

## מבני נתונים – תרגיל מס. 9

הערות:

- על כל התשובות להיות מנומקות.

1. נתבונן במבנה נתונים union-find עם path compression ו-union by rank. נרחיב את פעולת ה- $\text{find}(x)$  שפעולת  $\text{find}(x)$  תעבור על כל הצאצאים של  $x$ , ולכל צאצא הפעולה תכווץ את כל המסלולים מהצאצאים של  $x$  אל שורש הקבוצה, אפילו אם  $x$  בעצמו הוא השורש (בנוסף לכיווץ המסלולים של האבות הקדמונים של  $x$ , כמו במימוש הרגיל). לצורך כך, נשמור בעץ שמייצג את הקבוצה מצביע מכל צומת לרשימת הילדים שלו (השינוי לא פוגע בזמן הריצה של פעולת union, כי הוספת צומת אחד לרשימת הבנים של השורש לוקחת זמן קבוע).
  - א. מהו זמן הריצה של  $\text{find}$  במקרה הגרוע?
  - ב. מהו זמן הריצה amortized של  $\text{find}$ ?
2. נוסיף למבנה נתונים union-find פעולת  $\text{rep}(x)$  שהופכת את  $x$  להיות האיבר המייצג של הקבוצה שלו. נניח שכמות הזיכרון הדרושה לייצג את האיברים במבנה היא גדולה, כך שאי אפשר פשוט להעתיק את התוכן של  $x$  למקום של האיבר בשורש העץ של הקבוצה, ואת התוכן של האיבר שבשורש למקום של  $x$  (כלומר רק להחליף ביניהם את המקום שמאחסן אותם בזיכרון). הציגו מימוש לפעולה  $\text{rep}(x)$  (לא לשכוח לנתח את זמן הריצה של המימוש).
3. הראו אלגוריתם (כולל ניתוח זמן ריצה) שמוצא במחרוזת נתונה את תת המחרוזת הארוכה ביותר שחוזרת בדיוק פעמיים.
4. באיור מופיע עץ סייפות של מחרוזת שמחקו לו את כל התוויות. בהינתן שהאות הראשונה במחרוזת היא A, מהי המחרוזת?

