מבחן בקורס "מבוא למחשבים ספרתיים" - סמסטר ב' - תשס"א

ד"ר גיא אבן

(גרסה 1)

1. משך הבחינה שלוש שעות - לא תנתן הארכה.
2. קראו את כל השאלות בעיון בתחילת המבחן.
3. במבחן יש 3 שאלות - אין בחירה.
4. מותר להעזר ברשימות ובספרים.
5. מותר להשתמש בפתרונות בכל מעגל שנלמד בכתה או בשעורי הבית בתנאי שמשתמשים במעגל זהה לחלוטין למעגל שנלמד. יש לציין במפורש מהם הקלטים, הפלטים והפונקציונליות.
6. בכל שאלה שבה מצויין יעד של מחיר או השהיה, אי עמידה ביעד תשפיע על ניקוד התשובה.
7. ליד כל שאלה מופיע בסוגריים מספר הנקודות שיינתנו עבור תשובה מלאה.
8. ענו על השאלות באזורים המוקצים לכך בגוף השאלון. השתמשו במחברות כטיוטות בלבד.
9. רשמו את מספר תעודת הזהות שלכם כאן:

question	weight	grade
1-1	8	
1-2-a	16	
1-2-b	5	
1-2-c	5	
2-1	10	
2-2	23	
3-1	5	
3-2	5	
3-3	5	
3-4	6	
3-5	6	
3-6	6	

שאלה מספר 1 (34%)

לוח שחמט $n \times n$ הוא מערך שהאינדקסים של העמודות ושל השורות שלו הם $0, 1, \ldots, n-1$. מלכה המוצבת במשבצת (i,j) מאיימת על קבוצת המשבצות הבאות:

$$threat(i,j) = row(i) \cup column(j) \cup up\_diagonal(i,j) \cup down\_diagonal(i,j),$$

כאשר:

- $row(i) = \{(i,\ell) : \ell = 0, \ldots, n-1\}$,
- $column(j) = \{(\ell,j) : \ell = 0, \ldots, n-1\}$,
- $up\_diagonal(i,j) = \{(k,\ell) \in [0,n-1]^2 : i-k = j-\ell\}$,
- $down\_diagonal(i,j) = \{(k,\ell) \in [0,n-1]^2 : i-k = -(j-\ell)\}$.

1. (8%) תכננו מעגל צרופי בשם $threat(n)$, אשר מקבל מיקום של שתי מלכות ומשיב האם המלכות מאיימות זו על זו. כל אינדקס מקודד ע"י מחרוזת בינארית באורך $\lceil \log_2 n \rceil$.

2. (26%) תכננו מעגל סינכרוני אשר מקבל מיקום של n מלכות ואות איתחול, ומחשב האם ישנן שתי מלכות, שמאיימות זו על זו. הקלטים הם:

   (א) קואורדינטות של n מלכות $x_i[\lceil \log n \rceil - 1 : 0], y_i[\lceil \log n \rceil - 1 : 0]$, עבור $i = 1, 2, \ldots, n$. קלטים אלה יציבים למשך n מחזורים.

   (ב) אות איתחול RESET אשר שווה ל-1 רק במחזור הראשון של החישוב.

   המעגל הסינכרוני פולט, במחזור השעון ה-n, סיבית המציינת האם ישנן שתי מלכות, שמאיימות זו על זו. ערך הפלט במחזורים האחרים אינו חשוב (כל עוד הוא לוגי).

   (א) (16%) ציירו שרטוט סכמטי של התכנון שלכם. שמרו על כללי התכנון הבאים:

      i. מותר להשתמש בלכל היותר n מעגלים מסוג $threat(n)$.

      ii. דרגת היציאה בכל רשת צריכה להיות קבועה.

      iii. משך מחזור השעון צריך להיות $O(\log n)$.

   מותר לצייר סכימה עבור $n = 4$ בתנאי, שתסבירו כיצד מורחבת הסכימה לערכים גדולים של n.

   (ב) (5%) הכינו רשימה של תתי-המעגלים שנמצאים בתכנון שלכם. לכל תת-מעגל, ציינו את מספר המופעים שלו במעגל ואת מחירו האסימפטוטי (לדוגמה: מחיר קבוע, מחיר $O(n)$). מהו המחיר האסימפטוטי של המעגל שתכננתם?

   (ג) (5%) הכינו רשימה של מסלולים צירופיים מקסימליים. ציינו את ההשהיה האסימפטוטית של כל תת-מעגל לאורך המסלולים ואת ההשהיה האסימפטוטית של המסלולים. מהו משך מחזור השעון האסימפטוטי של המעגל שתכננתם?

פתרון שאלה 1:

המשך פתרון שאלה 1:

שאלה מספר 2 (33%)

ברצוננו להוסיף לשפת המכונה של ה-DLX ללא תמיכה בפסיקות פקודה חדשה.

$$\text{swap}\quad RS1\quad RS2.$$

הפקודה גורמת להחלפת המילים המאוחסנות באוגרים הכללים $RS1$ $RS2$ זו בזו.

1. (10%) מנו את השינויים הנדרשים במסלול הנתונים על מנת לתמוך בהרצת הפקודה החדשה. נסו למזער את מספר השינויים.
2. (23%) הציעו הרחבה לדיאגרמת המצבים של הבקרה על מנת לתמוך בהרצת הפקודה החדשה. ציירו את מסלול מצבי הבקרה, שמכונת המצבים של הבקרה חולפת דרכו בעת הרצת הפקודה החדשה. לכל מצב לאורך מסלול זה (חדש וישן), תארו את פקודת ה-RTL, שמתבצעת בו.

פתרון שאלה 2:

המשך פתרון שאלה 2:

שאלה מספר 3 (33%)

ברצוננו להוסיף סוג חדש של פסיקה למעבד DLX עם תמיכה בפסיקות. הניחו, שהמעבד מריץ תהליך בודד. הפסיקה החדשה נקראת פסיקת שעון-חול, ומטרתה להגביל את זמן הריצה של תוכנית המשתמש. הפקודות הראשונות של תוכנית המשתמש מאחסנות ערך בשם "מגבלת-זמן" באוגר מיוחד בשם "שעון-חול". פסיקת שעון-חול מתרחשת כאשר מספר מחזורי השעון, שהוקדשו להרצת התוכנית הגיע לערך "מגבלת-זמן". התרחשות של פסיקת שעון-חול גורמת להפסקת הרצת תוכנית המשתמש.
הערות והבהרות:

- יש לספור רק מחזורי שעון, שבהם מורצת תוכנית המשתמש. אין לספור מחזורי שעון, שמוקדשים להרצת שגרות טיפול בפסיקות.
- אין לשנות את דיאגרמת המצבים של בקרת ה-DLX. מותר לשנות את המשוואות של אותות בקרה, שקובעים את המעברים בין המצבים.
- מותרת גמישות בספירת מחזורי שעון בגין זמן התגובה של מנגנון הטיפול בפסיקות. בפרט, עצירת התוכנית יכולה להתבצע מספר קבוע של מחזורי שעון אחרי התרחשות פסיקת שעון-חול.

ענו על השאלות הבאות:

1. (5%) באיזה מצבים יכולה מכונת המצבים של הבקרה להיות בעת התרחשות פסיקת שעון-חול?
2. (5%) האם אתם ממליצים, שפסיקת שעון-חול תהיה ניתנת למיסוך?
3. (5%) קבעו עדיפות לפסיקת שעון-חול. לדוגמה, אם ברצונכם לקבוע עדיפות בין 0 ל-1, אז ערך העדיפות הוא $1/2$.
4. (6%) מנו שינויים, אם נחוצים כאלה בכלל, באותות הבקרה על מנת לתמוך בפסיקת שעון-חול.
5. (6%) הסבירו כיצד נספרים רק מחזורי שעון, שמוקדשים להרצת פקודות תוכנית המשתמש.
6. (6%) הציעו שיטה, שתמנע התרחשות פסיקת שעון-חול במהלך הפקודות הראשונות של תוכנית המשתמש. כזכור, הפקודות הראשונות מוקדשות להשמת הערך "מגבלת-זמן" באוגר המיוחד "שעון-חול".

פתרון שאלה 3:

המשך פתרון שאלה 3: