

## תרגיל בית מספר 4

**נושא: "מפה" גנרית וצי רכבים פולימורפי**

**דדליין: יום ה', 06/01/2022, 23:59**

**הגשה ביחידים**

**בהצלחה רבה!**

### תיאור התרגיל

תרגיל זה מהווה הרחבה של תרגיל בית 3 בו מימשתם עולם מונחה עצמים של מטרופולין. בתרגיל הנוכחי יתווספו שני מרכיבים לסימולציה הקיימת – ראשית, מבנה נתונים גנרי שימש עבור הרכבים, ושנית, טיפוס רכבים נוספים והתנהגות פולימורפית של צי רכבים. לפיכך, מטרת התרגיל היא כפולה – ראשית, תרגול תכנותי של **תבניות** במימוש מבנה נתונים גנרי, ושנית, המשך תכנון ומימוש של עץ הורשה נתון.

### חלק א': מימוש מפה גנרית באמצעות קוד תבנית

מפה הינה מבנה נתונים לינארי אסוציאטיבי של איברים ללא כפילויות – איבר במפה מהווה צמד של מפתח וערך (*key,value*), ומפה מחזיקה ערך יחיד עבור מפתח נתון. המפה מחזיקה כל העת את רשומותיה ממוינות בסדר עולה לפי המפתחות שלהם (ההנחה היא שיחס סדר עבור המפתחות מוגדר היטב).

בחלק זה של התרגיל עליכם לממש מפה גנרית, באמצעות קוד תבנית, תחת דרישה מפורשת למימוש של המרכיבים הבאים:

- פונקציית הכנסת איבר (כלומר, צמד של מפתח וערך); פונקציה זו תוסיף למפה איבר באופן ממוין לפי מפתחו, תחת הנחה שאופרטור < ממומש עבור המפתח. הכנסת איבר בעל מפתח קיים במפה, תדרוס את ערכו המעודכן ברשומות המפה.
- פונקציית מציאת ערך עבור מפתח; פונקציה זו תחזיר מצביע לערך (*value*) של מפתח נתון (*key*), בהסתמך על-כך שאופרטור == ממומש עבור המפתח; אם המפתח אינו קיים במפה, תוחזר כתובת האפס.
- פונקציית מחיקת איבר; בהינתן מפתח, פונקציה זו תמחק את הצמד המתאים מן הרשומות בהנחה שקיים.
- פונקציית ניקוי המפה (מחיקת כל האיברים, כלומר, מעבר למפה ריקה).
- פונקציית הדפסה לערוץ הפלט הסטנדרטי, אשר מדפיסה את כל איברי המפה בסדר המיון, בשם `print`; בכל שורה יודפס צמד יחיד, מופרד באמצעות תו הרווח. סדר הדפסת המפתחות הינו סדר המיון העולה. פונקציה זו תסתמך על אופרטורי הדפסה לפלט הסטנדרטי << הן של המפתח והן של הערך.
- שאלתה על מספר המפתחות המצויים במפה.

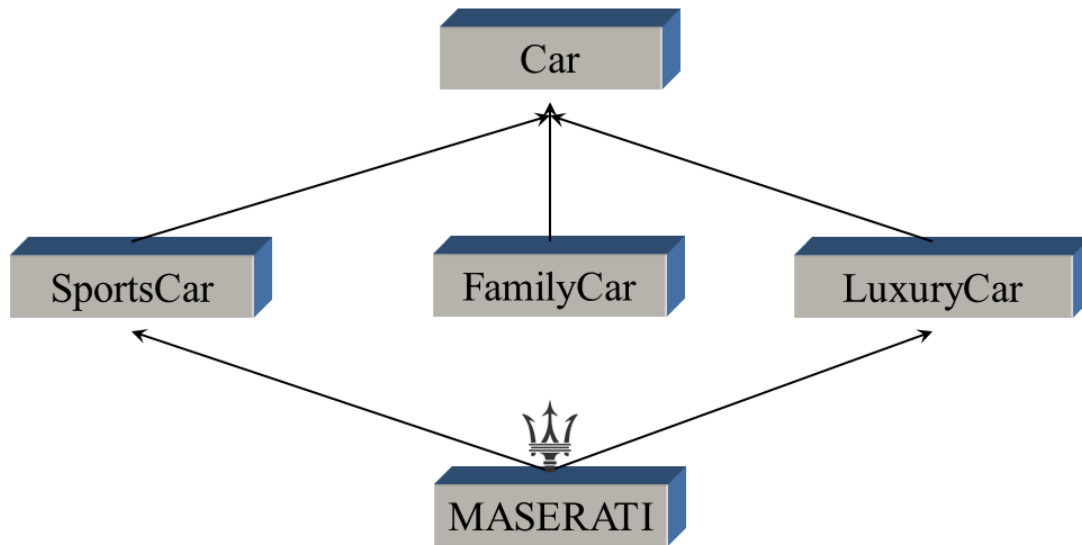
מעבר לדרישות אלו, לגביהן אתם רשאים לתכנן את חותמות הפונקציה כרצונכם, אתם חופשיים במימוש מבנה נתונים זה כל עוד הפונקציונליות של המפה נשמרת. שימו לב, כי אתם רשאים לדרוש תכונות מסוימות שעל האיברים (טיפוסי מפתחות וערכים) לקיים כדי שיאוחסנו במפה הגנרית שלכם. עליכם לפרט בתיעוד את כל הדרישות וההנחות להן אתם נזקקים.

# תכנות בשפת ++C, סתיו 2021-22

## חלק ב': צי רכבים פולימורפי

בחלק זה של התרגיל אתם תשדרגו את הסימולציה אותה מימשתם בתרגיל הקודם באמצעות הוספת צי רכבים פולימורפי.

מעתה, סוגי הרכבים בהם הסימולציה תתחשב הינם רכב משפחתי ('F'), ספורט ('S'), יוקרה ('L'), והצאצא המשותף מזרסטי ('M'). מבחינת תיאור אובייקטים, ארבעתם שייכים לעולם הרכבים (יורשים מאובייקט כללי "רכב", Car). עץ הירושה המתאר צי רכבים זה נתון בתרשים הבא:



מעתה, הרכבים במטרופולין יאופיינו בהתאם לסוגם; שם מזהה של כל רכב חייב מעתה להתחיל באות המציינת את טיפוסו. קלטים ופלטים של פריסת הרכבים במטרופולין יוזנו לתכנית בפורמט שיעודכן בהמשך.

עדכון מעברי הרכבים וזיהום הכבישים ימשיך להתרחש בכל פעימת זמן בדידה, וישמור על אופיו הסתברותי, אך התנהגות הרכבים תשתנה בהתאם לסוגם – כפי שיוסבר כאן בפירוט.

פונקציית המעברים לפי טיפוס הרכב:

- רכב משפחתי יהיה בעל פונקציית הסתברות המעבר של המכונית מתרגיל הבית הקודם, כלומר, התפלגות אחידה בין כל המעברים האפשריים כולל מצב הישארות.
- רכב יוקרה יישאר בצומת הנוכחית שלו בהסתברות 50%, ויעבור לאחד מן הצמתים האפשריים בהסתברות 50%; ההתפלגות בין הצמתים השכנים הינה אחידה.
- רכב ספורט לא יישאר בצומת הנוכחית אם מצב השכנות מאפשר זאת, כלומר, תהיה לו התפלגות אחידה בין כל השכנים האפשריים (ללא מצב הישארות) כל עוד קיימת דרגת יציאה גדולה מאפס.
- רכב המזרסטי יורש תכונה זו מרכב הספורט (כלומר, התפלגות אחידה בין השכנים בלבד).

זיהום האוויר לפי טיפוס הרכב:

- רכב משפחתי יזהם שתי יחידות זיהום על כל כביש; כלומר רמת זיהום האוויר של הכביש  $(u, v)$  תעודכן לאחר מעבר רכב משפחתי בתוספת של  $\frac{2}{w(u, v)}$ .
- רכב יוקרה יפריש שלוש יחידות זיהום על כל כביש; כלומר רמת זיהום האוויר של הכביש  $(u, v)$  תעודכן לאחר מעבר רכב יוקרה בתוספת של  $\frac{3}{w(u, v)}$ .
- רכב ספורט יפריש ארבע יחידות זיהום על כל כביש; כלומר רמת זיהום האוויר של הכביש  $(u, v)$  תעודכן לאחר מעבר רכב יוקרה בתוספת של  $\frac{4}{w(u, v)}$ .
- רכב המזרסטי יורש תכונה זו מרכב היוקרה (כלומר, שלוש יחידות זיהום).

## שינויים בהשוואה לתרגיל הבית הקודם

- טיפוס הרכבים הרלוונטיים בסימולציה הנוכחית הינם ארבעת הטיפוסים המפורשים שהוזכרו בסעיף הקודם.
- עליכם לעשות שימוש במבנה הנתונים הגנרי אותו מימשתם בחלק א' של התרגיל בכדי **למפות** בכל צעד זמן **את הרכבים** (באופן פולימורפי) **אל הצמתים** בהם הם ממוקמים. במלים אחרות, נדרש מבנה נתונים אחד ובו מידע על

# תכנות בשפת ++C, סתיו 2021-22

המיקום של כל הרכבים במטרופולין בכל צעד זמן נתון. מפתח של איבר במפה זו הינו המחרוזת המייצגת את שם הרכב, אשר נקבעת בקובץ הקלט בעת איתחול הסימולציה, וערכו של מפתח הינו שם הצומת העדכנית. יש לעדכן מפה זו בכל צעד זמן.

- אין צורך לממש את האופרטור ++ עבור אובייקט הכביש.
- התכנית תקבל כקלט שני קבצים – הראשון יתאר את גרף המטרופולין, והשני יתאר את פריסת הרכבים (מיקומי כלי הרכב בנקודת הזינוק של הסימולציה). אין שינוי בפורמט הקובץ הראשון. הקובץ שני יכלול את פריסת הרכבים ההתחלתית, אך יכלול שינוי בפורמט השמות בכדי לאפיין את סוג הרכב. על הקובץ להכיל מספר שורות כמספר הצמתים במטרופולין, כאשר כל שורה תכיל את שם הצמת, ולאחריו שמות הרכבים הנמצאים בו, מופרדים ברווחים. שמות הרכבים יתאימו לטיפוסיהן, כלומר יתחילו באחת מן האותיות הבאות – {F,S,L,M} ולאחר מכן מספר שלם; להלן דוגמא של קובץ קלט חוקי של מיקומי הרכבים במטרופולין:

```
1: F4 F7
2:
3: M1 S2 L3
4:
5: F6
6: L9 F10
7: F5 S8
8:
9:
```

- בהנחה שהקלט של המשתמש חוקי, המשתמש נדרש בשלב ההתחלתי להזין **פרמטר יחיד** לסימולציה: מספר פעימות הזמן של הסימולציה (שורה בקלט הסטנדרטי ללא פלט; מבחינת פורמט – מספר שלם ולאחריו '\n'). בעקבות כך על התכנית להתחיל את מעברי הרכבים בגרף, תוך עדכון מיקום הרכבים ורמת זיהום האוויר בכבישים.

- פורמט הפלט יישאר כמות שהוא עבור רמת הזיהום בכבישי המטרופולין, אך יכלול שינוי פורמט עבור מיקומי הרכבים, באופן מקביל לשינוי בקלט. השינוי הוא בתצורת השם המזהה את הרכבים, בדומה לקלט. להלן דוגמא של פלט:

```
1:
2: M1
3:
4:
5: L9
6: F10
7: F5 S8
8:
9: S2 L3 F4 F6 F7
```

## הנחות עבודה

- הנחות העבודה מהתרגיל הקודם (מספר הפעימות, מימדי המטרופולין, וכו') תקפות גם בתרגיל זה.
- ניתן להניח כי שמות הרכבים הינם ייחודיים.
- יש להחיל יחס סדר לקסיקוגרפי של שמות הרכבים בעת יצירת המפה.
- הטיפול בשגיאות נותר כמו בתרגיל הקודם - במקרה של קלט לא חוקי (למשל, שגיאת קבצים, חוסר-עקביות במימדי המטרופולין וכיוצא באלה), התכנית תסיים את ריצתה בשלב זה ותדפיס הודעת שגיאה מתאימה לערוץ השגיאות הסטנדרטי:

ERROR: Invalid input.

- בכל המחלקות, יש לתת את הדעת על שלושת הגדולים. במקרה ובחרתם לא לממש אותם נדרשת התייחסות למדוע ברירת המחדל מספיקה.

## דגשים

- אין אפשרות להשתמש בספריית STL בתרגיל זה.
- עליכם לוודא כי התכנית עוברת קומפילציית ++g התואמת את הקומפיילר שעל שרת המכללה ללא כל שגיאות או אזהרות כלשהן, ורצה בהצלחה.

## תכנות בשפת ++C, סתיו 2021-22

- עליכם לתעד את הקוד באמצעות הערות המתארות בקצרה את הפונקציות השונות.
- עצה: ניתן לתכנן ולממש בשלב ראשון מפה המתאימה לטיפוסים הנדרשים בתרגיל זה ובשלב שני להסב אותה למבנה גנרי. בכל מקרה, ניתן להתחיל לעבוד על חלק ב' ולהתקדם בו עד למימוש מבנה הנתונים הגנרי.
- יש להריץ את הבודק האוטומטי על שרת החוג בטרם ההגשה בכדי לוודא תאימות ונכונות של ההגשה: hwcheck

### הגשה

- עליכם להגיש במערכת Moodle קובץ ארכיב **zip** מטיפוס **zip בלבד**, ששמו כולל את קוד הקורס ('31'), שם התרגיל ('ex4') ותעודת הזהות של הסטודנט/ית המגיש/ה, מופרדים בקו תחתי בפורמט הבא:  
**31\_ex4\_studID.zip**
- על ארכיב zip זה להכיל את כל קבצי המקור (ממשק/מימוש) הנדרשים לקומפילציה, והוא רשאי להכיל תיעוד טקסטואלי; מבחינת טיפוס קבצים, עליו לכלול רק קבצים עם סיומות **\*.txt \*.h \*.cpp**
- לדוגמה: על סטודנט שמספר הזיהוי שלו הינו 012345678 להגיש ארכיב בשם 31\_ex4\_012345678.zip הכולל את כל קבצי המקור של הפרוייקט, ללא תיקיות כלשהן, ורשאי להכיל קובץ טקסטואלי לתיעוד.

אי-הקפדה על ההנחיות, כולל פורמט ההגשה הדיגיטלי, תגרור הורדה בציון התרגיל.  
לא תתקבלנה הגשות באיחור!