



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

Ανάπτυξη Λογισμικού για Αλγοριθμικά Προβλήματα

Εργασία 3 – Αναφορά Πειραματικής Μελέτης

**Ιωάννης Κώτσιας
1115202000113**

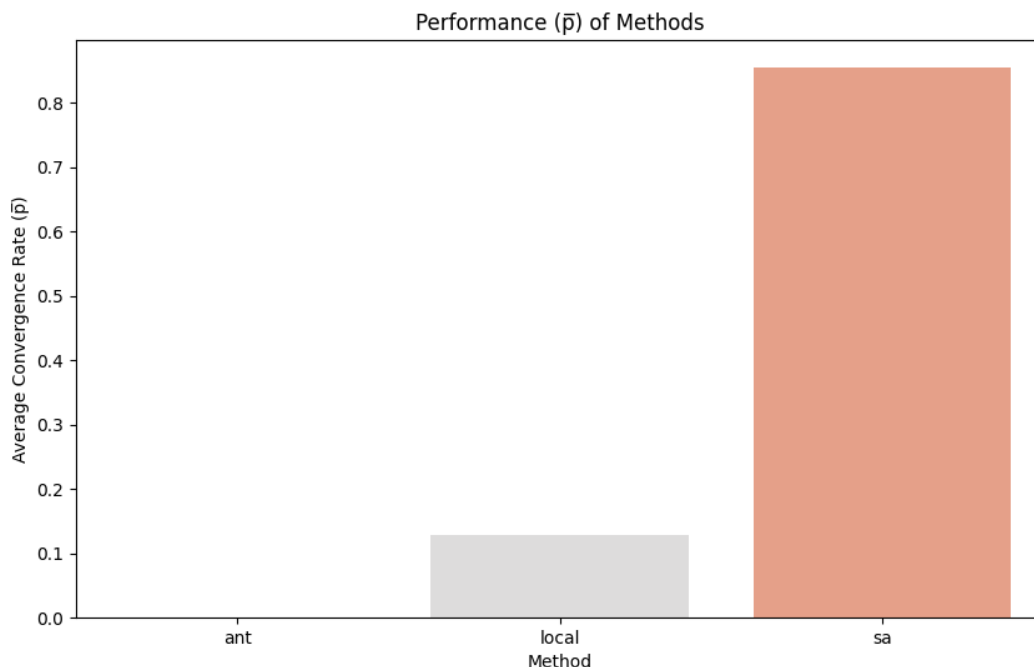
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2025

Αποτελέσματα Πειραματικής Μελέτης

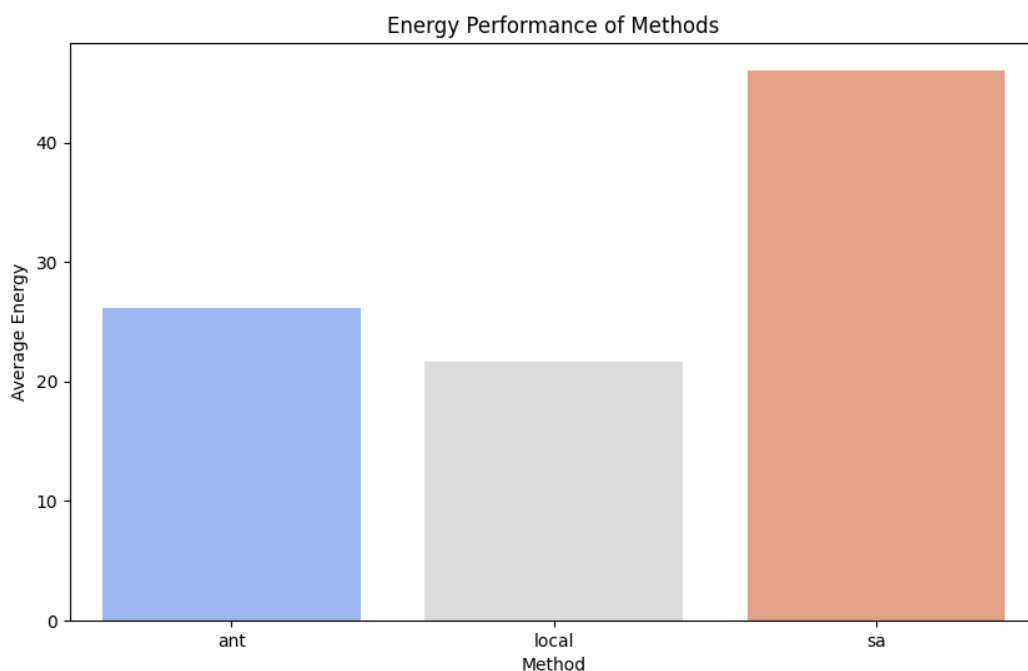
Σύγκριση Μεθόδων Ανά Κατηγορία

Ο παρακάτω πίνακα παρουσιάζει τους βέλτιστους συνδυασμούς μεθόδων και στρατηγικών Steiner για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης ανά κατηγορία PSLG:

Κατηγορία	Καλύτερη Μέθοδος	Στρατηγική Steiner	Μέση Τιμή \bar{p}	Ενέργεια	Σημεία Steiner	Χρόνος (s)
A	SA	Projection	8.58	25.0	50	0.37
B	SA	Projection Circumcenter	6.41	5.5	11	0.0082
C	SA	Projection Circumcenter Centroid	6.00	17.5	35	0.35
D	SA	Projection Circumcenter Midpoint	6.43	21.5	39	0.39
E	SA	Projection Circumcenter	8.02	7.0	14	0.0139



Η υψηλή τιμή \bar{p} της SA επιβεβαιώνει τη σημασία της για την επίτευξη υψηλής ποιότητας λύσεων, ειδικά όταν η σύγκλιση σε βέλτιστα πλέγματα είναι κρίσιμη, ενώ παρατηρείται ότι η Ant δεν συγκλίνει.

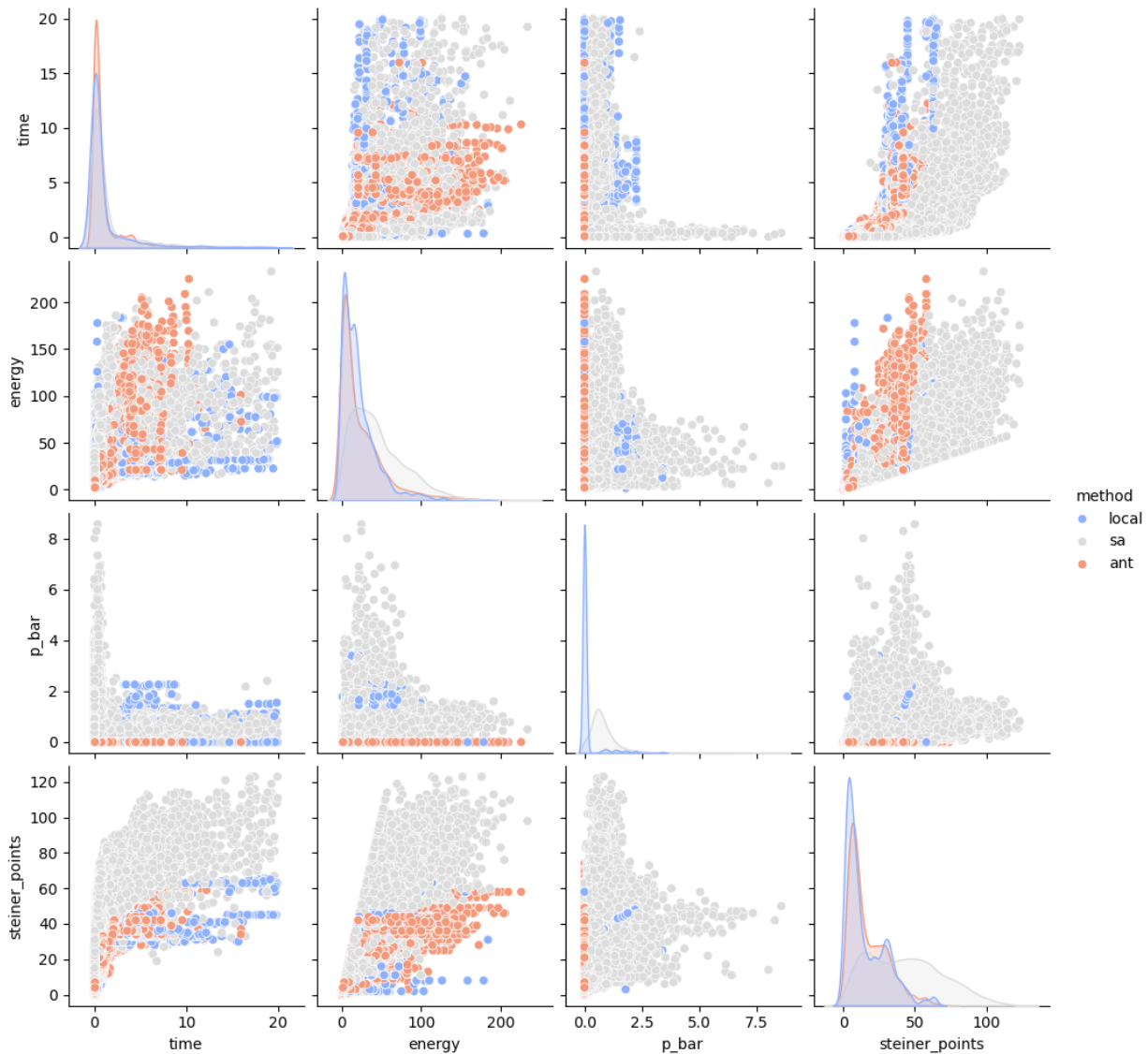


Το διάγραμμα επαληθεύει τα συμπεράσματα της αναφοράς σχετικά με τους συμβιβασμούς των μεθόδων: η SA είναι ιδανική για σύνθετες περιπτώσεις PSLG που απαιτούν υψηλή ποιότητα λύσεων με αποτέλεσμα την υψηλότερη τιμή ενέργειας, ενώ οι μέθοδοι Ant και Local παρέχουν λιγότερο βέλτιστες λύσεις και ως έχουν μικρότερη ενέργεια. Η Local είναι ελαφρώς αποδοτικότερη από την Ant.

Αναλυτική Συγκριτική Ανάλυση:

Κατηγορία	Μέθοδος	$\bar{\rho}$	Ενέργεια	Σημεία Steiner	Χρόνος (s)
A	Ant	0.0	23.01	18.57	0.96
B	Ant	0.0	31.80	17.83	1.27
C	Ant	0.0	20.44	16.50	0.46
D	Ant	0.0	7.07	7.04	0.21
E	Ant	0.0	8.60	9.00	0.29
A	Local	0.18	24.64	15.21	1.09
B	Local	0.13	23.05	17.45	1.82
C	Local	0.0	16.24	14.31	0.31
D	Local	0.0	7.05	5.71	0.12
E	Local	0.0	10.28	5.21	0.14
A	SA	0.99	47.99	44.81	1.45
B	SA	0.71	49.65	46.96	2.21
C	SA	1.81	27.27	34.33	0.95

D	SA	1.10	26.52	24.13	0.30
E	SA	1.04	29.43	27.03	0.42



Κύριες Παρατηρήσεις:

1. Χρόνος Εκτέλεσης:

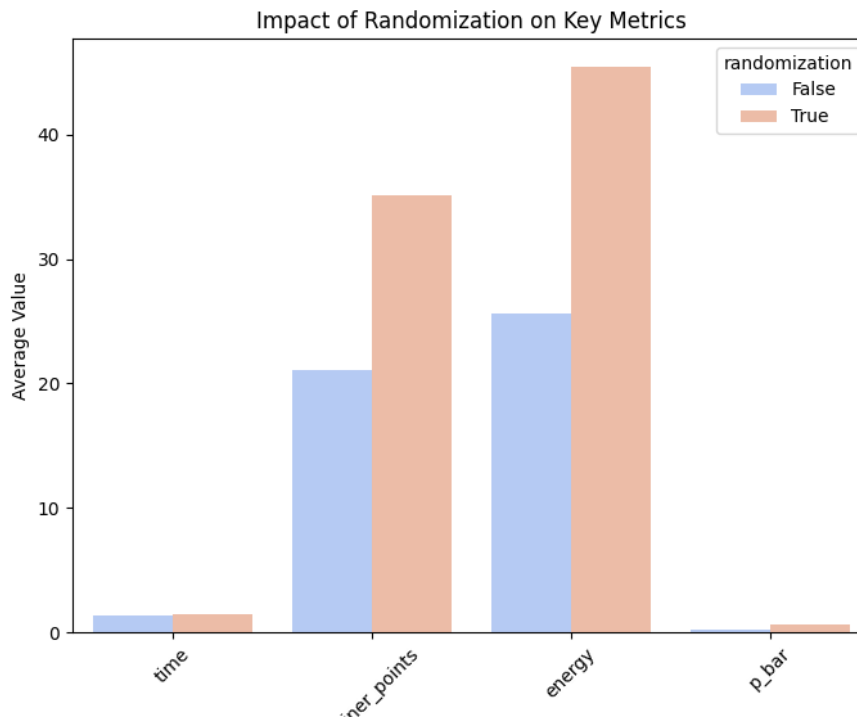
- Η μέθοδος SA (γκρι) έχει γενικά μεγαλύτερους χρόνους εκτέλεσης, ιδίως για περιπτώσεις με υψηλή ενέργεια και μεγάλο αριθμό σημείων Steiner.
- Οι μέθοδοι Local (μπλε) και Ant (πορτοκαλί) εμφανίζουν μικρότερους χρόνους, υποδηλώνοντας την καταλληλότητά τους για γρήγορες λύσεις.

2. Ενέργεια:

- Η SA έχει υψηλές τιμές ενέργειας.

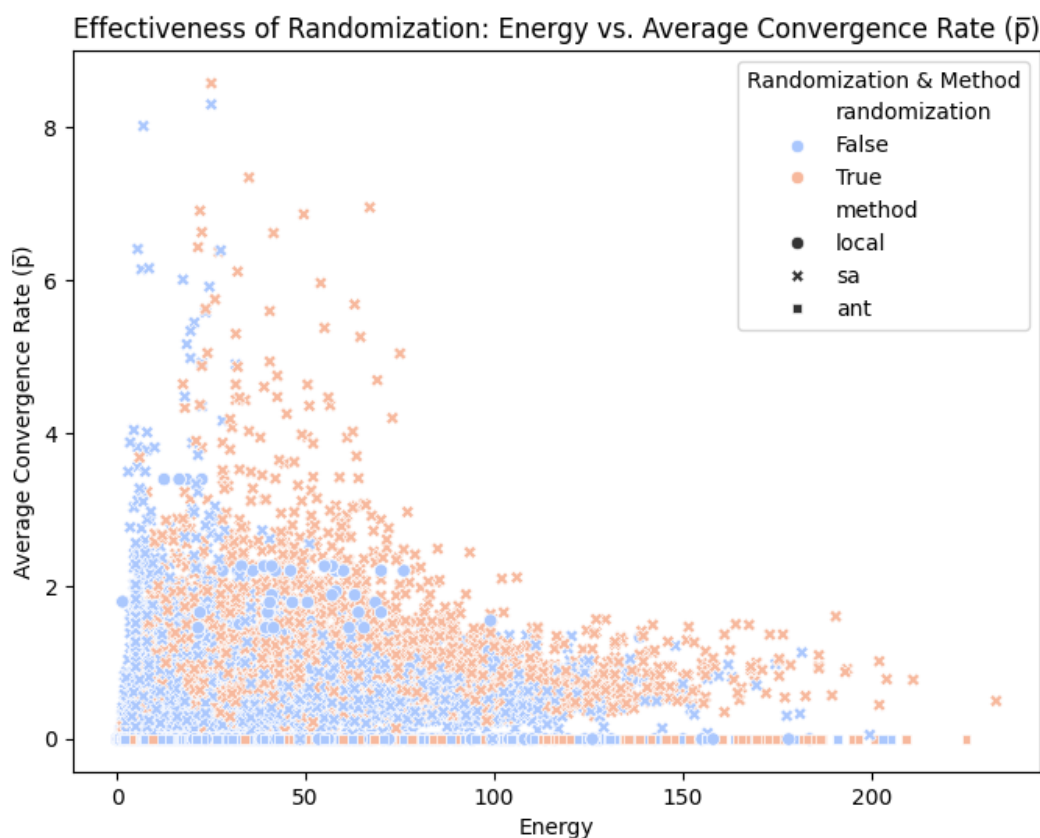
- Η Local και η Ant εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές ενέργειας.
3. Ρυθμός Σύγκλισης (\bar{p}):
- Η SA παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές \bar{p} , που δείχνουν αποτελεσματική σύγκλιση.
 - Η Ant έχει σταθερά μηδενικό \bar{p} , ενώ η Local παραμένει κοντά στο μηδέν, αποδεικνύοντας περιορισμένη σύγκλιση.
4. Σημεία Steiner:
- Η SA χρησιμοποιεί περισσότερα σημεία Steiner σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους, γεγονός που συνδέεται με την ικανότητά της να βελτιώνει την ποιότητα του πλέγματος.
 - Οι μέθοδοι Local και Ant χρησιμοποιούν λιγότερα σημεία Steiner, αλλά αυτό περιορίζει τη συνολική ποιότητα της λύσης.
5. Συσχέτιση Μετρικών:
- Σημαντική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ ενέργειας και σημείων Steiner για όλες τις μεθόδους. Η αύξηση των σημείων Steiner οδηγεί σε υψηλότερη ενέργεια, το οποίο επαληθεύει την ποιότητα των δεδομένων.
 - Η μέθοδος SA παρουσιάζει συσχέτιση μεταξύ χρόνου εκτέλεσης και \bar{p} , γεγονός που υποδηλώνει ότι οι καλύτερες λύσεις απαιτούν μεγαλύτερη υπολογιστική προσπάθεια.

Επίδραση της Τυχαιοποίησης (Εφόσον ενεργοποιήθηκε)



Η τυχαιοποίηση βελτιώνει την ποιότητα της λύσης (ενέργεια, \bar{p}), καθιστώντας την ιδιαίτερα χρήσιμη σε δύσκολες περιπτώσεις PSLG. Ωστόσο έγινε χρήση περισσότερων σημείων Steiner στις τυχαιοποιημένες περιπτώσεις. Βελτίωσε σημαντικά την απόδοση σε περιπτώσεις όπου οι ντετερμινιστικές μέθοδοι δεν μπορούσαν να συγκλίνουν. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα:

Randomization	Μέση Ενέργεια	Μέσος Ρυθμός Σύγκλισης (\bar{p})	Σημεία Steiner	Χρόνος (s)
False	25.61	0.22	21.11	1.37
True	45.45	0.61	35.12	1.41



Κύριες Παρατηρήσεις:

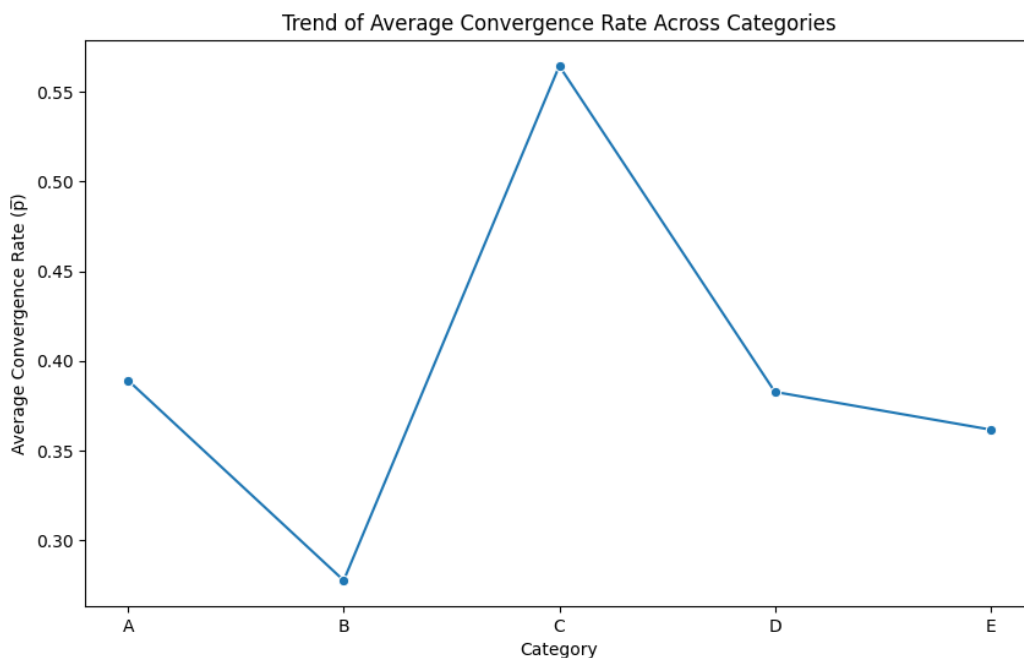
1. Προσομοιωμένη Ανόπτηση (SA):
 - Η μέθοδος SA (γκρι) κυριαρχεί με τις υψηλότερες τιμές \bar{p} , που φτάνουν μέχρι και το 8, ειδικά σε περιοχές με ενέργεια έως 50-100.
 - Οι λύσεις SA επωφελούνται από την τυχαιοποίηση (True, σύμβολα X), αυξάνοντας τον ρυθμό σύγκλισης χωρίς σημαντική αύξηση στην ενέργεια.
2. Τοπική Αναζήτηση (Local):

- Η μέθοδος Local (μπλε) έχει περιορισμένες τιμές \bar{p} , συγκεντρωμένες κοντά στο 1-2. Αυτές οι τιμές είναι σταθερά χαμηλότερες από τη SA, υποδηλώνοντας ότι υστερεί σε σύγκλιση.
 - Η τυχαιοποίηση βελτιώνει ελαφρώς τον ρυθμό σύγκλισης για τη Local αλλά δεν την καθιστά ανταγωνιστική με τη SA.
3. Αποικία Μυρμηγκιών (Ant):
- Η μέθοδος Ant (κόκκινο) έχει σταθερά $\bar{p} = 0$, ανεξαρτήτως της ενέργειας ή της τυχαιοποίησης, υποδεικνύοντας ότι δεν συγκλίνει σε λύσεις υψηλής ποιότητας.
4. Τυχαιοποίηση (Randomization):
- Η τυχαιοποίηση (True) αυξάνει τον ρυθμό σύγκλισης (\bar{p}) κυρίως για τη SA, ενώ η επίδρασή της στη Local είναι περιορισμένη.
 - Η τυχαιοποίηση επηρεάζει θετικά την ποιότητα των λύσεων, διατηρώντας την ενέργεια σε ελεγχόμενα επίπεδα.

Συμπεράσματα:

- Βελτίωση Σύγκλισης: Η τιμή \bar{p} αυξήθηκε σημαντικά, δείχνοντας καλύτερη συνολική ποιότητα πλέγματος.
- Αυξημένο Κόστος Υπολογισμού: Παρά τη μικρή αύξηση στον χρόνο, τα οφέλη στην ποιότητα δικαιολογούν τη χρήση της τυχαιοποίησης.

Συγκριτική Απόδοση Μεθόδων



Η κατηγορία C είναι η πιο φιλική προς τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, ενώ η κατηγορία B είναι η πιο απαιτητική. Οι μέθοδοι αποδίδουν μέτρια στις κατηγορίες A, D, και E, δείχνοντας την ανάγκη για πιθανή προσαρμογή των παραμέτρων ή χρήση πιο εξειδικευμένων προσεγγίσεων.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τη συνολική απόδοση των μεθόδων σε όλες τις κατηγορίες:

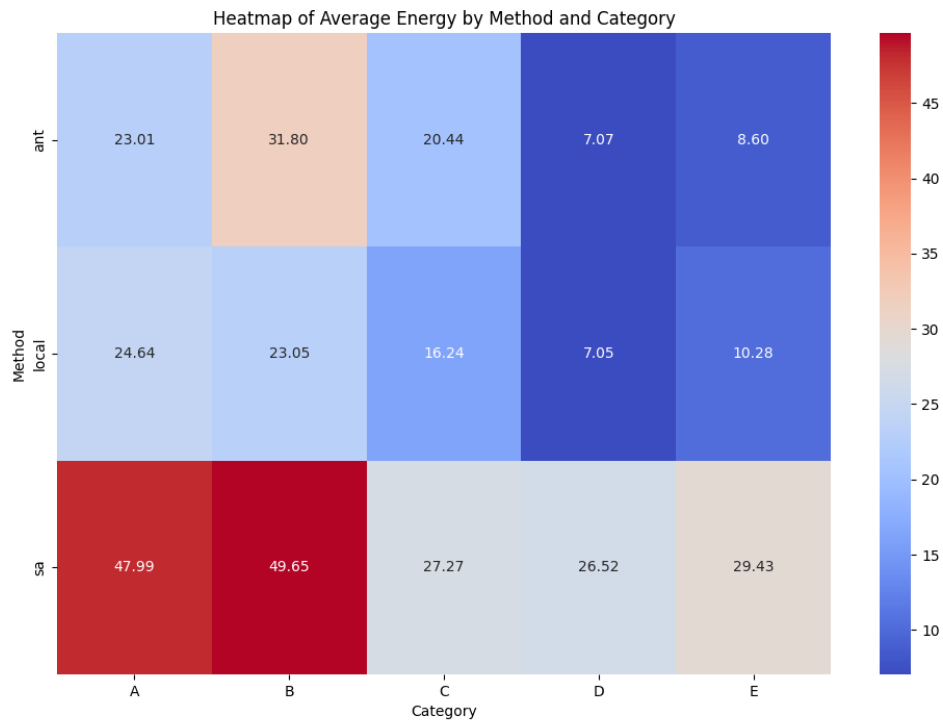
Μέθοδος	Μέση Ενέργεια	Μέση Τιμή \bar{p}	Σημεία Steiner	Χρόνος (s)
SA	29.42	7.41	27.03	1.71
Local	21.65	0.13	15.14	1.36
Ant	26.13	0.00	16.91	1.05

Η SA υπερέχει σε ποιότητα (\bar{p} , ενέργεια), αλλά με υψηλότερο χρόνο υπολογισμού, ενώ οι μέθοδοι Local και Ant είναι ταχύτερες, αλλά με χαμηλότερη ποιότητα.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν βασίστηκαν στα test benchmarks της εργασίας 2 και επιλέχθηκαν με γνώμονα την ισορροπία μεταξύ απόδοσης και ταχύτητας ολοκλήρωσης των δοκιμών, δεδομένου του περιορισμένου διαθέσιμου χρόνου για την εκπόνηση της εργασίας. Συγκεκριμένα, οι τιμές των παραμέτρων είναι οι εξής:

Παράμετροι	Τιμές
L	50
A	2.0
B	0.5
K	200.0
X	1.1
Ψ	12.0
Λ	0.999
random_deadlock_threshold	8

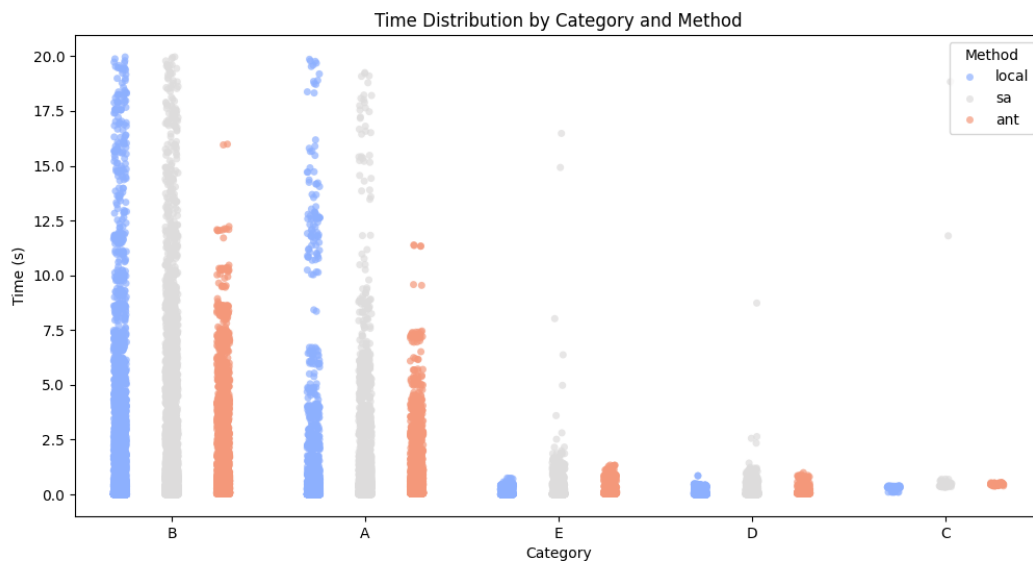
Βελτίωση Ενέργειας και Ρυθμού Σύγκλισης



Παρατηρήσεις:

1. Προσομοιωμένη Ανόπτηση (SA):
 - Παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές ενέργειας σε όλες τις κατηγορίες, με τις κατηγορίες A και B να έχουν τις μέγιστες τιμές (47.99 και 49.65, αντίστοιχα).
2. Αποικία Μυρμηγκιών (Ant):
 - Παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές ενέργειας στις περισσότερες κατηγορίες, με την κατηγορία D (7.07) να έχει την ελάχιστη.
3. Τοπική Αναζήτηση (Local):
 - Παρουσιάζει μέτριες τιμές ενέργειας, ενδεικτικές της ισορροπίας της ανάμεσα στην ποιότητα και την ταχύτητα.
 - Η κατηγορία D έχει την ελάχιστη ενέργεια (7.05), ενώ η κατηγορία A την υψηλότερη (24.64).
4. Κατηγορίες:
 - Η κατηγορία B εμφανίζει υψηλή ενέργεια για τη SA (49.65), κάτι που υποδεικνύει την πολυπλοκότητα της γεωμετρίας της.
 - Οι κατηγορίες D και E έχουν χαμηλότερες τιμές ενέργειας συνολικά, υποδηλώνοντας ότι είναι λιγότερο απαιτητικές σε σύγκριση με τις A, B, και C.

Χρόνοι Εκτέλεσης



1. Τοπική Αναζήτηση (Local):

- Εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα χαμηλών χρόνων εκτέλεσης (0-1 δευτερόλεπτο), γεγονός που την καθιστά την πιο γρήγορη μέθοδο στις περισσότερες περιπτώσεις, εκτός της κατηγορίας B.

2. Προσομοιωμένη Ανόπτηση (SA):

- Εμφανίζει μέτρια κατανομή χαμηλών χρόνων, αλλά με μεγαλύτερη εξάπλωση συγκριτικά με τη Local.
- Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο χρόνος εκτέλεσης ξεπερνά τα 12 δευτερόλεπτα, γεγονός που αντικατοπτρίζει τον αυξημένο υπολογιστικό φόρτο της SA.

3. Αποικία Μυρμηγκιών (Ant):

- Η κατανομή της Ant μοιάζει με τη Local για χαμηλούς χρόνους.
- Ωστόσο, η Ant έχει μικρότερη κατανομή σε σχέση με τη Local, υποδεικνύοντας ότι είναι λιγότερο αποδοτική σε ορισμένες περιπτώσεις.