



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Τελική Αναφορά: Αλγόριθμος Κοντινότερων Γειτόνων (KNN)

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ακαδ. Έτος 2023-2024

ΟΜΑΔΑ:

Άννα Γώγουλα - 1115201800305

Βασίλης Μιχαλέας - 1115201900284

Αταλάντη Παπαδάκη - 1115201800148

# Επιτεύγματα και Βελτιώσεις

Η εργασία πάνω στον αλγόριθμο KNN αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό κομμάτι της πορείας μας και αυτού του εξαμήνου. Μέσα από την υλοποίησή και τη βελτιστοποίηση του αλγορίθμου, αντιμετωπίσαμε πολλές προκλήσεις και αναδείξαμε σημαντικά στοιχεία. Μέσα στο την σειρά των τριών παραδοτέων, κατορθώσαμε να εφαρμόσουμε την δομή του γράφου και αν αναπλύξουμε μια λειτουργική υλοποίηση του αλγορίθμου. Η συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας και η συνέπεια προς την εργασία και το ενδιαφέρον οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις, με την προσθήκη προηγμένων στοιχείων, όπως τα projection trees.

Κατα την εξέλιξη της εργασίας, επικεντρωθήκαμε στην ανάπτυξη εργαλιών για την διαχείριση του κώδικα, με την δημιουργία βελτιώσεων. Η επιτυχής εφαρμογή της λειτουργίας local join και η συνδυαστική χρήση των βελτιστοποιήσεων στον αλγόριθμο αποτέλεσαν ιδιαίτερα σημαντικά οφέλη και συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση της αποδοτικότητας του. Στη συνέχεια, επεκτείναμε τη λειτουργικότητα με την ενσωμάτωση των rojection trees και την χρήση παραλληλισμού, καταφέροντας να επιτύχουμε ακόμα μεγαλύτερες βελτιώσεις στην απόδοση του αλγορίθμου.

Οι βελτιστοποιήσεις που κάναμε συνέβαλαν στην αποφυγή ανεπιθύμητων υπολογισμών, μειώνοντας σημαντικά τον χρόνο εκτέλεσης. Ενώ μετά απο ενδελεχή ανάλυση του κώδικα κατανοήσαμε την αξία της διαχείρισης της πολυπλοκότητας. Η παραλληλοποίηση του κώδικα επέτρεψε την αποτελεσματική εκτέλεση σε συστήματα με πολλούς πυρήνες, εκμεταλλευόμενη πλήρως τους πόρους του συστήματος.

## Προκλήσεις και Συμπεράσματα

Αντιμετωπίσαμε πολλές προκλήσεις, όπως η καλή διαχείριση των δεδομένων και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης. Αυτές οι προκλήσεις, ωστόσο μας οδήγησαν να κατανοήσουμε βαθύτερα τις λειτουργίες του αλγορίθμου KNN και να μας βάλουν σε σκέψεις για την εύρεση λύσεων.

Η αρχική υλοποίηση του αλγορίθμου αντιμετώπισε προβλήματα σε θέματα απόδοσης, κυρίως όταν αντιμετωπίζαμε μεγάλα σύνολα δεδομένων.

Στο πλαίσιο της ανάπτυξης του αλγορίθμου, πραγματοποιήσαμε διάφορες βελτιστοποιήσεις προκειμένου να βελτιώσουμε την απόδοση και την αποτελεσματικότητά του. Ακολουθώς περιγράφουμε κάποιες από αυτές τις βελτιστοποιήσεις:

- Εφαρμόσαμε την τεχνική Local Join που επιτρέπει τον υπολογισμό των γειτόνων των γειτόνων με αποτελεσματικό τρόπο, αποφεύγοντας τη διπλή επεξεργασία και τον τοπικό υπολογισμό για κάθε κόμβο ανεξάρτητα.
- Εφαρμόσαμε την Σταδιακή Αναζήτηση (Incremental Search) χρησιμοποιώντας flags σε κάθε κόμβο, επιτρέποντας τη σύγκριση μόνο με νέους γείτονες, γεγονός που μείωσε τον υπολογιστικό φόρτο.

- Εφαρμόσαμε Δειγματοληψία ώστε να μειώσουμε το κόστος του τοπικού join. Επιλέγοντας τυχαία μόνο κόμβους που αναμένεται να συμμετάσχουν στις συγκρίσεις.
- Εφαρμόσαμε Πρόωρο Τερματισμό ώστε να υπάρχει ισορροποία.
- Ανακατασκευάσαμε την ευκλείδεια απόσταση χρησιμοποιώντας την τετραγωνική απόσταση για την εξοικονόμηση υπολογιστικού χρόνου.
- Χρησιμοποιήσαμε Projection Trees για την αρχικοποίηση των ακμών στον γράφο, προσφέροντας έναν αποδοτικό τρόπο εύρεσης γειτόνων.

## Συμπεράσματα για τις Βελτιστοποιήσεις του Προγράμματος:

Μετά από περίπου 250 εκτελέσεις σε ένα σύστημα με επεξεργαστή 11ης γενιάς Intel Core i7-11700F @ 2.50GHz, βρέθηκαν σημαντικές βελτιστοποιήσεις. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος είναι τα εξής:

Επεξεργαστής:

- Μοντέλο: 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11700F @ 2.50GHz
- Βασική Συχνότητα: 2.50 GHz
- Πυρήνες: 8
- Λογικοί Επεξεργαστές: 16
- Εικονικοποίηση: Ενεργοποιημένη
- L1 cache: 640 KB
- L2 cache: 4.0 MB
- L3 cache: 16.0 MB
- Μέγιστη Συχνότητα: 4.09 GHz

Μνήμη RAM:

- Τύπος: DDR4 @ 2133Hz
- (Σημείωση: Υποδεικνύεται ότι θα μπορούσε να είναι και υψηλότερη, ενδεχομένως με καλύτερους χρόνους)
- Διαφορά στους χρόνους μεταξύ 2133Hz και 3100Hz DDR4: Έως και 40-50%

Λειτουργικό Σύστημα:

- Windows 11 WS2 Ubuntu22.2

Σημείωση: Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν παράλληλα με άλλες διεργασίες, κατά τη διάρκεια των οποίων εκτελούνταν περίπου 10+ προγράμματα ταυτόχρονα.

Αναφορικά με τα Δεδομένα:

- Κόμβοι: 2500
- Διαστάσεις: 400
- Γείτονες: 400

## Συμπεράσματα:

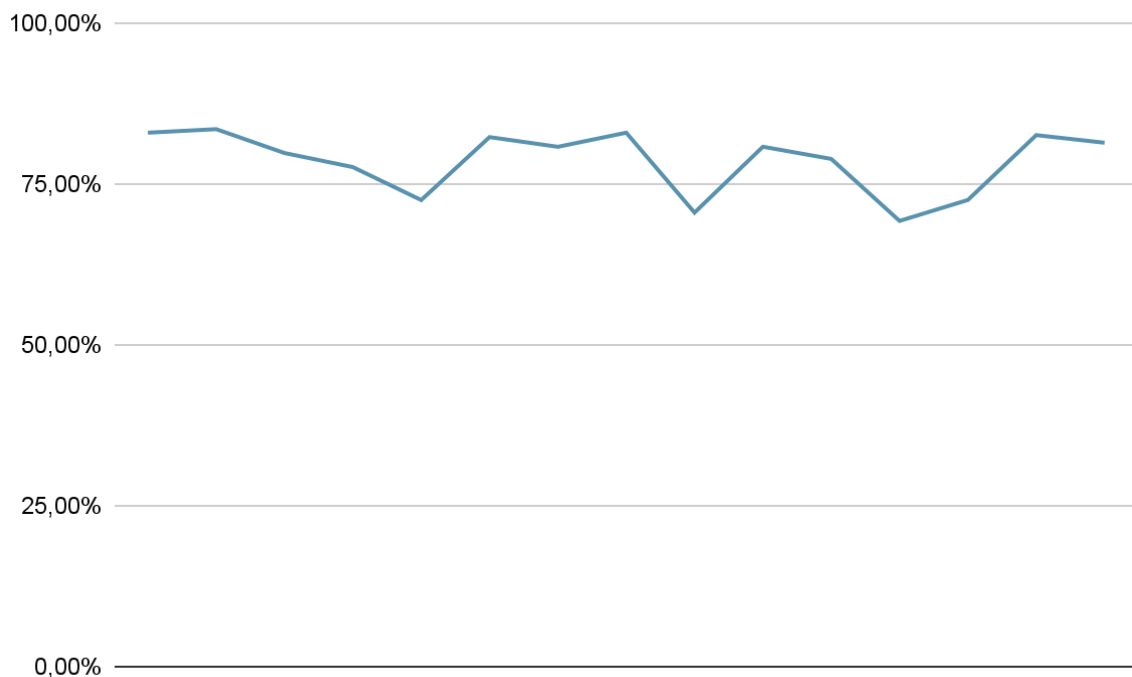
### 1. Πιο Ακριβής Εκτέλεση:

- Ακρίβεια: 84.056500%
- Χρόνος: 320.568949
- Δείγματα: 0.726551
- Τερματισμός: 0.000023
- Δέντρα Προβολών: 17
- Threads: 2

### 2. Πιο Γρήγορη Εκτέλεση:

- Ακρίβεια: 80.810300
- Χρόνος: 133.820998
- Δείγματα: 0.717858
- Τερματισμός: 0.000048
- Δέντρα: 266
- Threads: 4

Γενικά, παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερο είναι το δέντρο, τόσο πιο ακριβής είναι η εκτέλεση, αλλά και πιο χρονοβόρα. Αντίστοιχα, όσο μικρότερο είναι το δείγμα, τόσο πιο γρήγορη είναι η εκτέλεση. Τα threads επίσης μειώνουν δραστικά τον χρόνο στον τοπικό συνδυασμό.



Διάγραμμα με (μερικά απο) τα ποσοστά ακρίβειας του αλγόριθμου

Τα παρακάτω πειράματα έχουν γίνει μέσω script και βρίκονται και σε αρχείο στον φάκελο main:

time:80.810300-./txtfiles/1Graph-133.820998-0.717858-0.000048-266-4.txt  
time:83.005600-./txtfiles/1Graph-203.587509-0.382933-0.000038-39-4.txt  
time:83.553300-./txtfiles/2Graph-260.635904-0.671547-0.000095-22-1.txt  
time:79.842700-./txtfiles/1Graph-242.221453-0.174372-0.000051-194-4.txt  
time:82.682700-./txtfiles/1Graph-257.125995-0.299750-0.000025-68-4.txt  
time:81.481000-./txtfiles/1Graph-303.237459-0.966796-0.000039-181-2.txt  
time:72.545400-./txtfiles/1Graph-289.425422-0.663293-0.000009-357-3.txt  
time:72.293600-./txtfiles/1Graph-277.547241-0.417708-0.000044-477-3.txt  
time:80.742800-./txtfiles/1Graph-290.279850-0.623932-0.000063-217-4.txt  
time:81.686400-./txtfiles/1Graph-279.753126-0.301438-0.000037-114-2.txt  
time:83.575100-./txtfiles/1Graph-281.975513-0.474287-0.000008-9-4.txt  
time:83.466900-./txtfiles/1Graph-314.401757-0.953364-0.000032-50-2.txt  
time:77.655900-./txtfiles/1Graph-299.966808-0.668973-0.000069-312-3.txt  
time:72.532100-./txtfiles/1Graph-305.264843-0.736660-0.000035-493-3.txt  
time:72.532100-./txtfiles/1Graph-318.860150-0.881243-0.000037-377-2.txt  
time:82.319600-./txtfiles/1Graph-344.817162-0.620608-0.000076-126-1.txt  
time:71.847000-./txtfiles/3Graph-274.516724-0.322339-0.000023-480-3.txt  
time:72.537700-./txtfiles/2Graph-345.732398-0.689637-0.000017-376-1.txt  
time:82.340400-./txtfiles/2Graph-288.695787-0.521680-0.000035-98-3.txt  
time:83.618900-./txtfiles/2Graph-329.931567-0.844030-0.000042-16-2.txt  
time:72.490100-./txtfiles/2Graph-305.288359-0.566094-0.000048-455-2.txt  
time:72.533900-./txtfiles/2Graph-301.550379-0.641118-0.000053-376-3.txt  
time:72.536600-./txtfiles/2Graph-308.203976-0.650133-0.000062-417-2.txt  
time:70.761900-./txtfiles/2Graph-286.868030-0.196270-0.000006-358-1.txt  
time:80.556200-./txtfiles/2Graph-301.396797-0.501102-0.000045-203-2.txt  
time:82.594400-./txtfiles/2Graph-346.108825-0.726789-0.000043-89-1.txt  
time:82.919700-./txtfiles/2Graph-300.265332-0.613112-0.000028-58-3.txt  
time:72.539200-./txtfiles/2Graph-347.894083-0.647047-0.000008-460-1.txt  
time:72.385300-./txtfiles/2Graph-334.207926-0.469102-0.000015-458-1.txt  
time:82.463800-./txtfiles/2Graph-299.573226-0.616145-0.000013-140-3.txt  
time:72.532100-./txtfiles/2Graph-348.193004-0.744972-0.000034-390-1.txt  
time:76.518000-./txtfiles/4Graph-296.996738-0.560379-0.000004-327-4.txt  
time:72.481800-./txtfiles/3Graph-308.619356-0.559272-0.000057-419-2.txt  
time:69.290300-./txtfiles/3Graph-237.817105-0.111311-0.000066-406-4.txt  
time:82.243200-./txtfiles/3Graph-255.648890-0.137861-0.000010-69-2.txt  
time:77.373200-./txtfiles/3Graph-328.644293-0.494735-0.000092-318-1.txt  
time:77.637500-./txtfiles/3Graph-299.072827-0.641132-0.000033-323-4.txt  
time:70.582400-./txtfiles/3Graph-247.725276-0.183298-0.000020-432-4.txt  
time:72.532900-./txtfiles/3Graph-306.108109-0.740225-0.000014-474-3.txt  
time:82.625400-./txtfiles/3Graph-271.817757-0.291847-0.000058-52-3.txt  
time:78.929600-./txtfiles/3Graph-243.430069-0.145029-0.000076-221-3.txt  
time:80.820100-./txtfiles/3Graph-331.866368-0.935882-0.000064-264-2.txt  
time:80.791200-./txtfiles/3Graph-299.342318-0.659846-0.000067-263-4.txt  
time:77.683000-./txtfiles/3Graph-310.926275-0.827725-0.000030-311-4.txt  
time:72.513700-./txtfiles/3Graph-338.741554-0.597149-0.000021-400-1.txt  
time:82.234600-./txtfiles/3Graph-315.940969-0.386983-0.000015-84-1.txt

time:79.851800-./txtfiles/5Graph-281.898507-0.195515-0.000086-176-1.txt  
time:80.819600-./txtfiles/4Graph-302.954509-0.766226-0.000095-250-4.txt  
time:79.495000-./txtfiles/4Graph-262.807793-0.137504-0.000054-192-2.txt  
time:79.251500-./txtfiles/4Graph-264.521252-0.180134-0.000077-282-2.txt  
time:81.870500-./txtfiles/4Graph-308.529728-0.743017-0.000045-157-4.txt  
time:79.353800-./txtfiles/4Graph-301.585175-0.564962-0.000035-302-3.txt  
time:81.481000-./txtfiles/4Graph-368.757500-0.969666-0.000022-183-1.txt  
time:81.223400-./txtfiles/4Graph-327.584710-0.852653-0.000053-165-2.txt  
time:77.675700-./txtfiles/4Graph-307.388279-0.700058-0.000008-311-3.txt  
time:77.503100-./txtfiles/4Graph-314.746796-0.554494-0.000026-310-2.txt  
time:82.421200-./txtfiles/4Graph-314.881845-0.828303-0.000074-130-3.txt  
time:72.532100-./txtfiles/4Graph-361.646733-0.780217-0.000019-450-1.txt  
time:79.898100-./txtfiles/4Graph-278.227741-0.300715-0.000099-222-2.txt  
time:76.244600-./txtfiles/4Graph-289.187307-0.217084-0.000057-316-1.txt  
time:77.682600-./txtfiles/4Graph-311.595075-0.758908-0.000056-320-3.txt  
time:76.088800-./txtfiles/6Graph-297.063226-0.197945-0.000056-315-1.txt  
time:78.018800-./txtfiles/5Graph-270.749482-0.194129-0.000015-291-2.txt  
time:72.068800-./txtfiles/5Graph-295.013342-0.364562-0.000079-341-2.txt  
time:72.541300-./txtfiles/5Graph-309.525706-0.655227-0.000014-379-4.txt  
time:80.952400-./txtfiles/5Graph-294.191221-0.520075-0.000088-170-4.txt  
time:80.565000-./txtfiles/5Graph-292.962756-0.504192-0.000018-251-4.txt  
time:72.278000-./txtfiles/5Graph-285.659775-0.414358-0.000021-407-4.txt  
time:79.159400-./txtfiles/5Graph-330.328412-0.462379-0.000019-299-1.txt  
time:80.638600-./txtfiles/5Graph-296.434822-0.560896-0.000051-201-4.txt  
time:79.478400-./txtfiles/5Graph-302.861557-0.677936-0.000066-305-4.txt  
time:81.237300-./txtfiles/5Graph-363.071375-0.783424-0.000024-163-1.txt  
time:72.530900-./txtfiles/5Graph-360.915154-0.781012-0.000058-464-1.txt  
time:81.465300-./txtfiles/5Graph-309.175608-0.702611-0.000054-192-3.txt  
time:82.588300-./txtfiles/5Graph-320.118664-0.910876-0.000060-99-3.txt  
time:82.388700-./txtfiles/5Graph-282.456793-0.411482-0.000054-137-4.txt  
time:71.827400-./txtfiles/7Graph-288.463321-0.319362-0.000019-466-2.txt  
time:72.222200-./txtfiles/6Graph-296.147145-0.393008-0.000053-457-2.txt  
time:72.503200-./txtfiles/6Graph-300.901717-0.572614-0.000064-409-3.txt  
time:70.291500-./txtfiles/6Graph-278.536212-0.157976-0.000032-366-1.txt  
time:81.081600-./txtfiles/6Graph-245.728487-0.113661-0.000009-84-3.txt  
time:72.530900-./txtfiles/6Graph-310.511186-0.870999-0.000068-442-3.txt  
time:71.998600-./txtfiles/6Graph-275.193890-0.344491-0.000047-390-3.txt  
time:80.390800-./txtfiles/6Graph-323.174893-0.434280-0.000017-278-1.txt  
time:81.124400-./txtfiles/6Graph-286.951550-0.482346-0.000037-181-4.txt  
time:83.646100-./txtfiles/6Graph-299.582900-0.644430-0.000086-25-4.txt  
time:83.198700-./txtfiles/6Graph-287.129254-0.363229-0.000073-3-2.txt  
time:83.728900-./txtfiles/6Graph-363.046274-0.850775-0.000027-10-1.txt  
time:81.094400-./txtfiles/6Graph-277.623070-0.469019-0.000023-190-4.txt  
time:72.436000-./txtfiles/6Graph-289.075995-0.500667-0.000037-472-3.txt  
time:83.299600-./txtfiles/6Graph-349.318115-0.683323-0.000011-20-1.txt  
time:72.028600-./txtfiles/7Graph-269.630567-0.351609-0.000088-498-4.txt  
time:72.532100-./txtfiles/8Graph-353.433500-0.900797-0.000028-432-1.txt  
time:84.056500-./txtfiles/7Graph-320.568949-0.726551-0.000023-17-2.txt

time:79.754700-./txtfiles/7Graph-261.143545-0.259695-0.000020-234-4.txt  
time:81.674500-./txtfiles/7Graph-286.533515-0.411763-0.000029-148-3.txt  
time:81.880900-./txtfiles/7Graph-329.098034-0.854456-0.000028-155-2.txt  
time:80.330700-./txtfiles/7Graph-274.194924-0.295824-0.000064-172-3.txt  
time:78.517800-./txtfiles/7Graph-240.800545-0.108709-0.000065-263-4.txt  
time:72.528400-./txtfiles/7Graph-302.884374-0.781959-0.000089-475-4.txt  
time:82.600200-./txtfiles/7Graph-318.465432-0.815317-0.000049-143-3.txt  
time:82.687300-./txtfiles/7Graph-288.252900-0.376067-0.000060-75-3.txt  
time:80.410100-./txtfiles/7Graph-331.163702-0.442744-0.000072-249-1.txt  
time:82.827900-./txtfiles/7Graph-335.105223-0.846475-0.000062-76-2.txt  
time:82.413800-./txtfiles/7Graph-352.832410-0.573429-0.000028-140-1.txt  
time:80.339200-./txtfiles/7Graph-271.847380-0.143547-0.000063-153-1.txt  
time:71.940500-./txtfiles/8Graph-273.338761-0.337458-0.000030-357-4.txt  
time:82.726400-./txtfiles/8Graph-307.199570-0.624160-0.000023-136-4.txt  
time:80.912500-./txtfiles/9Graph-333.094834-0.504353-0.000009-168-1.txt  
time:83.372700-./txtfiles/8Graph-318.463065-0.606640-0.000059-39-2.txt  
time:82.105600-./txtfiles/8Graph-282.557683-0.446709-0.000013-102-4.txt  
time:82.687200-./txtfiles/8Graph-270.245589-0.319054-0.000094-52-3.txt  
time:80.818300-./txtfiles/8Graph-310.999898-0.902212-0.000085-262-4.txt  
time:79.348000-./txtfiles/8Graph-295.468313-0.560715-0.000027-290-3.txt  
time:83.402100-./txtfiles/8Graph-329.527223-0.866516-0.000018-37-2.txt  
time:83.062400-./txtfiles/8Graph-289.072013-0.496071-0.000064-42-3.txt  
time:82.109000-./txtfiles/8Graph-322.127760-0.854894-0.000065-149-2.txt  
time:83.569000-./txtfiles/8Graph-315.010776-0.905860-0.000085-21-3.txt  
time:71.744600-./txtfiles/9Graph-270.722075-0.304206-0.000017-386-3.txt  
time:72.530900-./txtfiles/8Graph-308.258205-0.759083-0.000067-373-2.txt  
time:72.291900-./txtfiles/8Graph-291.017374-0.418184-0.000096-443-2.txt  
time:72.532900-./txtfiles/8Graph-348.962346-0.847909-0.000003-367-1.txt  
time:80.674200-./txtfiles/10Graph-295.442975-0.580120-0.000023-207-3.txt  
time:81.649200-./txtfiles/9Graph-244.918087-0.162804-0.000079-86-4.txt  
time:80.817800-./txtfiles/9Graph-349.540384-0.747750-0.000051-287-1.txt  
time:80.821100-./txtfiles/9Graph-316.757161-0.773186-0.000004-217-2.txt  
time:72.528400-./txtfiles/9Graph-319.863331-0.869360-0.000083-490-2.txt  
time:81.821000-./txtfiles/9Graph-312.419455-0.658779-0.000025-155-2.txt  
time:72.277100-./txtfiles/9Graph-317.335725-0.413499-0.000075-338-1.txt  
time:82.399900-./txtfiles/9Graph-310.690263-0.684631-0.000032-110-2.txt  
time:80.818300-./txtfiles/9Graph-361.917927-0.972903-0.000094-209-1.txt  
time:71.352900-./txtfiles/9Graph-295.361138-0.251534-0.000089-358-1.txt  
time:82.654000-./txtfiles/10Graph-301.419430-0.722747-0.000034-92-4.txt  
time:70.231500-./txtfiles/9Graph-274.925709-0.155003-0.000091-464-1.txt  
time:82.450700-./txtfiles/9Graph-310.960508-0.934559-0.000004-117-4.txt  
time:83.515100-./txtfiles/9Graph-319.805209-0.891948-0.000054-57-3.txt  
time:80.818300-./txtfiles/9Graph-331.788663-0.896762-0.000095-286-2.txt  
time:79.615600-./txtfiles/10Graph-281.598249-0.231083-0.000019-227-2.txt  
time:82.506800-./txtfiles/11Graph-304.288053-0.540756-0.000092-84-3.txt  
time:81.626700-./txtfiles/10Graph-286.850423-0.392314-0.000076-147-3.txt  
time:79.274700-./txtfiles/10Graph-269.255201-0.184787-0.000050-219-2.txt  
time:81.440600-./txtfiles/10Graph-304.295121-0.674555-0.000097-190-4.txt

time:72.530700-./txtfiles/10Graph-357.360105-0.733624-0.000050-385-1.txt  
time:71.012300-./txtfiles/10Graph-267.663061-0.223802-0.000064-349-3.txt  
time:72.532900-./txtfiles/10Graph-327.297191-0.747214-0.000015-402-2.txt  
time:72.532900-./txtfiles/10Graph-370.434641-0.924597-0.000011-435-1.txt  
time:72.491600-./txtfiles/11Graph-298.741238-0.565236-0.000020-358-4.txt  
time:79.437200-./txtfiles/10Graph-309.820980-0.640581-0.000066-293-4.txt  
time:72.477300-./txtfiles/10Graph-309.308398-0.530361-0.000041-381-2.txt  
time:83.071400-./txtfiles/10Graph-333.122318-0.761471-0.000044-36-2.txt  
time:81.189700-./txtfiles/10Graph-288.053235-0.334568-0.000074-158-2.txt  
time:83.302900-./txtfiles/11Graph-275.833084-0.288831-0.000027-27-4.txt  
time:80.820700-./txtfiles/10Graph-356.323491-0.782001-0.000050-243-1.txt  
time:77.682800-./txtfiles/12Graph-322.785155-0.748135-0.000058-311-2.txt  
time:78.516900-./txtfiles/11Graph-240.943519-0.108296-0.000090-244-4.txt  
time:81.669700-./txtfiles/11Graph-295.418312-0.502424-0.000026-150-3.txt  
time:80.795300-./txtfiles/11Graph-307.268916-0.685566-0.000002-204-3.txt  
time:79.098300-./txtfiles/11Graph-291.465729-0.225447-0.000005-288-1.txt  
time:75.250400-./txtfiles/11Graph-243.324356-0.123138-0.000075-313-2.txt  
time:82.600600-./txtfiles/11Graph-300.621342-0.511043-0.000003-77-2.txt  
time:80.053600-./txtfiles/11Graph-282.305422-0.234044-0.000062-169-1.txt  
time:81.846000-./txtfiles/12Graph-294.395876-0.608635-0.000014-151-3.txt  
time:83.315500-./txtfiles/11Graph-311.763231-0.664063-0.000048-30-2.txt  
time:79.954400-./txtfiles/11Graph-273.522404-0.313694-0.000035-256-2.txt  
time:72.541200-./txtfiles/11Graph-336.851943-0.662351-0.000061-337-1.txt  
time:83.029500-./txtfiles/11Graph-306.839242-0.706734-0.000083-67-2.txt  
time:72.532100-./txtfiles/12Graph-291.422240-0.784157-0.000031-482-3.txt  
time:72.530900-./txtfiles/11Graph-307.652430-0.955157-0.000041-497-2.txt  
time:81.180600-./txtfiles/12Graph-296.246737-0.658929-0.000001-164-2.txt  
time:83.037400-./txtfiles/13Graph-305.544926-0.477515-0.000066-43-1.txt  
time:72.360300-./txtfiles/12Graph-306.782687-0.462032-0.000091-476-1.txt  
time:78.782800-./txtfiles/12Graph-222.961438-0.132242-0.000054-211-4.txt  
time:72.532100-./txtfiles/12Graph-284.369894-0.872670-0.000022-494-4.txt  
time:78.455500-./txtfiles/12Graph-269.869721-0.262382-0.000086-305-1.txt  
time:71.073200-./txtfiles/13Graph-238.538725-0.228799-0.000073-440-3.txt  
time:83.647600-./txtfiles/12Graph-290.131646-0.886301-0.000067-4-3.txt  
time:81.963600-./txtfiles/12Graph-253.600315-0.421416-0.000039-117-4.txt  
time:83.720300-./txtfiles/12Graph-336.266422-0.880513-0.000054-25-1.txt  
time:83.798200-./txtfiles/12Graph-293.937074-0.871758-0.000088-18-3.txt  
time:79.682000-./txtfiles/12Graph-237.694629-0.244597-0.000061-204-4.txt  
time:79.983900-./txtfiles/12Graph-288.708051-0.377159-0.000090-224-1.txt  
time:80.673400-./txtfiles/13Graph-286.532706-0.581943-0.000085-218-3.txt  
time:83.019900-./txtfiles/12Graph-297.528039-0.795951-0.000019-58-4.txt  
time:80.656500-./txtfiles/13Graph-297.641040-0.570823-0.000068-287-3.txt  
time:83.741500-./txtfiles/14Graph-301.113092-0.763956-0.000040-5-3.txt  
time:72.475800-./txtfiles/13Graph-291.819143-0.538397-0.000012-451-2.txt  
time:80.986400-./txtfiles/13Graph-270.350505-0.413699-0.000075-200-4.txt  
time:72.531800-./txtfiles/13Graph-297.045262-0.732101-0.000036-447-3.txt  
time:72.530900-./txtfiles/13Graph-304.504520-0.807833-0.000051-417-4.txt  
time:72.530900-./txtfiles/13Graph-309.752482-0.855300-0.000070-428-4.txt



time:80.847100-./txtfiles/13Graph-285.117069-0.469171-0.000023-164-4.txt  
time:81.220700-./txtfiles/14Graph-317.272659-0.912542-0.000085-174-3.txt  
time:81.023000-./txtfiles/13Graph-280.780510-0.432156-0.000022-197-4.txt  
time:72.530900-./txtfiles/13Graph-304.693186-0.890091-0.000071-489-3.txt  
time:80.158800-./txtfiles/13Graph-310.417897-0.365839-0.000082-259-1.txt  
time:82.401700-./txtfiles/13Graph-296.595290-0.686156-0.000008-118-3.txt  
time:71.226100-./txtfiles/14Graph-281.682597-0.242370-0.000091-434-1.txt  
time:72.532100-./txtfiles/13Graph-302.583571-0.768939-0.000016-440-2.txt  
time:83.129200-./txtfiles/14Graph-250.875388-0.305981-0.000083-25-4.txt  
time:71.932300-./txtfiles/14Graph-258.483969-0.334293-0.000054-372-3.txt  
time:81.880000-./txtfiles/15Graph-291.732792-0.785167-0.000021-157-4.txt  
time:82.701000-./txtfiles/14Graph-241.867078-0.224589-0.000045-44-4.txt  
time:70.761000-./txtfiles/14Graph-238.324823-0.195528-0.000065-473-3.txt  
time:82.674800-./txtfiles/14Graph-314.931371-0.926025-0.000067-92-2.txt  
time:72.036800-./txtfiles/15Graph-259.186324-0.356995-0.000034-371-3.txt  
time:80.158800-./txtfiles/14Graph-269.700469-0.365448-0.000076-270-2.txt  
time:81.005100-./txtfiles/14Graph-276.018455-0.423743-0.000041-196-2.txt  
time:74.227500-./txtfiles/14Graph-245.723955-0.238545-0.000045-332-3.txt  
time:80.670800-./txtfiles/14Graph-324.666756-0.579371-0.000005-219-1.txt  
time:72.532100-./txtfiles/14Graph-293.361110-0.957403-0.000036-351-3.txt  
time:80.797600-./txtfiles/14Graph-285.207002-0.692827-0.000029-256-3.txt  
time:82.448700-./txtfiles/15Graph-305.362460-0.806211-0.000081-115-2.txt  
time:80.381800-./txtfiles/16Graph-259.369645-0.309974-0.000065-168-3.txt  
time:81.887200-./txtfiles/15Graph-260.079735-0.381480-0.000095-110-4.txt  
time:81.993300-./txtfiles/15Graph-311.809094-0.437657-0.000019-122-1.txt  
time:83.574300-./txtfiles/15Graph-301.891331-0.355976-0.000006-17-1.txt  
time:72.528400-./txtfiles/15Graph-290.041831-0.856868-0.000095-434-4.txt  
time:72.528400-./txtfiles/14Graph-334.966642-0.850069-0.000089-415-1.txt  
time:82.713300-./txtfiles/15Graph-285.802999-0.508673-0.000070-83-2.txt  
time:82.243800-./txtfiles/15Graph-281.870237-0.548434-0.000077-126-3.txt  
time:80.775400-./txtfiles/15Graph-321.523348-0.646835-0.000071-231-1.txt  
time:80.161200-./txtfiles/15Graph-261.546898-0.365899-0.000006-250-3.txt  
time:79.505300-./txtfiles/16Graph-339.539087-0.992108-0.000036-303-1.txt  
time:78.819700-./txtfiles/15Graph-286.826824-0.334035-0.000026-296-1.txt  
time:72.532900-./txtfiles/15Graph-291.331038-0.919685-0.000004-457-3.txt  
time:81.471900-./txtfiles/15Graph-327.451719-0.711961-0.000039-188-1.txt  
time:77.674100-./txtfiles/16Graph-285.562477-0.700803-0.000084-317-3.txt  
time:75.658400-./txtfiles/16Graph-226.406550-0.157194-0.000088-310-3.txt  
time:81.745200-./txtfiles/16Graph-250.614495-0.321394-0.000032-114-3.txt  
time:79.918700-./txtfiles/17Graph-276.508320-0.306754-0.000074-244-1.txt  
time:80.791600-./txtfiles/16Graph-291.230187-0.659732-0.000008-271-2.txt  
time:77.877600-./txtfiles/16Graph-257.586759-0.174842-0.000029-305-1.txt  
time:82.416000-./txtfiles/16Graph-317.483515-0.575898-0.000061-139-1.txt  
time:79.334000-./txtfiles/15Graph-313.145982-0.552597-0.000099-299-1.txt  
time:80.632600-./txtfiles/16Graph-274.651045-0.559871-0.000094-264-4.txt  
time:79.475100-./txtfiles/16Graph-241.055429-0.210629-0.000043-227-4.txt  
time:72.530900-./txtfiles/17Graph-284.402884-0.809431-0.000061-384-4.txt  
time:80.807700-./txtfiles/16Graph-291.891339-0.713133-0.000078-238-3.txt

time:81.221500-./txtfiles/16Graph-338.306660-0.755485-0.000011-165-1.txt  
time:82.783500-./txtfiles/16Graph-266.650553-0.330947-0.000019-62-2.txt  
time:80.820500-./txtfiles/16Graph-311.052187-0.871474-0.000016-227-2.txt  
time:80.340100-./txtfiles/17Graph-283.890037-0.416791-0.000083-204-2.txt  
time:81.170500-./txtfiles/17Graph-312.216231-0.500991-0.000097-200-1.txt  
time:82.829700-./txtfiles/17Graph-301.277717-0.818578-0.000006-76-3.txt  
time:80.820100-./txtfiles/18Graph-300.769949-0.851036-0.000045-211-4.txt  
time:80.328500-./txtfiles/17Graph-265.023419-0.247119-0.000057-187-2.txt  
time:83.705100-./txtfiles/17Graph-315.591169-0.888459-0.000003-2-3.txt  
time:83.170100-./txtfiles/17Graph-329.296144-0.568436-0.000097-42-1.txt  
time:83.465300-./txtfiles/16Graph-314.813880-0.720691-0.000039-39-2.txt  
time:82.517200-./txtfiles/17Graph-263.058319-0.252644-0.000094-32-3.txt  
time:80.431200-./txtfiles/17Graph-295.235608-0.452245-0.000046-218-2.txt  
time:80.209600-./txtfiles/17Graph-271.736197-0.379804-0.000061-237-4.txt  
time:81.220700-./txtfiles/18Graph-309.727842-0.884201-0.000078-179-4.txt  
time:83.523500-./txtfiles/17Graph-311.340058-0.581488-0.000006-4-2.txt  
time:80.469300-./txtfiles/17Graph-270.626853-0.279261-0.000072-197-2.txt  
time:80.820100-./txtfiles/17Graph-362.610475-0.984774-0.000039-237-1.txt  
time:76.169100-./txtfiles/18Graph-284.095231-0.412175-0.000057-327-4.txt  
time:83.076400-./txtfiles/18Graph-292.208670-0.522185-0.000067-1-4.txt  
time:80.854400-./txtfiles/18Graph-280.937527-0.370738-0.000055-189-3.txt  
time:71.698600-./txtfiles/18Graph-275.791369-0.294392-0.000036-365-2.txt  
time:72.532900-./txtfiles/19Graph-334.052296-0.972424-0.000002-412-2.txt  
time:81.606700-./txtfiles/18Graph-288.288784-0.488978-0.000022-160-4.txt  
time:80.799800-./txtfiles/18Graph-316.205246-0.354069-0.000007-199-1.txt  
time:83.233500-./txtfiles/17Graph-284.377930-0.350786-0.000014-4-4.txt  
time:72.542500-./txtfiles/18Graph-293.907453-0.664144-0.000064-482-4.txt  
time:79.232000-./txtfiles/18Graph-298.832040-0.501150-0.000007-302-2.txt  
time:72.537600-./txtfiles/18Graph-292.630808-0.683314-0.000000-355-4.txt  
time:72.530900-./txtfiles/19Graph-307.212918-0.802325-0.000058-474-3.txt  
time:79.505200-./txtfiles/18Graph-350.226688-0.791105-0.000026-292-1.txt  
time:80.555500-./txtfiles/18Graph-317.834651-0.507627-0.000067-238-1.txt  
time:75.854500-./txtfiles/19Graph-249.212244-0.397855-0.000012-361-3.txt  
time:81.666600-./txtfiles/19Graph-278.831488-0.891844-0.000086-162-3.txt  
time:81.880900-./txtfiles/19Graph-275.592462-0.945771-0.000051-158-4.txt  
time:80.820100-./txtfiles/18Graph-306.966998-0.873455-0.000024-229-1.txt  
time:72.530900-./txtfiles/20Graph-257.313168-0.864259-0.000042-479-2.txt  
time:77.683000-./txtfiles/19Graph-253.731072-0.885924-0.000021-316-2.txt  
time:83.361200-./txtfiles/19Graph-288.688742-0.956901-0.000026-80-1.txt