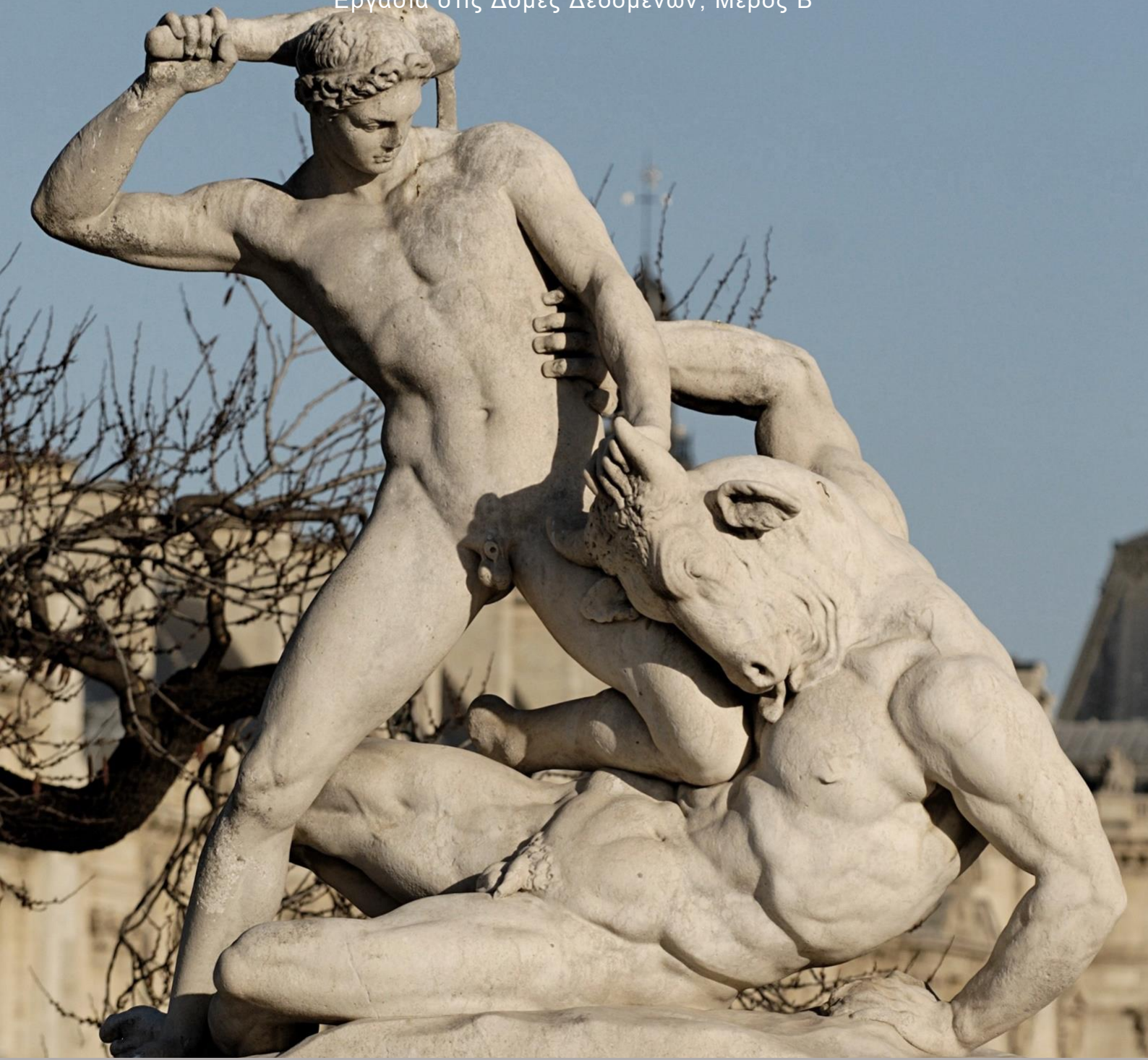


# Θησέας και Μινώταυρος

Εργασία στις Δομές Δεδομένων, Μέρος Β



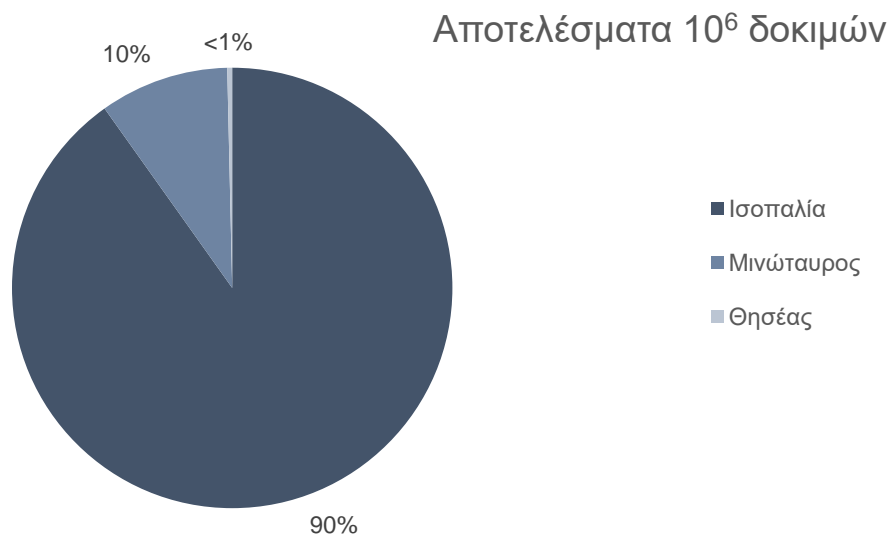
Τερζίδης Αλέξανδρος

Σουλίδης Πέτρος

# Εισαγωγικό Σημείωμα

Στο πρώτο μέρος της εργασίας, υλοποιήσαμε μέσω της Java ένα παιχνίδι που προσομοιώνει τον μύθο του Θησέα και του Μινώταυρου στον Λαβύρινθο. Ο Λαβύρινθος αναπαρίσταται από ένα ταμπλό με πλακίδια και οι ήρωες από τυχαία κινούμενους παίκτες. Τοποθετούνται, επιπλέον, λάφυρα, τα οποία οφείλει να συγκεντρώσει ο Θησέας για να νικήσει τον Μινώταυρο.

Παρ' ότι η πραγματοποίηση του παραπάνω παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, οι τυχαίες κινήσεις των παικτών καθιστούν το παιχνίδι μονότονο. Εκτελώντας επανειλημμένα τον κώδικα, προέκυψαν τα αποτελέσματα του γραφήματος:



Τη μονοτονία αυτή καλούμαστε να ανακόψουμε στο δεύτερο μέρος της εργασίας. Ο Θησέας πλέον θα κινείται έξυπνα, αφού δύναται να παρατηρεί γειτονικά του πλακίδια και να αξιολογεί την κάθε του κίνηση. Είναι λογικό να επιδιώκει να κινείται προς τα εφόδια που εντοπίζει και μακριά από το θηρίο. Καθίσταται προφανές ότι η μέθοδος από την οποία εξαρτάται η αξιολόγηση των κινήσεων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην έκβαση του παιχνιδιού.

# Περιεχόμενα

1. Κλάση HeuristicPlayer.....	3
1.1. Συνάρτηση seeAround( ) .....	3
1.2. Συνάρτηση evaluate( ) .....	5
1.3. Συνάρτηση getNextMove( ) .....	7
1.4. Συνάρτηση statistics( ) .....	8
1.5. Συνάρτηση move( ) .....	8
2. Κλάση Game .....	9
2.1. Συνάρτηση main( ) .....	9

# Περιγραφή του Αλγορίθμου

## 1. Κλάση HeuristicPlayer

Πρόκειται για την κλάση που αναλαμβάνει την αναβάθμιση του απλού παίκτη που κινείται τυχαία (αντικείμενο κλάσης Player) σε ένα σχετικά ευφυή παίκτη (αντικείμενο κλάσης Player). Διακρίνουμε ότι, πέρα από τη λογική που προστίθεται στον παίκτη της HeuristicPlayer, δε διαφέρουν κάπου αλλού, επομένως η HeuristicPlayer είναι παράγωγη της Player.

Όσον αφορά τις μεταβλητές, πέρα από το δυναμικό array path που ορίζεται να προστεθεί, εισάγουμε τη βοηθητική μεταβλητή (int) ability που καθορίζει το μήκος (σε πλήθος tiles) της «όρασης» παίκτη. Οι constructors της HeuristicPlayer υλοποιούνται με χρήση της super( ), που εν προκειμένω αφορά την κλάση Player. Τέλος, οι getters και setters των μεταβλητών έχουν πολύ απλή υλοποίηση.

Αποφασίσαμε την προσθήκη επιπλέον συνάρτησης, της seeAround( ), διότι χρειάζεται, σε άλλες συναρτήσεις, ο παίκτης να παρατηρήσει τα πλακίδια γύρω του και η επανάληψη ενός μακροσκελούς τμήματος κώδικα υποβαθμίζει τη αναγνωσιμότητα. Για το λόγο, λοιπόν, ότι ο ρόλος της είναι επικουρικός, αναλύεται πρώτη.

### 1.1. Συνάρτηση seeAround( )

Η συνάρτηση αυτή επιστρέφει ένα πίνακα int δύο στοιχείων, που περιέχει την απόσταση του παίκτη από κάποιο λάφυρο και από τον Μινώταυρο, εφόσον βρίσκονται στα ορατά πλακίδια της οριζόμενης κατεύθυνσης.

- Ορισμός - Αρχικοποίηση Μεταβλητών

Η εν λόγω συνάρτηση λαμβάνει ως ορίσματα την τρέχουσα θέση του παίκτη, τη θέση του αντιπάλου και την κίνηση (ζάρι) την οποία ενδιαφερόμαστε να πραγματοποιήσουμε. Την κατεύθυνση, δηλαδή, για την οποία επιδιώκουμε να συλλέξουμε πληροφορίες.

Ορίζονται οι μεταβλητές τύπου int blocksToOpponent και blockToSupply, οι οποίες, όπως προδίδουν τα ονόματά τους, είναι ενδεικτικές των αποστάσεων από τον αντίπαλο και το κοντινότερο λάφυρο, αντίστοιχα. Αρχικοποιούνται στη μέγιστη τιμή των μεταβλητών int, συμβολίζοντας ότι δεν έχουν εντοπιστεί τα ζητούμενα.



- Το κύριο σώμα της συνάρτησης

Όπως διαπιστώσαμε στο Α' μέρος της εργασίας, η αναζήτηση προς κάποια κατεύθυνση σε έναν πίνακα χαρακτηρίζεται από πολλές περιπτώσεις και ελέγχους. Συνεπώς, επιλέξαμε τη χρήση switch για την καλύτερη ομαδοποίηση των ελέγχων.

Ας λάβουμε την περίπτωση της κατεύθυνσης προς τα άνω (ζάρι με τιμή 1). Καταρχάς, επιβάλλεται να ελέγξουμε αν υπάρχει τοίχος στο πλακίδιο του παίκτη που εμποδίζει την ορατότητα:

```
if(board.getTiles()[currentPos].getUp()) {  
    break;  
}
```

Εφόσον βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχει τοίχος, μπορούμε να ελέγξουμε εάν ο δείκτης του αμέσως ανώτερου πλακιδίου ταυτίζεται με αυτόν του αντιπάλου:

```
if(opponentPos == currentPos + board.getN()) {  
    blocksToOpponent = 1;  
}
```

καθώς, ως γνωστόν, εάν στο δείκτη στοιχείου πίνακα  $N * N$  προσθέσουμε  $N$ , παίρνουμε το δείκτη του ανώτερου από το αρχικό στοιχείου.

Για τον εντοπισμό εφοδίου στο ελεγχθέν πλακίδιο χρειάζεται βρόγχος for, προκειμένου να επαληθευθεί εάν υπάρχει supply με supplyTileId ίδιο με το id του πλακιδίου. Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω συνθήκες:

- Το λάφυρο πρέπει να είναι διαθέσιμο, δηλαδή η μεταβλητή του obtainable να έχει την τιμή true.
- Εφόσον αναζητούμε το κοντινότερο ορατό εφόδιο, η τοπική μεταβλητή blocksToSupply χρειάζεται να έχει την default τιμή της, Integer.MAX\_VALUE. Σε περίπτωση που παραλείπονταν αυτός ο έλεγχος, και υπήρχαν δύο διαδοχικά εφόδια σε μια στήλη, η μεταβλητή αυτή θα έπαιρνε την τιμή του ανώτατου, αγνοώντας ό,τι παρεμβάλλεται.

Όπως προκύπτει από τη λογική που ακολουθούμε, ο περιγραφόμενος κώδικας εμφωλεύεται σε επαναληπτικό βρόγχο for ώστε να ελέγχονται ability (το πολύ) σε πλήθος πλακίδια. Τέλος, στην περίπτωση που εντοπιστεί και λάφυρο και ο αντίπαλος πριν τελειώσει ο βρόγχος, επιθυμούμε να διακοπεί πρόωρα, καθώς έχουμε συλλέξει τις απαιτούμενες πληροφορίες. Άρα προστίθεται ο έλεγχος:

```
if(blocksToOpponent != Integer.MAXVALUE && blocksToSupply != Integer.MAXVALUE){  
    break;  
}
```

ο οποίος ελέγχει εάν οι δύο μεταβλητές έχουν ακόμα την προκαθορισμένη τιμή τους.

Ανάλογα υλοποιούνται και οι υπόλοιπες κατευθύνσεις.

Εν τέλει, επιστρέφεται ο πίνακας:

```
int[] tempArray = {blocksToSupply, blocksToOpponent};
```

## 1.2. Συνάρτηση evaluate( )

Αποτελεί την βασική συνάρτηση λογικής του έξυπνου παίκτη. Θα περιμέναμε να είναι και η εκτενέστερη συνάρτηση, ωστόσο εδώ χρησιμεύει η `seeAround( )`, αφού μεγάλο τμήμα «διαδικαστικού» κώδικα εκτελείται μέσω αυτής.

- Ορισμός - Αρχικοποίηση Μεταβλητών

Εκτός από τα ορίσματα που ζητήθηκαν, δηλαδή την τρέχουσα θέση του παίκτη και την πιθανή ζαριά του, προστέθηκε, για λόγους ευκολίας και η θέση του αντιπάλου. Αν και φαινομενικά αυτό παραβαίνει τους κανόνες του παιχνιδιού αλλά είναι απαραίτητη για την `seeAround()`.

Αρχικοποιείται, λοιπόν, ο πίνακας (`int[ ]`) `observation` που λαμβάνει αυτόν που επιστρέφει η `seeAround()`. Οι δύο τιμές του πίνακα αποθηκεύονται στις τοπικές μεταβλητές `blocksToSupply` και `blocksToOpponent` με τον προφανή τρόπο, για λόγους σαφήνειας.

- Το κύριο σώμα της συνάρτησης

Ως συνάρτηση αξιολόγησης επιλέχθηκε η παράσταση:

$$0.5/(\text{blocksToSupply} - 1) - 1.0/(\text{blocksToOpponent} - 1) ,$$

Αποφασίστηκε η συνάρτηση να περιέχει τα παραπάνω κλάσματα, καθώς:

- οι μεταβλητές στους παρονομαστές εξασφαλίζουν την αύξηση της επιστρεφόμενης τιμής με την ελάττωση της απόστασης του παίκτη από την αντίστοιχη μεταβλητή. Αυτό αποσκοπεί στη μεγαλύτερη αξιολόγηση κινήσεων που πλησιάζουν πλακίδια με λάφυρο και τη μικρότερη αυτών που πλησιάζουν το Μινώταυρο.
- οι μεταβλητές ελαττώνονται κατά ένα, έτσι ώστε να έχουμε μέγιστη τιμή αξιολόγησης ( $+\infty$ ) όταν η απόσταση από εφόδιο είναι ένα, και ελάχιστη τιμή ( $-\infty$ ) εάν η απόσταση από τον Μινώταυρο είναι ένα. Η επιλογή αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι τέτοιες κινήσεις, γενικά, χρειάζεται να υπερισχύουν ή όχι έναντι των τυχαίων. Η περίπτωση όπου και τα δύο είναι ένα καλύπτεται παρακάτω.
- το πρώτο κλάσμα οφείλει να έχει μικρότερη επίδραση στο αποτέλεσμα, αφού η επιβίωση του παίκτη υπερτερεί της συγκέντρωσης λαφύρων. Έτσι, ο αριθμητής του είναι μικρότερος του άλλου κλάσματος και τα δύο κλάσματα αφαιρούνται.

- η αξιολόγηση μιας κίνησης που δεν έχει κάποια ορατά στοιχεία, δηλαδή το αποτέλεσμα της `seeAround()` είναι πίνακας με τιμές:

`{Integer.MAX_VALUE, Integer.MAX_VALUE}` ,

οπότε προκύπτει αξιολόγηση μικρότερη του μηδενός και πολύ μικρής απόλυτης τιμής.

Η συνάρτηση λειτουργεί όπως αναμένεται για την πλειοψηφία των περιπτώσεων, ωστόσο εάν οι δύο μεταβλητές έχουν τιμή ένα, προκύπτει εξαίρεση ( $\infty - \infty$ ). Όταν συμβαίνει αυτό, φυσικά, επιδιώκουμε ο Θησέας να μην προχωρήσει σε αυτή την κίνηση, εκτός κι αν πρόκειται για το τελευταίο λάφυρο του ταμπλό. Για αυτό το λόγο, προστίθεται `if` πριν από την επιστροφή:

```
if(name.equals("Theseus") && blocksToOpponent == 1 && blocksToSupply == 1) {
    if(score == board.getS() - 1)
        return Double.POSITIVE_INFINITY;
    return Double.NEGATIVE_INFINITY;
}
```

Έπειτα, αναλύοντας τις πιθανές περιπτώσεις, συναντούμε την περίπτωση:

		S1	T	S2	M	
--	--	----	---	----	---	--

όπου T ο Θησέας, M ο Μινώταυρος και S1 και S2 δύο τυχαία εφόδια. Σύμφωνα με τη συνάρτηση, οι αξιολογήσεις των κινήσεων δεξιά και αριστερά είναι άπειρο. Ωστόσο, η κίνηση δεξιά ενέχει κινδύνους, αφού ο Μινώταυρος έχει αυξημένη πιθανότητα να πιάσει το Θησέα. Το ίδιο ισχύει εάν το S1 εφόδιο βρίσκεται σε οποιαδήποτε από τις εικονιζόμενες αριστερές του Θησέα θέσεις. Επιθυμούμε η κίνηση δεξιά και παρόμοιές της να μην είναι επιθυμητή. Επομένως, απαιτείται περαιτέρω έλεγχος, ο οποίο γενικεύεται για `blocksToOpponent = 2` και `blocksToSupply = 1` ως εξής:

```
if(name.equals("Theseus") && blocksToOpponent == 2){
    if(score == board.getS() - 1 && blocksToSupply == 1)
        return Double.POSITIVE_INFINITY;
    return Double.NEGATIVE_INFINITY;
}
```

Η συνάρτηση που συντάσσουμε επιθυμούμε να περιλαμβάνει και την περίπτωση που ο παίκτης είναι ο Μινώταυρος, επομένως η συνάρτηση τροποποιείται ως εξής:

$0.5 / (\text{blocksToSupply}) + 1.0 / (\text{blocksToOpponent} - 1)$

αφού θέλουμε η συνάρτηση να απειρίζεται μόνο όταν ο Μινώταυρος είναι δίπλα στο Θησέα. Επίσης, το κλάσμα με παρονομαστή `blocksToSupply` αποτελεί στρατηγική

του Μινώταυρου, παραμονεύοντας στα λάφουρα, καθώς βελτιώνουν την αξιολόγηση της κίνησής του.

### 1.3. Συνάρτηση getNextMove( )

Η συνάρτηση αξιολόγησης evaluate( ) επιστρέφει τη «βαθμολογία» μιας πιθανής ζαριάς, οπότε για να βρεθεί η κατάλληλη κίνηση απαιτείται σύγκριση και των τεσσάρων υποψήφιων κινήσεων. Το ρόλο αναλαμβάνει η getNextMove( ), η οποία επιστρέφει την καταλληλότερη ζαριά και ανανεώνει το ιστορικό των κινήσεων, το δυναμικό πίνακα path.

- Ορισμός - Αρχικοποίηση Μεταβλητών

Η συνάρτηση δέχεται ως ορίσματα τις τρέχουσες θέσεις του παίκτη και του αντιπάλου του. Στην αρχή, ορίζουμε τον πίνακα τύπου double[ ] movesValues, ο οποίος θα περιέχει τις αξιολογήσεις όλων των πιθανών ζαριών, δεικτοδοτούμενος με ωρολογιακή φορά ξεκινώντας από την κίνηση επάνω. Αρχικοποιούνται και οι απαραίτητες μεταβλητές για την εύρεση της ζαριάς με την υψηλότερη βαθμολογία.

- Το κύριο σώμα της συνάρτησης

Ο εντοπισμός της καταλληλότερης ζαριάς πραγματοποιείται με επαναληπτικό βρόγχο for. Εντός του βρόγχου, συγκρίνεται η κάθε αξιολόγηση με τη μέγιστη αξιολόγηση που έχει βρεθεί μέχρι στιγμής (μεταβλητή (double) maxValue) και αν η συνθήκη αληθεύει, καθίσταται αυτή η μέγιστη τιμή. Αποθηκεύεται και η αντίστοιχη ζαριά στη μεταβλητή (int) maxValueDie. Σε περίπτωση ισοβαθμίας όλων των ζαριών, λαμβάνονται οι τυχαίως αρχικοποιημένες τιμές των δύο αυτών μεταβλητών, όπως φαίνεται στον κώδικα πριν του βρόγχου.

Στη συνέχεια, για να ανανεωθεί ο δυναμικός πίνακας path με την καινούρια κίνηση, ορίζεται πίνακας (Integer[ ]) tempArray, του οποίου οι τιμές έχουν ως εξής:

```
{maxValueDie, 0, observation[0] - 1, observation[1] - 1}
```

όπου maxValueDie η τιμή της προαναφερθείσας μεταβλητής, observation[0] και observation[1] οι επιστρεφόμενες τιμές από την evaluate( ). Το 0 συμβολίζει την μη ύπαρξη εφοδίου. Ωστόσο, τέτοιος έλεγχος δεν έχει πραγματοποιηθεί και για αυτό λόγω προστίθεται:

```
if(name.equals("Theseus") && maxValue == Double.POSITIVE_INFINITY)
    tempArray[1] = 1;
```

Τέλος, μέσω της συνάρτησης add( ) προσθέτουμε τον πίνακα tempArray στο path και επιστρέφεται η πιο υψηλόβαθμη ζαριά.



## 1.4. Συνάρτηση statistics( )

Αποτελεί τη συνάρτηση που εκτυπώνει όλες τις κινήσεις που εκτελεί ο παίκτης σε ένα συγκεκριμένο παιχνίδι, καθώς και άλλες πληροφορίες σχετικά με τα λάφυρα. Χρησιμεύει στο να μελετήσουμε τις κινήσεις του παίκτη στο τέλος του παιχνιδιού.

- Ορισμός - Αρχικοποίηση Μεταβλητών

Προκειμένου να αθροιστούν όλες οι κινήσεις των επιμέρους κινήσεων ορίζονται οι αντίστοιχες μεταβλητές (int) ups, right, downs και lefts και αρχικοποιούνται στο 0.

- Το κύριο σώμα της συνάρτησης

Επιθυμούμε στην αρχή να εκτυπώνονται οι κινήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Έτσι, αξιοποιώντας τον πίνακα path, λαμβάνουμε τον αριθμό της ζαριάς στον κάθε γύρο και με χρήση switch εκτυπώνεται το αντίστοιχο μήνυμα μετακίνησης. Παράλληλα, αυξάνεται και ο αντίστοιχος «μετρητής» κινήσεων προς μια κατεύθυνση. Διαβάζοντας τη θέση του πίνακα που αποθηκεύει την απόσταση από λάφυρο, εκτυπώνεται μήνυμα για την απόσταση από λάφυρο, συλλογή ή απουσία του.

Η παραπάνω διαδικασία εμφωλεύεται σε επαναληπτικό βρόγχο που πραγματοποιείται τόσες φορές όσες και οι ζαριές του παίκτη, δηλαδή όσες το μέγεθος του πίνακα path. Τελικά, αφού τελειώσει ο βρόγχος, οι μεταβλητές αθροισμού των κινήσεων περιέχουν τις σωστές τιμές για ολόκληρο το παιχνίδι και εκτυπώνονται με αντίστοιχη εντολή.

## 1.5. Συνάρτηση move( )

Η συνάρτηση αυτή αναλαμβάνει τη μετακίνηση του παίκτη με δεδομένο αριθμό ζαριού. Είναι πανομοιότυπη με την move( ) της κλάσης Player που αναλύθηκε στο Α' μέρος της εργασίας, με εξαίρεση το γεγονός ότι η κίνηση δεν επιλέγεται τυχαία, αλλά αποτελεί όρισμα της συνάρτησης, προκειμένου να πραγματοποιεί τις έξυπνες κινήσεις που προκύπτουν χάρη στις προηγούμενες συναρτήσεις. Επομένως, δεν υπάρχει κάτι αξιοσημείωτο προς αναφορά.

## 2. Κλάση Game