένα πεδίο **dimensionality** για τον αριθμό διαστάσεων των ορθογωνίων της συλλογής. Η κλάση περιέχει επίσης ένα πεδίο **cardinality** για τον αριθμό των ορθογωνίων της συλλογής. Η συλλογή των ορθογωνίων αποθηκεύεται σε ένα πίνακα μεγέθους cardinality. Τέλος, υπάρχει ένα πεδίο **randomGenerator** τύπου Random το οποίο αρχικοποιείται με seed=0, δηλ. με κλήση new Random(0). Η χρήση του πεδίου αυτού γίνεται από έναν κατασκευαστή που θα περιγραφεί παρακάτω. Η κλάση θα πρέπει να έχει τις εξής public μεθόδους:

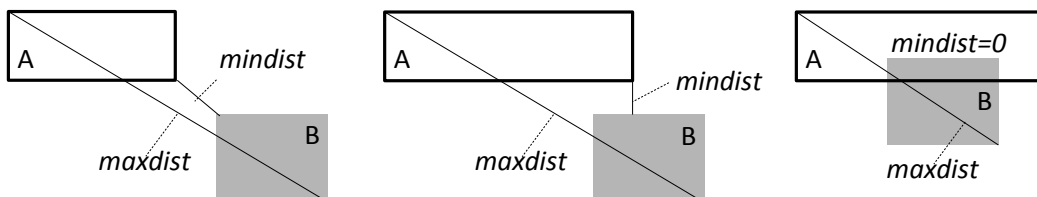
- Μία μέθοδο-κατασκευαστή, που θα παίρνει σαν όρισμα έναν ακέραιο cardinality για το πλήθος των ορθογωνίων στη συλλογή, έναν ακέραιο dimensionality για τον αριθμό διαστάσεών τους, έναν αριθμό maxdomain για τη μέγιστη τιμή του άνω ορίου των ορθογωνίων σε κάθε διάσταση, και έναν αριθμό avglen για το μέσο μήκος των προβολών των ορθογωνίων της συλλογής σε κάθε διάσταση. Το κάτω όριο των ορθογωνίων σε κάθε διάσταση είναι 0. Η μέθοδος χρησιμοποιεί το randomGenerator για να δημιουργήσει τυχαία τα κάτω και πάνω όρια του κάθε ορθογωνίου σε κάθε διάσταση. Αρχικά δημιουργεί τυχαία το μήκος της προβολής σε κάθε διάσταση σαν ένα τυχαίο αριθμό από 0 έως $2 \cdot \text{avglen}$. Μετά δημιουργεί το κάτω και το πάνω όριο μέσα στο διάστημα $[0, \text{maxdomain}]$ τυχαία ώστε η προβολή να έχει το συγκεκριμένο μήκος.
- Δύο accessor μεθόδους για τα πεδία dimensionality και cardinality.
- Μία accessor μέθοδο **getRectangle**, η οποία θα παίρνει ως όρισμα μια θέση στη συλλογή και θα επιστρέφει το ορθογώνιο σε αυτή τη θέση.
- Μία μέθοδο **toString** που θα επιστρέφει σε ένα αλφαριθμητικό όλη τη συλλογή. Κάθε ορθογώνιο της συλλογής θα “τυπώνεται” σε κάθε γραμμή του αλφαριθμητικού.
- Μία μέθοδο **intersectsRange** που θα παίρνει σαν όρισμα ένα ορθογώνιο και θα επιστρέφει σε ένα ArrayList τα ορθογώνια στη συλλογή τα οποία τέμνουν το όρισμα.
- Μία μέθοδο **insideRange** που θα παίρνει σαν όρισμα ένα ορθογώνιο και θα επιστρέφει σε ένα ArrayList τα ορθογώνια στη συλλογή τα οποία περιέχονται μέσα στο όρισμα.
- Μία μέθοδο **MBR** που θα επιστρέφει ένα ορθογώνιο το οποίο είναι το ελάχιστο που περικλείει όλα τα ορθογώνια της συλλογής. Για παράδειγμα στο Σχήμα 4 το διακεκομμένο ορθογώνιο είναι το ελάχιστο που περικλείει τα ορθογώνια της εικόνας.
- Μία μέθοδο **averageProjectionLength** που θα επιστρέφει έναν πίνακα με όσες θέσεις όσες οι διαστάσεις των ορθογωνίων, όπου η κάθε θέση θα έχει τον μέσο όρο του μήκους των ορθογωνίων στην αντίστοιχη διάσταση.



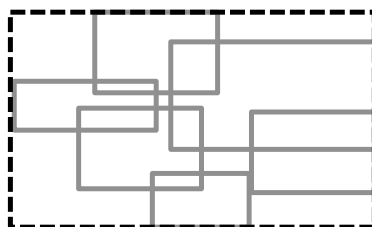
Σχήμα 1: Παράδειγμα ορθογωνίου 2 διαστάσεων



Σχήμα 2: Παράδειγμα μεγέθυνσης ορθογωνίου



Σχήμα 3: Παραδείγματα mindist και maxdist



Σχήμα 4: Minimum Bounding Rectangle (MBR)

Bonus +10%: Προσθέστε και ελέξτε τις εξής μεθόδους στην κλάση **RectangleSet**:

- Μία μέθοδο **intersectionJoin** που θα παίρνει σαν όρισμα μία άλλη συλλογή ορθογωνίων και θα επιστρέφει τα ζεύγη ορθογωνίων, ένα από τη συλλογή και ένα από την άλλη συλλογή, τα οποία τέμνονται.
- Μία μέθοδο **farPairs** που θα παίρνει σαν όρισμα μία άλλη συλλογή ορθογωνίων και έναν αριθμό `dist` και θα επιστρέφει τα ζεύγη ορθογωνίων, ένα από τη συλλογή και ένα από την άλλη συλλογή, τα οποία έχουν απόσταση `mindist` τουλάχιστο ίση με το όρισμα `dist`.
- Μία μέθοδο **closePairs** που θα παίρνει σαν όρισμα μία άλλη συλλογή ορθογωνίων και έναν αριθμό `dist` και θα επιστρέφει τα ζεύγη ορθογωνίων, ένα από τη συλλογή και ένα από την άλλη συλλογή, τα οποία έχουν απόσταση `maxdist` το πολύ ίση με το όρισμα `dist`.

Οι κλάσεις σας θα ελεγχθούν μέσω μίας κλάσης `RectanglesTest`, η οποία θα έχει τη `main` συνάρτηση. Η κλάση θα δημιουργεί ένα σύνολο ορθογωνίων, θα το τυπώνει, θα ελέγχει αν λειτουργούν σωστά οι `intersectsRange` και `insideRange`, θα δημιουργεί ένα 2ο σύνολο και θα ελέγχει μέσω αυτού τα αποτελέσματα των `intersectionJoin`, `farPairs`, και `closePairs`, και τέλος, θα ελέγχει τις μεθόδους `MBR` και `averageProjectionLength`. Ένα δείγμα μιας τέτοιας `main` συνάρτησης είναι αναρτημένη στο `ecourse`.

Στην υλοποίηση των κλάσεων σας δεν θα πρέπει να έχετε `public` πεδία. Βαθμοί θα αφαιρεθούν για προγράμματα που δεν είναι καλά γραμμένα, δηλαδή δεν είναι σωστά στοιχισμένα ή δεν έχουν καλά επιλεγμένα ονόματα μεταβλητών ώστε να διαβάζονται εύκολα. Μετά την ημερομηνία παράδοσης δεν θα γίνονται δεκτές οι υποβολές των εργασιών.