

---

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΓΟΡΩΝ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΑΡΑΜΟΛΕΓΚΟΣ

E17065

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ 2020-2021

---

## Περιεχόμενα

1.	Προτεινόμενος Αλγόριθμος .....	1
1.1.	Δημιουργία Αγοράς .....	1
1.2.	Διάσπαση Αγοράς .....	1
1.3.	Απόκτηση μέσων τιμών Πωλητών-Αγοραστών .....	1
1.4.	Εκτέλεση του Αλγορίθμου .....	1
1.5.	Υπολογισμός επίδοσης του Αλγορίθμου .....	2
1.5.1.	maxSocialValue .....	2
1.5.2.	trueSocialValue .....	2
1.5.3.	betterSocialValue .....	3
2.	Πειραματισμός .....	3
3.	Συμπεράσματα .....	4

## 1. Προτεινόμενος Αλγόριθμος

### 1.1. Δημιουργία Αγοράς

Για την υλοποίηση του αλγορίθμου αρχικά αναφέρεται παρακάτω ο τρόπος που έγινε ο ορισμός της αγοράς:

Κάθε αγορά αποτελείται από το μέγεθος της (N) (ζευγάρια πωλητών – αγοραστών) και την μέγιστη τιμή (maxValue) που μπορεί να έχει ως τιμή πώλησης και εκτίμησης ο κάθε συμμετέχων αντίστοιχα. Η μέγιστη τιμή ορίζεται, καθώς λόγω της υλοποίησης υπάρχει πεπερασμένος αριθμός τιμών που μπορούν να χρησιμοποιούν οι συμμετέχοντες ως εκτιμήσεις.

Οι Πωλητές περιέχουν:

- Την ελάχιστη τιμή πώλησης: Float
- Ένδειξη κατοχής του αγαθού: Boolean

Οι Αγοραστές περιέχουν:

- Την μέγιστη τιμή αγοράς: Float
- Ένδειξη κατοχής του αγαθού: Boolean

### 1.2. Διάσπαση Αγοράς

Μετά την κατασκευή της Αγοράς, γίνεται διάσπαση αυτής σε «Αγορά-δείγμα» και την «Έτοιμη Αγορά». Η διάσπαση γίνεται μέσω τιμής  $p$  (Float από 0 έως 1) η οποία καθορίζει το μέγεθος του δείγματος.

Κατά την παραπάνω διαδικασία, κάθε ζευγάρι πωλητή-αγοραστή έχει πιθανότητα  $p$  να είναι μέλος της «Αγοράς-δείγμα».

### 1.3. Απόκτηση μέσω των τιμών Πωλητών-Αγοραστών

Από την προαναφερθέν «Αγορά-δείγμα» λαμβάνεται ο μέσος όρος των τιμών ελάχιστης πώλησης ( $pS$ ) και μέγιστης αγοράς ( $pB$ ) για τους πωλητές και αγοραστές αντιστοίχως. Αυτό γίνεται ώστε ο Μεσολαβητής να είναι «προϊδεασμένος» για την «Έτοιμη Αγορά».

Στην περίπτωση που η Διάσπαση της Αγοράς έχει καταλήξει σε «Αγορά-δείγμα» χωρίς ζευγάρια, τότε ο Μεσολαβητής λαμβάνει και για τους πωλητές αλλά και για τους αγοραστές την μεσαία τιμή της μέγιστης τιμής της αγοράς ( $maxValue/2$ ).

### 1.4. Εκτέλεση του Αλγορίθμου

Ο Μεσολαβητής μπαίνει μέσα στην «Έτοιμη Αγορά» γνωρίζοντας:

- Το πλήθος των ζευγαριών πωλητών-αγοραστών της «Αγοράς-δείγμα» -  $k$ .
- Την μέση τιμή των ελάχιστων τιμών πωλήσεων των πωλητών (Αν η «Αγορά-δείγμα» δεν είχε ζευγάρια τότε αυτή η τιμή είναι η μεσαία τιμή της μέγιστης τιμής της αγοράς) -  $pS$ .
- Την μέση τιμή των μέγιστων τιμών αγοράς των αγοραστών (Αν η «Αγορά-δείγμα» δεν είχε ζευγάρια τότε αυτή η τιμή είναι η μεσαία τιμή της μέγιστης τιμής της αγοράς) -  $pB$ .

Ο Μεσολαβητής για κάθε ζευγάρι της «Έτοιμης Αγοράς» εκτελεί σειριακά τα παρακάτω:

- Προτείνει να αγοράσει το αγαθό από τον πωλητή για τιμή  $p_S$ .
- Αν αγοράσει το αγαθό από τον πωλητή:
  - Σημειώνει στην «Λίστα» του πόσο αποτιμούσε αυτός ο πωλητής το αγαθό που μόλις του πούλησε, καθώς επίσης και ποιος του πούλησε αυτό το αγαθό από τους πωλητές.
- Αν έχει αγαθά τότε αναφέρει την τιμή  $p_B$  στον αγοραστή ώστε να κάνει πώληση σε αυτόν. (Αν δεν έχει αγαθά τότε πάει στο επόμενο ζευγάρι).
- Αν ο αγοραστής θέλει να αγοράσει το αγαθό:
  - Ψάχνει το αγαθό (από αυτά που κατέχει εκείνη την στιγμή) που είχε αποτιμηθεί λιγότερο από τους πωλητές που του έκαναν πώληση.
  - Αν η αποτίμηση εκείνου του πωλητή ήταν μικρότερη από την μέγιστη τιμή αγοράς του τωρινού αγοραστή:
    - Πουλάει το αγαθό στον αγοραστή.
    - Διαγράφει το αγαθό αυτό από την «Λίστα» του.
- Συνυπολογίζει της νέες τιμές πωλητή-αγοραστή στους μέσους όρους του  $p_S$  και  $p_B$ .

Ο Αλγόριθμος θα επιστρέψει την Αγορά μετά την παραπάνω εκτέλεση και το απόθεμα από αγαθά τα οποία έχουν μείνει στον Μεσολαβητή.

### 1.5. Υπολογισμός επίδοσης του Αλγορίθμου

Για το υπολογισμό της επίδοσης του παραπάνω αλγορίθμου χρησιμοποιήθηκαν:

- Μέγιστη Κοινωνική Αξία ( $\text{maxSocialValue}$ ).
- Κοινωνική Αξία χωρίς τον συνυπολογισμό του αποθέματος του Μεσολαβητή ( $\text{trueSocialValue}$ ).
- Κοινωνική Αξία με τον συνυπολογισμό του αποθέματος του Μεσολαβητή ( $\text{betterSocialValue}$ ).

Για τον κάθε πειραματισμό της επίδοσης εξετάστηκαν οι εξής λόγοι:

- $E_p [\text{trueSocialValue}] / E_p [\text{maxSocialValue}]$
- $E_p [\text{betterSocialValue}] / E_p [\text{maxSocialValue}]$

Για την κάθε τιμή  $p$  της «Αγοράς-δείγμα» πάρθηκαν αποτελέσματα των  $\text{maxSocialValue}$ ,  $\text{trueSocialValue}$  και  $\text{betterSocialValue}$  σε όλο και μεγαλύτερο αριθμό αγορών, ώστε να προσεγγιστεί καλύτερα η κάθε μέση τιμή.

#### 1.5.1. $\text{maxSocialValue}$

Ο υπολογισμός της Μέγιστης Κοινωνικής Αξίας έγινε ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία:

- Ταξινόμηση όλων των αποτιμήσεων των συμμετεχόντων της «Έτοιμης Αγοράς».
- Άθροισμα των μεγαλύτερων  $N$  αποτιμήσεων.

#### 1.5.2. $\text{trueSocialValue}$

Ο υπολογισμός της Κοινωνικής Αξίας χωρίς τον συνυπολογισμό του αποθέματος του Μεσολαβητή, έγινε αθροίζοντας όλες τις αποτιμήσεις των συμμετεχόντων της αγοράς που κατέχουν το αγαθό, μετά την εκτέλεση του Αλγορίθμου που εξηγήθηκε στην «Εκτέλεση του Αλγορίθμου».

### 1.5.3. betterSocialValue

Ο υπολογισμός της Κοινωνικής Αξίας με τον συνυπολογισμό του αποθέματος του Μεσολαβητή, έγινε υπολογίζοντας το άθροισμα όλων των αποτιμήσεων των πωλητών που έχουν μείνει στην «Λίστα» του Μεσολαβητή (σαν να δίνει πίσω το απόθεμα που έμεινε σε αυτούς που του το πούλησαν).

Αφού βρεθεί το παραπάνω άθροισμα τότε το αποτέλεσμα προστίθεται στο trueSocialValue. Η τελευταία αυτή πράξη, παράγει το betterSocialValue.

## 2. Πειραματισμός

Δημιουργήθηκε μία Συνάρτηση (testTheAlgorithm) η οποία εκτελέστηκε πολλές φορές με διαφορετικές παραμέτρους, ώστε να δοθούν αποτελέσματα για διαφορετικά μεγέθη αγορών αλλά και ποσότητας πειραμάτων για κάθε  $E_p$ .

Ποιο ειδικά, η Συνάρτηση αυτή παίρνει ως ορίσματα:

- **N**: Το πλήθος ζευγαριών κάθε αγοράς.
- **maxValue**: Η μέγιστη τιμή αποτίμησης των συμμετεχόντων.
- **possibilityStep**: Το βήμα της πιθανότητας καταχώρησης κάθε ζευγαριού στην «Αγορά-δείγμα».
- **amountOfTests**: Το πλήθος των διαφορετικών εκτελέσεων, σε διαφορετικές αγορές μεγέθους N, μέγιστης τιμής maxValue και πιθανότητας καταχώρησης στην «Αγορά-δείγμα» κάθε ζευγαριού p (όπου p είναι πολλαπλάσιο του possibilityStep μεταξύ του 0 και 1 ή το 0), ώστε μέσω αυτών των εκτελέσεων να υπολογιστούν οι λόγοι που αναφέρονται στο «Υπολογισμός επίδοσης του Αλγορίθμου».

Η διαδικασία που ακολουθεί η Συνάρτηση είναι η εξής:

- Για κάθε πιθανότητα **p** που υπάρχει με βάση το **possibilityStep**
  - Για amountOfTests πειράματα με παραμέτρους N, maxValue και p
    - Άθροισε όλα τα maxSocialValue
    - Άθροισε όλα τα trueSocialValue
    - Άθροισε όλα τα betterSocialValue
  - Βρες τον μέσο όρο των maxSocialValue (maxAver)
  - Βρες τον μέσο όρο των trueSocialValue (trueAver)
  - Βρες τον μέσο όρο των betterSocialValue (betterAver)
  - Αν το maxAver == 0 τότε υπέθεσε ότι οι λόγοι κάνουν μηδέν (καθώς ή πείρες όλη την αγορά σαν δείγμα ή η αγορά απλά έχει 0 μέγιστη κοινωνική αξία – θεωρήθηκε αποτυχία 0% επίδοση)
  - Αν το maxAver != 0 τότε:
    - Υπολόγισε τους λόγους του πειράματος σύμφωνα με το «Υπολογισμός Επίδοσης του Αλγορίθμου»

Η παραπάνω Συνάρτηση εκτελέστηκε για το καρτεσιανό γινόμενο των τιμών των δύο παρακάτω συνόλων (όπου η κάθε τιμή δόθηκε ως είσοδος για την παράμετρο που ονομάζει το αντίστοιχο όνομα του συνόλου):

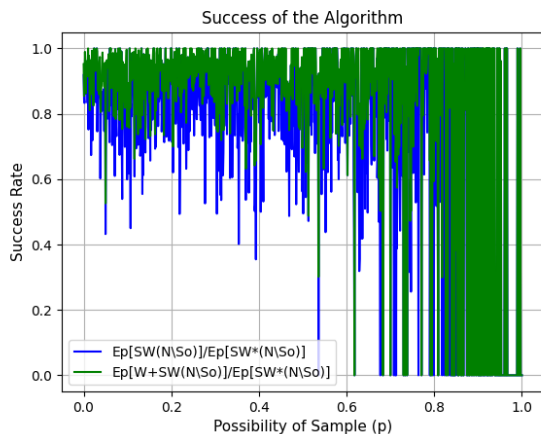
- **N** = {10, 25, 50, 100, 200, 500, 1000}
- **amountOfTests** = {1, 5, 25, 50, 100, 250}

Οι τιμές possibilityStep και maxValue μείνανε σταθερές στις τιμές 0.001 και 1000 αντίστοιχα.

### 3. Συμπεράσματα

Κάθε διάγραμμα παρακάτω δείχνει, για τιμές possibilityStep=0.001 και maxValue=1000, την επίδοση του αλγορίθμου (κάθετος άξονας - από 0 έως 1) καθώς η πιθανότητα κάθε ζευγαριού της αγοράς να μπει στην «Αγορά-δείγμα» μεγαλώνει (οριζόντιος άξονας - από 0 έως 1).

Από όλους τους πειραματισμούς, θα δειχθούν παρακάτω οι πιο ενδιαφέροντες.



Εικόνα 1:  $N = 10$  & amountOfTests = 1

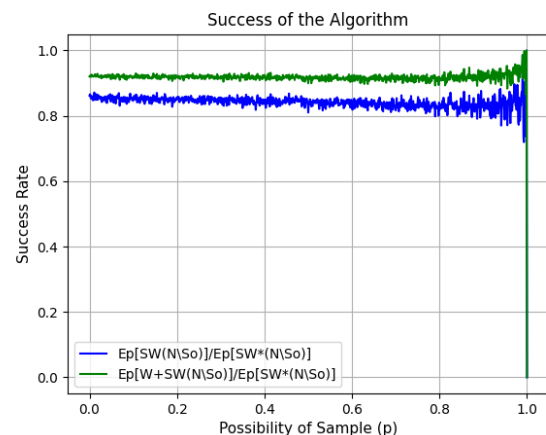
Αυξάνοντας σημαντικά τα πειράματα στα 250 για κάθε μέσο όρο, έχουμε μία καλύτερη οπτική της Εικόνας 1. Σε μικρές αγορές, φαίνεται να αγγίζει ο αλγόριθμος υψηλές τιμές, έως και 100%, όταν παίρνει αρκετά υψηλά δείγματα της Αγοράς.

Αυτό γίνεται λόγω της καλύτερης αποτίμησης του μέσου όρου των αποτιμήσεων πωλητών-αγοραστών.

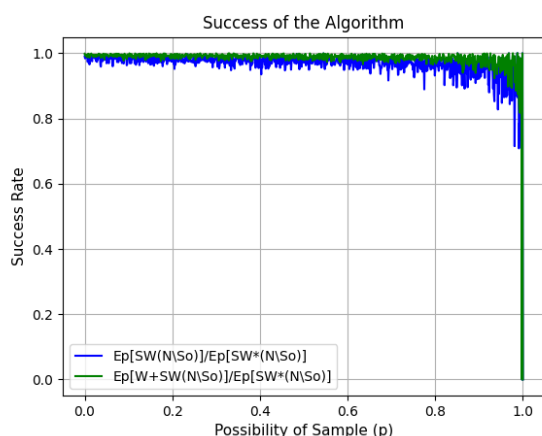
Κάνοντας μόνο 1 τεστ για τους μέσους όρους και με αγορά 10 ζευγαριών, φαίνεται πως ο αλγόριθμος αγγίζει συχνά τιμές έως και 100% επιτυχίας.

Αλλά όταν το δείγμα ξεπερνάει το 50% τότε ξεκινάει ο αλγόριθμος και έχει αρκετές αποτυχίες.

Σε όλα τα διαγράμματα θα παρατηρηθεί ότι στο 100% δείγμα, τότε ο αλγόριθμος αποτυγχάνει. Αυτό είναι λογικό καθώς λαμβάνουμε ως δείγμα όλη την αγορά.

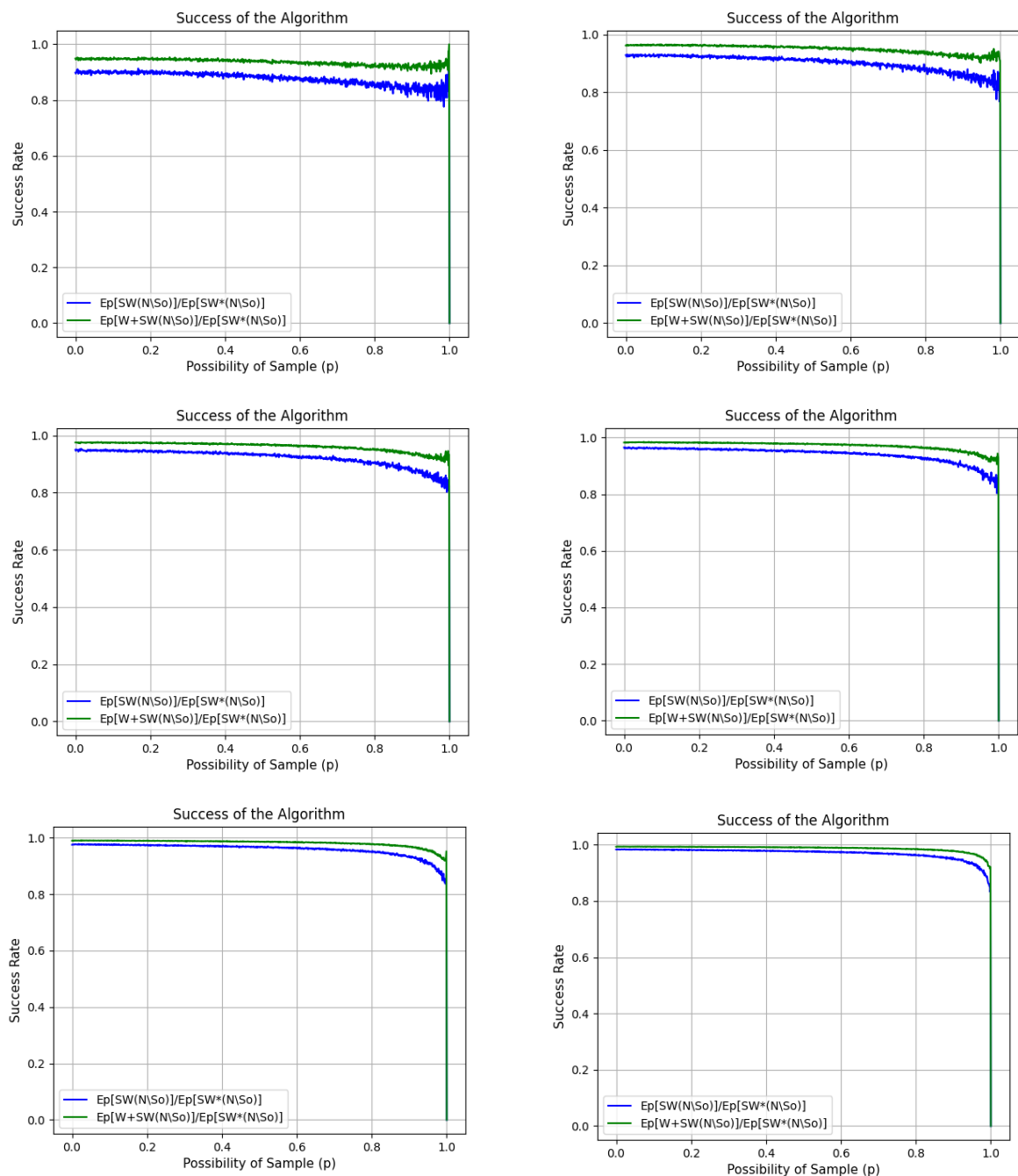


Εικόνα 2:  $N = 10$  & amountOfTests = 250



Εικόνα 3:  $N = 1000$  & amountOfTests = 1

Συνεχίζοντας, θα δειχθούν διαγράμματα με σταθερή την παράμετρο amountOfTests στην τιμή 250. Συνεπώς θα εμφανιστούν αποτελέσματα, τα οποία θα δείχνουν την συμπεριφορά του αλγορίθμου, όσο η αγορά αυξάνεται παραπάνω από την Εικόνα 2.



Εικόνα 4:  $N = 25, 50, 100, 200, 500, 1000$

Τα Διαγράμματα στην Εικόνα 4 κλιμακώνονται από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω. Όπως φαίνεται, ο αλγόριθμος, όσο πιο μεγάλη είναι η αγορά, τόσο λιγότερη ανάγκη έχει να πάρει ένα μεγάλο κομμάτι ως δείγμα ώστε να καταφέρει να φτάσει ποσοστά 100% επίδοσης. Τέλος, παίρνοντας δείγμα 80% και άνω (κοιτάζοντας το τελευταίο διάγραμμα) φαίνεται να χειροτερεύει την επίδοση, παρά να την κάνει καλύτερη. Αυτό, γίνεται λόγω της πιθανής κακής πληροφόρησης του Μεσάζοντα από την «Αγορά-δείγμα» για την όλο και πιο μικρή αγορά που απομένει η οποία αν απέχει πολύ, «καταστρέφει» την επίδοση του αλγορίθμου.