

מבחן בקורס "מבנה המחשב" - מועד א' סמסטר ב' - תשס"ד - 2004
 ד"ר גיא אבן
 © כל הזכויות שמורות למחבר

1. משך הבחינה שלוש שעות - לא תנתן הארכה.
2. קראו את כל השאלות בעיון בתחילת המבחן.
3. במבחן יש 4 שאלות - אין בחירה.
4. מותר להעזר בסיכומי שיעור מודפסים שחולקו בהרצאות. מותר להשתמש בתדפיסי שקפים רק עבור ההרצאות שלא חולקו בהם סיכומי שיעור. אסור שימוש בכל חומר אחר. למען הסר ספק: אסור שימוש בכל חומר הכולל פתרונות של תרגילי בית (כולל שקפים מתירגולים) ופתרונות של מבחנים משנים קודמות.
5. מותר להשתמש בתשובות בכל מעגל שנלמד בכתה או בשעורי הבית בתנאי שמתמשים במעגל זהה לחלוטין למעגל שנלמד. יש לציין במפורש מהם הקלטים, הפלטים והפונקציונליות.
6. יש לקחת בחשבון שההשהיה של שער תלויה בדרגת כניסה שלו.
7. בכל שאלה שבה מצויין יעד של מחיר או השהיה, אי עמידה ביעד תשפיע על ניקוד התשובה.
8. ליד כל שאלה מופיע בסוגריים מספר הנקודות שיינתנו עבור תשובה מלאה.
9. ענו על השאלות באזורים המוקצים לכך בגוף השאלון. השתמשו במחברות כטיוטות בלבד.
10. רשמו את מספר תעודת הזהות שלכם כאן:

question	weight	grade
1-1	5	
1-2	5	
1-3	5	
2-1	4	
2-2	19	
2-3	6	
3-1	1	
3-2	4	
3-3	7	
3-4	5	
3-5	15	
4-1	12	
4-2	12	

שאלה מספר 1 (15%)

ציינו האם המשפטים הבאים נכונים או לא נכונים. נמקו כל תשובה במשפט קצר.

1. (5%)

בהפשטה הספרתית מתקיימת התכונה הבאה: אם אחת הכניסות של שער OR היא לוגית וערכה אחד לוגי, אזי הפלט חייב להתייצב אחרי זמן ההשהייה של השער על ערך אחד לוגי.

2. (5%)

יותר קל לחשב את הערך הלוגי של פלטי מעגל ספרתי (בהינתן הערכים הלוגיים של הקלטים) מאשר לבדוק האם מעגל נתון הוא מעגל צירופי.

3. (5%)

הקטנת השהיית העיכוב t_{pd} של דלגלג אינה יכולה לגרום להפרה של אילוצי תזמון בהנחה ששאר הפרמטרים של הדלגלג אינם משתנים.

שאלה מספר 2 (29%)

הפונקציה הבוליאנית $f_2 : \{0, 1\}^2 \rightarrow \{0, 1\}$ מוגדרת באופן הבא

$$f_2(x, y) \triangleq \begin{cases} 1 & \text{if } x > y \\ 0 & \text{if } x \leq y \end{cases}$$

נרחיב את הפונקציה $f_2(x, y)$ לפונקציה בוליאנית $f_n : \{0, 1\}^n \rightarrow \{0, 1\}$ בצורה רקורסיבית:

$$f_n(x_1, \dots, x_n) \triangleq f(f_{n-1}(x_1, \dots, x_{n-1}), x_n).$$

1. (4%)

חשבו את

$$f_4(1, 1, 1, 1)$$

$$f_4(1, 0, 1, 0).$$

2. (19%) תכננו בעמוד הבא מעגל צירופי C_n אשר מממש את הפונקציה f_n . המעגל צריך להיות בעל השהיית עיכוב קטנה ככל האפשר (אסימפטוטית), ומבין המימושים המהירים עליו להיות זול ככל האפשר (אסימפטוטית).

התכנון צריך להכיל:

- דיאגרמת בלוקים של התכנון בצרוף רשימה המתארת לכל בלוק את מספר הקלטים, מספר הפלטים, והפונקציונליות.
- הסבר קצר כיצד פועל המעגל ומדוע הוא נכון. אין צורך בהוכחה פורמלית.

3. (6%) מהי ההשהייה האסימפטוטית והמחיר האסימפטוטי של התכנון שלכם.

תשובה לסעיף 3:

שאלה מספר 3 (32%)

תכנון מעגל סנכרוני S_n שמזהה האם סדרת הקלט x_0, \dots, x_{n-1} היא פלינדרום. תזכורת: מחרוזת $x[n-1:0]$ היא פלינדרום אם

$$\forall i \in \{0, 1, \dots, n-1\} : x[i] = x[n-1-i].$$

המפרט של המעגל S_n הוא כדלהלן:

- במחזור השעון ה- i מוזן המעגל בסיבית $x[i]$.
- למעגל פלט יחיד Y . במחזור השעון ה- $2n-1$ ערך הפלט Y מקיים:

$$Y = \begin{cases} 0 & \text{אם סדרת הקלט } x[0:n-1] \text{ אינה פלינדרום} \\ 1 & \text{אם סדרת הקלט } x[0:n-1] \text{ היא פלינדרום} \end{cases}$$

שימו לב:

1. הקלט מוזן ב- n מחזורי השעון הראשונים, והפלט מתקבל ב- n מחזורי שעון אחרי סוף הקלט.
2. ערכי הקלט במחזורי השעון $n, n+1, \dots, 2n-1$ אינם משפיעים על הפלט Y במחזור השעון $2n-1$.
3. המפרט אינו דורש דרישה כלשהי מן הפלט במחזורי שעון שונים ממחזור השעון ה- $2n-1$.
4. הינכם רשאים להניח שהמעגל מאותחל לערך שנוח לכם כבר בתחילת מחזור השעון ה-0.

ענו על השאלות הבאות:

1. (1%) הקיפו בעיגול את הסדרות מבין הסדרות הבאות שהן פלינדרומים.

0, 1, 1, 0

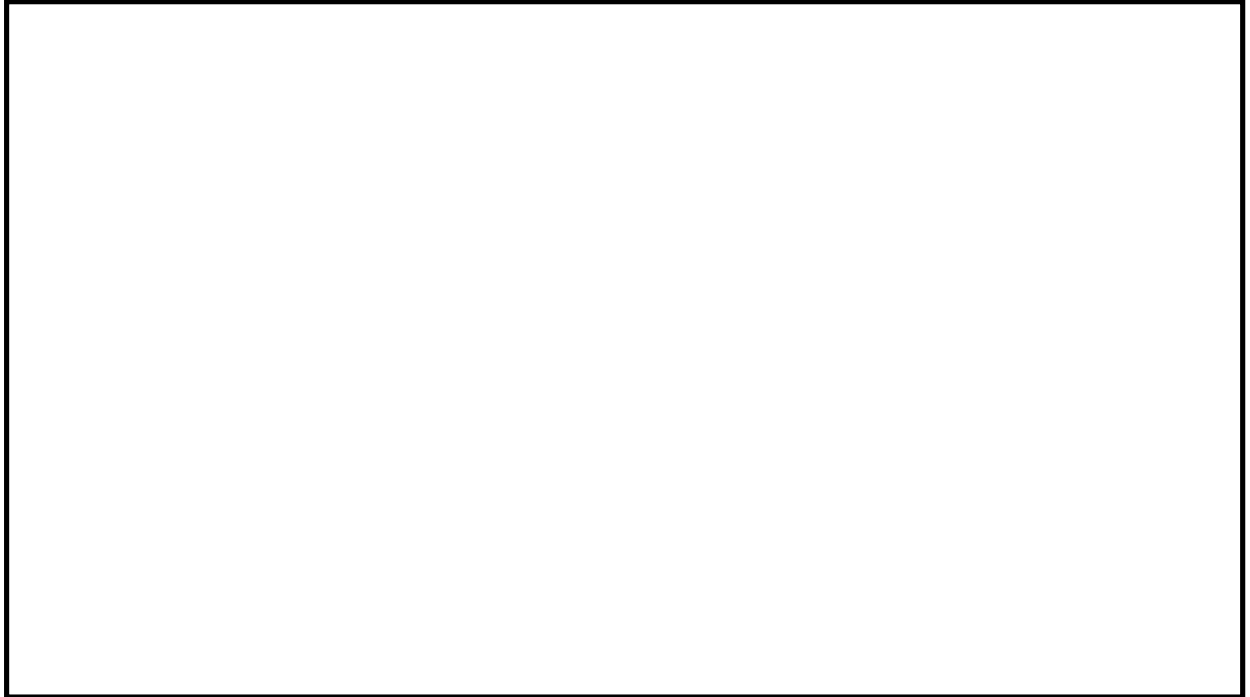
0, 1, 0, 1.

2. (4%) תכננו מעגל סינכרוני $Queue(n)$ בעל כניסה בודדת $in \in \{0, 1\}$ ויציאה בודדת $out \in \{0, 1\}$ אשר בכל מחזור שעות t מקיים:

$$out(t) = in(t - n).$$

כלומר, היציאה במחזור שעות t שווה לכניסה n מחזורי שעות קודם. (אין צורך לעסוק במקרי קצה, למשל מה קורה אם $t < n$)

המעגל צריך לעבוד עם מחזור שעות קבוע (בלתי תלוי ב- n). מספיק לצייר את התכנון עבור $n = 4$.



3. (7%) תכננו מעגל סינכרוני $Stack(n)$ בעל שתי כניסות: $in, pop \in \{0, 1\}$ ויציאה בודדת $out \in \{0, 1\}$.

המעגל מממש מחסנית באופן הבא. בתחילת כל מחזור שעות אוגרת המחסנית סדרה של איברים x_1, x_2, \dots, x_m , כאשר $0 \leq m \leq n$. נסמן ב- $x_i(t)$ את הערך של האיבר x_i בסדרה האגורה במחסנית במהלך מחזור השעות ה- t .

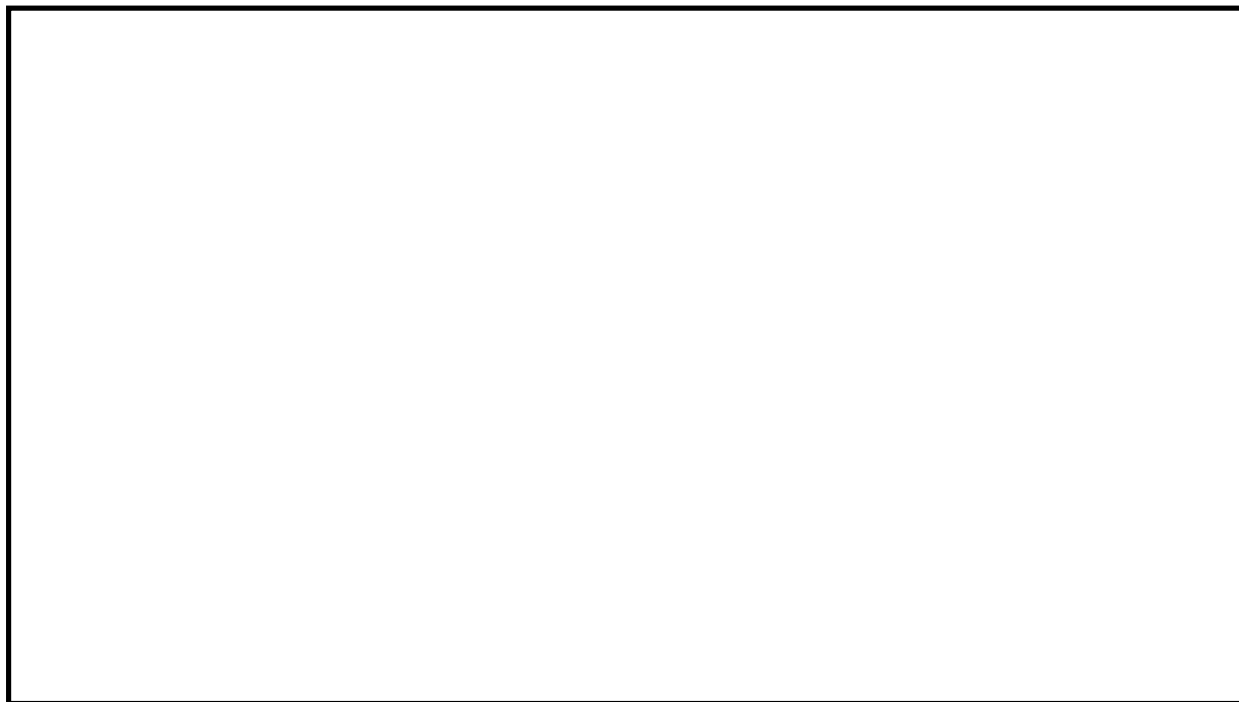
אם $pop(t) = 1$, אזי הפלט מקיים $out(t) = x_1$. ואז, מתבצע עידכון של הקבוצה המאוחסנת: $x_i(t+1) \leftarrow x_{i+1}(t)$ לכל $0 \leq i < m$. שימו לב שמספר האיברים בסדרה פוחת באחד. איננו מפרטים מה קורה אם הקבוצה ריקה, כלומר $m = 0$.

אם $pop(t) = 0$, אז הקלט $in(t)$ מתווסף לסדרה שאגורה במחסנית באופן הבא:

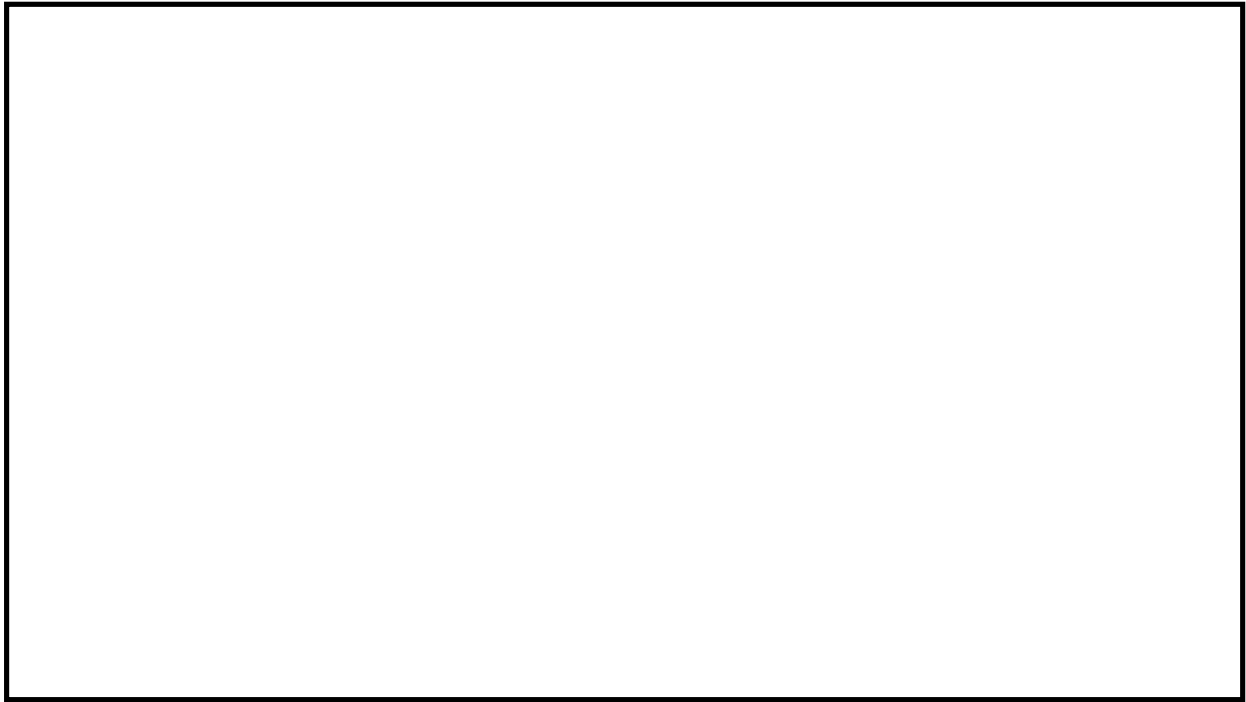
$$\begin{aligned} x_1(t+1) &\leftarrow in(t) \\ x_{i+1}(t+1) &\leftarrow x_i(t). \end{aligned}$$

שימו לב שמספר האיברים בסדרה גודל באחד. איננו מפרטים מה קורה אם מספר האיברים בקבוצה עולה על n .

המעגל צריך לעבוד עם מחזור שעות קבוע (בלתי תלוי ב- n) - מותר להניח שהרשת המוזנת על ידי הקלט pop היא בעלת השהייה קבועה למרות שהיא מזינה אולי הרבה קלטים. מספיק לצייר את התכנון עבור $n = 4$.



4. (5%) תכננו מונה שסופר עד n תוך שימוש במעגל $Queue(n)$. זיכרו שהינכם רשאים להניח שהמעגל מאותחל לערך שנוח לכם כבר בתחילת מחזור השעון ה-0.



5. (15%) תכננו מעגל S_n לפי המפרט לעיל. המעגל צריך להיות בעל מחזור שיעון קבוע (בהנחה מספר הקלטים שמוזנים על ידי רשת אינו משפיע על ההשתייה), ומבין המעגלים המהירים, עליו להיות בעל מחיר זול ככל האפשר (אסימפטוטית). התכנון צריך להכיל:

- (8%) דיאגרמת בלוקים של התכנון בצרוף רשימה המתארת לכל בלוק את מספר הקלטים, מספר הפלטים, והפונקציונליות.
- (4%) הסבר קצר כיצד פועל המעגל ומדוע הוא נכון. אין צורך בהוכחה פורמלית.
- (3%) מהו מחזור השעון האסימפטוטי של המעגל שתכנתם? מהו המחיר האסימפטוטי של התכנון שלכם?

פתרון סעיף 5:

שאלה מספר 4 (24%)

ברצוננו להוסיף לשפת המכונה של ה-simplified DLX פקודה חדשה.

$chkbit17$ $RS1$ RD .

פקודה זו גורמת לעידכון RD באופן הבא:

$$RD = \begin{cases} 0^{31} \cdot 1 & \text{if } RS1[17] = 1 \\ 0^{32} & \text{otherwise.} \end{cases}$$

הציעו מימוש של ה-DLX שתומך בפקודה החדשה תוך ביצוע שינויים קטנים ככל האפשר במסלול הנתונים. (הניקוד יופחת עבור שינויים מוגזמים).

1. (12%) מנו את השינויים הנדרשים במסלול הנתונים על מנת לתמוך בהרצת הפקודה החדשה.
2. (12%) 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 4:

המשך פתרון שאלה 4: