

## פתרון מבחן במערכות הפעלה סמסטר ב' מועד א' תשס"ב, 17 ביולי 2002 פתרון על ידי עידו דרורי וסיון טולדו

הסבר לציון הסופי: לציון המבחן הוספה חצי נקודה לכל תרגיל שהוגש וקיבל ציון סביר. על מנת לעמוד בחובות הקורס צריך היה להגיש לפחות תשעה תרגילים (מתוך עשרה). למבחנים שנוקדו בין 55 ל-60 עוגל ציון המבחן ברשומות הציונים ל-60 אבל תוספת הנקודות עבור התרגילים היא על בסיס ציון המבחן המדויק.

### שאלה 1: 24 נקודות (4 כ"א)

1. נכון, בזמן מעבר לטיפול בשגרת פסיקה המעבד עובר למצב מיוחס.
2. נכון, ממשקים אחידים לגישה לחומרה מונעים לפעמים שימוש ביכולת מתקדמת של החומרה. יחד עם זאת, לעיתים הממשק כולל שגרה (ioctl) להעברת פקודות אחרות למנהל התקן או להתקן שלא ניתן להעביר דרך הממשק הסטנדרטי. שגרה זו מאפשרת גישה לתכונות מיוחדות. אולם משום שלכל מנהל התקן יש קבוצת פקודות משלו, תכנית שמתמשת בשגרה זו תפעל עם התקנים מסוימים אבל לא עם אחרים. נימוקים חלקיים קיבלו ניקוד חלקי.
3. לא נכון, DMA אינו מונע את הצורך בהעברת פקודות לבקר באמצעות פקודות מכונה. אמנם בגישה ישירה לזיכרון המעבד מודיע לבקר להיכן בזיכרון להעביר נתונים, אך עדיין יש צורך לתת לבקר פקודה לקריאה או כתיבה.
4. לא נכון, בלינקס ניתן ליצור מצביע סימבולי אל מדריך. לעומת זאת לא ניתן ליצור hard-link למדריך ע"מ שלא ייווצרו מעגלים.
5. נכון, עבור הנתב שצריך להעביר כמויות גדולות של תעבורה נבחר בכרטיס רשת המבצע פסיקה רק לאחר קבלת 100 חבילות, או לאחר שעברה שנייה מאז שהגיע החבילה הישנה ביותר לזיכרון. לתחנת עבודה שצריכה לספק למשתמש זמן תגובה קצר נבחר בכרטיס רשת המבצע פסיקה לאחר קבלת כל חבילה.
6. לא נכון, למשל לאחר נפילת דיסק הם אמינים באותה מידה.

### שאלה 2: 35 נקודות

- א. בחלון אחד 100 פעמים זמן  $t_1$  ובחלון אחר 100 פעמים זמן  $t_2$ . קריאת המערכת fork משכפלת תהליך קיים. לאחר הקריאה ל-fork משתנה גלובלי time ומשתנה לוקלי k נפרדים לכל תהליך (למשל במימוש copy on write). אם אחד התהליכים משנה ערך משתנה (כולל גלובלי!) הוא אינו משתנה בתהליך השני.
- ב. בחלון אחד  $0 \leq n \leq 100$  פעמים זמן  $t_1$  ואחר  $100-n$  פעמים זמן  $t_2$ , ובחלון אחר 100 פעמים זמן  $t_2$ , כאשר בה"כ  $t_1 \leq t_2$ . משתנה גלובלי time משותף לשני החוטים אך משתנה לוקלי k נפרד לכל חוט.
- ג. בחלון אחד 100 פעמים זמן  $t_1$  ובאחר 100 פעמים זמן  $t_2$ . משתנים לוקליים time ו-k נפרדים לכל חוט.

ד. בחלון אחד  $n$  פעמים זמן  $t_1$  ובאחר  $m$  פעמים זמן  $t_2$ , ובסה"כ יתכנו למעלה מ-100 פעמים שכן  $k++$  אינה פעולה אטומית. משתנה גלובלי  $k$  משותף לשני החוטים אך משתנה לוקלי time נפרד לכל חוט.

נימוקים חלקיים קיבלו ניקוד חלקי.

שגיאות נפוצות והפחתת נקודות בגינן:

1. חלק א', התייחסות למשתנה הגלובלי כמשותף לשני התהליכים. 9 נקודות.
2. חלקים א'-ד', מספר פעמים של הדפסות חסר או שגוי. 2 נקודות.
3. בחלק ד', יתכנו בסה"כ למעלה מ-100 הדפסות שכן הפעולה  $k++$  אינה אטומית. נקודה אחת (במקום 2).
4. חלקים א'-ד', כל ההדפסות באותו חלון ותשובה מדויקת לכך, במקום הדפסה בשני חלונות נפרדים. 5 נקודות.

### שאלה 3: חלק א', mergesort, 18 נקודות

כאשר הרקורסיה מגיעה למיון רבעי מערך בגודל 64MB, המיון מתבצע כולו בזכרון האמיתי ללא חריגי דף פרט לחריגי הדף הדרושים להבאת המסגרות פעם אחת מהדיסק. כאשר ממיינים תתי מערכים בגודל 64MB, גם רבע מערך קלט וגם רבע מהמערך הזמני temp נכנסים לזכרון האמיתי בו זמנית. מספר שגיאות הדף על מנת למיין כל רבע מערך הוא  $64MB/8KB=2^{13}$  אם מניחים שמערכת ההפעלה מזהה ש-temp הוא מערך שהוקצה אך לא אותחל ולכן אין צורך להביא את הדפים שלו מהדיסק, או  $2^{14}$  אם מניחים שהדפים (הריקים) של temp יובאו גם הם מהדיסק לזכרון. שתי התשובות תתקבלנה.

אחרי שמיינים את הרבע הראשון, המיון של הרבע השני מוציא אותו החוצה מהזכרון האמיתי. לכן גם המיון של הרבע השני (ובדומה לכך של השלישי והרביעי) מייצרים אותו מספר חריגי דף.

אחרי ששני הרבעים הראשונים ממיינים, האלגוריתם ממוזג אותם לתוך החצי הראשון של temp. האלגוריתם למעשה מעתיק את הרבע הראשון של הנתונים לרבע הראשון של temp ואז את הרבע השני לרבע השני של temp. העתקת הרבע הראשון תגרום ל- $2^{14}$  חריגי דף, חציים על data וחציים על temp. העתקת שלושת הרבעים האחרים תגרום כל אחת לאותו מספר חריגי דף.

אחרי ששני החצאים ממיינים, האלגוריתם יעתיק את החצי הראשון של temp לחצי הראשון של data וזה יגרום ל- $2^{15}$  חריגי דף כי החצאים הללו לא בזכרון האמיתי. העתקת החצי השני תגרום לאותו מספר.

$$\text{לסיכום, מספר חריגי הדף הוא } 4x2^{13}+4x2^{14}+2x2^{15}=2^{15}+2^{17} \text{ או } 4x2^{14}+4x2^{14}+2x2^{15}=3x2^{16}.$$

לפני שנפרט את השגיאות הנפוצות, כדאי להעיר הערה כללית על שאלות כמותיות כגון זו. בשאלה זו ברור היה לרוב התלמידים שבשל המבנה של אלגוריתם ה-mergesort (כלומר סדר הגישות לזכרון) ובגלל שגודל המערך רק כפליים מגודל הזכרון, מספר חריגי הדף יהיה המספר הדרוש להביא את המערך מספר פעמים קטן לזכרון. השגיאה הנפוצה ביותר היתה A והיא גרמה לתת-הערכה של פי 3 או 2.5 של מספר החריגים. אך היא עדיין הובילה לסדר גודל נכון של מספר החריגים. למרות שקל היה להגיע לסדר הגודל הנכון, תלמידים רבים ענו תשובות בסדרי גודל אחרים לגמרי, למשל פי 1024 מהמספר הנכון או אפילו פי  $2^{52}$ .

בשאלות כמותיות כאלה, כדאי לנסות לבדוק את עצמכם על ידי בדיקה האם המספרים מתקבלים על הדעת. כאן, במערך יש  $2^{15}$  דפים, ולכן התשובה צריכה להיות כפולה לא גדולה של  $2^{15}$ .

שגיאות נפוצות, הפחתת נקודות בגינן, וסימונן על טופס הבחינה:

- A. התעלמות מחריגי הדף שגורמות גישות ל-temp. בפרט, לא ניתן למיין חצי מערך בזכרון האמיתי כי זה דורש גם גישות לחצי מהמערך temp. 8 נק'.
- B. התעלמות מהעובדה שמיון רבע מערך לא גורם לחריגים מעבר להבאת הנתונים פעם אחת לזיכרון האמיתי. 8 נק'.
- C. חישוב לא נכון של מספר הדפים במערך או מספר המסגרות בזכרון. 2 נק'.
- D. התעלמות ממדיניות LRU שמכתיבה איזה דפים יהיו בזכרון האמיתי בכל רגע נתון. 4 נק'.

### שאלה 3: חלק ב', bubblesort, 11 נקודות

באלגוריתם n איטרציות. באיטרציה i האלגוריתם עובר על  $n-i$  האיברים האחרונים במערך. כל עוד סיומת המערך שעליה עוברים אינה נכנסת במלואה לזכרון האמיתי, היא תקרא מהדיסק במלואה בכל איטרציה. (נניח שחסר מקום למסגרת אחת; בסיום איטרציה הסיומת תהיה בזכרון פרט לדף האחרון של המערך, שהוצא כדי לקרוא את הדף הראשון בסיומת; באיטרציה הבאה, גישה לדף האחרון במערך תוציא מהזכרון את הדף הלפני אחרון, שהוא הישן ביותר, וכך הלאה.) מרגע שהסיומת נכנסת לזכרון, לא יהיו עוד חריגי דף.

מכיון שבכל דף יש 1024 איברים, ב-1024 האיטרציות הראשונות יקרא כל המערך בכל איטרציה, ב-1024 הבאות כל המערך פרט לדף אחד, וכדומה עד ש  $i=n/2$ . לאחר מכן לא יגרמו חריגי דף כלל. המספר הכולל של חריגי הדף יהיה

$$\begin{aligned} & 1024 \times 32768 + 1024 \times 32767 + \dots + 1024 \times 16285 \\ & = 1024 (16384^2 + 16384 \times 16385 / 2) \\ & \approx 1024 \times 1.5 \times 16384^2 \\ & = 1024 \times 1.5 \times 2^{28} \\ & = 3 \times 2^{37} \end{aligned}$$

שגיאות נפוצות, הפחתת נקודות בגינן, וסימונן על טופס הבחינה:

- A. התעלמות מהעובדה שכאשר הסיומת אינה גדולה מחצי מערך, לא יתרחשו עוד חריגי דף. 6 נק'.
- B. התעלמות מהעובדה שעוברים על הסיומת עבור כל ערך של i ולא עבור כל ערך של מספר הדפים בסיומת (פקטור של 1024 מעט מדי חריגים). 5 נק'.
- C. חריגי הדף יפסקו, אבל לא אחרי מיון חצי מערך (לא שגיאה נפוצה).
- D. חישוב לגמרי לא נכון של חריגי דף אבל עם אבחנה שאחרי חצי מערך לא יתרחשו יותר חריגים. 7 נק'.

E. חישוב לא נכון של ממוצע שגיאות הדף בכל איטרציה (בדרך כלל השגיאה היתה הנחה שכל המערך יקרא בכל איטרציה). 2 נק'.

### **שאלה 4: חלק א', כתובות IP, 8 נקודות**

ניתן לחבר את כל המחשבים בבית לרשת ביתית כאשר אחד מהם מחובר ל-ADSL, והמחשב הזה ינתב את התעבורה אל/מאת שאר המחשבים תוך תרגום כתובות (NAT או התחפשות masquerading). ראו עמודים 131 ו-132 בספר.

הופחתה נקודה על תשובות שהסבירו את המנגנון במלואו אך ללא ציון שמו (NAT או התחפשות או masquerading). על תשובות חלקיות הופחתו יותר נקודות.

### **שאלה 4: חלק א', TCP, 4 נקודות**

התשובה היא persist, ראו עמוד 146 בספר.