

תרגיל בית מס. 3

בתרגיל נכתוב תכנית מעטפת – shell – דוגמת התכנית bash שמשרתת אותנו בטרמינל הסטנדרטי: קוראת את הפקודה שאנו כותבים ומבצעת אותה.

תכנית ה-shell צריכה לבצע את הדברים הבאים:

1. התכנית תדפיס למסך איזה סימן מוסכם שמציין למשתמש שה-shell מוכן לקבל את הפקודה הבאה. סימן כזה נקרא prompt. (למשל, ה-prompt של sh הסטנדרטי של Unix הוא '\$', וה-prompt של Windows הוא '>').
בחרו סימן אחר עבור ה-prompt שלכם כדי שתוכלו להבחין מתי אתם מדברים עם התכנית שלכם ומתי עם Unix. (אם תרצו להשתמש בסימן '%', זכרו שעל מנת להדפיסו צריך לכתוב `printf("%%")`; Prompt יכול לכלול את שם המכונה ושם התיקיה הנוכחית...)
2. המשתמש יקליד פקודה עם הפרמטרים שלה, ובסופה Enter (נגביל את ה-shell שלנו לפקודות בנות שורה אחת בלבד). על התכנית לקרוא, אם כן, שורה אחת – סדרת תווים שהאחרון בהם הוא '\n'. (אפשר להשתמש ב-`read()` שקורא תו אחד בכל פעם ומצרף אותו למחרוזת עד אשר הוא נתקל ב-'\n').
3. התכנית תפרק את השורה שהמשתמש הקליד לקטעים הנפרדים זה מזה באמצעות רווחים¹. פונקציה טובה לעניין היא `strtok()` – חפשו את אופן פעולתה ב-man. פונקציה מעניינת נוספת היא `strchr()`, המחזירה מחוון למופע הראשון של סימן נתון במחרוזת נתונה, ויש גם `strrchr()`, שמחזירה מחוון למופע האחרון – שוב, הפרטים ב-man.
4. התכנית תפריד את האסימון הראשון מיתר האסימונים – זהו ה-path, שיהווה את הפרמטר הראשון ל-exec. שימו לב שהפונקציה `strtok()` משנה את התוכן של הפרמטר שלה – את המחרוזת המקורית (!), כך שאין להסתמך על מחרוזת זו לצורך שימוש מאוחר יותר. לכן כל מחרוזת שמתקבלת מ-`strtok()` שבה תרצו להשתמש בהמשך כדאי מאד להעתיק לשטח חדש שיוקצה לצורך העניין. (הקצאה נעשית באמצעות `malloc()` והעתקת מחרוזות באמצעות `strcpy()`. את גודל ההקצאה הנחוץ תבררו עם `strlen()`, ועל תשכחו להוסיף בייט אחד עבור ה-nul שבסוף.)
5. את הפרמטרים (אם יש) צריך לקבץ למערך של מחרוזות, דוגמת `argv[]`. צרו העתק מכל אחד מהפרמטרים, ושמרו את המחוונים לכל ההעתקים במערך שגם אותו תקצו, אחרי שבררתם כמה פרמטרים יש, שיכיל את כל הפרמטרים ועוד אבר בסוף שיאותחל ל-NULL, כדי לסמן ל-exec שאין פרמטרים נוספים. זכרו גם שהפרמטר הראשון (זה שבמקום ה-0 של המערך) הוא תמיד שם התכנית המתבצעת, שאותו אפשר לשלוף מתוך ה-path – החלק שנמצא בו אחרי המופע האחרון של '/' (או כל ה-path, אם אין בו '/' בכלל).

¹ בלשון המקצוע, כל רצף של אותיות המופרד ע"י רווחים נקרא "אסימון" (token), להבדילו מ-"מילה" (word), שיש לה גם משמעות סמנטית. בהתאם, התהליך בו טקסט מופרד למקטעים של סימנים רצופים נקרא, tokenization ומכאן `strtok()`.

6. יש אפשרות שאחרי הפרמטרים לפקודה, המשתמש יציין גם הפניה של הקלט ו/או הפלט הסטנדרטיים. הפניות כאלה מצויינות ע"י התווים '>' ו-'<'. האסימון אחרי תו ההפניה מציין שם של קובץ: אחרי '<' הוא זה שיש לקרוא ממנו, ואחרי '>' הוא זה שיש לכתוב אליו.
 7. התכנית תתחיל תהליך חדש (באמצעות `fork()`) עבור הפקודה שהוזכרה בשורה שנקראה.
 8. תהליך הבר, אם יש בכך צורך, יפנה את קבצי הקלט ו/או הפלט הסטנדרטיים לאלה שצוינו בפקודה.
 9. בהמשך, תהליך הבר יפעיל את הפקודה שהתבקש להריץ עם הפרמטרים שהוכנו לעיל באמצעות אחת מפונקציות ה-`exec`. בחרו אחת כזו שתתאים לפרמטרים שיש בידכם ושתבצע מה שהייתם רוצים שיקרה (זו עצה טובה תמיד...).
 10. תהליך האב יחכה עד שתהליך הבר יסתיים באמצעות קריאה לאחת מפונקציות ה-`wait()`. אם תהליך הבר הסתיים בשגיאה, כפי שניתן ללמוד מהקוד שהחזיר, ידפיס תהליך האב הודעת שגיאה בנוסח
`exit: <הקוד שהוחזר>`
 11. אם שורת הפקודה מסתיימת בסימן '&', הכוונה להריץ את הפקודה ברקע. במקרה זה תהליך האב לא מבצע `wait()`.
 12. על כל פנים, התכנית חוזרת להתחלה (צעד מס. 1 לעיל) בלולאה, עד אשר המשתמש מקליד "exit". פקודה זו אמורה לסגור את התכנית שכתבתם ולחזור ל-shell שהפעיל אותה.
 13. יתכן שיש פקודות נוספות דוגמת `exit`, שעליכם לממש ב-shell עצמו, במקום להפעיל פקודה מן המוכן בתהליך בן.
 14. נסו את התכנית שכתבתם עם כל מיני פקודות שאתם מכירים ונסו לעמוד על ההבדלים בין היכולות של ה-shell שלכם ו-bash (ה-shell בו משתמשים Linux שבמעבדה וקרוב לודאי גם Ubuntu אצלכם בבית).
- מטלת בונוס:** הוסיפו תמיכה ב-pipe (|): אפשרות להריץ מספר יישומים בהוראה אחת, משורשרים כך שהפלט של אחד משמש קלט לזה שאחריו. תהליך התפירה של יישומים הוסבר בהרצאה ותורגל בכתה.
- את התרגיל יש להגיש – ביחידים! - עד יום שבת, ה-14 בדצמבר לאתר ה-moodle. כללו בהגשה את הקוד, תכנית מקומפלט ודוגמת הרצה, וקבצו אותם לקובץ יחיד באמצעות ZIP או RAR, ששמו כולל את שמותיכם **באנגלית** ואת מספרי הזהות שלכם. ציינו את שמותיכם ואת מספרי הזהות שלכם גם **בתוך הקוד** עצמו.
- אם נתקלתם בקשיים, אינכם יודעים איך להמשיך (או איך להתחיל!) את התרגיל, לא להסס ולהעלות שאלה לפורום. אני סורק אותו לעיתים מזומנות, וכבר קרה שסטודנטית מכתתנו (מור) פתרה בעיה שנתקלו בה גם אחרים עוד לפני שהספקתי להתייחס אליה. נצלו את המשאב הזה!

בהצלחה!