

# Operating Systems – 234123

## **Homework Exercise 1 – Dry**

**Winter 2023**

**Dan Sdeor dansdeor@campus.technion.ac.il 209509181**

**Levi Hurvitz levihorvitz@campus.technion.ac.il  
313511602**

Teaching assistant in charge:

**Ori Ben-Zur**

Assignment Subjects & Relevant Course material

**Processes and inter-process communications**

**Recitations 1-3 & Lectures 1-3**

## Submission Format

1. Only **typed** submissions in **PDF** format will be accepted. Scanned handwritten submissions will not be graded.
2. The dry part submission must contain a single PDF file named with your student IDs – **DHW1\_123456789\_300200100.pdf**
3. The submission should contain the following:
  - a. The first page should contain the details about the submitters - Name, ID number, and email address.
  - b. Your answers to the dry part questions.
4. Submission is done electronically via the course website, in the **HW1 – Dry** submission box.

## Grading

1. **All** question answers must be supplied with a **full explanation**. Most of the weight of your grade sits on your **explanation** and **evident effort**, and not on the absolute correctness of your answer.
2. Remember – your goal is to communicate. Full credit will be given only to correct solutions which are **clearly** described. Convoluted and obtuse descriptions will receive low marks.

## Questions & Answers

- The Q&A for the exercise will take place at a public forum Piazza **only**. Please **DO NOT** send questions to the private email addresses of the TAs.
- Critical updates about the HW will be published in **pinned** notes in the piazza forum. These notes are **mandatory**, and it is your responsibility to be updated.

A number of guidelines to use the forum:

- Read previous Q&A carefully before asking the question; repeated questions will probably go without answers.
- Be polite, remember that course staff does this as a service for the students.
- You're not allowed to post any kind of solution and/or source code in the forum as a hint for other students; In case you feel that you have to discuss such a matter, please come to the reception hour.
- When posting questions regarding **hw1**, put them in the **hw1** folder .

## Late Days

- Please **DO NOT** send postponement requests to the TA responsible for this assignment. Only the **TA in charge** can authorize postponements. In case you need a postponement, please fill out the attached form:  
<https://forms.office.com/r/X8SqhiTNwe>

## Question 1 – Abstraction & OSs (15 points)

1. הסבירו: מהי אבסטרקציה במערכות מחשבים?  
אבסטרקציה היא מונח שבו מבצעים הכללה או הפשטה של מנגנון, תכונה של מערכת מחשב או פעולה על מנת לאפשר למשתמש יכולת שימוש פשוטה ללא הבנה פנימית של פרטי המימוש והקטנה או הסתרה של מספר הפרטים הספציפיים כלפי אותו רעיון עד כמה שניתן.
2. מדוע אנו משתמשים באבסטרקציות במערכות הפעלה?  
למעשה אחד הרעיונות החשובים במדעי המחשב הוא לפרק בעיות ולטפל בכל בעיה בנפרד (divide and conquer). תחת רעיון האבסטרקציה אנחנו למעשה יוצרים API או הגדרה כללית לפעולה כלשהי ומאחורי הקלעים מבצעים את האלגוריתם הספציפי באופן מרוחק מהעין. בצורה זו אותו ממשק יכול לפעול מעל כל סט ספציפי של תנאי סביבה שבו הוא לא שולט ובצורה שכל משתמש יוכל להבין בפשטות מה מטרת העל של הממשק ולא איך הוא מבצע את הדברים בצורה פרטנית.
3. תנו דוגמה לאבסטרקציה מרכזית שמשתמשים בה במערכות הפעלה והסבירו מדוע משתמשים בה.  
ב-API של POSIX המשותף למערכות הפעלה מבוססות UNIX, כאשר מנסים לכתוב לקובץ קוראים לopen עם נתיב לקובץ ופרמטרים נוספים, מבצעים את הכתיבה באמצעות write או file descriptor שניתן לנו ולסיום סוגרים את fd על ידי close. אותו קוד מסוגל לרוץ ולכתוב לקובץ לא משנה אם אותו קובץ שמור בHard Disk, Solid State Drive, קובץ זמני בRAM או קובץ שממוקם בכונן רשת כמו smb או nfs. וגם סוג filesystem בכלל לא מחייב (ntfs, zfs, ext4, xfs....). אותו קוד יצליח לבצע את המשימה בהצלחה ולכתוב את המידע לקובץ באמצעות הממשק האבסטרקטי שלנו. אם לא היינו עושים זאת היינו צריכים לכתוב אלפי תוכניות שונות בעלות מטרה זהה או תוכנית כבדה מאוד שמכילה כל פונקציה אפשרית. ובכל מקרה כמות האינפורמציה שהייתה דרושה כדי להבין איך לעבוד עם כל סוג של טכנולוגיה הייתה הופכת את תהליך יצירת התוכנה קשה עד לא סבירה עבור מתכנתים בעולם.

## Question 2 – Inter-Process Communication (45 points)

נתונה התוכנית הבאה:

```
1 int main() {
2 char s[] = "A";
3 int fd = open("file", O_RDWR|O_CREAT);
4 write(fd, "B", 1);
5 close(fd);
6 fd = open("file", O_RDWR|O_CREAT);
7 close(STDIN_FILENO);
8 close(STDOUT_FILENO);
9 dup(fd);
10 dup(fd);
11 if (fork() == 0) {
12 scanf("%s", s);
13 printf("C");
14 write(STDERR_FILENO, s, 1);
15 return 0;
16 }
17 s[0] = 'D';
18 wait(NULL);
19 printf("E");
20 close(fd);
21 return 0;
22 }
```

הניחי שהקובץ file לא קיים לפני ריצת התכנית וכל קריאות המערכת מסתיימות בהצלחה. עבור כל סעיף מבין הסעיפים הבאים, צייני (i) מה יהיה פלט התכנית למסך (ii) ומה יהיה תוכן הקובץ "file". אם יש כמה אפשרויות לתוכן הקובץ או לפלט התכנית כתבי את כולן.

1. (3 נק') עבור התכנית כמו שהיא (ללא שינויים):

פלט התכנית (2 נק'): B      תוכן הקובץ: (1 נק') BCE

נימוק: יצרנו בהתחלה קובץ חדש בשם file וכתבנו לו "B" וסגרנו אותו. אחר כך פתחנו אותו שוב, סגרנו את stdout והstdin והפננו את fd של הקובץ לאותם אינדקסים עם dup. כעת אנחנו יוצרים בן ומחכים באב לסימו. קוראים לscanf כאשר הקריאה מפונת לקובץ מה שיכתוב b ל file offset גדל באחד לאחר מכן) וכתובים לקובץ "C" באמצעות printf כאשר הדפסות מופנות לקובץ. וכותבים את המידע ב b שמכיל B למסך. לאחר סיום הבן באב כותבים "E" ועושים סגירה אחת (לא מספיק באופן כללי כי עשינו dup) וחוזרים מהmain. בסך הכל סדר הכתיבה לקובץ היא לפי התוכן קובץ שרשמנו משמאל לימין.

2. (4 נק') במידה ונסיר את שורות 5+6.

פלט התכנית (2 נק'): A תוכן הקובץ (2 נק'): BCE

נימוק: ההבדל הוא שבשלב זה אנחנו לא סוגרים את הקובץ ופותרים אותו מחדש ככה שה file offset יחזור ל0 אלא אנחנו נמצאים בEOF. לכן בבן לא נכתוב שום דבר ל scanf באמצעות .scanf. שאר הדברים מתקיימים כפי שתמיד היו.

3. (4 נק') במידה ונסיר את שורה 12. (הניחי שלא בוצע שום שינוי אחר ביחס לקוד המקורי.)

פלט התכנית (2 נק'): A תוכן הקובץ (2 נק'): CE

נימוק: בגלל שאנחנו לא כותבים ל file offset, הוא עדיין 0 ולכן בכתיבה הראשונה אנחנו נדרוס את התוכן שהיה ב file. במקרה שלנו ההדפסה של הבן "C" לתוך file תבצע דריסה של "B".

4. (4 נק') במידה ונסיר את שורה 15. (הניחי שלא בוצע שום שינוי אחר ביחס לקוד המקורי.)

פלט התכנית (2 נק'): B תוכן הקובץ (2 נק'): BCEE

נימוק: שוב כמו בפעם הראשונה ללא שינויים אנחנו דואגים לקדם את file offset של הבן ולא לדרוס את ה" B" שנכתב גם ל stderr ומודפס של המסך. במקום לסיים בנקודה הזאת הבן ממשיך לעשות wait שכמובן מסתיים ישר כי לבן אין בנים ומדפיס לקובץ "E" ואחריו האב שחיכה לסיים הבן וגם הוא בתורו מדפיס "E" לקובץ.

5. (5 נק') במידה ונסיר את שורה 18. (הניחי שלא בוצע שום שינוי אחר ביחס לקוד המקורי.)

פלט התכנית (2 נק'): A או B תוכן הקובץ (3 נק'): BEC או BCE או EC

נימוק: בגלל שהאב לא מחכה לבן אז יש לנו שלוש אופציות:

1. האב כותב E לפני scanf של הבן ובכך משכתב את הקובץ ומזיז את offset לסוף הקובץ. בבן scanf לא יכתוב כלום ל scanf ולכן יודפס למסך A ולקובץ C.

2. הבן כותב C לפני שהאב כותב. במצב זה offset מוזז לאחר הדפסה של B למסך. C מודפס לקובץ ואז E של האב.

3. האב כותב E אחרי scanf של הבן ולפני כתיבת C של הבן. שוב אין דריסה של הקובץ בעקבות שימוש ב scanf להזזת offset וכתיבת B ל scanf להדפסה למסך. אחרי כן E נכתב ולבסוף C לקובץ.

6. (5 נק') במידה שנמחוק את שורות 11–16 ונוסיף `fork()`; בין השורות 2 ו 3. (הניחי שלא בוצע שום שינוי אחר ביחס לקוד המקורי.)  
פלט התכנית (3 נק'): אין תוכן הקובץ (2 נק'): E

נימוק: בגלל שאנחנו מבצעים את ה `fork` לפני קריאה ל `open` אז כל ה `file objects` שיווצרו לאחר `open` לא יהיו משותפים לשני התהליכים ולכן יהיו בעלי `offset` נפרדים. אנחנו כותבים רק אחרי תמיד את B לפני שאנחנו סוגרים וכותבים שוב את E באותו `offset` ולכן תמיד להאם יש אופציה שתהליך ישכתב כתיבה של E עם B מובטח שלאחר מכן תהיה שוב פעם כתיבה של E.

הסיבה שאין פלט היא שמחקנו את הפעולה היחידה שנמצאת במצב שהיא כותבת עוד ל `fd` שכותב למסך והיא `write(STDERR_FILENO, s, 1)`. `printf("E")` כותב כבק לקובץ לאחר ה `dup`ים.

### Question 3 – Process management (40 points)

```
int X = 1, p1 = 0, p2 = 0;

int ProcessA() {
    printf("process A\n");
    while(X);
    printf("process A finished\n");
    exit (1);
}

void killAll(){
    if(p2) kill(p2, 15);
    if(p1) kill(p1, 9);
}

int ProcessB() {
    X = 0;
    printf("process B\n");
    killAll();
    printf("process B finished\n");
    return 1;
}

int main(){
    int status;
    if((p1 = fork()) != 0)
        if((p2 = fork()) != 0){
            wait(&status);
            printf("status: %d\n", status);
            wait(&status);
            printf("status: %d\n", status);
        } else {
            ProcessB();
        } else {
            ProcessA();
        }
    printf("The end\n");
    return 3;
}
```

בשאלה זו עליכן להניח כי:

1. קריאות המערכת `fork()` ו`kill()` אינן נכשלות.
2. כל שורה הנכתבת לפלט אינה נקטעת ע"י שורה אחרת.
3. כאשר תהליך מקבל סיגנל  $x$  הוא מסתיים וערך היציאה שלו הוא  $x + 128$ .

עבור כל אחת משורות הפלט הבאות, סמנו כמה פעמים הן מופיעות בפלט כלשהו, נמקו את תשובתכן.

1. process A

a. 0

b. 0 or 1

c. 1

d. 1 or 2

e. 2

נימוק: בפעם הראשונה שנקרא `fork`, הבה מריץ את הפונקציה `processA` עם העתק  $1=X$  ולכן ידפיס את המחרוזת ומיד יכנס ללולאה אינסופית. B לעומת זאת כבר מקבל העתק של `pid1` עם `pid` של A ושולח לו `KILLSIG`. יכול להיות ש A יקבל אותו כבר אחרי הדפסה ויצא ויכול להיות שהוא יקבל לפני הדפסה ויצא מבלי להדפיס.

2. status: 1

a. 0

b. 0 or 1

c. 1

d. 1 or 2

e. 2

נימוק: `exit` coden של הבה שקורא ל `processA` (נקרא לו A) הוא 137 ושל הבה השני שקורא ל `processB` (נקרא לו B) הוא 3 כי לא נשלח לו סיגנל בגלל שאצלו `pid2=0` ולכן לו תהיה שום הדפסה כזאת אצל האבא.

3. status: 137

a. 0

b. 0 or 1

c. 1

d. 1 or 2

e. 2

נימוק: לאחר ש A נוצר גם B נוצר עם הערכים  $x=1, p1=A\_pid, p2=0$  ולכן בהמשך בתוך `killall` רק A מקבל signal וערכו הוא 9. A במקרה שלנו רק מדפיס ונכנס ללולאה אינסופית ויוצא בסיום עם  $9+128$



4. status: 143

a. 0

b. 0 or 1

c. 1

d. 1 or 2

e. 2

נימוק: כל התהליכים מסתיימים עם ערך יציאה שהוא 137 או 3 אם לא קיבלו סיגנל.

5. The end

a. 0

b. 0 or 1

c. 1

d. 1 or 2

e. 2

נימוק: יש לנו שני תהליכים שלא מקבלים סיגנל ומסיימים את הריצה שלהם בחזרה מהmain חוץ מ-A שמקבל סיגנל שהורג אותו. ולכן יהיו לנו שתי הדפסות.