

מבחן מועד ב' 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 3 סעיפים) - אין בחירה.
4. מותר להעזר ברשימות ובספרים.
5. מותר להשתמש בפתרונות בכל מעגל שנלמד בכתה או בשעורי הבית בתנאי שמתמשים 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.  
תשובות שייכתבו מעבר לאזור המוקצה להן - לא ייבדקו!
9. רשמו את מספר תעודת הזהות שלכם כאן:

שאלה	סעיף	ניקוד	ציון
1	א	16	
	ב	16	
	ג	8	
2	א	2	
	ב	9	
	ג	9	
3	א	15	
	ב	10	
	ג	15	

1. (40%) תהי  $\{x_i[31 : 0]\}_{i=1}^n$  סדרת מחרוזות בינאריות, כל מחרוזת בת 32 סיביות. ברצוננו לחשב את הסכום  $s$ , המוגדר על-ידי:

$$s = \sum_{i=1}^n [x_i[31 : 0]]$$

כאשר

$$[x_i[31 : 0]] = -x_i[31] \cdot 2^{31} + \sum_{j=0}^{30} x_i[j] \cdot 2^j$$

יהי  $s_j$  הסכום החלקי המוגדר על-ידי:

$$s_j = \sum_{i=n+1-j}^n [x_i[31 : 0]]$$

הניתו שכל הסכומים החלקיים ניתנים לייצוג על-ידי מחרוזת בינארית בת 32 סיביות בשיטת הייצוג של משלים לשתיים.

(א) (16%) תכננו מעגל סינכרוני בעל הקלטים:  $IN[31 : 0]$  ו- $reset$ , והפלט  $OUT[31 : 0]$ . במחזור שעון מספר 1, מתקיים  $reset = 1$ , ובמחזורי השעון  $2, 3, \dots, n$ , מתקיים  $reset = 0$ . במחזור השעון ה- $i$ , המחרוזת  $x_i[31 : 0]$  מוזנת דרך הקלט  $IN[31 : 0]$ . פלט המעגל  $OUT[31 : 0]$  במחזור השעון ה- $n + 1$  צריך לקיים:  $s = [OUT[31 : 0]]$ . שימו לב, שסדר הזנת המספרים הפוך לסדר סכימתם בסכומים החלקיים. תכנונכם צריך להיות זול ככל האפשר, ומחירו חייב להיות בלתי תלוי ב- $n$ .

i. כיתבו משוואות המתארות את כניסות האוגרים כפונקציה של יציאות האוגרים והקלט למעגל.

ii. שרטטו סכימת בלוקים של המעגל המורכב מרכיבים שנילמדו. הקפידו שהמעגל יממש את המשוואות מן הסעיף הקודם.

(ב) (16%) הוכיחו את נכונות התכנון שלכם. ההוכחה צריכה להתייחס לשתי סוגיות: מה אגור באוגרי המעגל במחזור השעון ה- $i$ ? כיצד מתמודד התכנון שלכם עם הבעייה של גלישה אפשרית, הנובעת מכך, שסדר הסכימה במעגל הפוך לסדר הסכימה של הסכומים החלקיים  $s_j$ ?

(ג) (8%) מהו מחזור השעון הקצר ביותר של המעגל שתיכנתם? ענו במונחים של תכונות האוגרים, הקלטים, והרכיבים הצרופיים.

פתרון שאלה 1:

המשך פתרון שאלה 1:

2. (20%) שאלה זו דנה במצבי הבקרה הבאים של מעבד ה-DLX: JAL, J, Btaken.

- (א) (2%) לכל מצב, כתבו את פקודת ה-RTL המתאימה לו (למשל:  $RD \leftarrow C, MAR \leftarrow A$ ).
- (ב) (9%) האם איחוד מצבי הבקרה J, JAL יכול לשנות את פונקציונליות המעבד ולגרום לשגיאה בעת הרצת פקודות? אם כן, תנו דוגמה, ואם לא, הוכיחו זאת.
- (ג) (9%) האם איחוד מצבי הבקרה J, Btaken יכול לשנות את פונקציונליות המעבד ולגרום לשגיאה בעת הרצת פקודות? אם כן, תנו דוגמה, ואם לא, הוכיחו זאת.

פתרון שאלה 2:

3. (40%) 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:

$$M[R30] = RS2$$
$$R30 = R30 - 4 \quad \text{ואחר-כך}$$

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:

$$R30 = R30 + 4$$
$$RS2 = M[R30] \quad \text{ואחר-כך}$$

בשאלה זו נתמקד במימוש של פקודת PUSH. הניחו שפקודת PUSH 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) (15%) ברצוננו להריץ פקודת PUSH 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 PUSH. הוסיפו מספר קטן ככל האפשר של מצבי בקרה חדשים ומעברים חדשים-ים, כך שהרצת פקודת PUSH תארך לכל היותר  $7 + 2 \cdot WS$  מחזורי שעון.  
ציירו את גרף המעברים של הבקרה (רק את המצבים הקשורים להרצת פקודת PUSH). תנו שמות למצבים החדשים (הקפידו לא להשתמש בשמות של מצבים קיימים).  
ii. תארו לכל מצב בקרה בציור מהי פקודת ה-RTL המתבצעת באותו מצב.

פתרון שאלה 3 סעיף א':

ענו על השאלות הבאות ביחס למעבד ה-DLX עם תמיכה בפסיקות. והציעו הרחבות פשוטות ככל האפשר של הבקרה:

(ב) (10%) הניחו שמספר המלים שיכולות להיות מאוחסנות במחסנית מוגבל ל- $2^{10}$  מלים. "גלישת מחסנית" היא פסיקה חדשה, המטפלת באירוע שבו פקודת PUSH מנסה לאחסן במחסנית יותר מ- $2^{10}$  מלים.

ציינו מהי סוג הפסיקה וכיצד מחושב אות ההתרחשות  $even[i]$  של הפסיקה.

(ג) (15%) התאימו את תשובתכם מסעיף א' כך שהבקרה תוכל לטפל בפסיקה של גלישת המחסנית. ציירו מחדש את החלק הרלבנטי בגרף המעברים, וציינו את פקודת ה-RTL שמתבצעת בכל מצב חדש.

פתרון שאלה 3 סעיפים ב', ג':