

# אלגוריתמים, סמסטר קיץ תשפ"ב המכללה האקדמית של תל-אביב-יפו

## פרויקט תכנות

**תאריך הגשה:** עד 15.9.22 בשעה 08:00

### הנחיות כלליות

1. הפרויקט ניתן להגשה בבודדים או בזוגות, אך לא בקבוצות גדולות יותר. מומלץ להגיש את הפרויקט בזוגות.
2. איחור בהגשה יאושר רק במקרה של מילואים, מחלה ממושכת או לידה, וגם זאת רק בתנאי שהפנייה למרצה בנושא נעשתה לפני מועד ההגשה המקורי של הפרויקט.

### מטרת הפרויקט

עליכם לכתוב תכנית בשפת C++ (ובה בלבד). בחירת השפה אינה נתונה לשיקול דעת הסטודנטים), שפותרת את **בעיית הזרימה המקסימלית** ברשתות בשתי דרכים בשיטת פורד-פלקרסון.

### השלבים לביצוע הפרויקט

- א. קראו תחילה היטב את ההנחיות של הפרויקט והבינו מה נדרש בדיוק.
- ב. תכננו את ה-design של התוכנית שלכם: בחרו אילו מחלקות תממשו, החליטו על data members מתאימים ועל methods רלוונטיים לכל מחלקה.
- ג. כתבו מימוש מלא לכל המחלקות שייעשה בהן שימוש במסגרת התוכנית.
- ד. ממשו את האלגוריתמים הנדרשים ואת פונקציית ה-main של התוכנית.

### תיאור מפורט של מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט היא לממש שני פתרונות לבעיית הזרימה המקסימלית ברשת עם קיבולים שלמים על ידי שיטת **פורד-פלקרסון**.

חיפוש המסלול המשפר באלגוריתם פורד-פלקרסון ימומש בשתי דרכים שונות:

1. על ידי חיפוש רוחב **BFS** (גרסת ה-BFS שלמדנו שבה משתמשים בתור).
2. **בשיטה חמדנית** - מציאת מסלול שמשפר הכי הרבה בכל איטרציה. במקרה זה יש להשתמש ב**ווריאציה של האלגוריתם של דייקסטרא** כשהמטרה היא למצוא מסלול שהקיבול השיווי שלו מקסימלי (לצורך כך תזדקקו לתור קדימויות מקסימום).

שימו לב לשינויים הנדרשים בהגדרת "משקל מסלול" (משקל = קיבול שיורי של המסלול) ולכך שנדרש למצוא מסלול ש"משקלו" מקסימלי ולא מינימלי. כמובן בשני המקרים האלגוריתם יחזיק מערכים  $d, p$  ובאמצעות מערך  $p$  (parent) יתקבל המסלול מ-s ל-t.

## תיאור התכנית הראשית :

פונקציית main של התכנית:

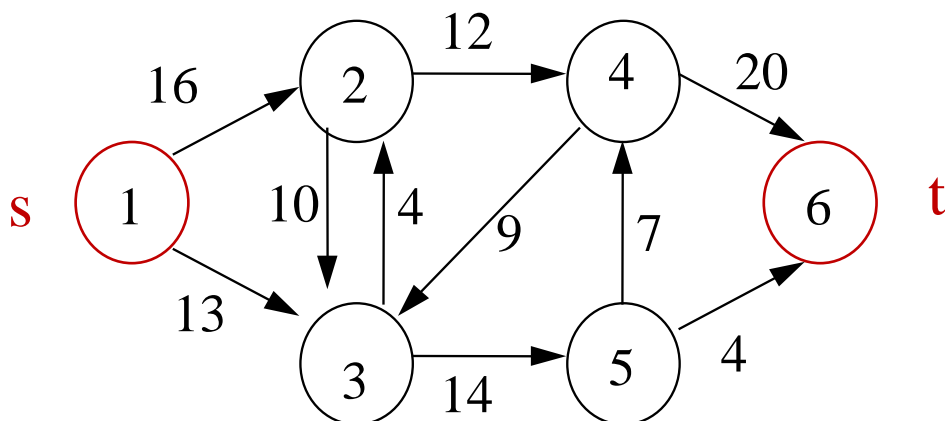
1. תקבל את הקלט הבא:
  - 1.1 מספר שלם,  $n$ , שמסמן את מספר הקדקודים בגרף.
  - 1.2 מספר שלם  $m$  שמסמן את מספר הקשתות בגרף (קשתות שקיבולן חיובי ממש).
  - 1.3 שני מספרים המייצגים את שמות הקדקודים  $s$  ו- $t$  (כל קדקוד מיוצג על ידי מספר בין 1 ל- $n$ ), כל אחד בשורה נפרדת.
  - 1.4  $m$  שלשות של מספרים **שלמים**, כל שלשה בשורה נפרדת, כאשר השלשות מייצגות שמות של שני קדקודים  $i, j$  (כל קדקוד מיוצג על ידי מספר בין 1 ל- $n$ ) ואת קיבול הקשת מ- $i$  ל- $j$ .

בעזרת נתונים אלה התוכנית תייצר **רשת זרימה**.

לצורך אחידות אנא הקפידו להוסיף כל קשת שנקלטת לסוף הרשימה.

2. תריץ את אלגוריתם פורד-פלקרוסון למציאת זרימה מקסימלית על רשת הזרימה, בכל אחת משיטות החיפוש של מסלול משפר (2 הרצות נפרדות).
3. תדפיס למסך את ערך הזרימה המקסימלית בכל אחד מהמקרים ואת החתך המינימלי שמתקבל בכל אחד מהמקרים. את החתך המינימלי יש למצוא על ידי הרצת BFS מקדקוד ההתחלה  $s$  בגרף השיורי האחרון כפי שלמדנו בכיתה. הקדקודים ב-S וב-T יודפסו לפי סדר עולה של מספרם הסידורי.

**למשל עבור הגרף הבא:**



## הקלט יהיה:

6  
10  
1  
6  
1 2 16  
1 3 13  
2 3 10  
3 2 4  
2 4 12  
4 3 9  
3 5 14  
5 4 7  
5 6 4  
4 6 20

## הפלט יהיה:

BFS Method:

Max flow = 23

Min cut: S = 1, 2, 3, 5. T = 4, 6

Greedy Method:

Max flow = 23

Min Cut: S = 1, 2, 3, 5. T = 4, 6

## מבני הנתונים

לצורך ביצוע הפרויקט, הנכם נדרשים לממש בין היתר את המחלקה

### **גרף מכוון פשוט:**

פעולות בסיסיות:

**MakeEmptyGraph(n)** – יצירת גרף ריק מקשתות עם n קדקודים.

**GetAdjList(u)** – החזרת רשימה מקושרת של השכנים של קדקוד u (לפי סדר עולה).

**AddEdge(u,v,c)** – הוספת קשת (u,v) בעלת קיבול c. (מותר שדות נוספים)

**RemoveEdge(u,v)** – הסרת הקשת (u,v) מהגרף.

גרף יכול **קשתות**, כאשר לקשת יהיה **קיבול**.

בנוסף, ניתן להוסיף שדות נוספים (כגון הזרימה בקשת) וכמובן ניתן להוסיף מחלקה של קשת שיש לה שדות נוספים (למשל parent אם היא חלק ממסלול/ עץ מק"בים, או מצביע למיקומה בגרף ו/או בגרף השיווי למטרת **יעילות**).

**מעבר לזה, אפשר ורצוי להשתמש בכל מחלקה של STL, ובפרט:**

- queue למימוש תור ותור עדיפויות (priority\_queue)
- vector ו- list עבור הגרף

## **בדיקת שגיאות**

הקפידו לבדוק שגיאות אפשריות בקלט (למשל לבדוק שאין קיבולים שליליים וכך הלאה). במקרה של שגיאה כתבו הודעת שגיאה למסך invalid input וצאו מהתכנית.

### **מותר להניח ללא בדיקה שיתקבלו רק מספרים בקלט ושיתקבל גרף פשוט.**

## **הנחיות הגשה**

יש להגיש במערכת mama במקום המיועד להגשה את הקבצים הבאים:

1. קובץ readme שיכיל את כל פרטי ההגשה הבאים:

כותרת – פרויקט גמר בקורס אלגוריתם.

שורה מתחת - שמות המגישים, מספרי ת.ז. שלהם ומספר הקבוצה של כל אחד מהם (מותר להגיש עם בן זוג מקבוצה אחרת).

שימו לב: קובץ טקסט פשוט – לא word.

2. כל קבצי הקוד בסיומות cpp. ו- h.

3. רק אחד מבני הזוג יגיש את הפרויקט.

### **שימו לב! הגשה שאינה בפורמט הנדרש תידחה אוטומטית.**

## **הערות הכרחיות נוספות**

- הקפידו על תיעוד, שמות בעלי משמעות למשתנים, מודולאריות וכל מה שנדרש מתכנות נכון. בתיעוד בראש התוכנית כתבו גם הוראות הפעלה מדויקות וברורות.
- הקפידו על חלוקה נכונה לקבצים (קבצי cpp וקבצי h לכל מחלקה).
- תכנתו Object Oriented והימנעו מאלמנטים מיותרים של קוד פרוצדוראלי.
- הקפידו לשחרר את כל הזיכרון אשר הקציתם דינמית לאחר שהשתמשתם בו.
- במקרה של תקלה בריצת התוכנית (מסיבה כלשהי), עליה לדווח זאת למשתמש טרם סיימה לרוץ.
- בדקו את תכניותיכם על קלטים רבים ככל האפשר - כולל קלטים חוקיים ולא חוקיים, וזאת בנוסף לקלטים לדוגמה שהוכנו עבורכם במאמא.

**בהצלחה, צוות הקורס ☺**