

## תרגיל בית מספר 4

**נושא: "תור" גנרי ועולם וירוסים פולימורפי**

**דדליין: יום ה', 12/01/2023, 23:59**

**הגשה ביחידים**

**בהצלחה רבה!**

### תיאור התרגיל

תרגיל זה מהווה הרחבה של תרגיל בית 3 בו מימשתם עולם מונחה עצמים של וירוסים. בתרגיל הנוכחי יתווספו שני מרכיבים לסימולציה הקיימת – ראשית, מבנה נתונים גנרי שיושמש עבור הווירוסים, ושנית, טיפוס וירוסים נוספים והתנהגות פולימורפית בתוך האוכלוסייה. 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 תור גנרי באמצעות קוד תבנית

תור הינו מבנה נתונים לינארי של איברים המקיים את עיקרון FIFO, ומאפשר הכנסת איברים סדורה לזנבו, והוצאת איברים סדורה מראשו. למשל, בעקבות פעולת ההוצאה, יוסר ממבנה הנתונים האיבר המצוי בראש התור, והוא ה'ותיק' ביותר מבין שאר האיברים ביחס לסדר הכנסתו. מבנה הנתונים הגנרי מצופה לתמוך בפעולות הבאות:

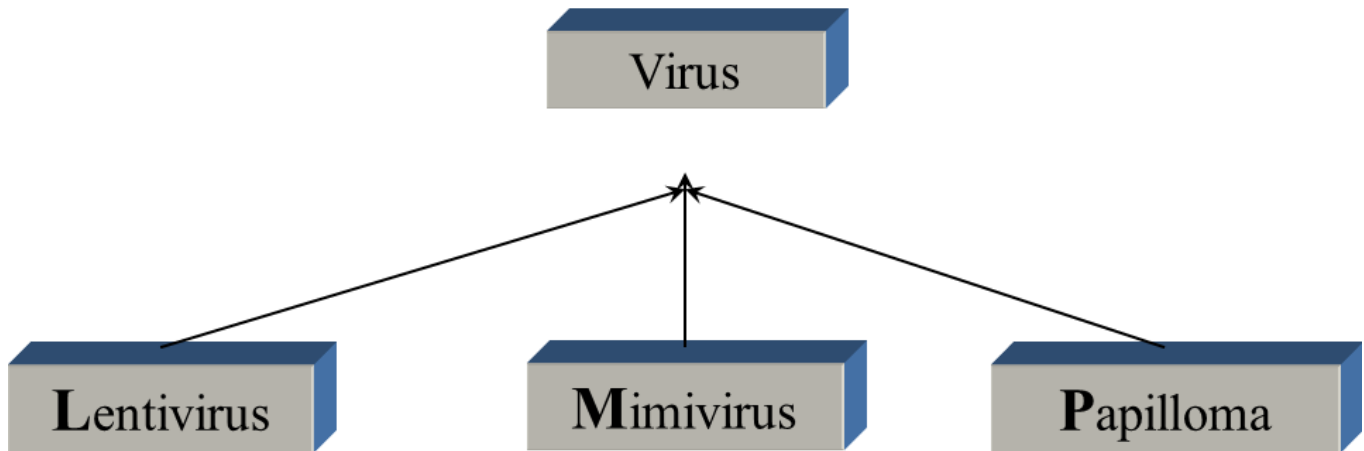
- יצירת תור חדש
- העתקה של תור קיים לעותק חדש של תור
- פירוק תור קיים
- השמה מתור אחד לתור שני, שבסופה שני המבנים יהוו תורים זהים
- הוספת איבר לזנב התור
- הוספת איבר לפי עדיפותו, מתודה זו מסתמכת על כך שהתור כבר ממין ותכניס אותו למיקום המתאים.
- הצצה אל האיבר אשר בראש התור; יש להחזיר את האיבר עצמו ללא העתקה
- הוצאת האיבר אשר בראש התור;
- פונקציית ניקוי התור (מחיקת כל האיברים, כלומר, מעבר לתור ריק)
- שאילתה על מספר האיברים המצויים בתור
- מיון תור לפי עדיפות. על הפונקציה למיין את האלמנטים הנמצאים בתור לפי העדיפות שלהם – בהנחה שאופרטור < קיים ממומש עבור האלמנטים שבתור.
- פונקציית הדפסה לערוץ הפלט הסטנדרטי, אשר מדפיסה את כל האיברי הקיימים בתור ממוינים לפי סדר העדיפויות שלהם; בכל שורה יודפס איבר יחיד. פונקציה זו תסתמך על אופרטור הדפסה לפלט הסטנדרטי << של האיבר.

מעבר לדרישות אלו, לגביהן אתם רשאים לתכנן את חותמות הפונקציה כרצונכם, אתם חופשיים במימוש מבנה נתונים זה כל עוד הפונקציונליות של התור נשמרת. שימו לב, כי אתם רשאים לדרוש תכונות מסוימות שעל האיברים לקיים כדי שיאוחסנו בתור הגנרי שלכם. עליכם לפרט בתיעוד את כל הדרישות המפורשות והבלתי-מפורשות להשגשת מבני הנתונים – וכן לציין את כל ההנחות שלכם.

## חלק ב': טיפוס הווירוס הפולימורפי

בחלק זה של התרגיל אתם תשדרגו את תכנית עולם הווירוסים אותה מימשתם בתרגיל הקודם לכדי סימולציה בעלת וירוסים פולימורפיים בעלי דפוסי התנהגות שונה.

מעתה, הווירוסים בהם הסימולציה תתחשב הינם שלושה אפשריים: *Lentivirus* ('L'), *Mimivirus* ('M'), ו-*Papilloma* ('P'). מבחינת תיאור אובייקטים, שלושתם יורשים מאובייקט כללי "וירוס". עץ הירושה המתאר משפחה זו נתון בסכימה הבאה:



עדכון הווירוסים ימשיך להתרחש בכל פעימת זמן בדידה (דור), וישמור על אופיו הסתברותי, אך העדכון הפרטני והעדכון הקבוצתי יהיו תלויים במשפחת הווירוסים המסוימת – כפי שיוסבר כאן בפירוט.

**עדכון קבוצתי:** יתקיים כסדרו בכל דור (עותק של הווירוס החזק יחליף את הווירוס החלש), אך וירוסים ממשפחת *Papilloma* לא יוחלפו. בתסריט בו הווירוס החלש הוא מטיפוס *Papilloma*, יוחלף הווירוס הבא אחריו במידת השגיה. אם כל הווירוסים הם ממשפחת *Papilloma*, לא יתרחשו עדכונים קבוצתיים. שימו לב כי וירוס מטיפוס *Papilloma* רשאי להחליף ווירוסים מטיפוסים אחרים במידה והוא החזק ביותר בדורו.

**עדכון פרטני:** מדד התמורות  $p_m$  הינו קבוע עבור כל אחת מן המשפחות (כלומר, לא יינתן מעתה כקלט מן המשתמש):

- למשפחת *Lentivirus* מדד התמורות הינו 2
- למשפחת *Mimivirus* מדד התמורות הינו 4
- למשפחת *Papilloma* מדד התמורות הינו 1

## שינויים בהשוואה לתרגיל הבית הקודם

- עליכם לעשות שימוש במבנה הנתונים הגנרי אותו מימשתם בחלק א' של התרגיל בכדי לאחסן את אובייקטי הווירוסים באופן פולימורפי; כלומר, אובייקט האוכלוסייה מצופה להחזיק את הווירוסים באמצעות תור אחד. עדיפות של איבר בתור נקבעת על סמך הקירבה של הווירוס בתור אל וירוס המטרה. במידה ומספר וירוסים בעלי אותה עדיפות יש לסדרם לפי סדר מציאתם.
  - התכנית תקבל גם בתרגיל זה שני קבצי קלט – הקובץ הראשון יתאר את עולם הווירוסים ויכיל הפעם שתי שורות: השורה הראשונה תכיל את מימד ווקטורי התמורות  $\ell$ , והשורה השנייה תכיל את ווקטור המטרה  $\vec{e}$ .
- הקובץ שני יכלול את הדור ההתחלתי, אך יכלול שינוי בפורמט כדי לאפיין את סוג הווירוס. הקובץ יכיל בשורה הראשונה את מספר הווירוסים בעולם, ובשורות לאחר מכן את סוגם, שמותיהם ומצבם ההתחלתי של כל הווירוסים. כל שורה תתחיל בתו המגדיר את טיפוס הווירוס (התווים האפשריים הינם {'L', 'M', 'P'}), את שמו, ולאחר מכן תכיל את מצבו ההתחלתי, מופרדים ברווחים. להלן דוגמא של קובץ קלט חוקי של איתחול השחקנים:

5

```

P csMEX 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
P ukSFO 10 2 3 4 5 6 7 8 9 1
L fhOAK 3 1 2 4 5 6 7 10 9 8
M jkFIN 7 2 3 4 5 1 6 8 10 9
L mjddjAMS 8 2 3 9 5 6 10 7 1 4
    
```

## תכנות בשפת C++, סתיו 2022-23

בסיום מעברי הזמן על התכנית להחזיר כפלט את ווקטורי התמורות של הדור האחרון. על נתונים אלו להיות מודפסים דרך ערוץ הפלט הסטנדרטי, כמו בתרגיל בית 3, אך טיפוס הוורוס יתווסף לכל שורה באופן מקביל לפורמט הקלט. בתום הדפסת האוכלוסייה, תודפס שורת רווח, ולאחריה הוורוס הטוב ביותר בריצה. למשל, כך יכול להיראות הפלט עבור הדוגמא שלעיל (שימו לב להשתלטות של וורוס מסוים על האוכלוסייה) –

```
L mjdjAMS_112 4 2 3 5 9 6 10 7 1 8
L mjdjAMS_666 8 2 3 9 6 5 10 7 1 4
L mjdjAMS_45 1 2 3 9 5 6 4 7 8 10
L mjdjAMS_786 9 2 3 8 4 6 10 7 1 5
L mjdjAMS_987 8 10 3 9 5 6 4 7 1 2

L mjdjAMS_341 5 2 3 10 9 6 8 7 1 4
```

### הנחות עבודה

הנחות העבודה מהתרגיל הקודם לגבי פורמט השמות, גדלי האוכלוסייה, מספר הדורות ומימד ווקטורי התמורה תקפות גם בתרגיל זה.

### 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.
- עליכם לתעד את הקוד באמצעות הערות המתארות בקצרה את הפונקציות השונות.
- אין להשתמש בפוינטרים חכמים (auto)

### הגשה

- עליכם להגיש במערכת Moodle קובץ ארכיב מטיפוס zip בלבד, ששמו כולל את קוד הקורס ('44'), שם התרגיל ('ex4') ותעודת הזהות של הסטודנט/ית המגיש/ה, מופרדים בקו תחתי בפורמט הבא: **44\_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 **\*.cpp \*.h \*.txt**.
- לדוגמה: על סטודנט שמספר הזיהוי שלו הינו 012345678 להגיש ארכיב בשם **44\_ex4\_012345678.zip**. הכולל את כל קבצי המקור של הפרויקט, ללא תיקיות כלשהן, ורשאי להכיל קובץ טקסטואלי לתיעוד.

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