



אוניברסיטת אריאל בשומרון

פקולטה: מדעי הטבע

מחלקה: מדעי המחשב

שם הקורס: אלגוריתמים כלכליים

קוד הקורס: 7062310-2 קבוצה 1

סמסטר _____ ב _____ מועד _____ א _____ תאריך בחינה: כ"ג בסיון ה'תשע"ט, 26/6/2019

משך הבחינה: 3 שעות

שם המרצה: אראל סגל-הלוי

בבחינה חמש שאלות. סכום הנקודות בכל השאלות הוא 120. מותר לענות על כל השאלות.

- מי שיצבור 100 נקודות ומעלה, ציונו במבחן יהיה 100.

יש לענות במחברת הבחינה.

- אין צורך להעתיק את השאלון למחברת - השאלון יתפרסם בגיטהאב לאחר הבחינה.

חומר עזר מותר בשימוש: דף-נוסחאות אישי בגודל פוליו (A4). מותר לכתוב משני צדי הדף.

- יש להגיש את דף-הנוסחאות יחד עם מחברת הבחינה.

הנחיות לפתרון שאלות תיכנות:

- מותר לכתוב קוד בכל שפה שאתם מכירים או בפסאודו-קוד.
- יש לתעד את הקוד ולהסביר היטב בעברית מה עושה כל שורה ואיך זה מתאים לאלגוריתם.
- אתם לא נבחנים על התחביר של השפה אלא על האלגוריתם. העיקר שאוכל להבין מה עשיתם.

הנחיות כלליות:

- יש להסביר כל תשובה בפירוט. ניקוד מלא יינתן רק על תשובה נכונה עם הסבר נכון.
- אם נראה לכם ששאלה כלשהי שגויה או אינה מוגדרת עד הסוף (חסרות הנחות מסויימות), הניחו את ההנחות שנראות בעיניכם הגיוניות ביותר בהתאם לשאלה.

בהצלחה!!

שאלה 1 [30 נק']. מכירת אגרטלים

חברת "חפירות כלכליות" מצאה בחפירות ארכיאולוגיות בסין שלושה אגרטלים זהים מתקופת שושלת מינג.

החברה העמידה את האגרטלים למכרז. שבעה משתתפים הגיעו למכרז: אבי, בתיה, גדי, דני, הניה, ורד, זילפה.

כל משתתף מעוניין לקנות אגרטל אחד. לכולם יש העדפות קוואזי-ליניאריות. הערכים שהם מייחסים לאגרטל הם:

אבי-10, בתיה-20, גדי-30, דני-40, הניה-50, ורד-60, זילפה-70.

א [10 נק']. המכרז התנהל בשיטת ויקרי-קלארק-גרובס (VCG). מי היו הזוכים, כמה כל אחד שילם, וכמה הרויחה החברה? הסבירו בפירוט את אופן החישוב.

ב [10 נק']. המכרז התנהל בשיטת מיירסון (Myerson) עם כלל-בחירה יעיל פארטו. מי היו הזוכים, כמה כל אחד שילם, וכמה הרויחה החברה? הסבירו בפירוט את אופן החישוב.

ג [10 נק']. המכרז התנהל בשיטת מיירסון (Myerson) עם כלל-בחירה "בחר את שלושת הערכים הנמוכים ביותר". מי היו הזוכים, כמה כל אחד שילם, וכמה הרויחה החברה? הסבירו בפירוט את אופן החישוב.

שאלה 2 [30 נק']. חלוקת דואר

ברחוב "מכתבים כלכליים" יש בית-דואר אחד, הנמצא בקצה הרחוב.

ברחוב גרים n תושבים. התושב ה- k גר במרחק של $k/2$ דקות הליכה מבית-הדואר.

הדוור יוצא בכל בוקר מבית-הדואר, הולך עד הקצה השני של הרחוב ומחלק מכתבים, ואז חוזר בחזרה לבית-הדואר:



המשכורת של הדוור היא 12 ש"ח לדקה. ועד הרחוב החליט, שמשכורתו של הדוור תשולם ע"י התושבים. חלוקת התשלום בין התושבים צריכה לקיים את העקרונות הבאים:

1. התשלום של כל תושב תלוי רק בעלויות השוליות שהוא מוסיף כאשר הוא מצטרף לרחוב.
2. תושב שאינו מוסיף שום עלות שולית – לא משלם כלום.
3. אם מעסיקים כמה דוורים (עם משכורות שונות), מחשבים את התשלום של כל תושב לכל דוור בנפרד, ומסכמים את התשלומים – התוצאה זהה לתוצאה המתקבלת כשמחשבים את התשלום של כל תושב לכל הדוורים יחד.

א [10 נק']. ציינו שם של אלגוריתם המתאים להחלטת ועד הרחוב. ציינו שלוש תכונות של האלגוריתם, והתאימו אותן לשלושת העקרונות של ועד הרחוב.

ב [10 נק']. הניחו שיש $n=3$ תושבים ברחוב. חשבו כמה ישלם כל תושב לפי האלגוריתם של סעיף א. פרטו את אופן החישוב. **שימו לב:** משכורת הדוור במקרה זה היא 36 (דקה וחצי הלך, דקה וחצי חזר, סה"כ 3 דקות, כפול 12 ש"ח לדקה).

ג [10 נק']. הניחו שיש $n=4$ תושבים ברחוב. חשבו כמה ישלם כל תושב לפי האלגוריתם של סעיף א. רמז: יש שני פתרונות:

- פתרון אחד פשוט, אבל ארוך מאד;
- פתרון שני קצר, כללי (מתאים לכל n), ומשתמש בשלושת התכונות שציינתם בסעיף א.

שאלה 3 [20 נק']. חלוקת שאלות

שלושה סטודנטים פותרים ביחד מטלה עם שלוש שאלות. השאלות תלויות זו בזו – צריך קודם לפתור את שאלה א, אחר-כך את שאלה ב, ובסוף את שאלה ג.

כל שאלה עוסקת בנושא אחר ולכל סטודנט יש מומחיות אחרת, ולכן זמני הפתרון של השאלות משתנים: הזמן שלוקח לסטודנט i לפתור את שאלה j הוא $T[i, j]$ דקות.

הסטודנטים רוצים לחלק ביניהם את השאלות לפי העקרונות הבאים:

1. כל סטודנט פותר שאלה אחת.
2. כל שאלה נפתרת ע"י סטודנט אחד.
3. הסטודנטים מסיימים את כל המטלה מהר ככל האפשר.

א [10 נק']. כיתבו פקודה בשפת Mathematica (או שפה דומה) שתעזור לסטודנטים להחליט מי יפתור איזו שאלה. הסבירו בפירוט את אופן פעולת הפקודה שכתבתם, ומדוע היא עונה לדרישות.

ב [10 נק']. הדגימו את פעולת הפקודה שכתבתם: כיתבו מטריצה T , כיתבו את הפלט של הפקודה, והסבירו איך מבינים מתוך הפלט של Mathematica, איזה סטודנט יפתור איזו שאלה.

שאלה 4 [20 נק']. יעילות פארטו

הגדרות:

- מצב א נקרא **שיפור פארטו חזק** של מצב ב, אם מצב א טוב יותר ממצב ב עבור כל המשתתפים.
- מצב נקרא **יעיל פארטו חלש** אם לא קיים מצב אחר שהוא שיפור-פארטו-חזק שלו.

א [10 נק']. תנו דוגמה עם שלושה שחקנים ושלושה מצבים, שבה מצב מסויים הוא יעיל-פארטו-חלש אבל לא יעיל-פארטו. הוכיחו את תשובתכם (הוכיחו שהמצב יעיל-פארטו-חלש, והוכיחו שהמצב לא יעיל-פארטו).

ב [10 נק']. כיתבו פונקציה, בשפת-תיכנות לבחירתכם או בפסאודו-קוד, המקבלת מערך של שחקנים, מספר המציין מצב, ומערך המכיל את כל המצבים האפשריים, ובודקת האם המצב הנתון הוא יעיל-פארטו-חלש. היעזרו במחלקה הבאה:

```
class Person {
    double value(int state);
    // INPUT:    the index of a state.
    // OUTPUT:   the value of the state to the person.
}
```

כותרת הפונקציה:

```
bool isWeakParetoOptimal(Person[] people, int state, int[] allStates);
```

שאלה 5 [20 נק']. זוג-או-פרד

במשחק "זוג או פרד", כל שחקן בוחר מספר שלם. אם סכום המספרים הוא זוגי, השחקן הראשון מנצח; אם הסכום איזוגי, השחקן השני מנצח.

א [10 נק']. כיתבו חוזה בשפת solidity שיאפשר לשחקנים לשחק על כסף. הדרישות:

- כדי להשתתף במשחק, צריך לשלם לחוזה 100 פניי לפחות (אפשר לשלם יותר).
- כל זוג שחקנים עוקבים משחקים משחק אחד (השחקן הראשון משחק מול השני, השלישי מול הרביעי, וכו').
- הזוכה במשחק (בכל זוג בנפרד) מקבל 180 פניי.

תזכורת לשפת solidity:

- הטיפוס address מציין כתובת אתריום.
- לטיפוס address יש שיטה בשם transfer המשמשת לשליחת כסף לכתובת זו.
- כל שיטה מקבלת כקלט, מלבד הקלט הרגיל שלה, אובייקט מסוג msg עם שני שדות עיקריים:
 - msg.sender – הכתובת של שולח ההודעה הנוכחית (שדה מסוג address);
 - msg.value – סכום הכסף ששולח-ההודעה צירף להודעה.
- הפונקציה require משמשת לבדיקת תנאים בזמן ריצה (כמו assert בשפת סי). עליכם להשלים את השלד הבא – לממש את הבנאי ואת play. הוסיפו שדות לפי הצורך.

```
contract ZogOPered {
    constructor() public {
        ...
    }

    function play(int choice) public payable {
        ...
    }
}
```

אם אינכם זוכרים את התחביר של שפת solidity, הניחו שהתחביר זהה לשפת Java או C++ לפי בחירתכם.

ב [10 נק']. הדגימו בפירוט את הפונקציה שכתבתם בסעיף א על מהלך-האירועים הבא:

1. שחקן עם כתובת 1212 קורא ל-play(11) עם 100 פניי.
 2. שחקן עם כתובת 3434 קורא ל-play(33) עם 100 פניי.
 3. שחקן עם כתובת 5656 קורא ל-play(66) עם 100 פניי.
 4. שחקן עם כתובת 7878 קורא ל-play(88) עם 50 פניי.
 5. שחקן עם כתובת 9090 קורא ל-play(99) עם 150 פניי.
- לגבי כל אחד מ-5 השלבים, ציינו מה בדיוק קורה בכל שלב:
- כמה כסף עובר במערכת, מאיזו כתובת ולאילו כתובות;
 - איך משתנים ערכי השדות הפנימיים של החוזה.
 - מהי היתרה של החוזה (כמה כסף יש בחוזה) אחרי השלב.

שאלה 6 - משוב על הבחינה [רשות]

כדי לעזור לי לתכנן בחינות בשנים הבאות, אשמח אם תדרגו את השאלות והסעיפים בשאלות לפי דרגת קושי – מהקל ביותר לקשה ביותר. אם אין לכם זמן בזמן הבחינה, אפשר לענות גם אחרי הבחינה בדואל.