

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

ד"ר גיא אבן

1. משך הבחינה שלוש שעות - לא תנתן הארכה.
2. קראו את כל השאלות בעיון בתחילת המבחן.
3. במבחן יש 2 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. אם פונקציונליות המעגל מותנה בקיום תנאים מסויימים יש לציין מהם ולהראות שהם מתקיימים.
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.

שאלה מספר 1 (60%)

להלן מספר הגדרות:

1. הפונקציה $\text{mod}(x, n) : \mathbb{Z} \rightarrow \{0, 1, \dots, n-1\}$ היא הפונקציה אשר מקיימת $y = \text{mod}(x, n)$ גורר $x - y$ מתחלק על-ידי n , לכל מספר שלם x .

2. רשימה מעגלית היא שישיה $\mathcal{L} = \langle L, A, B, n, \Sigma \rangle$ כאשר:

• Σ היא קבוצה עם סדר קוי (מלא) \preceq .

• n הוא חזקה שלמה של 2, כלומר $n = 2^k$.

• $L[0 : n-1] \in \Sigma^n$.

• $A, B \in \{0, 1\}^k$. התפקיד של A הוא לסמן את המיקום של ראש הרשימה המעגלית; התפקיד

של B הוא לסמן את המיקום של סוף הרשימה המעגלית. על מנת לפשט את הסימון, נשתמש

בקיצורים הבאים $a = \langle A \rangle$ וגם $b = \langle B \rangle$. כלומר, a הוא הערך המיוצג על-ידי A בשיטה בינארית.

3. האורך של רשימה מעגלית \mathcal{L} מוגדר על-ידי

$$|\mathcal{L}| \triangleq \text{mod}(b - a + 1, n).$$

שימו לב שהאורך הוא אפס אם $b = \text{mod}(a - 1, n)$. רשימה באורך אפס נחשבת לרשימה ריקה.

4. קבוצת איברי רשימה מעגלית לא ריקה \mathcal{L} היא

$$\text{elements}(\mathcal{L}) \triangleq \{L[\text{mod}(a + i, n)]\}_{i=0}^{|\mathcal{L}|-1}.$$

5. איבר $L[j] \in \text{elements}(\mathcal{L})$ הוא איבר מינימלי ברשימה מעגלית לא ריקה אם

$$\forall L[i] \in \text{elements}(\mathcal{L}) : L[j] \preceq L[i].$$

6. אינדקס j מצביע לאיבר בעל העדיפות הגבוהה ביותר ברשימה מעגלית לא ריקה \mathcal{L} אם $L[j]$ הוא

איבר מינימלי וגם

$$\forall i \text{ such that } L[i] \text{ is minimal} : \text{mod}(j - a, n) \leq \text{mod}(i - a, n).$$

ענו על 4 השאלות הבאות:

1. (10%) לפניכם הדוגמה הבאה: $n = 8, \Sigma = \{0, 1\}^3$, הסדר הקווי \preceq ביחס לאיברי Σ מוגדר על ידי

$$\alpha \preceq \beta \Leftrightarrow \langle \alpha \rangle \leq \langle \beta \rangle.$$

הניחו ש- $A = 010$ וגם $B = 101$ (כלומר, $a = 2$ וגם $b = 5$). הניחו שהערכים המיוצגים בשיטה

בינארית על-ידי איברי הוקטור L הם $\{0, 1, 4, 2, 2, 3, 0, 4\}$.

השאלות הבאות דנות ברשימה המעגלית $\mathcal{L} = \{L, A, B, n, \Sigma\}$.

(א) מהו אורך הרשימה?

(ב) מהם איברי הרשימה?

(ג) מהם האיברים המינימליים ברשימה?

(ד) מהו האיבר בעל העדיפות הגבוהה ביותר?

(ה) ענו על אותן ארבע שאלות ביחס לפרמטרים: $A = 110$ וגם $B = 001$.

2. (20%) תכננו מעגל צירופי $C^1(n, \Sigma)$ (כאשר $n = 2^k$) המוגדר כדלהלן:

קלט: $L[0 : n - 1] \in \Sigma^n$.

פלט: $\alpha[0 : n - 1] \in \{0, 1\}^n$.

פונקציונליות: תהי $\mathcal{L} = \{L, A, B, n, \Sigma\}$ הרשימה המעגלית המוגדרת ביחס ל- $a = 0$ וגם $b = n - 2$.

הפלט $\alpha[0 : n - 1]$ צריך לקיים

$$\alpha[i] = \begin{cases} 1 & \text{if } i \text{ is the index of the highest priority element in } \mathcal{L} \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

הנחיות:

- ציירו תרשים בלוקים של התכנון שלכם והסבירו את התכנון בקצרה.
- הסבירו מדוע התכנון נכון.
- נתחו את המחיר וההשהיה האסימפטוטיים של התכנון שלכם.

- הניחו שגודל הקבוצה Σ הוא קבוע קטן.
- שאפו להפחית את השהיית המעגל ככל האפשר.
- זיכרו שההשהיה של שער עם דרגת יציאה k היא $\log k$.

3. (15%) תכננו מעגל צירופי $C^2(n, \Sigma)$ בדומה למעגל $C^1(n, \Sigma)$ למעט העובדה שהקלט מכיל גם את המחרוזת $B \in \{0, 1\}^k$ שמציינת את סוף הרשימה המעגלית. מותר להשתמש במעגל $C^1(n, \Sigma)$ כתת-מעגל. (ענו על הסעיף לפי ההנחיות של סעיף 2).

4. (15%) תכננו מעגל צירופי $C^3(n, \Sigma)$ בדומה למעגל $C^2(n, \Sigma)$ למעט העובדה שהקלט מכיל גם את המחרוזת $A \in \{0, 1\}^k$ שמציינת את תחילת הרשימה המעגלית. מותר להשתמש במעגל $C^2(n, \Sigma)$ כתת-מעגל. (ענו על הסעיף לפי ההנחיות של סעיף 2).

שאלה מספר 2 (40%)

שאלה זו עוסקת במעבד DLX עם תמיכה בפסיקות. כזכור, פקודות מיוחדות אמורות להופיע אך ורק בשגרת הטיפול בפסיקות. הפקודות המיוחדות הן `rfe`, `moves2i`, `movei2s`.

על-מנת למנוע מתוכניות משתמש שימוש בפקודות מיוחדות נגדיר אוגר מיוחד בשם `ISR-stack-size` (ISS). אוגר ה-ISS סופר את מספר המסגרות במחסנית הפסיקות: ערך אפס מציין שתוכנית משתמש מורצת כעת. ערך שונה מאפס מציין ששגרת הטיפול בפסיקות מורצת כעת. הערך של האוגר ISS נבדק במצבי הבקרה שמתאימים לפקודות המיוחדות. אם ערך האוגר הוא אפס במצב בקרה המתאים לפקודה מיוחדת, אז מתרחשת פסיקת `Wrong Privilege (WP)`.

ענו על 8 השאלות הבאות:

1. האם פסיקת WP היא פנימית או חיצונית?
2. האם פסיקת WP ניתנת למיסוד?
3. האם פסיקת WP היא מסוג הפסק, המשך, או חזור?
4. תארו מעברים חדשים (אם נחוצים בכלל) בדיאגרמת המצבים של בקרת ה-DLX על מנת לתמוך בפסיקה מסוג WP.
5. איך ומתי יש לקדם באתת את ה-ISS?
6. איך ומתי יש להפחית אחת מה-ISS?
7. איך ומתי (אם בכלל) יש לאתחל את ה-ISS?
8. תכננו את סביבת אוגר ה-ISS. רישמו את אותות הבקרה, ציינו מתי הם תקפים, וציירו את תרש-ים הבלוקים. הסבירו בקצרה כיצד סביבת ה-ISS תומכת בפונקציונליות הנדרשת מתשובותיכם הקודמות.