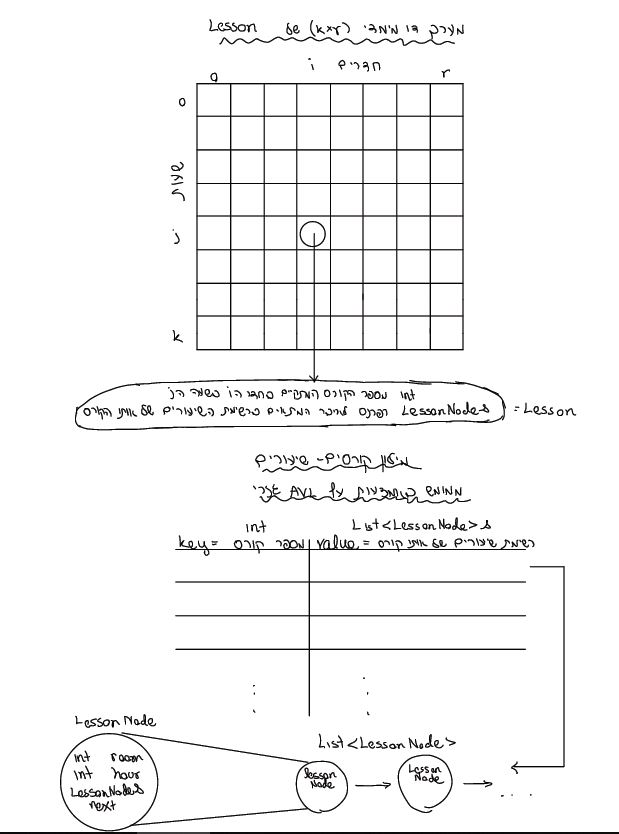
# מבני נתונים – תרגיל רטוב 1 – יבש

## הוכחת סיבוכיות מקום

החלטנו לממש את המערכת בצורה הבאה –



### הסבר על מבני הנתונים שהשתמשנו בהם

#### מערך חדרים פנויים ומערך שעות פנויות

נאתחל שני מערכים, אחד בגודל k ואחד בגודל r שייצגו את את השעות והחדרים הפנויים במערכת בהתאמה. המספר בתא הi במערך השעות מייצג את מספר החדרים התפוסים בשעה הi ובאופן דומה המספר בתא הj במערך החדרים מייצג את מספר השעות התפוסות לחדר הj. נשמור שני משתני עזר המתארים את מספר התאים השווים אפס בכל מערך (כלומר, מספר השעות/החדרים הפנויים לגמרי).

סה"כ סיבוכיות מקום –

#### מערך של רשימות – זמינות חדרים לפי שעה

כל תא במערך מכיל רשימה מקושרת דו כיוונית של כל k החדרים. אם בשעה הi יש j חדרים פנויים, אז בתא הi במערך תהיה רשימה באורך k החדרים שj האיברים הראשונים בה הם החדרים הפנויים לאותה השעה.

*סיבוכיות המקום של מערך רשימות כזה היא .*

#### מילון של מילונים

מימשנו מילון באמצעות עץ AVL.  
המילון הראשון הוא מילון של קורסים - מספר קורס הוא key, והvalue לכל מספר קורס הוא מילון נוסף. כל אחד מהמילונים של קורס נקרא מילון ההרצאות לאותו הקורס. הkeys של מילון ההרצאות הן ההרצאות לאותו הקורס (המיון הוא לפי הקריטריונים של get all lectures by course). הרצאה היא מבנה המכיל מספר חדר, שעה ומספר קורס לאותה ההרצאה.  
  
סך כל סיבוכיות המקום כאן היא . יש n קורסים ומאחר ומספר השיעורים המקסימלי שמתקיימים במערכת הם אז המקסימום nodes שיש במילוני ההרצאות הוא kr.

#### מערך ההרצאות

מערך דו מימדי בגודל של , כאשר התא הi,j מייצג את ההרצאה המתקיימת בחדר הi בשעה הj. מכיל מצביע לnode המתאים במערך הזמינות חדרים לפי שעה, ואם יש הרצאה בזמן הזה מכיל את מספר הקורס המתאים לה. סה"כ סיבוכיות מקום - .

סך הכל סיבוכיות המקום של כל המבנה היא:

## הוכחת סיבוכיות זמן

### init

בשלב זה כל העצים ריקים אז אתחולם לוקח . צריך לאתחל את מערך הזמינות עם k רשימות של r חדרים, ואז לאתחל בהתאם את המצביעים במערך ההרצאות ולכן סיבוכיות הזמן היא .

### add lecture

ראשית נבדוק האם יש כבר הרצאה בזמן זה – עלינו לבדוק שבתא המתאים במערך ההרצאות יש nullptr בתור הערך של המצביע למילון ההרצאות –.  
בהנחה והתא אכן פנוי, נפנה למילון הקורסים. אם לא קיים קורס במספר הנתון, ניצור תא חדש בעץ ב , אחרת פשוט נמצא את הקורס הרלוונטי מה שגם לוקח . סה"כ .  
כעת עלינו להוסיף את ההרצאה לעץ השיעורים של אותו הקורס, מה שלוקח להוספת node חדש.

עלינו לעדכן את מערכי החדרים הפנויים והשעות הפנויות ומספר השיעורים הכולל. ניגש לתאים המתאימים במערכים ונוסיף 1. אם קודם לכן הערך בתא היה 0 נעדכן גם את משתני סך כל השעות\חדרים פנויים בהתאם. עדכון זה לוקח .

בנוסף, נעדכן את רשימת זמינות החדרים לפי שעה. יש לנו את המצביע לnode המתאים ברשימה ממערך ההרצאות, צריך להזיז אותו לסוף הרשימה. מאחר והרשימה דו כיוונית מעגלית ויש מצביע לזנב ולראש של הרשימה זה רק עניין של שינוי ערכי המצביעים של next וprev, לכן סיבוכיות הזמן היא .

סה"כ הסיבוכיות היא

### get course id

ניגש לתא המתאים במערך, דרך המצביע שבו ניגש לnode המתאים בעץ ההרצאות ונקרא את הערך. סה"כ כנדרש.

### delete lecture

ניגש לתא המתאים במערך. אם אכן קיימת הרצאה כנדרש נגיע לnode המתאים בעץ ההרצאות. כעת יש לנו גישה למצביע לnode ולמספר הקורס וכל זה ב.  
נשלוף את עץ ההרצאות מעץ הקורסים בעזרת מספר הקורס מה שייקח . כעת נמחק את ההרצאה המתאימה מהעץ מה שייקח .  
אם הרשימה ריקה, נמחק את הקורס מהעץ מה שייקח .

עלינו לעדכן את מערכי החדרים הפנויים והשעות הפנויות ומספר השיעורים הכולל. ניגש לתאים המתאימים במערכים ונחסיר 1. אם כעת הערך בתא הוא 0 נעדכן גם את משתני סך כל השעות\חדרים פנויים בהתאם. עדכון זה לוקח .

בנוסף נעדכן את רשימת זמינות החדרים לפי שעה. יש לנו את המצביע לnode המתאים ברשימה ממערך הרצאות, צריך להזיז אותו להתחלת הרשימה. מאחר והרשימה דו כיוונית מעגלית ויש מצביע לזנב ולראש של הרשימה זה רק עניין של שינוי ערכי המצביעים של next וprev, לכן סיבוכיות הזמן היא .

סה"כ הסיבוכיות היא כנדרש.

### change course id

בהנחה וכל הפרמטרים תקינים, ניצור/ניגש לnode המתאים למספר הקורס החדש, וניגש לnode המתאים למספר הקורס הישן, שניהם ייקחו . כעת עלינו לאחד בין עצי השיעורים של שניהם. יש לנו שני עצים בעלי סה"כ m איברים, אז כפי שלמדנו הסיבוכיות של האיחוד בינהם היא .

סה"כ הסיבוכיות היא

### calculate schedule efficiency

מאחר ולאורך ריצת התוכנית עדכנו את כל הפרמטרים הרלוונטיים לחישוב, כל שנותר הוא לבצע את החישוב עצמו – כנדרש.

### get all free rooms by hour

נלך לרשימה המתאימה לפי מערך הזמינות חדרים לפי שעה. מאחר ויש לנו את מספר החדרים התפוסים לאותה השעה (מהתא המתאים במערך השעות הפנויות) וסך כל מספר החדרים אז קיבלנו את r וכל זה לקח . עלינו רק להחזיר את r החדרים הראשונים ברשימה, מה שלוקח כנדרש.

### get all lectures by course

ניגש לתא המתאים במילון הקורסים ב ונגיע לעץ ההרצאות המתאים. מעבר על כל העץ לוקח ולכן סה"כ סיבוכיות .

### quit

מאחר והקצנו מקום, עלינו לעבור על כל המקום כדי לשחרר אותו. לכן סיבוכיות הזמן היא בהתאם .