

## תרגיל בית מספר 1

### נושא: מיני-טרמינל למערכת קבצים עם תמיכה ב-Reference Counting

דדליין: מוצ"ש, 06/05/2023, 23:59

#### הגשה ביחידים

#### בהצלחה רבה!

#### תיאור התרגיל

תרגיל זה עוסק במערכת קבצים משודרגת, בה לאובייקטי קבצים יש פונקציונליות מתקדמת ותמיכה ב-*reference counting*. מעבר לשדרוג טיפוס הקובץ הסטנדרטי הקיים בשפה כברירת מחדל `std::fstream`, יהיה עליכם להגדיר עולם-מונחה עצמים של מערכת קבצים על כונן וירטואלי המוגדרת באמצעות מבנה הירארכי של תיקיות.

#### חלק א': אובייקט קובץ משודרג בעל Reference Counting

בחלק זה של התרגיל עליכם לממש אובייקט קובץ משודרג תחת דרישה מפורשת למימוש של המרכיבים הבאים:

- [1] אופרטור `[]` לקריאה בלבד של תו בודד בגישה אקראית; פונקציה זו תחזיר את התו הכתוב בקובץ נתון ע"פ מיקומו. באם המיקום חורג מגבולות הקובץ הקיים, תיזרק חריגה.
- [2] אופרטור `[]` לכתיבה של תו בודד בגישה אקראית; פונקציה זו תכתוב תו נתון בקובץ במיקום נתון. באם המיקום חורג מגבולות הקובץ הקיים (החל מאינדקס אחד לאחר סוף הקובץ), תיזרק חריגה.
- [3] פונקציית "נגיעה בקובץ" בשם `touch`; פונקציה זו תעדכן את חתימת הזמן של קובץ במערכת הקבצים ע"פ שם שיינתן לה כארגומנט, או תיצור קובץ ריק בשם זה, באם לא היה קיים. בכל מקרה, פונקציה זו אינה משנה את תוכנו של הקובץ.
- [4] פונקציית העתקת קובץ בשם `copy`; פונקציה זו תעתיק את תוכנו של קובץ מקור לקובץ מטרה, ע"פ שמותיהם הנתונים. קובץ המטרה אינו בהכרח קיים לפני הרצת הפקודה.
- [5] פונקציית מחיקת קובץ בשם `remove`; פונקציה זו תמחק את הקובץ הנתון ממערכת הקבצים.
- [6] פונקציית העברת קובץ בשם `move`; פונקציה זו תעתיק את תוכנו של קובץ מקור לקובץ מטרה, ע"פ שמותיהם הנתונים, ולאחר מכן תמחק את קובץ המקור. קובץ המטרה אינו בהכרח קיים לפני הרצת הפקודה.
- [7] פונקציית הדפסה בשם `cat`; פונקציה זו תדפיס את כל תוכנו של הקובץ.
- [8] פונקציית מניית שורות/מילים/תווים בשם `wc`; פונקציה זו תמנה ותדפיס את מספר השורות, מספר המילים ומספר התווים הכולל בקובץ (ההדפסה תכלול את שלושת הערכים בשורה אחת של פלט).
- [9] פונקציית יצירת "קישור חזק" בשם `ln`; פונקציה זו תיצור קישור *hard link* לאובייקט קובץ אחר (אשר בהכרח קיים); הקישור עצמו יתנהג כקובץ לכל דבר.

בנוסף לדרישות אלו, נתונים אילוצי המימוש הבאים:

1. אובייקט הקובץ מוגדר באמצעות עטיפת מצביע לטיפוס `std::fstream`, אשר בהכרח יוקצה דינאמית על ה-*heap*.
2. על אובייקט הקובץ לתמוך במנגנון *reference counting* (RC) הממומש על-ידיכם.
3. כל שגיאה הנובעת משימוש בקבצים (למשל, אי-קיום של קובץ המושא לפעולה), בנוסף לשגיאות המפורשות של האופרטורים `[1]+[2]`, צריכה להיות מטופלת באמצעות מנגנון חריגות מובנה שיתוכן וימומש על-ידיכם.

# נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים, אביב 2023

## חלק ב': אובייקט תיקיית קבצים וירטואלית

בחלק זה של התרגיל עליכם לממש אובייקט תיקיית קבצים וירטואלית תחת דרישה מפורשת למימוש של המרכיבים הבאים:

- [10] פונקציית יצירת תיקייה בשם `mkdir`; באם כבר קיימת תיקייה בשם זה, הדבר ייחשב לשגיאה.
- [11] פונקציית שינוי תיקיית העבודה הנוכחית בשם `chdir`; באם לא קיימת תיקייה בשם זה, הדבר ייחשב לשגיאה.
- [12] פונקציית מחיקת תיקייה בשם `rmdir`; פונקציה זו תמחק את כל תוכנה של התיקייה הנתונה ותת-התיקיות שלה, ותסיר אותה לחלוטין מהכונן הוירטואלי (שימו לב כי פקודה זו שונה בתוצאתה מפקודת המערכת המקבילה ביוניקס).
- [13] פונקציית הדפסת תוכן התיקייה במיקום העבודה הנוכחי בכונן הוירטואלי בשם `ls`; פורמט ההדפסה כרצונכם.
- [14] פונקציית הדפסה בשם `lproot`; פונקציה זו תדפיס את כל שמות הקבצים והתיקיות בכונן הוירטואלי, בהירארכיה הנכונה, כאשר על ערך המונה (*reference counter*) של כל קובץ להופיע בסמוך לשם הקובץ (פורמט ההדפסה כרצונכם).
- [15] פונקציית הדפסת מיקום עבודה נוכחי בכונן הוירטואלי בשם `pwd`; פורמט ההדפסה כרצונכם.

### הערות:

1. אובייקט התיקיות קיימים בכונן הוירטואלי בלבד ואינם אמורים להשתקף במערכת הקבצים עליה מורצת התכנית (כלומר, בניגוד לקבצים, התיקיות הן וירטואליות לחלוטין); בהתאם, פקודות התיקיות רלוונטיות רק ביחס לכונן הוירטואלי.
2. שמה של תיקייה בכונן הוירטואלי מוגדר באמצעות מיקומה האבסולוטי במערכת הקבצים; **תיקיית הבסיס נקראת /v**.
3. אתם רשאים להסתמך על אובייקט הקובץ בהגדרת אובייקט התיקייה (כמו במערכות יוניקס).
4. מערכת הקבצים אינה רשאית לאפשר "קישור חזק" עבור תיקיות (בניגוד לקבצים).
5. אתם חופשיים לבחור במבני נתונים כרצונכם לצורך אחסון מערכת התיקיות והקבצים.

## חלק ג': מיני-טרמינל לפקודות קבצים ותיקיות

בחלק זה של התרגיל אתם תממשו תכנית המדמה סביבת טרמינל על כונן וירטואלי המוגבלת למספר פקודות קבצים ותיקיות, בהתבסס על טיפוס הקובץ המשודרג וטיפוס התיקייה שמימשתם בחלקים א' ו-ב'.

הרעיון הוא שבהרצת התכנית שלכם, ייפתח ערוץ קלט חופשי להזנת פקודות מצד המשתמש, בהסתמך על הפקודות [1-15] שלעיל. התחביר החוקי המתאים לפקודות [1-15] בתכנית שלכם מתואר באמצעות המפרט הבא, הכולל את פקודת היציאה [16]:

```
[1] read FILENAME POSITION
[2] write FILENAME POSITION CHARACTER
[3] touch FILENAME
[4] copy SOURCE_FILENAME TARGET_FILENAME
[5] remove FILENAME
[6] move SOURCE_FILENAME TARGET_FILENAME
[7] cat FILENAME
[8] wc FILENAME
[9] ln TARGET_FILENAME LINK_NAME
[10] mkdir FOLDERNAME
[11] chdir FOLDERNAME
[12] rmdir FOLDERNAME
[13] ls FOLDERNAME
[14] lproot
[15] pwd
[16] exit
```

הקלדת כל אחת מן הפקודות צריכה לכלול את שם הפקודה והארגומנטים הרלוונטיים, מופרדים ברווח, ולסיום `ENTER`. שימו לב שפקודות הקבצים [1, 7-8, 13-15] הן בעלות פלט, אשר צריך להיות מודפס לערוץ הפלט הסטנדרטי מיד לאחר הרצתן; כל שאר הפקודות נטולות פלט, והתכנית אמורה לחזור למצב האזנה לקלט מן המשתמש מיד לאחר ביצוען.

# נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים, אביב 2023

במקרה של חריגה מן הפרוטוקול המתואר, או במקרה של שגיאת קבצים / זמן-ריצה, על התכנית להדפיס הודעת שגיאה מתאימה ולחזור למצב האזנה לקלט מן המשתמש.

## הרצת התכנית

לאחר קומפילציה של התכנית לכדי קובץ הרצה בשם myVFS, הרצתו בטרמינל תפתח ערוץ האזנה לקלט חופשי מן המשתמש עבור מערכת הקבצים ביחס לתיקיית ההרצה; להלן דוגמא לרצף אפשרי של קלטים:

```
[terminal] $ ./myVFS
[input]      pwd
[output]     V/
[input]      touch V/test.txt
[input]      write V/test.txt 0 d
[input]      read V/test.txt 0
[output]     d
[input]      write V/test.txt 1 e
[input]      write V/test.txt 2 J
[input]      write V/test.txt 3 o
[input]      write V/test.txt 4 n
[input]      write V/test.txt 5 g
[input]      cat V/text.txt
[output]     ERROR: no such filename
[input]      cat V/test.txt
[output]     deJong
[input]      mkdir V/tmp/
[input]      chdir V/tmp/
[input]      pwd
[output]     V/tmp/
[input]      ls V/tmp/
[output]     V/tmp/:
[input]      copy V/test.txt V/tmp/t.dat
[input]      copy FS.cpp V/tmp/f.cc
[input]      ln V/tmp/f.cc V/tmp/FS.cpp
[input]      lproot
[output]     V/:
[output]     test.txt 1
[output]     V/tmp/:
[output]     f.cc 2
[output]     t.dat 1
[output]     FS.cpp 1
[input]      rmdir V/tmp/
[input]      lproot
[output]     V/:
[output]     test.txt 1
[input]      exit
[terminal] $
```

# נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים, אביב 2023

## דגשים

- אתם כמובן נדרשים לפתרון בעל דיזיין מונחה-עצמים. שימו לב ליחסים בין הישויות השונות - יש כאן ישות מנהלת, שהיא איננה אובייקט הקובץ. "העולם" מיוצג באמצעות המיני-טרמינל שתבנו, וימומש באמצעות אובייקט "כונן וירטואלי" או "מערכת קבצים אלטרנטיבית". למשל, בעניין סוגיית האחרייות לפירוק אובייקט הקובץ המשודרג - הוא יפורק ע"י ישות אחרת, או אפילו ע"י העולם, ולא ע"י עצמו (כך, למשל, גם ע"י יצירתו באמצעות פקודת touch). לכן, מבחינה טכנית של הגדרות התרגיל – רשימת פעולות הקבצים [1-8] לא בהכרח תמופה לקובץ הכותר של אובייקט הקובץ.
- **בתרגיל זה מומלץ לעבוד בסביבה מבוססת-יוניקס.**
- במקרים של אי-תקינות בעבודה מול המשתמש (למשל, קבצים שאינם קיימים), או במקרה של שגיאות זמן-אמת, יש להפעיל מנגנון חריגות בשכבת אובייקט הקובץ, לתפוס אותן בשכבת המיני-טרמינל, ולהציג למשתמש הודעות שגיאה מתאימות. בכל מקרה, מצב בו חריגה איננה נתפסת ומביאה לקריסת התכנית תיחשב לשגיאה.
- אתם מוזמנים להשתמש בספריית STL על שלל מבני הנתונים, האיטרטורים והאלגוריתמים שלה.
- בתרגיל זה **אינכם** רשאים להשתמש במצביעים החכמים הסטנדרטיים של תקן C++0x: `unique_ptr`, `shared_ptr`, `weak_ptr`
- אין להשתמש בפקודות מערכת לשם מימוש פקודות הקבצים (למשל באמצעות פקודת `system`), אך אתם בהחלט מוזמנים לבסס את שלב הבדיקות שלכם, בטרם ההגשה, על פקודות המערכת.
- 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.

## הגשה

- הכינו קובץ בשם `README.txt` הכולל את שם ותעודת הזהות של הסטודנט/ית המגישה; בקובץ זה אתם מוזמנים לכלול הערות ותיעוד כללי לגבי המימוש שלכם.
- עליכם להגיש במערכת Moodle קובץ ארכיב tar/zip/rar בשם `ex1.xxx` המכיל את כל קבצי המקור (ממשק/מימוש) הנדרשים לקומפילציה, וכן את הקובץ `README.txt`.

אי-הקפדה על ההנחיות תגרור הורדה בציון התרגיל. לא תתקבלנה הגשות באיחור!