**שאלה 5**

1. רעיון: נתחזק רשימה דו-כיוונית (מעתה תיקרא "הרשימה הראשית") של רשימות דו-כיווניות (מעתה ייקראו "הרשימות המשניות") כאשר הרשימה הראשית תייצג פופולאריות כלשהי, והרשימה שהיא מכילה תכיל את כל האיברים מהפופלאריות הנ"ל. בנוסף, כל צומת ברשימה משנית יכיל מצביע לצומת ברשימה הראשית אליו הוא משויך. הרשימות המשניות לא תהיינה ממוינות. בהדפסה כל שנצטרך לעשות הוא לעבור על הרשימה מהפופולאריות הגבוהה ביותר לנמוכה ביותר ולהדפיס את האיברים שברשימות שבהן. המבנה בנוסף ייתחזק מצביע שיצביע לצומת ברשימה הראשית עם הפופולאריות המקסימלית. כל איבר ב-UF יחזיק מצביע אל מיקומו ברשימה.

השינויים בפעולות הקיימות

* – נאתחל את מבנה ה-UF כרגיל ובנוסף נאתחל צומת ברשימה הראשית שייצג את פופולאריות "0" ונכניס לרשימה המשנית שלו את כל האיברים במבנה (לא חשוב הסדר). נאתחל את שיצביע לצומת ברשימה הראשית שהוספנו. סה"כ סיבוכיות
* – נניח שבעת הקריאה לפונ' פופולאריות הייתה . ניגש אל ברשימה המשנית ונוציאו ממנה. אם הרשימה ריקה, נמחק אותה ונתקן את הרשימה הראשית כך שלא תכיל אותה. נבדוק האם הפופולאריות של הרשימה הבאה בתור (פופולאריות ) קיימת. אם כן, נוסיף את אל ראשה (נתקן מצביעים). אם לא, ניצור רשימה חדשה שתייצג את פופלאריות ברשימה הראשית ונוסיף אליה את . נבדוק האם היא הפופולאריות המקסימלית כעת, ואם כן נעדכן את שיצביע ל-. סה"כ ביצענו פעולות שינוי ולכן הסיבוכיות נשארת משוערך.
* – ללא שינוי.
* – דרך מצביע ניגש לאיבר ברשימה המקסימלית, וממנו ניגש לראשה. נתחיל להדפיס את האיברים לפי הסדר ברשימה זאת ולאחר מכן נעבור לרשימה הבאה ונדפיס את איבריה. באופן זה נעבור על כל האיברים ואיבר עם פופולאריות יודפס לפני איבר בעל פופולאריות אמ"ם . בסה"כ עברנו על איברים ומעבר בין איבר אחד לבא בתור מתבצע ב- ע"פ הבניה, ולכן הסיבוכיות הינה .

1. רעיון: נשתמש במבנה הנתונים מסעיף א', כאשר נרצה בעת פעולת ההדפסה לפי קבוצה להחזיק מערך של רשימות, כך שהרשימה הראשונה במערך תחזיק את האיבר הפופולארי ביותר במבנה בראש הרשימה, ולאחריו כל איברי קבוצתו לפי סדר פופולאריות יורד. הרשימה השניה במערך תורכב באופן דומה מהאיבר הפופולארי ביותר במבנה שלא נמצא ברשימה הקודמת, ומאיברי קבוצתו ע"פ סדר יורד וכן הלאה. לצורך כך, עבור כל איבר מהרשימה של הרשימות מסעיף א', נבדוק האם הוא הכי פופולארי בקבוצתו: אם כן, נוסיף אותו בראש הרשימה של הקבוצה, ואם לא נמצא את המצביע לסוף הרשימה של הקבוצה.

נחזיק בנוסף משתנה גלובלי למבנה, , שישמור את המקום הבא במערך שפנוי, וכל קבוצה תכיל מצביע לרשימה שלה, או NULL אם לא קיימת כזאת.

השינויים בפעולות הקיימות

* – בנוסף לפעולות הרגילות ואלו של הסעיף הקודם, כל שורש של קבוצה יחזיק מצביע ל-NULL. סה"כ אין שינוי בסיבוכיות.
* שאר הפעולות כרגיל.
* - נאתחל את מערך הרשימות בגודל כך שתחילה כל רשימה תצביע ל-NULL ואתחל . נעבור על רשימת הפופולאריות מהסעיף הקודם בסדר יורד כרגיל. עבור כל איבר, ניגש לשורש הקבוצה שלו ונבדוק:
  + אם הוא מצביע ל-NULL אז טרם קיימת רשימה לקבוצתו, ולכן ניגש למערך במקום . ניצור שם רשימה חדשה ונכניס את האיבר בראשה. ניגש שוב לשורש קבוצתו ונשנה את המצביע כך שיצביע אליו (ברשימה במערך). נבצע .
  + אם המצביע איננו NULL, ניגש למצביע ברשימה ונוסיף את האיבר כאיבר חדש אחריו. נעדכן את המצביע שיצביע אליו.

לאחר שעברנו על כל האיברים באופן זה, נעבור על המערך מההתחלה ועד ל- ונדפיס כל רשימה לפי הסדר.

לבסוף, נעדכן את כל המצביעים בשורשי הקבוצות להיות NULL לקראת הקריאה הבאה לפונקציה.

נכונות: מכיוון שאנחנו עוברים על האיברים בסדר פופולאריות יורד, שני איברים עם פופולאריות מאותה הקבוצה יודפסו בסדר הנכון.

סיבוכיות: אתחול המערך והמשתנה לוקח . בנוסף, אנחנו עוברים על כל איבר ברשימה מסעיף א' בדיוק פעם אחת ולכל איבר מחפשים את שורשו – בסה"כ . לאחר מכן, מעבר על המערך והדפסת הרשימות יקחו ולכן נקבל בסה"כ כנדרש.