

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΠΡΑΣΙΩΝ ΜΕ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥΣ

Φώτιος Νταμάρης

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Σχολή Επιστημών Πληροφορίας

Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Εγνατίας 156, Θεσσαλονίκη 54636

Νοέμβριος 5, 2018



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ✖ Εισαγωγή
- ✖ Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- ✖ Δημοπρασίες
- ✖ Συνδυαστικές Δημοπρασίες
- ✖ Γενετικοί Αλγόριθμοι
- ✖ Παρουσίαση του προβλήματος
- ✖ Ανάλυση σχεδίασης αλγορίθμου
- ✖ Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

- ✖ Cramton, P., Shoham, Y. and Steinberg, R., ‘ *Combinatorial Auctions*’, Boston: MIT Press
- ✖ Shoham, Y., Leyton-Brown, K.,(2010) ‘ *MULTIAGENT SYSTEMS, Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations*’, Boston: MIT Press
- ✖ Michalewicz, Z.(1992) ‘ *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*’, USA: Springer
- ✖ Λυκοθανάσης, Σ.(2001) ‘ *Γενετικοί Αλγόριθμοι και Εφαρμογές*’. Πάτρα, Ελλάδα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο



ΔΗΜΟΠΡΑΣΙΕΣ

Βασικά στοιχεία μιας δημοπρασίας:

1. Κανόνες προσφοράς
 - πως κάποιος κάνει μια προσφορά
2. Κανόνες καθαρισμού της Αγοράς
 - πότε αποφασίζεται ποιος αγόρασε τι και ποιος πληρώνει τι
3. Αποκάλυψη κανόνων πληροφορίας
 - τι είδους πληροφορία αποκαλύπτεται σε ποιόν και πότε



ΕΙΔΗ ΔΗΜΟΠΡΑΣΙΑΣ

- ✖ Αύξουσες (ascending) Δημοπρασίες
- ✖ Φθίνουσες(descending) δημοπρασίες
- ✖ Δημοπρασίες Πρώτης-Τιμής Δεσμευμένης Προσφοράς(First-Price Sealed Bid)
- ✖ Δημοπρασίες Vickrey ή Δεύτερης-Τιμής Δεσμευμένης-Προσφοράς(Second-Price Sealed Bid)
- ✖ Ταυτόχρονες Αύξουσες Δημοπρασίες(Simultaneous Ascending Auctions)



ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΗΜΟΠΡΑΣΙΕΣ

- ✖ Οι αγοραστές τοποθετούν προσφορές σε έναν συνδυασμό αντικειμένων(που αποκαλούνται «**πακέτα**») και όχι σε μεμονωμένα αντικείμενα.
- ✖ Συμπληρωματικά και Υποκατάστατα Αγαθά
- ✖ Vickey-Clarke-Groves(VCG)
 - ✖ Ταυτόχρονη τοποθέτηση προσφορών για όλα τα πακέτα από τους αγοραστές
 - ✖ Μειονέκτημα η ευπάθεια στην **απάτη** και την **συμπαιγνία(collusion)** σε περίπτωση που τα αγαθά δεν είναι υποκατάστατα
 - ✖ Κυρίαρχη στρατηγική μόνο εάν ο αγοραστής δεν έχει όριο στο κεφάλαιο του



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΗΜΟΠΡΑΣΙΕΣ

- ✖ Υποβολή πολλαπλών προσφορών για όσο διαρκεί η δημοπρασία
- ✖ Ανατροφοδότηση στις πληροφορίες και αναπροσαρμογή στρατηγικής
- ✖ Αντιμετώπιση των παρακάτω σχεδιαστικών ζητημάτων:
 1. Ζητήματα χρόνου
 - ✖ Συνεχείς
 - ✖ Διακριτές
 2. Ανατροφοδότηση πληροφοριών
 3. Κανόνες υποβολής προσφορών
 - ✖ Κανόνες δραστηριότητας
 - ✖ Κανόνες βελτίωσης προσφορών
 4. Κανόνες Τερματισμού
 5. Διαμεσολαβητές



ΓΛΩΣΣΕΣ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΠΡΟΣΦΟΡΩΝ

- ✗ Εκφραστική
 - + αντιπροσώπευση συναρτήσεων αξίας
- ✗ Συνοπτική
- ✗ Εύκολη στην κατανόηση
- ✗ Ανιχνεύσιμη
- ✗ Είδη Γλωσσών:
 1. Ατομικές Προσφορές
 2. OR Bids
 3. XOR Bids
 - ✗ Μια αλλά όχι περισσότερες από τις ατομικές προσφορές
 4. Συνδυασμός OR-XOR
 - ✗ Σετ από XOR προσφορές
 5. OR* Bids



ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ

- ✗ Ασχολούνται με άτομα και γενότυπους
- ✗ Σε κάθε άτομο ή γενότυπο περιέχονται χρωμοσώματα
- ✗ Τα χρωμοσώματα αποτελούνται από γονίδια.
- ✗ Λειτουργίες Γ.Α.:
 1. Κωδικοποίηση τιμών για αναπαράσταση από μεταβλητή
 2. Παραγωγή αντιγράφων της μεταβλητής και δημιουργία πληθυσμού λύσεων
 3. Αντικειμενική Συνάρτηση για έλεγχο λύσεων



ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ

- ✖ Μια γενετική αναπαράσταση για πιθανές λύσεις στο πρόβλημα
- ✖ Δημιουργία Πληθυσμού από αρχικές λύσεις
- ✖ Μια αντικειμενική συνάρτηση αξιολόγησης
- ✖ Γενετικούς τελεστές για την δημιουργία των λύσεων
- ✖ Τιμές για διάφορες παραμέτρους που χρησιμοποιεί ο ΓΑ
 - ✖ μέγεθος πληθυσμού
 - ✖ πιθανότητα εφαρμογής των γενετικών τελεστών



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ

- ✖ Δουλεύουν με μια κωδικοποίηση ενός συνόλου τιμών που μπορούν να λάβουν οι μεταβλητές και όχι με τις ίδιες τις μεταβλητές του προβλήματος
 - ✧ Αναπαράσταση όλων των χαρακτηριστικών των λύσεων
 - ✧ Ύπαρξη ομοιοτήτων στα άτομα
- ✖ Μπορούν να κάνουν αναζήτηση σε πολλά σημεία ταυτόχρονα και όχι μόνο σε ένα
 - ✧ Δεν υπάρχει κίνδυνος περιορισμού της αναζήτησης
- ✖ Αρχίζει το ψάξιμο του από έναν πληθυσμό συνδυασμών συμβολοσειρών και κατόπιν παράγει διαδοχικά καινούριους
- ✖ Χρησιμοποιούν μόνο την αντικειμενική συνάρτηση και καμία επιπλέον πληροφορία
 - ✧ Είσοδος μια αποκωδικοποιημένη συμβολοσειρά
 - ✧ Σε κάθε λύση αντιστοιχεί μια τιμή απόδοσης(fitness score)
- ✖ Χρησιμοποιούνται πιθανοθεωρητικοί κανόνες αναζήτησης και όχι ντετερμινιστικοί
 - ✧ Εφαρμογή μέσω γενετικών τελεστών



ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ

- ✗ Κωδικοποίηση των χρωμοσωμάτων
- ✗ Αρχικοποίηση του Πληθυσμού
- ✗ Υπολογισμός Ικανότητας(Fitness Calculation)
- ✗ Αναπαραγωγή(Reproduction)
 1. Επιλογή(Selection)
 2. Διασταύρωση(Crossover)
 3. Μετάλλαξη(mutation)



ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΩΝ

- ✖ Δεκαδική κωδικοποίηση
- ✖ Παράδειγμα χρωμοσώματος : (0, 3, 2, 1, 1)
- ✖ Ο δημοπράτης δεν μπορεί να αποδεχθεί προσφορά για την οποία το άθροισμα των τιμών του κάθε προϊόντος είναι μεγαλύτερο από την προσφορά που έχει κατατεθεί
- ✖ Επιβολή ποινής σε περίπτωση υπέρβασης των ποσοτήτων.



ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

- ✖ Χρήση γεννήτριας ψευδοτυχαίων αριθμών από Python
 - ✖ Παράγονται τυχαία ακέραιοι αριθμοί πλήθους ίσου με των αγοραστών.
- ✖ Πλήθος χρωμοσωμάτων καθορίζεται από μέγεθος του πληθυσμού
- ✖ Κάθε φορά που εκτελείται το πρόγραμμα παράγεται και διαφορετικός αρχικός πληθυσμός

```
def get_params():  
    global Pc, Pm, pop_size, max_gen, filename  
    # Pc: Πιθανότητα διασταύρωσης  
    # Pm: Πιθανότητα μετάλλαξης  
    # pop_size: Μέγεθος του πληθυσμού  
    pop_size = 50  
    Pc = 0.3  
    Pm = 0.05  
    max_gen = 100  
    filename = "problem.txt"
```

Παράμετροι του Προβλήματος



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

- ✖ Δημιουργία ενός νέου προσωρινού πληθυσμού, επιλέγοντας με τυχαίο τρόπο χρωμοσώματα από τον τρέχοντα πληθυσμό
- ✖ Ένα καταλληλότερο άτομο είναι πιθανόν να επιλεγεί περισσότερες από μία φορές, ενώ ένα άτομο με μικρή τιμή καταλληλότητας είναι πιθανόν να μην επιλεγεί
- ✖ Διαδικασία της ρουλέτας:
 1. Παίρνουμε τον επόμενο τυχαίο αριθμό r , ο οποίος επιλέγεται με ομοιόμορφο τρόπο στο διάστημα $(0,1)$
 2. Υπολογίζεται το άτομο k για το οποίο είναι $q_{k-1} < r \leq q_k$, δηλαδή το πρώτο άτομο του οποίου η συσσωρευμένη πιθανότητα ξεπερνάει το r (ή είναι ίσο). Το άτομο k έχει επιλεγεί και περνάει στο επόμενο στάδιο.
 3. Τα βήματα 1 και 2 επαναλαμβάνονται pop_size φορές, έτσι ώστε ο νέος προσωρινός πληθυσμός μετά την εφαρμογή του τελεστή της επιλογής να αποτελείται από pop_size άτομα.



ΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗΣ

- ✖ Τυχαία επιλογή ατόμων που θα συμμετέχουν
- ✖ Όσοι δεν συμμετέχουν περνούν στην μετάλλαξη
- ✖ Διαδικασία:
 1. Για κάθε άτομο του πληθυσμού παίρνουμε τον επόμενο τυχαίο αριθμό r με ομοιόμορφο τρόπο στο διάστημα $(0,1)$.
 2. Αν είναι $r < P_c$, όπου P_c η πιθανότητα διασταύρωσης, τότε το άτομο θα συμμετέχει στη διαδικασία της διασταύρωσης, διαφορετικά, δεν θα συμμετέχει στη διασταύρωση και παραμένει στον πληθυσμό.

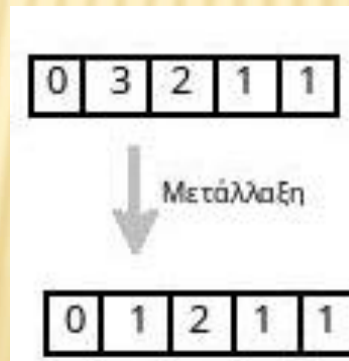


Διασταύρωση απλού σημείου



ΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΑΞΗΣ

- ✖ Τυχαία επιλογή και αλλαγή τιμής γονιδίων των ατόμων του πληθυσμού
- ✖ Αλλαγή τιμής από το 0, μέχρι το πλήθος των προσφορών που έχει καταθέσει ο αγοραστής
- ✖ Για να αποφασίσει ο αλγόριθμος εάν ένα γονίδιο θα μεταλλαχθεί, επιλέγει τυχαία έναν αριθμό r στο διάστημα $(0,1)$ και συγκρίνει τον αριθμό αυτό με την πιθανότητα μετάλλαξης P_m
- ✖ Διαδικασία Μετάλλαξης:
 1. Εάν είναι $r < P_m$ τότε το γονίδιο μεταλλάσσεται
 2. Διαφορετικά το γονίδιο δεν μεταλλάσσεται και παραμένει ως έχει



Τελεστής Μετάλλαξης



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Πίνακας-1: Ποσότητες και τιμές προϊόντων

Προϊόν	Ποσότητα	Τιμή
1	10	300
2	9	400
3	8	100
4	11	300
5	11	200
6	5	500
7	12	100
8	6	450
9	8	150
10	7	100



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Πίνακας-2: Προσφορές για τα προϊόντα

Bidder	Προσφορά	Τιμή	Προϊόν	Ποσότητα
1	1	1800	7	1
			6	1
			3	2
			1	1
			8	2
	2	1700	2	1
			8	2
			4	2
2	1	1500	7	1
			9	2
	2	2700	1	1
			2	2
			10	2
			9	1
			7	2
	3	1600	3	1
			6	2
			5	2



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Πίνακας-2: Προσφορές για τα προϊόντα

Bidder	Προσφορά	Τιμή	Προϊόν	Ποσότητα
3	1	2000	8	1
			7	1
			1	2
			6	1
			9	2
	2	1400	2	1
			7	2
			10	2
4	1	1200	5	1
			7	1
			1	2
	2	2600	2	1
			4	2
			7	2
			3	1
			8	2
	3	2500	9	1
			10	2
			7	2
			3	2



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Πίνακας-2: Προσφορές για τα προϊόντα

Bidder	Προσφορά	Τιμή	Προϊόν	Ποσότητα
5	1	2300	10	1
			8	1
			4	2
			5	1
			2	2
	2	2700	10	1
			9	2
			8	2

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

```
1 10
2 10 300
3 9 400
4 8 100
5 11 300
6 11 200
7 5 500
8 12 100
9 6 450
10 8 150
11 7 100
12 5
13 2
14 5
15 7 1 6 1 3 2 1 1 8 2
16 1800
17 3
18 2 1 8 2 4 2
19 1700
20 3
21 3
22 3 1 7 1 9 2
23 1500
24 5
25 1 1 2 2 10 2 9 1 7 2
26 2700
27 3
28 3 1 6 2 5 2
29 1600
```



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ

- ✖ Το μέγεθος του πληθυσμού pop_size
- ✖ Η πιθανότητα διασταύρωσης P_c
- ✖ Η πιθανότητα μετάλλαξης P_m
- ✖ Το πλήθος των γενεών max_gen που θα εφαρμοστεί ο αλγόριθμος



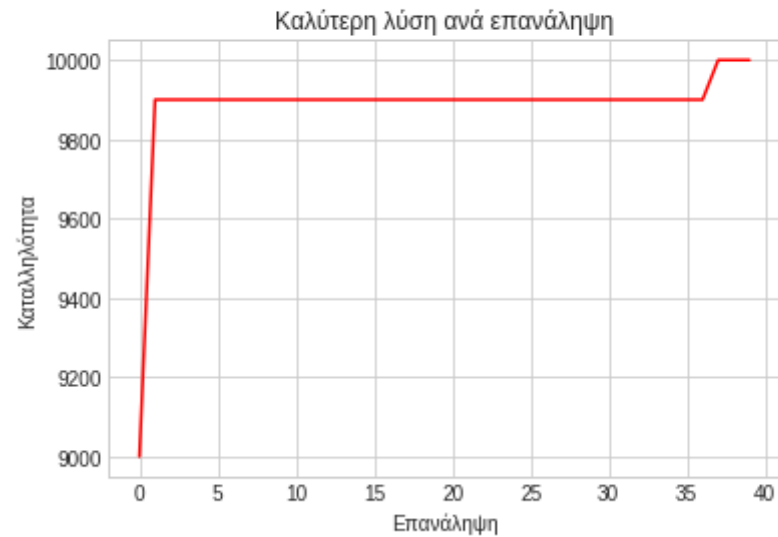
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ 1^ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Μέγεθος Πληθυσμού	50
Pc	0,5
Pm	0,10
Πλήθος Γενεών	40

Παράμετροι 1^{ου} Προβλήματος

Καλύτερη λύση που βρέθηκε: [0, 2, 1, 2, 2]

Καταλληλότητα: 10000



Έξοδος Αλγορίθμου



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ 2^ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Μέγεθος Πληθυσμού	50
Pc	0,5
Pm	0,05
Πλήθος Γενεών	100

Παράμετροι 2^{ου} Προβλήματος

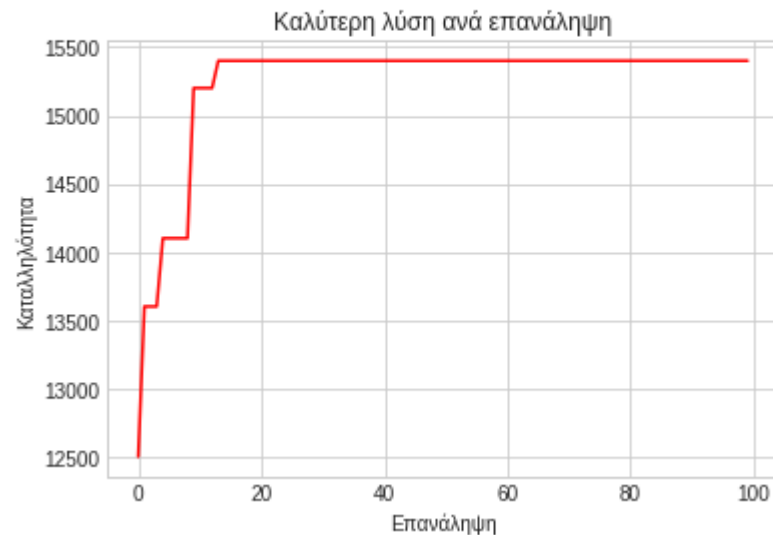
```
1 20
2 8 200
3 10 300
4 6 200
5 4 500
6 12 100
7 7 300
8 11 100
9 6 400
10 9 200
11 11 200
12 10 300
13 5 500
14 4 500
15 7 300
16 11 200
17 5 500
18 10 100
19 5 400
20 7 200
21 8 300
22 10
23 4
24 6
25 7 2 6 1 3 1 1 1 8 1 13 1
26 2000
27 4
28 2 1 12 1 4 1 19 1
29 1200
30 4
31 5 1 7 1 1 2 20 1
32 1400
33 6
34 2 1 15 2 7 2 3 1 8 1 16 1
35 1700
```

Δεδομένα εισόδου για πρόβλημα 20 προϊόντων



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ 2^ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Καλύτερη λύση που βρέθηκε: [1, 4, 1, 2, 0, 2, 2, 4, 3, 0]
Καταλληλότητα: 15400



Αποτέλεσμα εκτέλεσης αλγορίθμου



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✖ Εφαρμογή Γ.Α. σε προβλήματα πολλών παραμέτρων όπου η εφαρμογή άλλων μη τυχαιοκρατικών αλγορίθμων, είναι δύσκολη ή αδύνατη.
- ✖ Στις συνδυαστικές δημοπρασίες όταν υπάρχουν πολλά προϊόντα και πολλές προσφορές, δεν είναι εύκολο να βρεθεί μία βέλτιστη λύση.
- ✖ Γι αυτό, η εφαρμογή Γενετικών Αλγορίθμων ενδείκνυται για την επίλυση προβλημάτων συνδυαστικών δημοπρασιών.
- ✖ Ρυθμίζοντας με κατάλληλο τρόπο τις παραμέτρους του προβλήματος, μπορούμε να πάρουμε μία λύση η οποία μπορεί να είναι βέλτιστη
- ✖ Με πειραματισμούς στις τιμές των παραμέτρων, είναι δυνατόν να έχουμε πολύ καλά αποτελέσματα σε πολύπλοκες περιπτώσεις με πολλά δεδομένα και περιορισμούς.



ΜΕΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

- ✖ Δημιουργία πειραμάτων
- ✖ Προβλήματα με 10-15-20-25-30 προϊόντα
- ✖ Πλήθος εναλλακτικών ανά αγοραστή σταθερό
- ✖ Διάφορα πλήθη αγοραστών(π.χ. 10-12-14-16-18-20)
- ✖ Επίσης λαμβάνουμε υπόψη πιθανότητα μετάλλαξης και διασταύρωσης, το μέγεθος του πληθυσμού κλπ
- ✖ Υπολογισμός μέσης και μέγιστης ποιότητα λύσης όπως και το μέσο πλήθος γενιών
- ✖ Διαγράμματα καταλληλότητας όπως στα 2 προβλήματα που υλοποιήθηκαν
- ✖ Τροποποίηση του κριτηρίου τερματισμού



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!

