מבחן בקורס "מבוא למחשבים ספרתיים" - סמסטר ב' - תש"ס

ד"ר גיא אבן

1. משך הבחינה שלוש שעות - לא תנתן הארכה.
2. קראו את כל השאלות בעיון בתחילת המבחן.
3. במבחן יש 3 שאלות (שימו לב: בשאלה מספר 3 יש 4 סעיפים) - 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:

שאלה	סעיף	ניקוד	ציון
1	א	3	
	ב	13	
	ג	13	
	ד	4	
2	א	5	
	ב	5	
	ג	10	
3	א	18	
	ב	5	
	ג	8	
	ד	8	
	ה	8	

1. (33%) בעיית הזוגיות של סכומים מוגדרת כלהלן:

קלט: $x[n-1:0] \in \{0,1\}^n$

פלט: $y[n-1:0] \in \{0,1\}^n$

פונקציונליות: נגדיר את s_i, עבור $i \in \{0,1,\ldots,n-1\}$ באופן הבא:

$$s_i = \sum_{j=0}^{i} x[j].$$

נגדיר את t_i, עבור $i \in \{0,1,\ldots,n-1\}$ באופן הבא:

$$t_i = \sum_{j=0}^{i} s_j.$$

הפלט, $y[n-1:0]$, צריך לספק:

$$y[i] = \begin{cases} 1 & \text{if } s_i \text{ is even and } t_i \text{ is even} \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(א) (3%) מהו הפלט $y[7:0]$ המתאים לקלט $x[7:0] = 10101110$?

(ב) (13%) תכננו מעגל אשר מחשב את $y[n-1:0]$ בהינתן $x[n-1:0]$ (שאפו למעגל מהיר וזול ככל האפשר).

(ג) (13%) הוכיחו את נכונות התכנון שלכם.

(ד) (4%) נתחו את המחיר והההשהיה של התכנון שלכם. כתבו נוסחות אנליטיות סגורות (לא משוואת נסיגה) המתארות את המחיר וההשהיה כפונקציה של n. מותר להניח ש-n הוא חזקה שלמה של 2.

פתרון שאלה 1:

המשך פתרון שאלה 1:

2. (20%) יהי Cce אות ה-clock enable של האוגר C בסביבת האוגרים הכלליים (GPR). יהי RFw אות הבקרה, אשר מציין לזכרון בסביבת ה-GPR, האם עליו לבצע פעולת קריאה או פעולת כתיבה.

(א) (5%) מהם מצבי הבקרה במעבד ה-DLX (ללא תמיכה בפסיקות) שבהם אות הבקרה Cce שווה ל-1?

(ב) (5%) מהם מצבי הבקרה שבהם אות הבקרה RFw מורה על פעולת כתיבה?

(ג) (10%) האם פונקציונליות המעבד תשתנה כתוצאה מקביעת אות הבקרה Cce לערך 1 תמיד? אם כן, ספקו דוגמה, ואם לא, הוכיחו זאת.

פתרון שאלה 2:

3. (47%) ברצוננו להוסיף לשפת המכונה של ה-DLX תמיכה במחסנית, המוגדרת באופן הבא:

- מחסנית היא קטע בזכרון המתחיל בכתובת הגבוהה ביותר (דהיינו, $2^{32}-4$) ונגמרת בכתובת השווה לכתובת של מצביע המחסנית ועוד 4.
- המחסנית מכילה מלים בלבד (כל מלה בת 32 סיביות), כאשר כתובת המלה הראשונה במחסנית היא $2^{32}-4$, כתובת המלה השניה במחסנית היא $2^{32}-8$, וכתובת המלה ה-i במחסנית היא $2^{32}-4i$.
- מצביע המחסנית מאוחסן תמיד באוגר הכללי R30. אם מצביע המחסנית שווה ל-$2^{32}-4$, אזי המחסנית ריקה. אם מצביע המחסנית שווה ל-$2^{32}-8$, אזי המחסנית מכילה מילה בודדת, ואם מצביע המחסנית שווה ל-$2^{32}-4i$, אזי המחסנית מכילה $i-1$ מילים.

הפקודות התומכות במחסנית הן POP, PUSH. הפקודה PUSH דוחפת ערך חדש למחסנית, ובכך מגדילה את מספר המלים המאוחסנות במחסנית באחת. הפקודה POP שולפת את הערך האחרון שהוכנס למחסנית, ובכך מקטינה את מספר המלים המאוחסנות במחסנית באחת. המשמעות של פקודת דחיפה למחסנית PUSH $RS2$ היא:

$$\begin{aligned} M[R30] &= RS2 \\ R30 &= R30-4. \end{aligned}$$

שימו לב, ש-R30 מצביע למלה הפנויה בראש המחסנית וכי הוספת מלה למחסנית כרוכה בהקטנת מצביע המחסנית.

המשמעות של פקודת הוצאה מהמחסנית: POP RS2 היא:

$$\begin{aligned} R30 &= R30+4 \\ RS2 &= M[R30]. \end{aligned}$$

בשאלה זו נתמקד במימוש של פקודת POP. הניחו שפקודת POP מיוצגת על ידי מבנה R, כאשר השדות מוגדרים באופן הבא:

- ערך השדה func נבחר בתור ערך פנוי כלשהו. אנו נניח שפענוח הפקודות וכל אותות הבקרה המחושבים מתוך שדה זה מותאמים לתוספת זו.
- ערך השדות RS1,RD הוא 11110 (קידוד בינארי של 30), דהיינו האינדקס של R30.
- ערך השדה RS2 הוא האינדקס של האוגר הכללי אליו מעתיקים את המילה האחרונה במחסנית.

ענו על השאלות הבאות ביחס למעבד ה-DLX ללא תמיכה בפסיקות:

(א) (18%) ברצוננו להריץ פקודת POP מבלי להוסיף סביבות חדשות במסלול הנתונים ומבלי לשנות את הערוצים המחברים בין הסביבות. נתיר רק שינויים בבקרה והתאמות קלות של הסביבות הקיימות.

i. הציעו הרחבה פשוטה ככל האפשר של דיאגרמת המצבים של הבקרה, אשר תאפשר הרצה של פקודת POP. הוסיפו מספר קטן ככל האפשר של מצבי בקרה חדשים ומעברים חדשים, כך שהרצת פקודת POP תארך לכל היותר $7 + 2 \cdot WS$ מחזורי שעון.

ii. תארו לכל מצב בקרה חדש: (א) מהי הפעולה המתרחשת במסלול הנתונים? (ב) מהם אותות הבקרה הפעילים?

iii. מהם התנאים המתאימים למעברים החדשים?

(ב) (5%) פרטו איזה שינויים יש לבצע בסביבות מסלול הנתונים.

פתרון שאלה 3 סעיפים א,ב:

ענו על השאלות הבאות ביחס למעבד ה-DLX עם תמיכה בפסיקות. (הציעו הרחבות פשוטות ככל האפשר של הבקרה!)

(ג) (8%) בזמן הרצת פקודת POP יכולות להתרחש פסיקות של גישה לא מיושרת או החטאת דף במצבי הבקרה המתאימים להבאת הפקודה ושליפת מלה מהמחסנית. הגדירו פסיקה פנימית חדשה שעלולה להתרחש במהלך הרצת פקודת POP. ציינו: מדוע היא מתרחשת, מהו סוגה (הפסק/תזור/המשך), ומהו אות ההתרחשות שלה $evn[i]$.

(ד) (8%) האם נדרשות הרחבות לבקרה על מנת לטפל בפסיקה חדשה זו (מעברים ומצבים חדשים)? אם כן, תארו את ההרחבות: (א) מהו התנאי למעברים החדשים? (ב) מה מתבצע במצבים החדשים?

(ה) (8%) נניח שבזמן שליפת מלה מהמחסנית מתרחשת פסיקה של החטאת דף. אלו שינויים בבקרה נדרשים על מנת לטפל בהתרחשות הפסיקה? פרטו את כל השינויים הנדרשים.

פתרון שאלה 3 סעיפים ג,ד,ה: