



Αλγόριθμοι

Εαρινό Εξάμηνο 2023-2024

Διδάσκων: Δημήτριος Κατσαρός <dkatsar@uth.gr>

Βοηθοί: Ευαγγελία Φράγκου <efragkou@uth.gr>,

Σωτηρία Λιάππη <sliappi@uth.gr>

Coding project: (σε ομάδες των 2 ατόμων)

Ημέρα ανακοίνωσης: Thursday, March 14, 2024

Προθεσμία παράδοσης: **Κυριακή, Μάιος 26**, 2024



Περιγραφή προβλήματος

Θα δώσουμε πρώτα μερικούς ορισμούς χρήσιμους για την περιγραφή της Εργασίας Κωδικοποίησης. Έστω ένα συνδεδεμένο (connected), μη-βεβαρυμένο (unweighted) και μη-κατευθυνόμενο (undirected) γράφημα.

- ❖ [Θα εξετάσουμε αυτήν την έννοια διεξοδικά στις διαλέξεις] Το **συντομότερο μονοπάτι (shortest path, SP)** μεταξύ ενός ζεύγους κόμβων i και j είναι η διατεταγμένη ακολουθία ακμών που ξεκινά (έχει αρχή) στον κόμβο i και καταλήγει στον j και η ακολουθία αυτή περιέχει τον ελάχιστο αριθμό ακμών μεταξύ όλων των αναλόγων μονοπατιών από τον i στον j . Είναι δυνατό να υπάρχουν περισσότερα του ενός shortest paths μεταξύ των i και j .
- ❖ Η μέση τιμή των μηκών των συντομότερων μονοπατιών υπολογιζόμενη πάνω σε όλα τα δυνατά ζεύγη κόμβων i και j ($i \neq j$), ονομάζεται **χαρακτηριστικό μήκος μονοπατιού (characteristic path length, CPL)**.

Σε δεδομένο unweighted, undirected και connected γράφημα:

- A. Υπολογίζουμε το CPL.
- B. Υπολογίζουμε τον συνολικό αριθμό των συντομότερων μονοπατιών (SPs) μεταξύ κάθε δυνατού ζεύγους κόμβων j και k στα οποία μεσολαβεί κάθε ακμή e του γραφήματος. Προφανώς αυτός ο αριθμός θα είναι κάποιος ακέραιος αριθμός ή μηδέν.
- C. Διατάσσουμε τις ακμές του γραφήματος με βάση αυτόν τον αριθμό, με διάταξη μη-αύξουσα (μπορεί να υπάρχουν ισοπαλίες) ξεκινώντας από εκείνη την ακμή με τον μεγαλύτερο τέτοιον αριθμό προς εκείνη την ακμή με τον μικρότερο τέτοιον αριθμό.
- D. Αφαιρούμε την ακμή η οποία βρίσκεται στην κορυφή της διάταξης αυτής.
- E. Ελέγχουμε εάν ο γράφημα παραμένει ως μια συνδεδεμένη συνιστώσα.
- F. Εάν το γράφημα δεν διαμερίζεται, τότε επαναλαμβάνουμε τα βήματα [A] έως και [E].

- G. Εάν το γράφημα διαμεριστεί, τότε καταγράφουμε τις προκύπτουσες συνιστώσες και εκτελούμε αναδρομικά για τις προκύπτουσες συνιστώσες τα βήματα [A] έως και [E].
- H. Τα προαναφερθέντα βήματα συνεχίζονται μέχρι να εμφανιστούν συνιστώσες αποτελούμενες από έναν μόνο κόμβο.

Ζητείται να υλοποιήσετε τα παραπάνω αλγοριθμικά βήματα πάνω σε εξής γραφήματα, τα οποία διαφέρουν σε μέγεθος και είναι τα εξής. Εάν το δίκτυο δεν είναι συνδεδεμένο, εργαστείτε αρχικά με την μεγαλύτερη συνιστώσα:

- i. [Karate club network αποτελούμενο από 34 κόμβους και 78 συνδέσεις] <https://github.com/freditation/karate-club/blob/master/karate.edgelist>
- ii. [Το power grid των δυτικών πολιτειών των Η.Π.Α. αποτελούμενο από 4941 κόμβους και 6594 συνδέσεις – μια σύνδεση αναπαριστά μια γραμμή διανομής ενέργειας, και ένα κόμβος είναι είτε generator, ένας transformer ή ένας substation.] <https://courses.e-ce.uth.gr/ECE216/noexternalweb/powergrid.txt>
- iii. [Paul Erdos συν-συγγραφείς αποτελούμενο από 6927 κόμβους και 11850 συνδέσεις] https://courses.e-ce.uth.gr/ECE216/noexternalweb/erdos_coauthors.txt

Ως παραδοτέο ζητείται να γράψετε μια αναφορά με τουλάχιστον τα εξής:

- ☐ Ψευδοκώδικες για τον αλγόριθμο, καθώς και την υπολογιστική πολυπλοκότητα των βημάτων (ποια είναι και πώς προκύπτει).
- ☐ Παρουσίαση και επεξήγηση των δομών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε αλγόριθμο.
- ☐ Plot με την εξέλιξη του CPL καθώς το γράφημα διασπάται σε μικρότερες συνιστώσες. Όταν εμφανιστούν πολλές συνιστώσες, τότε το $CPL = \text{avg}\{CPL \text{ των συνιστωσών}\}$.
- ☐ Plot με το μέγεθος (σε αριθμό κόμβων) της μεγαλύτερης σε αριθμό κόμβων συνιστώσας.
- ☐ Plot του χρόνου εκτέλεσης του αλγορίθμου για τα δοθέντα γραφήματα.

Χρηστικές πληροφορίες:

- Η προθεσμία παράδοσης είναι αυστηρή.
 - Είναι όμως δυνατή η παροχή παράτασης μέχρι 4 ημέρες, αλλά μόνο εφόσον δώσει ο διδάσκων την έγκρισή του.
 - Φροντίστε να ζητήσετε εγκαίρως την παράταση, και όχι την τελευταία ημέρα προ της εκπνοής της προθεσμίας.
 - Αυτή η παράταση στοιχίζει 15% ποινή στον τελικό βαθμό της.
- Η παράδοση του κώδικα της εργασίας και της αναφοράς γίνεται με email με παραλήπτες τους: dkatsar@uth.gr **KAI** efragkou@uth.gr **KAI** sliappi@uth.gr.
- Το subject του μηνύματος πρέπει να είναι αυστηρά: ECE216-Project: AEMx-AEMy (όπου στην θέση των AEMx-AEMy βάλτε τα AEM των μελών της ομάδας χωρισμένα με hyphen).
- Αποτυχία να αποσταλεί σε όλους τους παραλήπτες με το καθορισμένο subject πιθανότητα θα σημάνει μη βαθμολόγηση της εργασίας.

Ερμηνεία συμβόλου:



Απαιτεί την ανάπτυξη κώδικα σε C/C++, JAVA, Python, κ.τ.λ. Εάν χρησιμοποιήσετε έτοιμο κώδικα από κάποια πηγή απαιτείται να δηλώσετε την πηγή, καθώς και σε ποια σημεία του project τον χρησιμοποιήσατε.