

תוכן הגליון

מאמר המערכת.....	2
פרס טיורינג לפרופ' שפי גולדווסר	3
השפעה של ניסוח מילולי לעומת ניסוח מתמטי באוטומט סופי	
טלי דרור ודפנה לוי-רשתי	7
שאלות מבחן ליסודות מדעי המחשב	15
שאלות מבחן: עצים	32
טופס משוב	45

**קראתם את העיתון?
אל תשכחו למלא את טופס המשוב
הנמצא בעמוד האחרון
ולשלוח אותו אל מינהלת מל"מ.**

כתובתנו:

**מרכז המורים הארצי למדעי המחשב
המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, טכניון, חיפה 32000
טלפון 04-8292880 , פקס 04-8293004**

מאמר מערכת

קוראים יקרים

לפניכם הגליון השני של "הבטים בהוראת מדעי המחשב" לשנת תשע"ג. אתם מוזמנים לקרוא אותו באתר ללא תשלום ולאחר מכן למלא את טופס המשוב ולשלוח אותו למינהלת מל"מ. שליחת דפי המשוב היא התנאי להמשך קיומו של העיתון.

מה בגליון הפעם?

חלק גדול מהגליון מוקדש לשאלות מבחן. במסגרת קורס שאלות מבחן שהתקיים השנה, חיברו משתתפי הקורס מגוון שאלות ל"יסודות מדעי המחשב", "עיצוב תוכנה" וחלופות היחידה השלישית. מתוך המאגר הזה, בחרנו להביא לכם מבחר דוגמאות לשאלות מבחן ליחידת "יסודות מדעי המחשב" בנושאים: ביצוע מותנה, ביצוע חוזר, מבני נתונים סדרתיים (מערכים). וכן דוגמאות לשאלות על עצים ליחידה "עיצוב תוכנה".

את המאגר השלם של השאלות תוכלו למצוא באתר המרכז הארצי <http://cse.proj.ac.il/Y13/QDB/>

מומלץ לעקוב אחר ההודעות השוטפות על פעילויות המרכז הארצי באתר האינטרנט שלנו <http://cse.proj.ac.il>.

אתם מוזמנים להמשיך לגלוש באתר, לקרוא ולהוריד קבצים.

נשמח גם לקבל מכם חומרים מפרי עטכם בכל נושא שיכול לעניין את קוראי העיתון.

קריאה מהנה,

ממערכת העיתון ומצוות המרכז הארצי

הגליון נפתח עם פרטים על פרס טיורינג לשנת 2012 שהוענק לפרופ' שפי גולדווסר מהמחלקה למדעי המחשב ומתמטיקה שימושית במכון ויצמן למדע ומהמעבדה למדעי המחשב ואינטליגנציה מלאכותית במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT) ולפרופ' סילביו מיקאלי מ-MIT על "עבודה מהפכנית שהניחה את היסודות התיאורטיים לתורת ההצפנה בתחום הסיבוכיות, תוך המצאת שיטות חדשות וחלוציות לאימות יעיל של הוכחות מתמטיות בתחום תורת הסיבוכיות". גולדווסר היא הישראלית החמישית שזוכה בפרס טיורינג והאשה השלישית מאז התחילו לחלק את הפרס החשוב הזה.

המאמר של טלי דרור ודפנה לוי-רשתי עוסק **בהשפעה של ניסוח מילולי לעומת ניסוח מתמטי באוטומט סופי**. המאמר בוחן את המסוגלות של תלמידי תיכון לפתור שאלות על אוטומט סופי בקורס מודלים חישוביים ומדווח על מחקר שערכו מחברות המאמר. המחקר שם דגש על השאלה "האם ניסוח הבעיה (מילולי או מתמטי) משפיע על מידת ההצלחה של התלמיד בפתרון הבעיה?" ועורך השוואה בין הישגי התלמידים בפתרון בעיות המנוסחות כבעיות "סיפור" לעומת הישגיהם בפתרון אותן בעיות כשהן מנוסחות באופן מתמטי.

פרס טיורינג לפרופ' שפי גולדווסר

פרס טיורינג לשנת 2012 הוענק במשותף לפרופ' שפי גולדווסר מהמחלקה למדעי המחשב ומתמטיקה שימושית במכון ויצמן למדע ומהמעבדה למדעי המחשב ואינטליגנציה מלאכותית במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT) ולפרופ' סילביו מיקאלי מ-MIT על "עבודה מהפכנית שהניחה את היסודות התיאורטיים לתורת ההצפנה בתחום הסיבוכיות, תוך המצאת שיטות חדשות וחלוציות לאימות יעיל של הוכחות מתמטיות בתחום תורת הסיבוכיות". העבודה המשותפת של גולדווסר ומיקאלי הביאה לחידושים שהפכו ל"תו תקן" בכל הנוגע לאבטחת מידע באינטרנט.

פרס טיורינג, הקרוי על שמו על אלן טיורינג, מחולק על ידי ארגון ACM בכל שנה, החל משנת 1966, בגין הישג יוצא דופן בתחום מדעי המחשב. מבחינת יוקרתו וחשיבותו, פרס טיורינג שקול לפרס נובל. הפרס כולל מענק כספי של רבע מיליון דולר הממומן על ידי החברות אינטל וגוגל, והוא יוענק לזוכים באירוע חגיגי של ACM שיתקיים ב- 15 ביוני 2013 בסן פרנסיסקו.



שפי (שפיריה) גולדווסר

פרופ' גולדווסר זכתה בפרסים רבים על עבודתה ועל הישגיה פורצי הדרך במדעי המחשב. בין היתר, בשנת 1998 הוענק לה פרס RSA במתמטיקה על תרומותיה הייחודיות לקריפטוגרפיה; היא כלת פרס הנשיא לחוקרים צעירים מטעם הקרן הלאומית האמריקאית למדע; גולדווסר זכתה בפרס Grace Murray Hopper שמעניק ה-ACM לחוקר צעיר בעל הישגים יוצאי דופן בתחום מדעי המחשב (1996); היא זכתה פעמיים בפרס גדל (Gödel) בשנים 1993 ו-2001; קיבלה את פרס עמנואל פיור (Piore) מטעם ארגון IEEE בשנת 2011, וכן את מדליית בנג'מין פרנקלין במדעי המחשב ובמדעים קוגניטיביים (2010).

שפי (שפיריה) גולדווסר נולדה בניו יורק בשנת 1958. בשנת 1979 השלימה תואר ראשון במתמטיקה באוניברסיטת קרנגי מלון, ובשנים 1981 ו-1983 הוענקו לה תואר שני ותואר שלישי^(*) במדעי המחשב באוניברסיטת קליפורניה בברקלי. בשנת 1983 הצטרפה למכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס MIT, ובשנת 1997 הייתה הראשונה שאישה בו את הקתדרה על שם חברת RSA, שבה היא מחזיקה עד היום. גולדווסר היא חברת המעבדה למדעי המחשב ולבינה מלאכותית ב-MIT. בשנת 1993 הצטרפה גם לסגל המחלקה למדעי המחשב ומתמטיקה שימושית במכון ויצמן למדע, כפרופסור מן המניין.

(*) המנחה של גולדווסר לעבודת הדוקטורט (כמו גם של מיקאלי) היה פרופ' מנואל בלוס מקרנגי מלון, גם הוא זוכה פרס טיורינג משנת 1995.

האישה השלישית בהיסטוריה של פרס טיורינג

פרופ' גולדווסר היא האישה השלישית שזוכה בפרס טיורינג מאז שהחלו בחלוקתו.

בשנת 2008 הפרס הוענק ל- Barbara Liskov על תרומתה לתיאוריה וליישום של שפות תכנות ותכנון מערכות, ובמיוחד על תרומתה להפשטת נתונים, fault tolerance (טיפול בכשלון או קריסת מערכת) ותכנות מבוזר.



בשנת 2006 הפרס הוענק ל- Frances E. Allen על תרומתה לתיאוריה וליישום של שיטות עבודה עם קומפילרים (בעיקר אופטימיזציה אוטומטית של תוכניות) והנחת היסודות לקומפילרים מודרניים ולחישוב מקבילי אוטומטי (ביצוע מקבילי אוטומטי של תוכניות פורטרן).



ישראלים זוכי פרס טיורינג

פרופ' שפי גולדווסר היא הישראלית החמישית שזוכה בפרס טיורינג.

בשנת 1976 זכה בפרס פרופ' מיכאל רבין מהאוניברסיטה העברית (יחד עם דנה סקוט), על מאמרים העוסק באוטומטים סופיים, שהציג את הרעיון של מכונות לא דטרמיניסטיות.



בשנת 1996 זכה בפרס פרופ' אמיר פנואלי ז"ל ממכון ויצמן למדע, על תרומתו המקורית בהכנסת לוגיקה טמפורלית למדעי המחשב ועל תרומתו לאימות תוכניות ומערכות.



בשנת 2002, זכה בפרס פרופ' עדי שמיר ממכון ויצמן למדע (יחד עם רונלד ריבסט ולאונרד אדלמן), על תרומתם הגאונית לקריפטוגרפיה ועל הפיכת המפתח הציבורי (RSA) הקרוי על שמם) לשימושי.



בשנת 2011, זכה בפרס יהודה פרל (בעל אזרחות אמריקאית-ישראלית, יליד תל אביב ובוגר הטכניון) מאוניברסיטת קליפורניה בלוס אנג'לס, על תרומה יסודית לחקר בינה מלאכותית באמצעות פיתוח תחשיב להסקה סיבתית והסתברותית. פרל הוא אביו של העיתונאי דניאל פרל, שנחטף בפקיסטן ונרצח בידי שוביו בשנת 2002.



פרטים נוספים על זוכי פרס טיורינג בשנים הקודמות (1966-2008) תוכלו למצוא בגיליון ינואר 2010 של "הבטים בהוראת מדעי המחשב".



עבודתה של גולדווסר

תחומי המחקר העיקריים של גולדווסר כוללים קריפטוגרפיה, תורת המספרים החישובית, ותורת הסיבוכיות. גולדווסר הייתה שותפה להמצאתן של הוכחות באפס ידע*. בתחום תורת הסיבוכיות עסקה עבודתה בין השאר במיון של מחלקות סיבוכיות. היא הדגימה כי בעיות NP-שלמות מסוימות נותרות כאלה גם כאשר מחפשים רק פתרון מקורב להן.

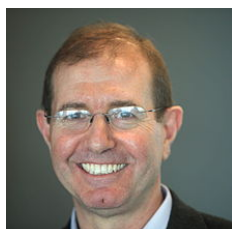
הצפנה הסתברותית

במאמר מדעי שפרסמו בשנת 1982 ועסק ב"הצפנה הסתברותית" (Probabilistic Encryption), הניחו גולדווסר ומיקאלי יסודות איתנים לתורת ההצפנה המודרנית. עבודתם זכתה להכרה בקרב הקהילה הבין-לאומית, שראתה במחקריהם מהפך בתורת ההצפנה – מ"אמנות" למדע. במאמר הוצגו מספר נושאים חלוציים, שנחשבים היום לאבני דרך בסיסיות בתחום. בין אלה אפשר למנות: הצגת הגדרות בטיחות פורמליות, שנחשבות כיום ל"תו תקן" באבטחת מידע; הצגת שיטות הצפנה אקראיות, אשר יכולות לענות על דרישות בטיחות מחמירות, שבעבר אפשר היה להתמודד איתן רק באמצעות תוכנות הצפנה דטרמיניסטיות; והצגת שיטה ל"הוכחות רדוקציוניסטיות", המראה כיצד אפשר לתרגם התקפות קלות ביותר על בטיחות המידע לאלגוריתמים המסוגלים לפתור בעיות מתמטיות קלאסיות, כמו פירוק לגורמים. מהוכחות כאלה אפשר רק להרוויח שכן הן מראות שאחת משתי קביעות מרשימות חייבת להיות נכונה: או שיש ברשותנו מערכת הצפנה בטוחה לחלוטין, או שיש בידינו אלגוריתם חדש המסוגל לפרק מספרים לגורמים ראשוניים.

באותו מאמר הוצגה גם "פרדיגמת הסימולציה", המאפשרת לאמת את בטיחות מערכת ההצפנה, באמצעות כך שמראים כי האויב יכול היה להשיג בלאו הכי, בכוחות עצמו, כל מידע שקיבל כתוצאה ממעקב אחרי פעולתה של מערכת ההצפנה – דבר שמראה כי השימוש במערכת אינו נושא כל סיכון.

(*) אפס ידע (zero-knowledge) הוא מרכיב חשוב בבנייתם של פרוטוקולים קריפטוגרפיים, שבאמצעותן יכול צד אחד להדגים לצד השני בוודאות גדולה כרצונו כי הוא יודע סוד מסוים, מבלי למסור כל מידע על הסוד עצמו.

פרדיגמת הסימולציה הפכה לשיטה הנפוצה ביותר להוכחת בטיחות ההצפנה, לא רק בתחום השמירה על פרטיות, אלא גם בהגדרת הבטיחות של שיטות חדשות לאימות נתונים ובהוכחתה; באבטחה של מערכות הגנה על תוכנה; ובאבטחת פרוטוקולים להצפנה בהם מעורבים משתתפים רבים, כמו, לדוגמה, בבחירות אלקטרוניות או במכירות פומביות.



הוכחות אינטראקטיביות באפס ידיעה

במאמר רב השפעה אחר, שפרסמו גולדווסר ומיקאלי בשנת 1985 ביחד עם פרופ' צ'רלס רקוף (Rackoff),

The Knowledge Complexity
of Interactive Proof Systems

הוצג הרעיון ל"הוכחות אינטראקטיביות באפס ידיעה" (zero knowledge).

דוגמה לשימוש בהוכחות אינטראקטיביות באפס ידיעה יכולה להיות מכשיר כספומט, שבמקום לבקש ממך את הקוד הסודי, יצטרך רק לוודא כי אתה אכן יודע מהו. הוכחות כאלה מאפשרות למשתמשים העובדים ביחד, אך אינם סומכים זה על זה, לבצע חישובים משותפים על נתונים השמורים ברשת האינטרנט, ללא חשיפת הנתונים עצמם.

בניגוד להוכחות מתמטיות קלאסיות, אותן אפשר לכתוב ולבדוק, הוכחה אינטראקטיבית נעשית באמצעות דו-שיח. צד אחד ("מוכיח" prover) מנסה לשכנע את הצד האחר ("מוודא" verifier) כי יש בידו הוכחה לטענה מתמטית. על ה"מוודא" לשאול את ה"מוכיח" סדרה של שאלות, אותן ה"מוכיח" אינו מכיר מראש. השאלות נבחרות באופן אקראי, אך ה"מוודא" בוחר כל שאלה בהתאם לתשובה שקיבל על השאלה הקודמת. אם ה"מוכיח" אינו יודע את ההוכחה לטענה המתמטית, קיימת הסתברות גבוהה ביותר שה"מוודא" יתפוס אותו בטעות. מכיוון שאפשר לשכנע את ה"מוודא" כי אכן קיימת הוכחה



"אני גאה מאוד לזכות בפרס טיורינג" אמרה גולדווסר לאתר MIT. "עבודתנו הייתה מאוד לא רגילה אותו זמן. היינו סטודנטים לתואר שני ונתנו לדמיון שלנו להשתולל. הזכייה בפרס היא עדות נוספת לכך שהקהילה המדעית אימצה את הרעיונות שלנו ב-30 השנים האחרונות".

גולדווסר ומיקאלי החלו לעבוד ביחד ב-1980 כתלמידי תואר שני באוניברסיטת ברקלי שבקליפורניה. בזמן שהשתעשעו במחשבה על איך לשחק משחק פוקר מאובטח בטלפון, הם הגו תוכנית ייחודית להצפנה והוכיחו שניתן להגדיל את קנה המידה שלה, כדי שתוכל לפתור בעיות מסובכות בהרבה כמו פרוטוקול שעל פיו התקני תקשורת עובדים וגם עסקאות באינטרנט.

מיקאלי, יליד איטליה 1954, עוסק בתיאוריה של הצפנה ואבטחת מידע. הוא קיבל את הדוקטורט מאוניברסיטת קליפורניה בברקלי ב-1982. מיקאלי ידוע בזכות עבודתו על הצפנת מפתח ציבורי, פונקציות פסאודו אקראיות, חתימות דיגיטליות, והוא אחד מהממציאים של הוכחות באפס ידיעה. "אני אסיר תודה לקהילת מדעי המחשב וחש כבוד רב על ההכרה בעבודתנו" מסר מיקאלי לאחר זכייתו. "כתלמידי מחקר לקחנו מספר סיכונים רציניים ועמדנו בפני מספר דחיות. אבל קיבלנו גם עידוד יקר ערך ממנחים (מנטורים) יוצאי דופן. אני גם גאה לראות כיצד אחרים תרמו להתקדמות העבודה שבה התחלנו".

מקורות

[אתר MIT](#)

[אתר מכון ויצמן](#)

[אתר YNET](#)

[אתר ACM](#)

מבלי לספק לו את ההוכחה עצמה, ההוכחה קרויה "הוכחה באפס ידיעה".

הוכחות אינטראקטיביות אינן משמשות רק כמכשיר הצפנה. האמצעים הנראים מובנים מאליהם לצרכי הצפנה (השימוש באקראיות ובאינטראקטיביות) התגלו כבעלי יישומים נרחבים וכלליים לתורת הסיבוכיות. הוכחות כאלה מאפשרות לוודא את אמיתותן של הוכחות מתמטיות במהירות רבה יותר מהוכחות קלאסיות, ואפילו מאפשרות למתמטיקאים להוכיח כי טענות מתמטיות מסוימות אינן נכונות, באמצעות הוכחת אי קיומן של הוכחות קלאסיות.

יישומים מעשיים לעבודתם של גולדווסר ומיקאלי

גולדווסר ומיקאלי קיבלו הכרה על כך שהם "ביצעו מהפכה בתחום מדע הקריפטוגרפיה" ועל כך שפיתחו סטנדרט גבוה במיוחד לעסקאות מאובטחות באינטרנט. השניים פיתחו מנגנונים חדשים להצפנת מידע ואבטחתו - פיתוח שיש לו שימושים רבים במציאות האלחוטית - סלולרית שלנו היום. בנוסף הם הציגו התקדמות משמעותית בתאוריית הסיבוכיות המחשובית, תחום המתמקד בסיווג בעיות מחשוב על פי רמת הקושי לפתירתם על ידי מחשב.

נשיא ה-ACM, וינט סרף, ציין כי לא ניתן להתעלם מההשפעה המעשית של הרעיונות שהעלו גולדווסר ומיקאלי. "תוכניות ההצפנה המותקנות בדפדפנים של ימינו עונות לדרישות הבטיחות שלהם. השיטות להצפנת מספרי כרטיסי האשראי בזמן קניות ברשת האינטרנט עומדות גם הן בדרישות של גולדווסר ומיקאלי. כולנו חבים לזוכי הפרס חוב גדול, על הגישות החדשניות לשמירת הבטיחות בעידן הדיגיטלי".

אלפרד ספקטור, סגן נשיא למחקר וליוזמות מיוחדות בחברת "גוגל", אומר כי גולדווסר ומיקאלי פיתחו אלגוריתמים להצפנה שתכנונם נשען על הנחות מוצקות בתחום מדעי המחשב, ולכן קשה לפרוץ אותם. "ההתקדמות בתחום ההצפנה בעידן המחשב התעלתה על זו שבעידן פיצוח הצפנים, בתקופתו של אלן טיורינג. היא כוללת יישומים עבור כספומטים, סיסמאות מחשב ומסחר אלקטרוני, כמו גם שמירת החשאי של נתוני משתמשים - כמו בהצבעה אלקטרונית. אלה הישגים אדירים, ששינו את הדרך בה אנו חיים ועובדים".

השפעה של ניסוח מילולי לעומת ניסוח מתמטי באוטומט סופי

דפנה לוי-רשתי

טלי דרור

תיכון קרית שרת, חולון

תיכון קרית שרת, חולון

המאמר בוחן את המסוגלות של תלמידי בית ספר תיכון לפתור שאלות בקורס מודלים חישוביים בנושא אוטומט סופי. במיוחד אנו משווים בין הישגי התלמידים בפתרון בעיות המנוסחות כבעיות "סיפור" לעומת הישגיהם בפתרון אותן בעיות כשהן מנוסחות באופן מתמטי. בכדי לערוך את ההשוואה חובר שאלון הכולל שני ניסוחים, בכל שאלון מופיעות אותן שתי שאלות אחת בניסוח סיפור ואחת בניסוח מתמטי, השאלון העובר כחלק ממבחן שהתקיים במהלך המחצית הראשונה של שנת הלימודים. באופן כללי, נמצא כי תלמידים חלשים וממוצעים קיבלו ציון נמוך יותר בשאלה עם הניסוח המילולי בהשוואה לשאלה המנוסחת באופן מתמטי. הפער בין הישגי התלמידים בשאלה המנוסחת כ"סיפור"¹ גדול בהשוואה לפער בהישגי התלמידים בשאלה המנוסחת באופן מתמטי. כצפוי, תרגול של שאלות דומות מקטין את הפער בין הישגי התלמידים. טעיות של תלמידים נובעות מהקשיים שלהם להגדיר מתוך הסיפור, בצורה נכונה או מלאה את השפה הפורמאלית והתנאים על השפה (האילוצים). עוד נמצא כי כאשר ההקשר של הסיפור אינו שייך לעולם התוכן של התלמיד שלב הגדרת השפה הפורמאלית והתנאים שלה קשה עוד יותר.

1. מבוא

עוד נמצא כי תלמידי תיכון מפגינים חשיבה רדוקטיבית ברמה נמוכה כאשר הם פותרים בעיות. חשיבה רדוקטיבית מאפשר פתרון של בעיות חדשות תוך שימוש בתבניות המוכרות מפתרון שאלות דומות אחרות. ארמוני ואחרים [12] קובעים שהנטייה להשתמש בחשיבה רדוקטיבית, תלויה בנושא השאלה ומתפתחת תוך כדי תהליך הלימוד אך זניחה יחסית בקרב הלומדים הצעירים [2]. הממצאים האלו מאשרים את הקשיים בהיבט המתמטי ומעלים את השאלה האם ההתפתחות הקוגניטיבית בגיל התיכון מאפשרת לפתח את המיומנויות הנדרשות לפתרון בעיות מורכבות, בדומה לאלו הדורשות חשיבה רדוקטיבית.

הספרות מציעה מגוון הסברים לקשיים של תלמידים בפתרון בעיות בכלל ובמודלים חישוביים בפרט. אחד ההסברים האפשריים הוא הקושי של התלמיד בהבנת המשימה עצמה ומיומנויות של התלמיד בפתרון בעיות [9].

תוכנית הלימודים הישראלית במדעי המחשב מתוארת ע"י גל-עזר ואחרים [8] ונחשבת לתוכנית מובילה בעולם [15]. תוכנית הלימודים כוללת 5 יחידות לימוד, מהן, היחידה החמישית היא יחידת בחירה וכוללת מספר חלופות תיאורטיות בהן גם החלופה של "מודלים חישוביים". הנושא הראשון הנלמד בקורס זה הוא האוטומט הסופי הדטרמיניסטי ככלי להוכחת שפות רגולריות. מספר מחקרים כבר עסקו בפתרון בעיות מילוליות (בעיות "סיפור") והקשיים של התלמידים בפתרון בעיות כאלו (למשל, 14, 16). בהקשר של פתרון בעיות על ידי אוטומט סופי, מדגימה ארמוני [3] את הנטייה של תלמיד התיכון לבחור בפתרון הישיר, אפילו כאשר הפתרון הרדוקטיבי מפשט את הפתרון בצורה משמעותית.

1. בעיות סיפור הן יחידת טקסט המתארת מאורע או רצף של אירועים המתארים מבנה לוגי ותהליך סדור או פעולות [14].

שאלות סיפור. בספר לימוד אחר [11] מופיע מבחר רב יותר של שאלות וגם יותר שאלות סיפור אך רוב השאלון עדין מנוסחות בניסוח מתמטי.

2. שאלת המחקר

שאלת המחקר הייתה:

"האם ניסוח הבעיה (מילולי או מתמטי) משפיע על מידת ההצלחה של התלמיד בפתרון בעיה?"

מטרות המחקר היו:

- (1) להשוות בין שיעור הצלחה בפתרון בעיות מילוליות לעומת שיעור ההצלחה בפתרון שאלות בניסוח מתמטי.
- (2) לזהות את הקשיים של התלמידים בפתרון בעיות מילוליות.

3. מתודולוגיה

שני כלי מחקר שימשו לאיסוף נתונים במחקר הזה:

- (1) שאלון שהוטמע כחלק ממבדק שוטף במהלך המחצית הראשונה של שנת הלימודים;
- (2) ראיונות לתלמידים אקראיים (חלק מהראיונות התקיימו תוך כדי שיחה חופשית עם התלמידים, אפילו תוך כדי השיעור). התלמידים נשאלו ביחס לשאלות המבחן ולשאלות אחרות העוסקות בנושא זה. במהלך הראיון התלמידים נשאלו על השיקולים שלהם בבחירת הפתרון או הפתרונות שהציעו וכן נשאלו התלמידים לגבי קשיים שלהם בפתרון הבעיה, ובעיקר האם קיים אלו קשורים לאופן ניסוח השאלה.

3.1 אוכלוסיית המחקר ושאלון המחקר

אוכלוסיית המחקר הייתה מורכבת משתי קבוצות של תלמידים בני 17 בכיתה י"א, מסלול הנדסת תוכנה, הלומדים גם קורס במודלים חישוביים (היחידה ה-5). התלמידים המשתתפים במחקר היו משני בתי ספר במרכז הארץ, קבוצה אחת מכל בית ספר. קבוצה אחת מנתה 26 תלמידים והשנייה 37 תלמידים, בכל קבוצה לימדה מורה אחרת. התלמידים כולם למדו את אותו מסלול הלימודים (הנדסת תוכנה), באותו היקף שעות שבועי ומאותם ספרי הלימוד.

ניתן לתאר את תהליך פתרון בעיות באמצעות ארבעה שלבים [12]:

- א. אבחון הבעיה והבנתה,
- ב. בחירה של אסטרטגיה לפתרון,
- ג. יישום של האסטרטגיה הנבחרת,
- ד. בדיקת הפתרון.

המעבר בין השלבים הוא לינארי אבל פתרון הבעיה דורש יישום של כל השלבים בדרך [13]. ארמוני [3] מניחה שיש קשר בין רוטינת הפתרון הנדרשת ורמת המורכבות של השאלה, אך קשר זה לא נבדק לעומק. קשיים בפתרון בעיות בכלל ובעיות מילוליות בפרט אינו ייחודי לתחום של הוראת מדעי המחשב [6] והם מתוארים גם בתחומים של מתמטיקה ופיסיקה.

בעיות "סיפור" יכולות לייצר קשיים בשלושה שלבים של הפתרון: בשלב הראשון, הבנה של הסיפור, האירועים או המצבים היוצרים את הסיפור וההקשרים בניהם. בשלב השני, המעבר בין סיפור לשפה והסימנים המתמטיים, והשלב השלישי והאחרון הכולל את בחירת האסטרטגיה ותכנון האלגוריתם שיוביל לפתרון נכון ומלא [7].

בהקשר של אוטומט סופי ושפות פורמאליות ארמוני [3] טוענת שהאופן בו השאלה מנוסחת משפיע על האסטרטגיה אותה יבחר התלמיד לפתרון הבעיה. כאשר הבעיה עושה שימוש בשפה (פורמאלית) המוגדרת ע"י ביטויים מורכבים וארוכים גוברת הנטייה של התלמיד להשתמש בחשיבה הרדוקטיבית לפתרון הבעיה. כמו כן, זה ישפיע על ניסוח התנאים המגדירים את השפה ועל רמת המורכבות. אבל ניתוח שאלון המחקר של ארמוני מראה שברוב השאלות השפה הנתונה הוגדרה על ידי ניסוח מתמטי וכמעט אין בשאלון התייחסות לניסוחים אחרים של שאלות, בכלל זה שאלות סיפור בהן צריך התלמיד להבין גם את ה-א"ב של השפה וגם את התנאים של השפה [ראה לדוגמה 10] למרות שמצופה מתלמידים להיות מסוגלים לפתור בעיות מסוג זה.

בשאלון בחינת הבגרות ביחידה של מודלים חישוביים מופיעות מעת לעת שאלות סיפור אבל ייצוגן של שאלות אלו בספרי הלימוד מצומצמת. בספר הלימוד הרשמי, המאושר ע"י משרד החינוך [4] מופיעות כ-15 שאלות בפרק האוטומט הסופי, מעטות מהן הן

האם פתרו את נוסח א' או נוסח ב'. בכל אחת מקבוצות הניסוי כמחצית מהלמידים קיבלו את נוסח א' ומחצית מהתלמידים קיבלו את נוסח ב'. בנוסח א' השאלה הראשונה הייתה זו עם הניסוח הסיפור והשאלה השנייה הייתה מנוסחת באופן מתמטי. בנוסח ב' הסדר היה הפוך. לאחר המבדק (שכלל את שאלות הניסוי) רואיינו חלק מהתלמידים. התלמידים התבקשו להתייחס לשאלות הניסוי וגם לשאלות דומות שפתרו בכיתה. הראיונות התקיימו ע"י המורה המלמד והתרחשו תוך כדי השיעור. מטרת הראיונות הייתה להבין את דרכי הפתרון של התלמידים, בעיקר בהקשר של השאלות המילוליות והקשיים שלהם בשאלות מסוג זה. דוגמאות לשאלות שהוצגו לתלמידים בכיתה ניתן למצוא בטבלה 5 בהמשך.

בשתי הקבוצות נושא האוטומט הסופי היה הנושא הראשון הנלמד בקורס. אותו שאלון הועבר בשתי הקבוצות כמבדק שוטף, שכלל גם שאלות נוספות מחומר הלימוד השוטף. בקבוצה הקטנה (26 תלמידים) המבדק התקיים לאחר 6 שעות לימוד של הנושא הנבדק, ובקבוצה הגדולה (37 תלמידים) המבדק התקיים לאחר 9 שעות לימוד.

טבלה 1 מציגה את שתי השאלות שהופיעו בשאלון המחקר. בשתי השאלות התבקשו התלמידים לבנות אוטומט דטרמיניסטי סופי. בכל גרסה הופיעה שאלה אחת בניסוח סיפור (אותה שאלה הופיעה בגרסה השנייה בניסוח מתמטי) ושאלה אחת בניסוח מתמטי (אותה שאלה הופיעה בגרסה השנייה בניסוח מילולי). צורת הניסוח של שני השאלונים הביאה לכך שתשובות התלמידים היו זהות ללא תלות בשאלה

טבלה מס. 1 – שאלות הניסוי (מבדק התלמידים)

שאלה 2	שאלה 1
ניסוח מתמטי	
בנה אוטומט דטרמיניסטי סופי מעל ה- $\{x,y,z\}$ המקבל את כל המילים המורכבת ממספר כלשהו מרצפים שלמים xyz , $(L = \{ (xyz)^n \mid n > 0 \})$	בנה אוטומט דטרמיניסטי סופי מעל ה- $\{a,b,c\}$ המקבל את כל המילים המסתיימות ב- b ומכילות את הרצף 'ac'
ניסוח מילולי	
<p>שרשרת של חרוזים מורכבת מחרוזים ב-3 צבעים: כתום, ירוק וצהוב.</p> <p>כל שרשרת שמייצרים עוברת בדיקת איכות ותתקבל למכירה אם תקיים את הכללים הבאים:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. החרוז הראשון בשרשרת יהיה כתום והאחרון צהוב 2. אחרי חרוז כתום יכול להיות רק חרוז ירוק 3. אחרי חרוז ירוק יכול להיות רק חרוז צהוב 4. אחרי חרוז צהוב יכול להיות רק חרוז כתום <p>בנה אוטומט המקבל את סדר החרוזים בשרשרת ומחליט אם היא ראויה למכירה ואם לאו.</p>	<p>שחקן משתתף בתחרות קפיצה לגובה וקופץ מספר לא ידוע של קפיצות.</p> <p>התוצאות האפשריות הן: גבוה, בינוני או נמוך.</p> <p>שחקן יעבור לשלב הגמר אם התוצאה שיקבל תהיה:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. הקפיצה הראשונה שלו תהיה בינונית 2. הקפיצה האחרונה שלו תהיה בינונית 3. השחקן חייב לפחות פעם אחת לקפוץ קפיצה בתוצאה נמוכה ומיד אחריה לשפר את הקפיצה לתוצאה גבוהה יותר <p>בנה אוטומט דטרמיניסטי מלא המקבל את סדרת התוצאות של השחקן ומחליט אם יעבור לשלב הגמר ואם לאו.</p>

4. תוצאות

4.1 תוצאות המבחנים

מבין 63 התלמידים שהשתתפו במחקר, הציון הממוצע של השאלות המנוסחות באופן מילולי היה 83. הציון הזה היה נמוך ב-10 נקודות מהציון הממוצע של אותן השאלות המנוסחות באופן מתמטי (93). לא נעשה ניתוח סטטיסטי לתוצאות האלו.

פער בין ציוני השאלה המילולית לשאלה המתמטית נבדק גם ביחס להישגי התלמיד במבדק המלא. הפער בין הציונים, עבור התלמידים הטובים (אלו שציונם 85 ומעלה במבדק המלא), היה 3 נקודות בלבד וציונם בשתי השאלות היה מצוין (95 בשאלת הסיפור ו-98 בשאלה המתמטית).

בניגוד להם, הפער אצל התלמידים הממוצעים והחלשים (אלו שציונם במבדק כולו היה 84 ומטה) היה גדול באופן משמעותי ועמד על 20 נקודות, כאשר הציון הממוצע של השאלה המילולית היה 62 והציון הממוצע של השאלה המתמטית היה 82.

בהשוואה בין שתי קבוצות המחקר, בקבוצה 1 שלמדה פחות שעות בכיתה לפני הבחינה, הציון הממוצע בשאלה המילולית היה 78 נקודות. הציון הזה היה נמוך באופן משמעותי מציון השאלה המתמטית, 90 נקודות. בקבוצה זו לא היה פער בין הציון של השאלה המתמטית לשאלת הסיפור בקרב התלמידים המצטיינים, אבל פער גדול נמדד בקרב התלמידים עם הישגים ממוצעים או נמוכים. ציונם בשאלה המילולית היה 56 נקודות לעומת 80 בשאלה עם הניסוח המתמטי (ראה טבלה 3).

בקבוצה השנייה, הקבוצה שלמדה יותר שעות לימוד ותרגלה זמן רב יותר (9 שעות לעומת 6 שעות בקבוצה הראשונה), המגמה הייתה זהה למגמה בקבוצה הראשונה. אך הפער בציונים בקבוצה של התלמידים הממוצעים והחלשים היה קטן יותר (טבלה 4). מטבע הדברים התלמידים בקבוצה זו נחשפו למגוון רחב יותר של שאלות ובכלל זה שאלות המנוסחות כשאלות סיפור.

טבלה 2 - התפלגות ציוני התלמידים בשתי קבוצות המחקר

בשני ניסוחי השאלות (המילולי והמתמטי) ביחס לציונם הכולל במטלה

מספר התלמידים בקבוצה	הציון הממוצע של השאלה עם הניסוח המילולי	הציון הממוצע של השאלה עם הניסוח המתמטי	
כל התלמידים	83	93	63
תלמידים טובים או טובים מאוד	95	98	36
תלמידים ממוצעים או חלשים	62	82	27

טבלה 3 – קבוצה 1 לפי הישגים וניסוח השאלה

קבוצה 1	מספר התלמידים בקבוצה	הציון הממוצע של השאלה עם הניסוח המילולי	הציון הממוצע של השאלה עם הניסוח המתמטי
כל התלמידים	26	78	90
תלמידים טובים או טובים מאוד	14	99	98
תלמידים ממוצעים או חלשים	12	56	80

טבלה 4 – קבוצה 2 לפי הישגים וניסוח השאלה

קבוצה 2	מספר התלמידים בקבוצה	הציון הממוצע של השאלה עם הניסוח המילולי	הציון הממוצע של השאלה עם הניסוח המתמטי
כל התלמידים	37	92	86
תלמידים טובים או טובים מאוד	22	98	92
תלמידים ממוצעים או חלשים	15	84	67

4.2 תאור הראיונות

מספר תלמידים (מקבוצה 1 בלבד) רואיינו לאחר הבחינה ונשאלו את השאלות הבאות לדוגמה:

(i) מה היו הקשיים שנתקלת בהם בפתרון השאלה השנייה?

(ii) איך הבנת את התיאור "...אחרי החרוז הכתום יהיה תמיד חרוז ירוק...."?

(iii) איזה שאלה הייתה יותר קלה עבורך? (שאלה זו חזרה בכל הראיונות).

מניתוח הראיונות עם התלמידים נמצא כי תלמידים (בעיקר התלמידים הממוצעים והחלשים) מעדיפים את שאלות הסיפור וחושבים שהיא קלה יותר עבורם. היא נראתה להם ברורה יותר ופחות מרתיעה משאלות הכוללות סימנים מתמטיים ותיאורים מתמטיים².

ממצא זה מפתיע בהקשר הזה שבפועל התלמידים הצליחו במידה מועטה יותר בשאלות מסוג זה ולמרות זאת הרגישו נוח יותר עם שאלות אלו.

התלמידים התבקשו גם לתאר את השלבים אותם הם מבצעים כאשר הם ניגשים לפתרון בעיה באוטומט סופי המנוסחת כסיפור.

תלמידים שהצליחו לתאר את השלבים בצורה ברורה וניסחו שלבים ברורים של פתרון היו בדרך כלל התלמידים הטובים יותר. השלבים שהם תיארו היו כלליים ונוסחו באופן כזה המתאים למגוון בעיות ותיארו שני שלבים: הראשון מציאת השפה (כלומר ה- a והתנאים) והשלב הבא הוא בניית האוטומט.

השלב הראשון לא היה מובן מאליו עבור התלמידים החלשים יותר. תלמידים אלו תארו את שלבי הפתרון באופן מעורפל יותר. למשל: "ניסיתי להבין את החוקים ולצייר אוטומט....".

הראיונות עסקו גם בשאלות סיפור נוספות, כאלו שהוצגו בכיתה או ניתנו כשיעורי בית (ראה טבלה 5).

קשיים של תלמידים בשאלה מספר 1:

לתלמידים היה קושי להבין את הניסוח "השחקן חייב לפחות פעם אחת לקפוץ קפיצה בתוצאה נמוכה ומיד אחריה לשפר את הקפיצה לתוצאה גבוהה". התלמידים התקשו להבין שהיגד זה משמעותו שקולה לניסוח המתמטי הבא:

"הרצף ac יופיע לפחות פעם אחת" (כאשר השפה

היא $\{a,b,c\}$ ו- a מסמן קפיצה נמוכה, b –

קפיצה בינונית ו- c קפיצה גבוהה).

חלק מהתלמידים הבינו שיש למצוא את הרצף במילה אך פרשו את התנאי כך שאם קפץ קפיצה נמוכה הוא חייב לשפר אותה לגבוהה (כלומר, אחרי כל a חייב להופיע c).

תלמידים אחדים ציינו שהיה להם קושי להבין את התנאי מכיוון שלא היה הגיוני בעיניהם שהקופץ חייב לקפוץ פעם אחת קפיצה נמוכה.

התלמידים שפתרו שאלה זו בניסוח המתמטי לא הביעו שום קושי והתנאי "הרצף יופיע לפחות פעם אחת" היה ברור לחלוטין.

קשיים של תלמידים בשאלה מספר 2:

בשאלה השנייה היו לתלמידים קשיים בתרגום הניסוח המילולי לשפה מתמטית: "... לאחר חרוז כתום יופיע תמיד חרוז ירוק ואחריו חרוז צהוב".

התיאור הזה שקול לניסוח המתמטי הבא: "המילה תהיה מורכבת מרצפים של xyz ".

קושי גדול יותר היה להבין את המשמעות של התנאי: "המחרוזת תתחיל תמיד בחרוז כתום ותסתיים תמיד בחרוז צהוב".

בניסוח המתמטי אין לתנאי הזה ביטוי מפורש והוא נועד להדגיש כי מדובר ברצפים מלאים. בניסוח המתמטי נכתב במפורש שהשפה היא שפת הרצפים: $(xyz)^n$ לכל $n > 0$, והביטוי של התנאי המילולי בא לידי ביטוי בתנאי $n > 0$.

2. הביטוי $(xyz)^n$ הוא ביטוי קשה להבנה עבור

התלמידים החלשים, המשמעות של פעולת החזקה על מילה בשפה הייתה קשה להבנה עבור חלק מהתלמידים.

טבלה 5 – דוגמאות לשאלות סיפור שהוצגו בכיתה

שאלה 1

ילדים עלו לבמה לשיר את שיר הסיום של המופע.
הילדים הסתדרו על הבמה בשלושות לפי הכלל הבא:
לכל שלשה, אם הבן היה ראשון, אזי באמצע תהיה
בת ובסוף בן. ואם הבת הייתה ראשונה, אזי באמצע
יהיה בן ובסוף שוב תהיה בת.
בנה אוטומט דטרמיניסטי סופי המקבל את סדר
עליית הילדים לבמה וקובע אם הסדר הוא חוקי
(כלומר, יסתדרו על הבמה על פי הכלל) או שאינו
חוקי.

שאלה 2

שרשרת תעבור בקרת איכות אם היא תקינה את
הכלל הבא:
החרוז הראשון יהיה "פותח", החרוז האחרון יהיה
"סוגר", ובאמצע יהיו חרוזים שמספרם הכולל
מתחלק ב-4 ללא שארית.
בנה אוטומט דטרמיניסטי סופי שיקבע האם
השרשרת תעבור את בקרת האיכות ואם לאו.

בשאלה מספר 1 התלמידים לא הבינו כהלכה את
הביטוי "בכל שורה". הכוונה הייתה שהתלמיד יבין כי
המילה המלאה (או רצף מלא) יכולה להכיל מספר לא
מוגבל של שלשות והתנאי מתייחס לכל אחת
מהשלשות בנפרד. תלמידים הבינו כי כל השלשות
חייבות להיות זהות ובנו אוטומט בהתאם. המקרה
הזה מדגיש את הקשיים הייחודיים של שאלות עם
ניסוח של סיפור, שכן בניסוח המתמטי ההבחנה הזו
(שרשרת מילים שונות) הייתה מוצגת באופן ישיר בכך
שהיו מתארים את השפה כרצף (שרשרת) של w_i עם
תיאור הערכים האפשריים לכל מילה כזו.

בשאלה השנייה התייחסו התלמידים לעולם התוכן
של השאלה. תלמידים **בנים** הדגישו כי המונח "סוגר"
ו-"פותח" בהקשר של שרשרת החרוזים לא היה ברור
להם כלל. חלקם הבינו שזה סוג של חרוז אבל
התלבטו בשאלה האם זה אותו החרוז או שאלו שני
חרוזים שונים, מה שגרם להם לחוסר ביטחון
בהגדרת ה-א"ב ובהתאם בהגדרת השפה.
בעיה נוספת שהייתה לתלמידים בשאלה זו: הניסוח
"...באמצע יהיו חרוזים שמספרם הכולל..." – לא היה

ברור להם אם מדובר בסוג אחד של חרוזים (מה שלא
היה אינטואיטיבי עבורם בעולם התוכן של שרשרת
חרוזים) ואם לא מדובר בסוג אחד האם יש לכך
משמעות בהגדרת השפה ובניית האוטומט.
גם דוגמה זו מדגישה את הקשיים הייחודיים לניסוח
המילולי שאינם באים לידי ביטוי כלל כאשר השפה
מוצגת באופן פורמאלי.

5. דיון בתוצאות

בהתבסס על התוצאות המתוארות בטבלאות 2 ו-3
נראה כי ככל שהתלמיד נחשף ליותר שאלות
המנוסחות כשאלות סיפור כך משתפרים הישגיו
בשאלות כאלו. שיפור הושג בכל השאלות אך בשאלות
מסוג זה השיפור היה משמעותי יותר. **תרגול נוסף**
בכלל והתנסות בסוג מסוים של בפתרון בעיות
משפר את שיעור ההצלחה של התלמיד בשאלות
מסוג זה.

כאשר בוחנים את המבחנים עצמם ולא רק את הציון
הסופי, רואים כי תלמידים שידעו להגדיר את השפה
והכללים בצורה מדויקת בנו גם אוטומטים מדויקים
יותר. חלק מהתלמידים הציגו את השפה והתנאים
כחלק מהפתרון וחלקם הסתפקו בלכתוב זאת
כטייטה בלבד.

מראיונות עם תלמידים נמצא כי הם השתמשו
באסטרטגיה זו של תרגום הסיפור לשפה ותנאים של
השפה ועשו זאת "כדי לנסח את השאלה בצורה
ברורה יותר". באופן ברור, ככל שהסיפור היה דומה
יותר לניסוח המתמטי שיעור ההצלחה בשאלה עלה.

הביצועים בפתרון בעיות סיפור כפי שתוארו בראיונות
לא היו עקביים בהשוואה למה שקרה בפועל בבחינה.
למשל, תלמידים חלשים התקשו לתרגם בצורה נכונה
את המונחים הסיפוריים ללשון מתמטית והתקשו
לתאר את הקשרים (הלוגים) בין התנאים. אך הם לא
דיווחו על הקושי הזה (יתכן שלא היו מודעים לקושי
זה).

ההצלחה של תלמידים היא פועל יוצא של היכולות
שלהם אך מושפעת גם מהזמן המוקדש לתרגול
וממגוון השאלות אליהם נחשף התלמיד. תלמידים
ממוצעים שתרגלו יותר זמן הגיעו להישגים טובים
יותר.

6. מסקנות

תלמידים עם הישגים טובים או מצוינים בקורס מודלים חינוכיים לא מגלים קשיים בפתרון בעיות המנוסחות באופן מילולי או מתמטי.

תלמידים עם הישגים ממוצעים או נמוכים מגלים קושי רב יותר בשאלות המנוסחות באופן מילולי (שאלות ה"סיפור") בהשוואה לשאלות המנוסחות באופן מתמטי.

ככל ששאלת ה"סיפור" מורכבת מאלמנטים רבים יותר, הדורשים ניסוח מתמטי, כך גדל הקושי של התלמיד להבין את הסיפור ובעיקר להעביר אותו ל"שפה" המתמטית שתאפשר לו לפתור את התרגיל.

לא נעשה ניתוח סטטיסטי לתוצאות הללו אבל מסקנות דומות מדווחות גם בספרות (לדוגמה [5] Clement et al.).

תרגול רב, ובעיקר חשיפת התלמידים למגוון רחב של בעיות, מביא לשיפור ההישגים של התלמידים. מומלץ להציג בפני התלמידים מגוון בעיות ובניסוחים מתמטיים וגם סיפוריים וגם להציע שלבים מובנים לפתרון בעיות (כלומר, הגדרת השפה בהתאם לסיפור, זיהוי מילות המפתח בשאלה, זיהוי התנאים של השפה ובניית האוטומט הסופי).

מובן שהקשיים של התלמידים אינם נובעים רק מהקושי הטמון בניסוח המילולי של הבעיה (בהשוואה לניסוח המתמטי). חלק מהקשיים נובעים מקשיים בסיסיים יותר של הבנת הטכניקה הנדרשת לבניית אוטומט ולאופן שמרכיבי השפה משפיעים על בניית האוטומט הסופי. כמובן שהעדר ניסיון מחדדים קושי זה.

בעבודה זו לא בדקנו שאלות בדרגות מורכבות שונות אלא התמקדנו בשאלות פשוטות יחסית עם שינויים באופן הניסוח. לא בדקנו גם נושאים אחרים הנלמדים במסגרת הקורס מודלים חינוכיים.

העבודה נעשה בשלב מוקדם של הקורס ולכן מעניין יהיה להמשיך ולבדוק את היכולת של התלמידים לפתור בעיות שונות, מורכבות יותר, ובפרט להשוות בין רמת הביצוע שלהם בפתרון בעיות בניסוח מילולי בהשוואה לבעיות בניסוח מתמטי.

לא בדקנו כיצד הצגת מודל שלבים מפורש (פתרון המבחין בין שלב "תרגום" הבעיה לניסוח המתמטי

ושלב הפתרון) יכול לשנות את הישגי התלמידים. אבל מתוך בדיקת המבחנים, שיחות עם תלמידים וניסיון בכיתה נראה כי שלב כזה עשוי לקדם את הישגי התלמידים, בעיקר החלשים שביניהם.

7. תודות

תודה לפרופ' מוטי בן-ארי על הצעותיו והערותיו הנבונות, ותודה לגברת דגנית אבל-מוכתר על הסיוע בהעברת השאלונים.

תודה לד"ר תמי לפידות על ההכוונה, התמיכה והאמונה שהייתה לעזר רב בתהליך כתיבת עבודה זאת – משלב הרעיון ועד לסיומה.

8. מקורות

- [1] Armoni, M., and Gal-Ezer, J. (2006). Reduction – an Abstract Thinking Pattern: The Case of the Computational Models Course. *ACM SIGCSE Bulletin*, 38, 389-393.
- [2] Armoni, M., Gal-Ezer, J. and Hazzan, O. (2006). Reductive thinking in computer science. *Computer Science Education*, 16, 133-137
- [3] Armoni, M. (2003). *Various issues about teaching "computational models" for high school students*. Doctoral dissertation, University of Tel - Aviv. (In Hebrew)
- [4] Armoni, M., Kaufman, Y., Gal-Ezer, J., Harel, D., and Levinstain, N. (1998). *Computational models, a student text book* (In Hebrew). The Open University, Tel Aviv.
- [5] Clement, C., Lochhead, J. and Monk, G. S. 1981. Translation difficulties in learning mathematics. *American Mathematical Monthly* 88, 286-290.

- [10] Israel ministry of Education 2008. Questionnaires of immatriculations exams in computer science 899205 (in Hebrew), http://meyda.education.gov.il/sheeloney_bagrut
- [11] Man, S. (2009). *Computational models*, student text book (In Hebrew), Mabat La-Halonot.
- [12] Polya, G. (1957). *How to solve it*. Garden City, NY: Doubleday and Co., Inc.
- [13] Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic press.
- [14] Smith, G.G., Gerretson, H., Olkum, S. and Joutsenlahti, J. (2010). Effect of causal stories in solving mathematical story problems. *H. U. J. of Education* 39:284-295.
- [15] Stevenson, K. (2008). Teaching computer science in high school national duty: why the U.S. should learn from Israel?, *Aspects of Computer Science Education*, January 2008, pp. 10-11 (In Hebrew) Based on a lecture given by Stevenson at the national conference for computer science teachers, Raanana, Israel, 6 October, 2007.
- [16] Wimbey, A. and Lochhead, J. (2009). *Problem solving and comprehension* 6^{ed} Taylor and Francis NJ.
- [6] Croteau E.A., Heffernan N. T. and Koedinger K.R. (2004). Why are Algebra Word Problem Difficult? Using Tutoring Log Files and the Power Law of Learning to Select the Best Fitting Cognitive Model. In J.C. Lester et al. (Eds.): *Proceedings of Intelligent Tutoring Systems 2004*, 240-250.
- [7] Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.
- [8] Gal-Ezer, J., Beer, C., Harel, D. and Yehudai, A. (1995). A high school program in computer science, *Computer*, 28, 73-80.
- [9] Ginat, D. (2000). Colorful examples for elaborating exploration of regularities in high-school CS1. *Proceedings of the 5th annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, 81-84.

בתמונה מימין:

טלי ודפנה מציגות בכנס ITiCSE-2012

פוסטר בנושא

The Effect of Mathematical vs. Verbal
Formulation for Finite Automata



שאלות מבחן ליסודות מדעי המחשב

משתתפי קורס שאלות מבחן תשע"ג

במסגרת קורס שאלות מבחן שהתקיים השנה, חיברו משתתפי הקורס מגוון שאלות ל"יסודות מדעי המחשב", "עיצוב תוכנה" וחלופות היחידה השלישית. מתוך המאגר הזה, בחרנו להביא לכם מבחר דוגמאות לשאלות מבחן ליחידת "יסודות מדעי המחשב" בנושאים: ביצוע מותנה, ביצוע חוזר, מבני נתונים סדרתיים (מערכים).

את המאגר המלא תוכלו למצוא באתר המרכז הארצי <http://cse.proj.ac.il/Y13/QDB/>

-- שאלות ביצוע מותנה -- שאלות ביצוע מותנה --

שאלה 1 (חובר ע"י דני קשת)

לירון התבקש לכתוב קטע קוד שמקבל מספר ועליו לקבוע אם המספר חיובי, שלילי או אפס. לירון כתב שני קטעי קוד:

A

```
if(x>0)
    Console.WriteLine ("positive");
if(x<0)
    Console.WriteLine ("negative");
else
    Console.WriteLine ("zero");
```

B

```
if(x>0)
    Console.WriteLine ("positive");
if(x<0)
    Console.WriteLine ("negative");
if(x==0)
    Console.WriteLine ("zero");
```

לגבי כל אחד מהקטעים, ציין האם הוא נכון או לא נכון.

אם הקטע נכון, האם ניתן לכתוב קוד "טוב יותר"? (בכיתה נדון במשמעות של קוד "טוב יותר").

אם הקטע לא נכון, עליך להביא דוגמה אחת עבור פלט נכון ודוגמה אחת עבור פלט לא נכון.

שאלה 2 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)

נתון קטע קוד:

```
if (age > 18 && ok)
    a = 25;
```

לגבי כל אחת מהטענות הבאות, קבע האם היא נכונה:

- התנאי ok יחושב רק אם התנאי $age > 18$ הוא אמת.
- הביטוי $a=25$ יבוצע אם אחד התנאים נכון.
- התנאי ok יחושב רק אם התנאי $age > 18$ הוא שקר.
- הביטוי $a=25$ יבוצע אם שני התנאים נכונים.

שאלה 3 (חובר ע"י אוי גרינולד)

לפניך שני קטעי תכנית.

כל אחד מהם מקבל כקלט מספר שלם.

A

```
int num = in.nextInt();
if (num > 5)
    if (num < 12)
        System.out.println("in");
else
    System.out.println("out");
```

B

```
int num = in.nextInt();
if (num > 5 && num < 12)
    System.out.println("in");
else
    System.out.println("out");
```

שאלה 4 (חובר ע"י גיטה קופרמן)

מורה ביקש מתלמידיו לרשום הוראה שתדפיס "בול" אם המספר שנמצא במשתנה num הוא תלת ספרתי. לפניך 4 תשובות של תלמידים. ציין איזה תשובות עונות על המשימה.

A

```
bool b;
if (num > 100 && num < 1000)
    b = true;
else b = false;
if (b)
    Console.WriteLine("בול");
```

B

```
if (num < 100 && num > 1000)
{
    Console.WriteLine("בול");
}
```

C

```
bool b1;
b1 = num > 99;
b1 = b1 && num < 1000;
if (b1)
    Console.WriteLine("בול");
```

D

```
bool b2;
b2 = num < 100 || num > 999;
if (!b2)
    Console.WriteLine("בול");
```

שאלה 5 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)

לפניך קטע תוכנית. המשתנים let1, let2, let3 הם משתנים מטיפוס char

```
if ((let1 == let2) || (let2 == let3)
    || (let1 == let3))
{
    if ((let1 == let2) && (let2 == let3))
        Console.WriteLine("1");
    else
        Console.WriteLine("2");
}
else
    Console.WriteLine("3");
```

האם שני קטעי התכנית שקולים? כלומר, האם עבור כל קלט נתון יתקבל בשניהם אותו פלט? נמק תשובתך בעזרת טבלאות מעקב.

במידה והקטעים אינם שקולים, שנה את אחד הקטעים כך שיהיו שקולים.

קושי אפשרי: תלמידים רבים לא יודעים לשייך את ה- else להוראת התנאי הפנימית ולכן לא נותנים דוגמת קלט נכונה שתדגים שהקטעים אינם שקולים.

שאלה 3 (חובר ע"י וג'יה כבהה)

סאמי וראמי קיבלו מההורים סכום של כסף כדי לצאת לאכול בקניון.

יש לכתוב קטע תוכנית שיקלוט את הסכום שיש לסאמי וראמי, את מחיר מנת הפלאפל ואת מחיר מנת השווארמה.

הקטע יבדוק האם הסכום שיש להם מספיק למנת שווארמה או למנת פלאפל או האם הכסף לא מספיק. הקטע יציג הודעה מתאימה.

לפניך פתרון של הבעיה. השלם את החסר:

```
int shawarma; // מחיר מנת שווארמה
int falafel; // מחיר מנת פלאפל
int sumFalafel; // מחיר שתי מנות פלאפל
int sumShawarma; // מחיר שתי מנות שווארמה
amount=int.Parse(Console.ReadLine());
shawarma =int.Parse(Console.ReadLine());
falafel =int.Parse(Console.ReadLine());
sumFalafel =__ * 2
// חישוב עלות שתי מנות פלאפל
sumShawarma =__ * 2
// חישוב עלות שתי מנות שווארמה
if (_____)
// הסכום מספיק לשווארמה
    Console.WriteLine("שווארמה");
else // המחיר לא מספיק לשווארמה
    if(_____) // הסכום מספיק לפלאפל
        Console.WriteLine("פלאפל");
    else // המחיר לא מספיק לפלאפל
        Console.WriteLine("_____");
```

שאלה 8 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)

מחיר דירה מסווג לפי 4 סיווגים :

- יקר אם מחיר הדירה הוא מעל 1,000,000 ש"ח,
 - סביר אם מחיר הדירה גבוה מ- 750,000 ש"ח ונמוך מ- 1,000,000 ש"ח,
 - בינוני אם מחיר הדירה נמוך מהנ"ל אך גבוה מ- 500,000,
 - וכל היתר מסווג כמחיר זול.
- לכל אחד מקטעי הקוד הבאים – קבע האם הוא מבצע את הסיווג הנכון?

A

```
if (price >= 1000001)
    str = "יקר";
if (price >= 750001 && price <= 1000000)
    str = "סביר";
if (price >= 500001 && price <= 750000)
    str = "בינוני";
if (price < 500000)
    str = "זול";
```

B

```
if (price >= 1000001)
    str = "יקר";
if (750001 <= price <= 1000000)
    str = "סביר";
if (500001 <= price <= 750000)
    str = "בינוני";
if (price < 500000)
    str = "זול";
```

C

```
if (price >= 1000001)
    str = "יקר";
else if (price >= 750001)
    str = "סביר";
else if (price >= 500001)
    str = "בינוני";
else
    str = "זול";
```

- רק קטע 2
- רק קטע 3
- קטעים 1,2 בלבד
- קטעים 1,3 בלבד
- קטעים 1,2,3

השלם את הטבלה שלפניך : בשורה הראשונה השלם מה יופיע במסך המחשב בהתאם לערכי המשתנים ובשורות הבאות הבא דוגמא לערכי המשתנים שיגרמו לפלט המוצג.

ערכי המשתנים			מסך מחשב
let1	let2	let3	
x	y	x	
			1
			2
			3

שאלה 6 (חובר ע"י חני טוראל)

לפניך קטע תוכנית

```
if ((x*y>z)||((y>0)&&(x>y)))
    System.out.println ("Message A");
else
    System.out.println ("Message B");
```

מה יהיה הפלט עבור הערכים הבאים :

? x=5, y=6, z=20

הצג את דרך החישוב.

שאלה 7 (חובר ע"י אוי גרינולד)

תלמידים התבקשו לכתוב קטע קוד הקולט שני תווים ובודק האם הם עוקבים אחד לשני.

דוגמה לתווים עוקבים : 5,6 e,d D,F

דנה כתבה את הקוד הבא, אלא שעל הוראת התנאי נמרח שוקולד ולא ניתן לקרוא את ההוראה.

```
char tav1, tav2;
System.out.println ("Enter 2 characters");
tav1 = in.next().charAt(0);
tav2 = in.next().charAt(0);
if ( ----- A ----- )
    System.out.println ("עוקבים");
else
    System.out.println ("לא עוקבים");
```

א. עליך להשלים את הוראת התנאי A שנמחקה מהקוד.

ב. עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הקוד עם הוראת התנאי שהשלמת עבור דוגמאות קלט מייצגות.

שאלה 9 (חובר ע"י גיטה קופרמן)

מהירות הנסיעה ב"כביש מהיר" היא לא פחות מ- 55 קמ"ש אך לא יותר מ- 110 קמ"ש. לירון התבקש לכתוב הוראה שתבדוק אם המהירות שנמצאת במשתנה speed חוקית לכביש מהיר או לא ותציג הודעה מתאימה. לפניך 4 הוראות תנאי. קבע לגבי כל אחת מהן: האם היא מבצעת את הנדרש או לא. אם לא, תן דוגמא למספר שעבורו תודפס הודעה שגויה.

1.
if (speed < 55)
 if (speed < 110)
 Console.WriteLine ("אינה חוקית");
if (speed > 110)
 Console.WriteLine ("אינה חוקית");
else
 Console.WriteLine ("חוקית");
2.
if (speed > 55 && speed < 110)
 Console.WriteLine ("אינה חוקית");
else
 Console.WriteLine ("חוקית");
3.
if (speed > 55 || speed < 110)
 Console.WriteLine ("חוקית");
else
 Console.WriteLine ("אינה חוקית");
4.
if (speed >= 55)
 if (speed <= 110)
 Console.WriteLine ("חוקית");
else
 Console.WriteLine ("אינה חוקית");

שאלה 10 (חובר ע"י גיטה קופרמן)

לפניך הקטע הבא:

```
c=0;
x=int.Parse(Console.ReadLine());
y=int.Parse(Console.ReadLine());
if(x % 10 == y / 10)
    c++;
if(x / 10 == y % 10)
    c++;
if(c==2)
    Console.WriteLine("poly");
else
    if(c==0)
        Console.WriteLine("diff");
    else
        Console.WriteLine("simi");
```

- א. עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע הקטע ורשום מה יהיה הפלט אם הקלט של x הוא 32 והקלט של y הוא 23.
- ב. תן דוגמת קלט כך שהפלט יהיה diff.
- ג. תן דוגמת קלט כך שהפלט יהיה simi.

שאלה 11 (חובר ע"י רחלי צרניחוב)

א. מה יהיה הפלט של הקטע הבא?

```
Bool b1, b2, b3;
b1 = true;
b2 = true;
b3 = false;
Console.WriteLine(b1 || (b2 && b3));
Console.WriteLine((b1 || b2) && b3);
```

- ב. מה יהיה הפלט של הקטע הנ"ל אם הערך של המשתנה b2 יהיה false?

שאלה 12 (חובר ע"י יהודה אבני)

שרשרת אופניים מכונה "שרשרת חוליות".

שרשרת זו מורכבת משני סוגי חוליות - חוליה זכרית וחוליה נקבית;

השרשרת מסודרת כך שכל חוליה נקבית משובצת בין שתי חוליות זכריות וכל חוליה זכרית משובצת בין שתי חוליות נקביות. (ראה תמונה)

א. האם עבור 6 חוליות - 3 נקביות ו-3 זכריות, ניתן להרכיב שרשרת לאופניים?

ב. האם עבור 6 חוליות - 4 נקביות ו-2 זכריות, ניתן להרכיב שרשרת לאופניים?

ג. האם יש חלוקה בין חוליות נקביות לזכריות, שעבורה ניתן להרכיב שרשרת לאופניים באמצעות 5 חוליות? אם כן - פרטו מהי החלוקה; אם לא - נמקו מדוע.

ד. פתחו וכתבו אלגוריתם מילולי, שהקלט שלו הוא מספר החוליות הנקביות ומספר החוליות הזכריות בשרשרת, והפלט שלו הוא הודעה האם ניתן להרכיב שרשרת לאופניים מהחוליות הנתונות.



שאלה 13 (חובר ע"י דורית בן-דוד)

מטרתו של כל אחד מהקטעים הבאים הוא לבדוק האם ערך המשתנה num מתחלק ב-6 ללא שארית.

(num מוגדר כ-integer)

א. בהנחה שהמספר הנקלט הוא מספר חיובי, ציינו והסבירו לגבי כל קטע האם הוא משיג את המטרה.

ב. עבור כל קטע שאינו משיג את המטרה, הביאו שתי דוגמאות שונות לקלט עבורן ניתן לראות שהקטע שגוי והסבירו את השגיאה.

A
 if ((num % 2 == 0) && (num % 3 == 0))
 Console.WriteLine ("מתחלק ב-6");
 else
 Console.WriteLine ("אינו מתחלק ב-6");

B
 if ((num % 2 == 0) && (num % 3 == 0))
 Console.WriteLine ("מתחלק ב-6");
 Console.WriteLine ("אינו מתחלק ב-6");

C
 if ((num % 2 == 0) || (num % 3 == 0))
 Console.WriteLine ("מתחלק ב-6");
 else
 Console.WriteLine ("אינו מתחלק ב-6");

D
 if (num % 2 == 0)
 if (num % 3 == 0)
 Console.WriteLine ("מתחלק ב-6");
 else
 Console.WriteLine ("אינו מתחלק ב-6");
 else
 Console.WriteLine ("אינו מתחלק ב-6");

שאלה 14 (חובר ע"י רחלי צרניחוב)

לפניכם שלד של תכנית שקולטת גובה של רכב.
אם הרכב נמוך מ- 2.5 מטר תודפס ההודעה "הרכב יכול להיכנס לחניון".
אחרת, אם הרכב נמוך מ- 4 מטר תודפס ההודעה "אפשר לחנות במגרש הסמוך".
אחרת, תודפס ההודעה "אין מקום חניה עבור הרכב באזור זה".
השלימו את החסר.

```
static void Main(String[] args)
{
    double height;
    Console.WriteLine ("enter height ");
    height = _____;
    if (height < 2.5)
        Console.WriteLine
            ("הרכב יכול להיכנס לחניון");
    else
        if _____
            Console.WriteLine
                ("אפשר לחנות במגרש הסמוך");
        else
            _____;
}
```

שאלה 15 (חובר ע"י יהודה אבני)

בעקבות הביקורת החברתית, החליט בעל חברה גדולה על תהליך חזרה בתשובה. בתהליך תחזיר קבוצת החברות בשליטתו חלק מן הרווחים לציבור. הוחלט על שיטת חישוב, להפרשה לטובת הציבור, על פי ההנחיות הבאות:

א. נקבעה דרגת הכנסה לכל אחת מחברות הקבוצה:

דרגה 1 – עד 1,000,000 ₪ הכנסות.

דרגה 2 – עד 10,000,000 ₪ הכנסות.

דרגה 3 – עד 20,000,000 ₪ הכנסות.

דרגה 4 – עד 100,000,000 ₪ הכנסות.

ב. אם דרגת החברה היא 1 לא יופרש סכום לציבור.

ג. אם מספר העובדים בחברה גדול מ- 20 יופרשו 2% עבור הכנסה הגדולה מ-5,000,000.

ד. במקרים אחרים תחושב % ההפרשה על פי הנוסחה הבאה:

$X\% = \text{מספר העובדים} \setminus \text{הכנסות החברה} * \text{דרגת התפוקה}$.

(% ההפרשה = מספר עובדים לחלק בהכנסות החברה כפול דרגת תפוקה).

כתבו אלגוריתם המקבל כקלט את דרגת החברה מספר העובדים בחברה ואת הכנסות החברה. האלגוריתם יציג את % ההפרשה לציבור ואת הסכום שיופרש לציבור.

הנחה: מספר העובדים בחברה אינו עולה על 100.

-- שאלות ביצוע חוזר -- שאלות ביצוע חוזר --

שאלה 16 (חובר ע"י ברכה דאום-רייטר)

יעל רוצה להבחן לפחות ב-30 יח"ל. לשם כך בנתה תכנית מחשב שתספור עבורה את יחידות הלימוד ותעצור כאשר תגיע למספר היחידות המבוקש. לפניך קטע התכנית שיעל כתבה.
א. האם התכנית תעבוד עבור כל קלט?
ב. תן דוגמא לקלט אשר עבורו התכנית תעבוד.
ג. האם ניתן לשנות את התכנית כך שתעבוד עבור כל קלט?

```
Int units, sumunits=0;
while (sumunits !=30)
{
    system.out.println ("הכנס מספר יחידות");
    units=in.nextInt();
    sumunits=sumunits+units;
}
```


שאלה 17 (חובר ע"י חני טוראל)

נתון האלגוריתם הבא :

(1) קלוט מספר ב- num

(2) הצב ב- m את שארית החלוקה של num ב-10

(3) קלוט מספר ב- num

(4) כל עוד $num \neq 0$ בצע

4.1 הצב ב- x את שארית החלוקה של num ב-10

4.2 אם $x < m$ אזי

4.2.1 $m \leftarrow x$

4.3 קלוט מספר ב- num

(5) הדפס m

ערוך טבלת מעקב עבור הקלט (משמאל לימין)

476, 5, 10, 733, 0

ותאר מה יהיה הפלט.

שאלה 18 (חובר ע"י אוי גרינולד)

להלן פעולה ראשית שמטרתה לקלוט 10 מספרים

שלמים ולהדפיס הודעה האם כל המספרים שנקלטו

הם שליליים.

פעולה זו שגויה.

public static void main(String[] args)

{

int num;

int d=0;

Scanner in = new Scanner(System.in);

System.out.println("Enter 10 number");

for (int i=1;i<=10;i++)

{

num=in.nextInt();

if (num<0)

d=1;

else

d=0;

}

if (d==1)

System.out.println

("כל המספרים שליליים");

else

System.out.println

("לא כל המספרים שליליים");

}

א. הבא דוגמת קלט שעבורו יתקבל הפלט הנדרש.

ב. הבא דוגמת קלט שעבורו לא יתקבל הפלט הנדרש.

ג. תקן את הפעולה כך שתשיג את מטרתה עבור כל קלט אפשרי. אין להוסיף משתנים.

קשיים אפשריים: מציאת הדוגמה המתאימה

שמראה שהקוד שגוי, הבנה מה זה פלט נדרש ומה

אינו פלט נדרש, איתור ותיקון הפעולה.

סוג טעות מאוד נפוצה אצל תלמידים: "התנדנדות"

בהצבת הערך ב"דגל"

שאלה 19 (חובר ע"י דני קשת)

לפניך 3 קטעי קוד

A

for(int i=1;i<=10;i++)

{

Console.WriteLine(i*6);

}

B

for(int i=6;i<=60;i++)

{

if(i%6==0)

Console.WriteLine(i*6);

}

C

for(int i=6;i<=60;i=i+6)

{

Console.WriteLine(i);

}

סמן את ההיגדים הנכונים (ייתכן יותר מהיגד אחד

נכון)

א. כל קטעי הקוד מבצעים את אותה משימה

ב. הלולאה מתבצעת אותו מספר פעמים בכל קטעי

הקוד

ג. קוד a וקוד b מבצעים את אותה משימה, c יוצא

דופן

ד. מבחינת זמן הביצוע (שתלוי במספר הפעמים

שמתבצעת הלולאה), קוד b הוא הכי פחות יעיל

ה. אי אפשר לדעת איזה קוד מתבצע "הכי לאט"

שאלה 20 (חובר ע"י אוי גרינולד)

השלם את גוף הפעולה הבאה כך שזימון `print2(4)` יציג כפלט



הפעולה

```
public static void print2(int n)
for (int p = ____ ; p ____ ; ____ )
{
    if (_____)
        for (int k = ____; ____; ____ )
            System.out.print(____);
    else // _____
        for (int k = ____; ____; ____ )
            System.out.print(____);
    System.out.println();
}
```

קשיים אפשריים: הבנה שבלולאה כפולה קודם מתבצעת הלולאה הפנימית ורק כשמסתיימת ממשיכים את הלולאה החיצונית, טיפול בשורה זוגית ואי זוגית, קביעת גבולות הלולאה בהתאם.

שאלה 21 (חובר ע"י גיטה קופרמן)

לפניכם קטע תכנית

```
int num1 = int.Parse (Console.ReadLine ());
int num2 = int.Parse (Console.ReadLine ());
int count = 0;
while (num1 > num2 )
{
    num1 = num2;
    int num2 = int.Parse
        (Console.ReadLine ());
    count ++;
}
Console.WriteLine (count);
```

א. עקבו בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע הקטע ורשמו את הפלט, עבור נתוני הקלט (משמאל לימין):

11, 9, 7, 4, 6

בטבלת המעקב יש לכלול עמודה לכל אחד מהמשתנים, עמודה עבור הלולאה שבה יצוין אם התנאי מקיים או לא ועמודה עבור הפלט. ב. תנו דוגמא לקלט שעבורו יוצג כפלט הערך 0.

שאלה 22 (חובר ע"י גיטה קופרמן)

בבית הספר רוצים לבדוק את המצב הסוציו-אקונומי של התלמידים. כתוב תוכנית שתקלוט מכל תלמיד את מספר הנפשות במשפחה ואת ההכנסה של המשפחה הקלט יסתיים כאשר יוכנס מספר נפשות שלילי הפעולה תחשב ותדפיס את מספר המשפחות העניות (ההכנסה לנפש פחות מ- 2000 ש"ח). לפניך פתרון של הבעיה. השלם את החסר:

```
int PersonsNumber; // מספר נפשות במשפחה
int income; // הכנסה למשפחה
int counter; // מספר המשפחות העניות
PersonsNumber=
int.Parse(Console.ReadLine());
while (_____)
{
    _____ =
int.Parse(Console.ReadLine());
    PersonIncome= _____ / _____;
    if (_____ < 2000) // המשפחה ענייה
        counter++;
    _____ =
        int.Parse(Console.ReadLine());
}
Console.WriteLine
    (counter + " : מספר משפחות עניות");
```

שאלה 23 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)

תלמידים קיבלו משימה להדפיס את כל המספרים בין 50 ל-150 המתחלקים ב-5 ללא שארית. חמישה תלמידים פתרו את המשימה בדרכים שונות, כולם פתרו נכון. השלם את הפתרון של כל אחד מהתלמידים.

בטבלה יש לכלול: עמודה לכל אחד מהמשתנים שבאלגוריתם. ועמודה שבה יצוין אם התנאי שבשורה 4.3 מתקיים או שאינו מתקיים.
האלגוריתם:

```

1  w ← 1
2  pop ← 0
3  קלוט מספר למשתנה n
4  עבור k מ-1 עד n (כולל) בצע
   4.1 w ← k * w
   4.2 קלוט מספר למשתנה s
   4.3 אם s < w אזי
       4.3.1 pop ← pop + 1
   4.4 אחרת
       4.4.1 pop ← pop - 1
4.5 הצג כפלט את הערכים של w, k
5  הצג כפלט את הערך של pop

```

שאלה 26 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)
נתון קטע תוכנית שהקלט שלו הוא מספרים תלת-ספרתיים.

```

int lnum, num, sod=1;
bool ok = true;
num = int.Parse(Console.ReadLine());
while (ok)
{
    lnum = num;
    num = int.Parse(Console.ReadLine());
    ok = lnum%10 == num/100;
    if (ok) sod++;
}
Console.WriteLine(sod);

```

1. עקוב אחר ביצוע הקטע באמצעות טבלת מעקב
עבור הקלט: 341, 167, 765, 543, 654
בטבלה יש לכלול עמודה לכל משתנה ועמודה לכל תנאי ועמודה עבור מסך מחשב.
2. מהו מספר הפעמים המינימאלי שהלולאה תתבצע וכמה מספרי קלט יהיו במקרה הזה, תן דוגמא לקלט מתאים.

תלמיד 1:
for (int i = ____; i <= ____; i++)
if (____)
Console.WriteLine(i);

תלמיד 2:
for (int i = 50; i <= ____; ____)
Console.WriteLine(i);

תלמיד 3:
for (int i = ____; i <= 100; ____)
if (i % 5 == 0)
Console.WriteLine(i+50);

תלמיד 4:
for (int i = ____; i <= ____; i++)
Console.WriteLine(i*5);

תלמיד 5:
for (int i = ____; i <= 20; ____)
Console.WriteLine(i * 5 + 50);

שאלה 24 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)
מה יהיה הפלט לאחר ביצוע קטע הקוד הבא:

```

int i;
for (i = 0; i <= 10; i++)
{
    if (i == 4)
    {
        Console.WriteLine(4 + " ");
    }
    else if (i != 4)
        Console.WriteLine(i + " ");
}

```

א. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ב. 1 2 3 4

ג. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ד. 4 5 6 7 8 9 10

ה. 4

שאלה 25 (חובר ע"י רחלי צרניחוב)
נתון אלגוריתם. עקבו בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע האלגוריתם עבור הקלט (משמאל לימין):

4, 5, 1, 6, 22

ורשמו מה יהיה הפלט.

ב. הצג מעקב ורשום מה יהיה הפלט עבור הזימון
what (688)

ג. השלם את טענת היציאה של הפעולה. (רשום מה
מטרת הפעולה)

שאלה 29 (חובר ע"י יהודה אבני)

כתובת IP של מחשב היא מחרוזת בתבנית הבאה"
"xxx.xxx.xxx.xxx"

כאשר xxx הוא מספר בין 1 ל- 255. לדוגמה:
"222.255.25.5"

התקפת DDOS היא התקפת סייבר בא מנסה
התוקף למנוע משרת לתת שרות, על ידי שליחת רצף
אין סופי של בקשות שרות.

כדי למנוע התקפה מסוג זה נתבקשת לפתח
אלגוריתם המקבל כקלט ראשון כתובת IP נבדקת
ולאחריו רצף כתובות IP, עד לקבלת הקלט
"000.000.000.000" מונה כמה פעמים הופיע הכתובת
הנבדקת ומדפיס את המונה.

הרחבה אפשרית לשאלה:

האלגוריתם ימנה את הרצף הגדול ביותר שהתקבל
בכתובת הנבדקת.

על בסיס שאלה 29 ניתן להגדיר גם את השאלות
הסגורות הבאות:

- 1) תן דוגמה לקלט שעבורו הפלט יהיה 15.
- 2) נתון פתרון חלקי שחסר בו חלק (תנאי פנימי).
השלם.
- 3) תן דוגמה לקלט שעבורו הפלט יהיה 0.
- 4) תן דוגמה לקלט שעבורו הפלט יהיה (בתוכנית
הנתונה) לא תתבצע בכלל.
- 5) הקלט הוא והפלט הוא ... – האם נכון? נמק.
- 6) תן דוגמה לקלט שעבורו תתבצע הפלט 3
פעמים והפלט יהיה 0.

שאלה 30 (חובר ע"י ברכה דאום-רייטר)

נתון משולש המספרים הבא

```

5
6 5
7 6 5
8 7 6 5
9 8 7 6 5
    
```

3. הסבר במשפט אחד מה תנאי העצירה של
הלולאה

4. הסבר במשפט אחד מה תפקידו של המשתנה sod

שאלה 27 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)

נתונים שני קטעי קוד:

```

A
int i=0;
while (i<20)
{
    i++;
    Console.WriteLine(i);
}
    
```

```

B
for (int i=0; i<=20; i++)
{
    Console.WriteLine(i);
}
    
```

מהו המשפט הנכון? סמן:

א. הפלט המתקבל מביצוע שני קטעי הקוד הוא
זהה.

ב. ערכו האחרון של משתנה הבקרה i שונה בכל
אחד מקטעי הקוד. [תשובה נכונה]

ג. סעיפים א' ו-ב' נכונים.

ד. אף אחד מהסעיפים אינו נכון.

שאלה 28 (חובר ע"י דורית בן-דוד)

לפניך הפעולה הבאה:

```

static bool what (int n)
// טענת כניסה: הפעולה מקבלת מספר שלם
// טענת יציאה:
{
    while (n%5 != 0 && n>9)
    {
        n=n/10;
    }
    if (n%5 == 0)
        return true;
    else
        return false;
}
    
```

א. הצג מעקב ורשום מה יהיה הפלט עבור הזימון

what (2754)

```

/* טענת כניסה : הפעולה מקבלת מחרוזת ותו
/* טענת יציאה : הפעולה _____
public static int p1(String s , char ch)
{
    int place , count=0;
    place=s.indexOf(ch);
    while(place>=0)
    {
        count++;
        s = s.substring(place+1);
        place=s.indexOf(ch);
    }
    System.out.println(s); // (i)
    return count;
}

public static void main(String[]args)
{
    String st;
    char tav;
    int count;
    System.out.println("הכנס מחרוזת");
    st = reader.next();
    System.out.println("הכנס תו");
    tav = reader.next().charAt(0);
    count=p1(st , tav);
    System.out.println(count);
}

```

השלם את קטע הקוד שלפניך כך שיודפס המשולש המבוקש

```

for (int i=___; i___; i___)
{
    for (int j=___; j___; j___)
    {
        System.out.print(___);
    }
    System.out.println();
}

```

קשיים אפשריים: חוסר הבנה של מנגנון הלולאה המקוננת, גלישה מלולאה ללולאה.

שאלה 31 (חובר ע"י רחל לודמר)

נתונה הפעולה p1 ולאחריה הפעולה הראשית main. ענה על הסעיפים הבאים:

- כתוב טבלת מעקב לפעולה עבור הקלט:
tav='*' -1 'st="AB*C*PBA*1B"
- השלם את טענת היציאה של הפעולה p1:
- באילו מקרים תודפס בפעולה p1 מחרוזת ריקה?
- כתוב את גוף הפעולה p1 בדרך שונה ללא הפעולה substring כך שעדיין תתקיים טענת היציאה של הפעולה כפי שרשמת אותה בסעיף 2. בסעיף זה אין צורך להכליל את ההוראה המסומנת ב-(i).

קשיים אפשריים: הבנה מוטעית של פעולות המחרוזת (ומכאן המעקב מוטעה), טבלת מעקב אחת משותפת לתוכנית הראשית ולפעולה.

-- שאלות על מבני נתונים סדרתיים (מערכים) --

שאלה 33 (חובר ע"י ברכה דאום-רייטר)

לפניך מערך חד מימדי A.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

א. אנא עקוב אחרי קטע התוכנית שלפניך ורשום את ערכי המערך לאחר קטע הקוד.

ב. מה מבצע קטע הקוד?

```

for(int i=0;i<10;i++)
{
    A[A.length-i]=i+1;
}

```

שאלה 32 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)

```

int x = 4, sum=0;
int[] arr = new arr[2 * x+1];
for (int i = 0; i <= x; i++)
{
    sum = sum + i;
    arr[i] = sum;
    arr[x * 2 - i] = arr[i];
}

```

כיצד יראה המערך arr לאחר ביצוע הקטע?

שאלה 34 (חובר ע"י אוי גרינולד)

התלמידים התבקשו לכתוב קטע קוד שמקבל מערך של מספרים שלמים ומבצע תזוזה מעגלית כלפי ימין. כלומר, המערך [1,2,3,4] a ישתנה כך [4,1,2,3] a כל הקטעים הבאים שגויים.

A

```
int tmp = a[a.length-1];
for (int k=1; k<a.length; k++)
    a[k] = a[k-1];
a[0] = tmp;
```

B

```
for (int k=a.length-1; k>0; k--)
    a[k] = a[k-1];
```

C

```
int tmp = a[0];
int k= a.length-1;
while(k>0)
{
    a[k] = a[k-1];
    k--;
}
a[a.length-1] = tmp;
```

D

```
int tmp = a[a.length-1];
int k=0;
while(k<a.length)
{
    a[a.length-k] = a[a.length-k-1];
    k++;
}
a[0] = tmp;
```

- רשום לכל קטע קוד מה סוג הטעות. האם שגיאת ריצה או שגיאה לוגית. פרט את מהות השגיאה.
- לכל קטע קוד, לאחר תיקון שגיאות ריצה אם יש, רשום את תוכן המערך [1,2,3,4] אחרי ביצוע הוראות הקוד. הראה טבלת מעקב.
- תקן כל קטע קוד כך שיבצע את הנדרש. קשיים אפשריים: זיהוי גלישה מגבולות המערך, כיוון שינוי ערכי התאים במערך, שמירת התא במערך שדורסים את ערכו, תיקון קוד ולא כתיבה מחדש, הבחנה בין שגיאת ריצה לשגיאה לוגית.

שאלה 35 (חובר ע"י דני קשת)

רוצים לדעת אם כל אברי המערך שווים. בחן את הקוד הבא

```
bool flag=false;
for(int i=0;i<a.Length;i++)
{
    if(a[i]==a[0])
        flag=true;
    else
        flag=false;
}
```

- האם הקוד נכון? כן/לא.
- תן דוגמה לכך שהקוד נותן תשובה נכונה
- הקוד שגוי. נסה למצוא דוגמה שתוכיח זאת
- כמה דוגמאות צריך להביא כדי להוכיח שהקוד שגוי

1. אחת

2. שתיים-שלוש

3. גם אם נביא מספר דוגמאות, לא נוכיח

שהקוד שגוי כי אולי יש מקרים שהוא תקין

ה. שנה את הקוד כדי שיהיה קוד נכון תמיד

שאלה 36 (חובר ע"י רחלי צרניחוב)

```
int count = 0;
for (int i = 1; i < mat.GetLength(0) - 1; i++)
{
    for (int j = 1; j < mat.GetLength(1) - 1; j++)
    {
        if(mat[i-1,j] == mat[i+1,j]
            && mat[i,j-1] == mat[i,j+1])
            count++;
    }
}
Console.WriteLine(count);
```

4: נתונה המטריצה mat בגודל 5X4

6	0	5	8	2
0	5	0	5	1
7	0	5	2	5
4	3	9	5	3

קשיים אפשריים:

- זיהוי הבעיה, כלומר שנכון רק אם הערכים מתחילים מקטן לגדול.
- התמודדות עם תיקון הבעיה.
- כיצד מכלילים לשני המקרים?
- טיפול במקרים של איבר אחד או שניים. מה עושים במקרים אלו?
- מה מחזירה הפעולה?
- לדאוג לא לחרוג מגבולות המערך.

אפשרות לתיקון הפעולה: קביעה מה מחזירה הפעולה למקרה של איבר אחד או שניים, שימוש ב"דגל" שיציין 'אמת' אם זוג הערכים שנבדקו היה בסדר עולה, 'שקר'-אחרת.

```
public static boolean zigZag(int[] a)
{
    if (a.length<2)
        return true;
    // at least 2 values
    if (a[1]-a[0]==0) return false;
    boolean up = a[1]-a[0]>0;
    int k=1;
    while(k<a.length-1)
    {
        if (up)
        {
            if (a[k]<=a[k+1])
                return false;
        }
        else // !up
        {
            if (a[k]>=a[k+1])
                return false;
        }
        up = !up;
        k++;
    } // end while
    return true;
}
```

עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע קטע התכנית עבור המטריצה mat הנתונה, וכתוב מה יהי התוכן של המשתנה count לאחר הרצת הקטע. בטבלת המעקב יש לכלול 7 עמודות עבור:

mat[i-1,j] , mat[i+1,j] , mat[i,j-1] ,
mat[i,j+1] , i , j , count

הצג מטריצה חדשה בגודל 4X4 שעבורה ערכו של המשתנה count יהיה 2.

שאלה 37 (חובר ע"י אוי גרינולד)

מערך חד-מימדי נקרא מערך זיג-זג אם הערכים שלו עולים ויורדים לסירוגין. כלומר אם איבר ראשון קטן מאיבר שני, ושני גדול משלישי, ושלישי שוב קטן מרביעי, וכך הלאה או להפך – איבר ראשון גדול מאיבר שני, ושני קטן משלישי, ושלישי שוב גדול מרביעי, וכך הלאה.

תלמיד כתב את הפעולה הבאה המקבלת מערך של מספרים שלמים ומחזירה 'אמת' אם הוא זיג-זג, 'שקר'-אחרת. הפעולה שגויה.

- צייר מערך בגודל 6 עבורו הערך שיוחזר יהיה נכון.
- צייר מערך בגודל 6 עבורו הערך שיוחזר יהיה שגוי.
- הסבר מהי הטעות ותקן את הפעולה.

```
public static boolean zigZag(int[] a)
{
    int k=0;
    while(k<a.length-1)
    {
        if (k%2==0)
        {
            if (a[k]>=a[k+1])
                return false;
        }
        else // _____
        {
            if (a[k]<=a[k+1])
                return false;
        }
        k++;
    }
    return true;
}
```

שאלה 38 (חובר ע"י רחל לודמר)

נתונה פעולה בשם leftDigit המקבלת מספר שלם וחיובי ומחזירה את הספרה השמאלית ביותר שלו. לדוגמה leftDigit(4563)=4

```
public static int leftDigit(int num)
{
    while (num>9)
        num=num/10;
    return num;
}
```

הפעולה הבאה מקבלת מערך חד ממדי של מספרים ומטרתה לבדוק האם בכל זוג איברים סמוכים במערך ספרת האחדות באיבר הראשון בזוג, שווה לספרה השמאלית ביותר באיבר השני בזוג. הפעולה נעזרת בפעולה leftDigit, שלעיל.

הפעולה שגויה!!

לדוגמה:

3456
611
123
3009

```
public static boolean pair(int [] a)
{
    for (int i=0; i<a.length-1; i=i+2)
    {
        if (a[i]%10!=leftDigit(a[i+1]))
            return false;
        else
            return true;
    }
}
```

א. תן דוגמא למערך לפחות בגודל 5 כך שהפעולה מחזירה תשובה נכונה.

ב. תן דוגמא למערך לפחות בגודל 6 כך שהפעולה מחזירה תשובה שגויה.

ג. תקן את הקטע כך שהפעולה תשיג את מטרתה לכל מערך בגודל כלשהו.

קשיים אפשריים:

- בסעיף א יתנו דוגמא שהתשובה עליה היא רק אמת.
- בסעיף ב' יתנו תשובה שהפעולה מחזירה שקר - שזו יכולה להיות תשובה נכונה.
- למשל הזוג הראשון יהיה a[1]=456, a[0]=123
- בסעיף ג, התיקון יהיה לשני זוגות סמוכים ואז יהיו בעיות של חריגה מגבולות המערך.

שאלה 39 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי וטלי דרור)

נתונות הצהרה ופעולה:

```
static int Mystery(int num, int[] myArr)
{
    for (int k = myArr.Length - 1;
        k >= 0; k--)
    {
        if (myArr[k] < num) return k;
    }
    return -1;
}
```

1. השלם את טענת הכניסה והיציאה של הפעולה
2. תן דוגמא למערך שיהיו בו 6 איברים וזימון של הפעלה בו הפעולה תחזיר 3
3. מתי הפעולה תחזיר -1

שאלה 40 (חובר ע"י גיטה קופרמן)

נתון מערך x:

2	3	1	5	4	7	9
---	---	---	---	---	---	---

ונתון קטע התוכנית הבא:

```
for (int i = 0; i <= 3; i++)
{
    x[i * 2] = i + 2;
}
for (int i = 0; i < 3; i++)
{
    x[i * 2 + 1] = i - 1;
}
```

עקבו אחר ביצוע הקטע עבור המערך x הנתון ורשמו את ערכי המערך לאחר השינוי.

```
double sum;// ישמור את כמות הבשר הדרושה
int i;
_____ ;

for(i= _____; i < _____; i++)
{
    if(_____=="בשר")
        // אם החיה אוכלת בשר
        {
            sum= sum + _____;

            Console.WriteLine(_____);
        }
}
Console.WriteLine(_____);
```

שאלה 42 (חובר ע"י רחל לודמר)

נתונה המחלקה Item : תכונות ופעולה בונה :

```
public class item
{
    private char tav;
    private int count;

    public Item(char ot, int num)
    {
        this.tav=ot;
        this.count=num;
    }
    .....
}
```

הנח שנתונות פעולות האחזור והקביעה לכל אחת מהתכונות.

מטרת הקטע הבא היא לקלוט 100 תווים. התווים יכולים לחזור על עצמם ברצף, וליצור מערך A שכל איבר שלו מטיפוס Item. בכל איבר במערך מופיע ערך התו שברצף ומספר ההופעות שלו ברצף. התוכנית מדפיסה את מספר הרצפים שהוכנסו למערך A.

שאלה 41 (חובר ע"י וגיה כבהה)

לפניך הגדרה של המחלקה Animal

```
Class Animal
{
    // תכונות
    private string shem; // שם חיה
    private string sog; // סוג חיה
    private string mazon; // מזון מועדף
    private double kamot; // כמות מזון לארוחה
    // פעולה בונה

    .
    .
    // פעולות נוספות
    public string GetShem()
    .
    .
    public string GetSog()
    .
    .
    public string GetMazon()
    .
    .
    public string GetKamot()
    .
    .
    public string SetShem(string shem)
    .
    .
    public string SetSog(string sog)
    .
    .
    public string SetMazon(string mazon)
}
```

מנהל המשמרת בגן החיות רוצה לדעת כמה בשר זקוקים כדי להאכיל את החיות שאוכלות בשר לארוחת הצהריים.

פרטי כל החיות שמורים במערך arr. כתוב קטע תוכנית שיסרוק את המערך ויצג את כמות הבשר הדרושה. כמו כן הפעולה תציג רשימה של שמות כל החיות שאוכלות בשר. לפניך פתרון של הבעיה. השלם את החסר.

השלם את המקומות החסרים בקטע התוכנית.
(מסומנים ב- __)
שים לב: אין להוסיף הוראות או למחוק הוראות.

לדוגמה, עבור הקלט הבא:

c,c,c,b,h,h,h,k,k,f,c,c,

המערך A שנוצר:

c	3
b	1
h	3
k	2
f	1
C	2

```
int count=1, iA=0;
Item [] A=new Item[_____];
System.out.println ("הקש תו ראשון");
char tav1=reader._____;
for (int i=2; i<=100; i++)
{
    System.out.println ("הקש את התו הבא");
    char tav2=reader._____;
    if( tav1==tav2)
        count++;
    if(tav1!=tav2 || i== 100)
    {
        Item x=new Item(_____);
        A[iA]=_____;
        iA++;
        count=_____;
        tav1=tav2;
    }
}
System.out.println (_____);
```

קשיים אפשריים:

- בגודל המערך יציבו את הגודל של המערך שבדוגמא - 6
- לא יהיה שום קשר בין האובייקט x לבין A[iA].
- תשובות משונות להשמה במערך, למשל A[iA]=.tav1, count
- המשתנה count יאותחל ב- 0.
- הפלט יהיה iA ולא iA-1.

שאלה 43 (חובר ע"י אוי גרינולד)

לפניך פעולה שגויה.

טענת כניסה: הפעולה מקבלת מערך של שלמים המכילה רצפים של מספרים זהים.
טענת יציאה: הפעולה מחזירה את אורך הרצף של מספרים זהים הארוך ביותר.

```
public static int maxRezeff(int[] a)
{
    int max=0;
    int len=1;
    for (int k=1; k<a.length; k++)
    {
        if (a[k]==a[k-1])
            len++;
        else
        {
            if (len>max)
                max = len;
            len=1;
        }
    }// end for
    return max;
}
```

- א. תן דוגמה למערך באורך 6 לפחות אשר עבורו הפעולה משיגה את מטרתה. כלומר: תחזיר את אורך הרצף של מספרים זהים הארוך ביותר.
- ב. תן דוגמה למערך באורך 6 לפחות אשר עבורו הפעולה אינה משיגה את מטרתה. כלומר: לא תחזיר את אורך הרצף של מספרים זהים הארוך ביותר.

שהופיע מספר רב ביותר של פעמים. הקלט יסתיים עם קבלת הקלט "000.000.000.000".
כתוב אלגוריתם המקבל כקלט מספרי IP. ומחשב את הרצף הגדול ביותר של מספר IP, הקלט יסתיים עם קבלת הקלט "000.000.000.000".

שאלה 46 (חובר ע"י חני טוראל)

לפניך קטע תוכנית.

תאר את מצב המערך arr בסיום ביצוע הקטע.

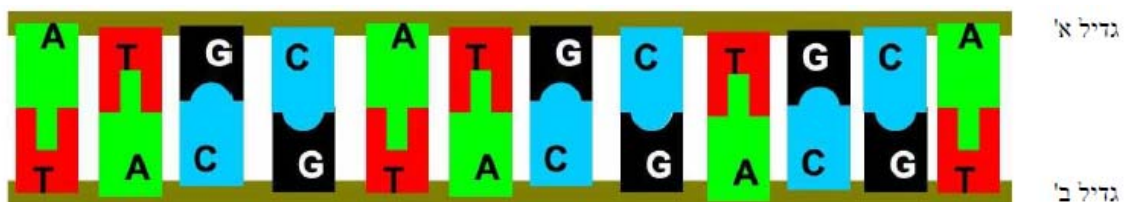
```
int[] arr = new int[5];
for (int i=0; i<arr.length; i+=2);
    arr[i]=i+(i*10);
for (int i=1; i<arr.length; i+=2);
    arr[i]=(i*10);
```

	0	1	2	3	4
arr					

שאלה 47 (חובר ע"י יהודה אבני)

החומר הגנטי ביצורים חיים מורכב מחומצות DNA. ה-DNA מורכב מאבני בניין שמחולקים לזוגות קבועים, ואלה יוצרים קשר כימי באופן הבא:
אדין A עם תימין T. וגואנין G עם ציטוזין C.
שני גדילי DNA יחשבו משלימים אם עבור כל אות בגדיל א', תהיה אות מתאימה לה בגדיל ב'. (A עם T ו-G עם C). ראו דוגמה.

פתחו ויישמו אלגוריתם המקבל שני גדילים של DNA האלגוריתם יציג "משלים" "לא משלים" בהתאמה אם הגדילים הם גדילים משלימים.
למתקדמים - הרחבה גרפית: כתבו תכנית המייצגת את הגדילים המתקבלים בצורה גרפית. כל אבן בניין תיוצג על ידי צורה ייחודית כזו המשתלב עם בן הזוג המתאים. ראו דוגמת האזור.



ג. הסבר מה השגיאה ותקן את הפעולה כך שעבור כל מערך נתון, הפעולה תשיג את מטרתה.
קשיים אפשריים: מציאת המערך שעבורו הפעולה לא משיגה את מטרתה, הבנת המשמעות של "משיגה את מטרתה", גילוי הטעות ותיקונה בהתאם.

שאלה 44 (חובר ע"י דורית בן-דוד)

לפניך קטע תוכנית:

```
int[] a = new int[5];
for (int i = 0; i < a.Length; i++)
{
    a[i] = 0;
    digit = int.Parse (Console.ReadLine());
    while (digit != -9)
    {
        a[i] = a[i] * 10 + digit;
        digit = int.Parse
            (Console.ReadLine());
    }
}
```

עבור הקלט הבא (משמאל לימין)

2, 5, -9, 3, -9, 3, 9, 6, -9, -9, 1, 1, -9
א. ערוך טבלת מעקב ותאר כיצד יראה המערך a
ב. מה יהיה הקלט עבור מערך שאיבריו הם 5,5,5,5,5
? ועבור מערך שאיבריו הם 0,0,0,0,0 ?

שאלה 45 (חובר ע"י יהודה אבני, בהמשך לשאלה 29)

כתובת IP של מחשב היא מחרוזת בתבנית הבאה "xxx.xxx.xxx.xxx". כאשר xxx הוא מספר בין 1 ל-255. לדוגמה: "222.255.25.5".

התקפת DDOS היא התקפת סייבר בא מנסה התוקף למנוע משרת לתת שרות, על ידי שליחת רצף אין סופי של בקשות שרות.

כתוב אלגוריתם המקבל כקלט מספרי IP. עבור כל מספר IP שהתקבל ימנה האלגוריתם את מספר הפעמים שהתקבל. בנוסף יחשב את מספר IP

שאלות מבחן: עצים

משתתפי קורס שאלות מבחן תשע"ג

במסגרת קורס שאלות מבחן שהתקיים השנה, חיברו משתתפי הקורס מגוון שאלות ל"יסודות מדעי המחשב", "עיצוב תוכנה" וחלופות היחידה השלישית.

מתוך המאגר הזה, בחרנו להביא לכם מבחר דוגמאות לשאלות מבחן על עצים ליחידה "עיצוב תוכנה".

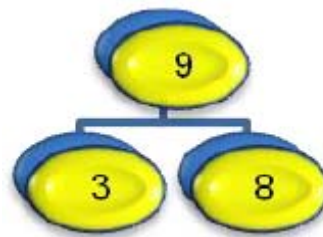
את המאגר המלא תוכלו למצוא באתר המרכז הארצי <http://cse.proj.ac.il/Y13/QDB/>

שאלה 1 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי)

כתוב פעולה חיצונית המקבלת שני עצים בינאריים לא ריקים ובודקת האם העץ הראשון חבוי בעץ השני.

א. עץ בינארי Tsmall יקרא עץ בינארי חבוי שלם בעץ בינארי Tlarge אם בעץ Tlarge קיים צומת המהווה שורש של תת עץ שהינו זהה לחלוטין לעץ Tsmall.

לדוגמה, העץ:

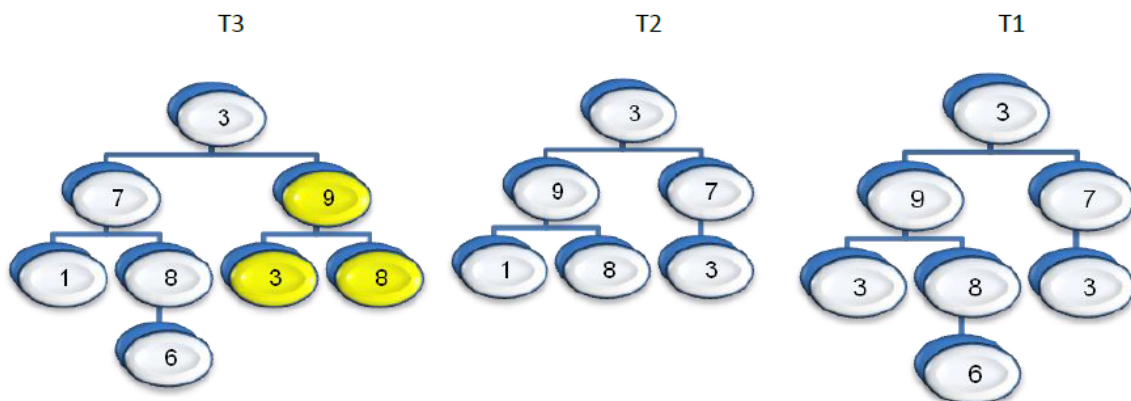


הינו עץ בינארי חבוי בעץ T3 בלבד (ראה שרטוט).

ב. עץ בינארי Tsmall יקרא עץ בינארי חבוי חלקי בעץ בינארי Tlarge אם בעץ Tlarge קיים צומת המהווה שורש של תת עץ שתחילתו זהה לחלוטין לעץ Tsmall.

בדוגמה, גם בעץ T1 וגם בעץ T3 קיימים עצים בינאריים חבויים חלקיים.

כתוב פעולה חיצונית המקבלת שני עצים בינאריים לא ריקים ובודקת כמה פעמים העץ הראשון חבוי חלקי בעץ השני.



שאלה 2 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי)

ב. כתוב פעולה חיצונית המקבלת עץ בינארי לא ריק והופכת את שורשו לתת עץ כביר, על ידי שינוי ערכו למספר הקטן ביותר האפשרי.

א. תת עץ כביר הוא תת עץ בעץ בינארי ששורשו אינו קטן מערכי כל צאצאיו.

כתוב פעולה חיצונית המקבלת עץ בינארי לא ריק ומחזירה את מספר הצמתים הרב ביותר שיש בתת עץ כביר בעץ.

שאלה 3 (חובר ע"י רחל לודמר)

חלק א.

נתונה הפעולה :

```
public static int sod2
    (BinTreeNode <Integer> tr, int r)
{
    if( Leaf(tr)) return r;
    if (r%2==0)
    {
        if(tr.getLeft()!=null
            && tr.getRight()==null)
            return sod2(tr.getLeft(),r+1);
    }
    if (r%2==1)
    {
        if(tr.getLeft()==null
            && tr.getRight()!=null)
            return sod2(tr.getRight(),r+1);
    }
    return 0;
}

public static boolean sodTree
    (BinTreeNode <Integer> tr)
{
    if (Leaf(tr)) return true;
    if (tr.getLeft()==null || tr.getRight()==null)
        return false;
    if (Leaf(tr.getLeft()))
        && Leaf(tr.getRight()))
        return true;
    int x=sod1(tr.getLeft(), 0);
    int y=sod2(tr.getRight(), 0);
    if (x*y==0 )
        return false;
    return (x==y);
}
```

public static boolean Leaf

(BinTreeNode <Integer> tr)

הפעולה מחזירה אמת אם הצומת היא עלה ושקר אחרת.

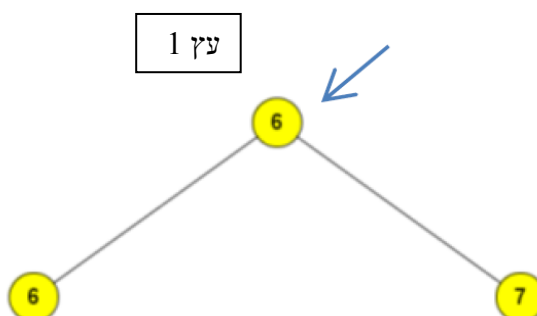
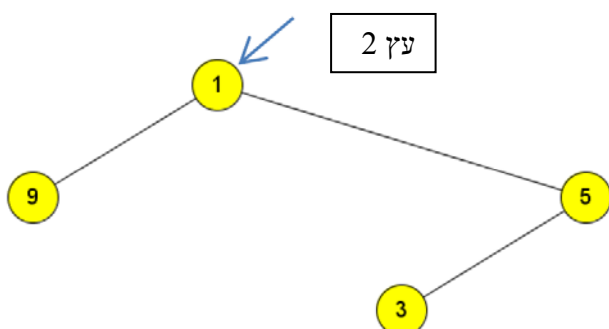
לפניך מספר פעולות הנעזרות בפעולה Leaf.

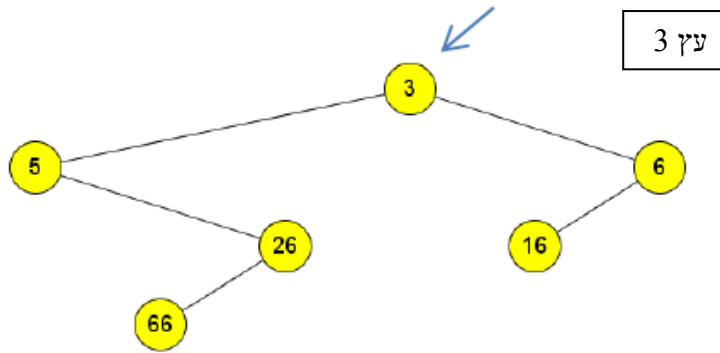
public static int sod1

(BinTreeNode <Integer> tr, int r)

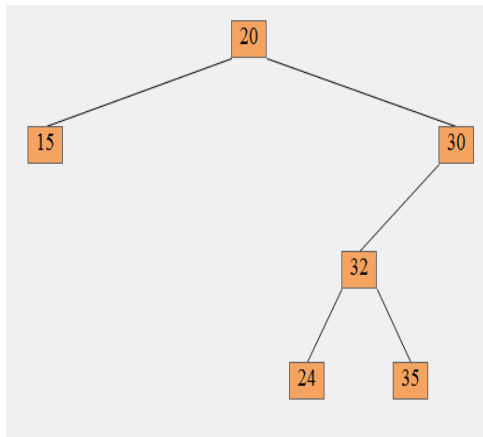
```
{
    if( Leaf(tr)) return r;
    if (r%2==0)
    {
        if(tr.getLeft()==null
            && tr.getRight()!=null)
            return sod1(tr.getRight(),r+1);
    }
    if (r%2==1)
    {
        if(tr.getLeft()!=null
            && tr.getRight()==null)
            return sod1(tr.getLeft(),r+1);
    }
    return 0;
}
```

א. מה תחזיר הפעולה sodTree עבור העצים הבאים :

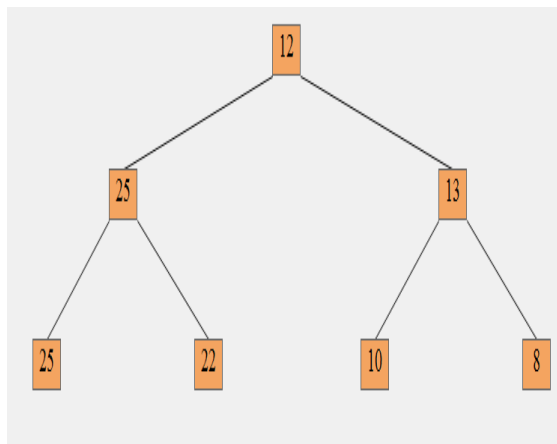




עץ א



עץ ב



- איזה מהם הוא **עץ-מסלול-עולה**? נמק.
- לפניך סריקה תחילית (משמאל לימין) של עץ מסלול עולה, צייר את העץ: 5,8,10,7
- לפניך סריקה תוכית (משמאל לימין) של עץ מסלול עולה. צייר את העץ: 2,13
- כתוב פעולה אשר מקבלת עץ בינארי ומחזירה true אם הוא **עץ-מסלול-עולה** ו false אחרת.

- רשום עץ מעקב עבור הפעולה sod (כולל מעקב ל- sod1, sod2 עבור עץ 3).
- תן דוגמא לעץ עם 9 צמתים לפחות כך שהפעולה sodTree תחזיר true.
- תן דוגמא לעץ עם 5 צמתים כך שהפעולה sodTree תחזיר false.
- מה מטרת הפעולה.
- חלק ב (אופציונלי - אין קשר בין הסעיפים). כתוב פעולה המקבלת עץ בינארי של תווים. הפעולה תחליף לכל צומת שיש לה שני בנים את תוכנם של שני הבנים.

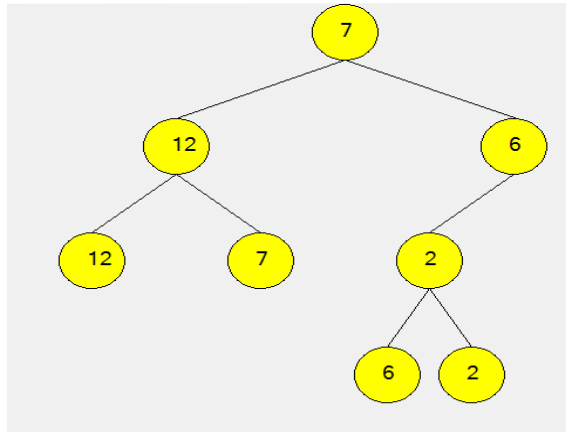
שאלה 4 (חובר ע"י דפנה לוי-רשתי)

- כתוב פעולה חיצונית המקבלת עץ בינארי לא ריק ומחזירה את אורכם הכולל של כל המסלולים הקיימים בעץ מהשורש לכל אחד מצמתי העץ. אורך מסלול הוא מספר הקשתות במסלול.
- מרחק בין שני צמתים בעץ** בינארי יוגדר כמספר הקשתות ביניהם או מספר הקשתות הכולל ביניהם לבין צומת אב משותף. כתוב פעולה חיצונית המקבלת עץ בינארי לא ריק ומחזירה את המרחק הגדול ביותר בעץ.

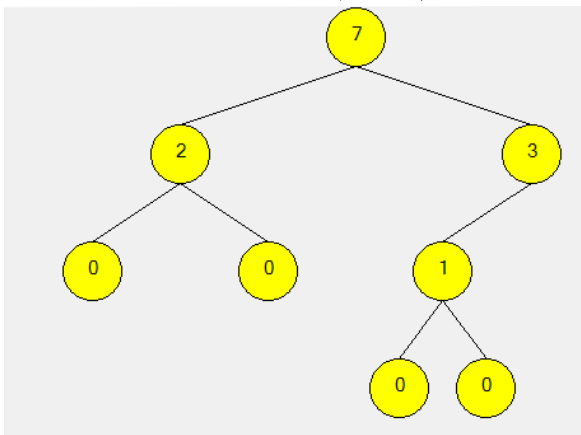
שאלה 5 (חובר ע"י גייה כבהה)

- עץ-מסלול-עולה** הוא עלה או עץ בינארי שיש בו לפחות מסלול אחד החל מהשורש עד הקצה שבו כל צומת קטן מאחד הבנים שלו. לפניך העצים הבינאריים א ו ב.

לדוגמה, אם העץ המקורי נראה כך

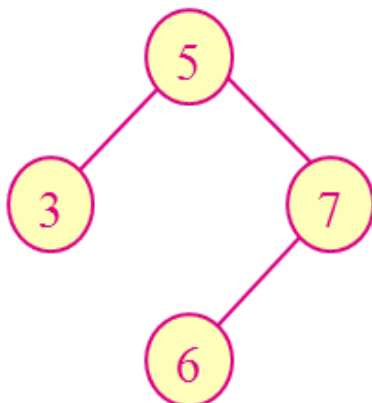


אזי זה יהיה העץ המתקבל לאחר הפעלת הפעולה



שאלה 8 (חובר ע"י גייה כבהה)

עץ חיפוש נקרא **עץ-מרשים** אם אין בעץ שני ערכים עוקבים זהים בסריקה תוכית.
כל אחד משני העצים הבאים הוא **עץ-מרשים**:

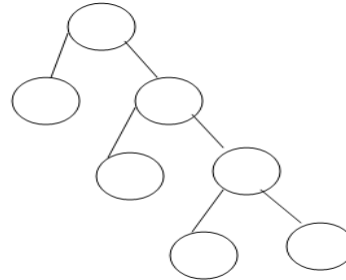


inOrder: $t = \{3, 5, 6, 7\}$

שאלה 6 (חובר ע"י רחלי צרניחוב)

"עץ_משולשים_ימניים" הוא עץ שבו צומת אחד, או עץ שבו לכל ילד ימני של צומת יש שני ילדים, וכל ילד שמאלי הוא עלה (כמתואר בשרטוט).

כתבו פעולה שתקבל עץ t ותחזיר 'אמת' אם הוא "עץ_משולשים_ימניים" ו'שקר' אחרת.



שאלה 7 (חובר ע"י טלי דרור ואלה וובצ'וק)

בשאלה זו שני סעיפים.

אין קשר בין סעיף א' לסעיף ב'.

סעיף א'

קיים עץ חיפוש בינארי המכיל 5 צמתים שהתוכן שלהם הוא המספרים השלמים בין 1 ל-5.

א. מה הגובה (מספר הרמות) המינימאלי ומה הגובה

מקסימאלי של העץ הזה?

צייר עצים מתאימים.

ב. צייר דוגמה של עץ חיפוש בינארי שמקיים בנוסף

גם את שני התנאים הבאים:

• בעץ קיים זוג אחים שערכם 1 ו 4

• לצומת שערכו 2 יש נכד שערכו 3

ג. אם מוסיפים לעץ חיפוש בינארי בעל צמתים 1-5

צומת נוסף שערכו 5, האם הטענה הבאה נכונה

"בעץ חייב להיות זוג אב-בן ימין שהם **שווים**"

נמק את תשובתך.

אם הטענה נכונה הראה עץ התומך בטענה

ואחרת הראה דוגמה נגדית.

סעיף ב'

כתוב פעולה המקבלת עץ בינארי של מספרים שלמים

ומחליפה את ערכו של כל צומת בעץ כך שיהיה שווה

למספר הצאצאים שלו.

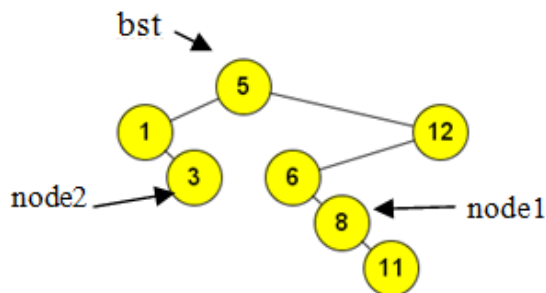
שאלה 9 (חובר ע"י אוי גרינולד)

לפניך הפעולות **sod1** ו **sod2** המקבלות עץ חיפוש בינארי בעל מספרים שלמים ללא חזרות וצומת בעץ. לשתי הפעולות אותה טענת יציאה.

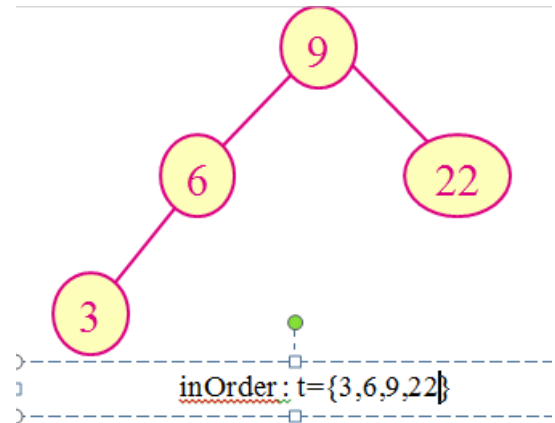
```
public static BinTreeNode<Integer> sod1
(BinTreeNode<Integer> bst,
 BinTreeNode<Integer> node)
{
    if (bst==null || bst.getLeft()==node
        || bst.getRight()==node)
        return bst;
    if (node.getInfo() < bst.getInfo())
        return sod1(bst.getLeft(), node);
    return sod1(bst.getRight(), node);
}

public static BinTreeNode<Integer> sod2
(BinTreeNode<Integer> bst,
 BinTreeNode<Integer> node)
{
    if (bst == null || node == bst.getLeft()
        || node == bst.getRight())
        return bst;
    BinTreeNode<Integer> node1
    = sod2(bst.getLeft(),node);
    if (node1!= null)
        return node1;
    return sod2(bst.getRight(),node);
}
```

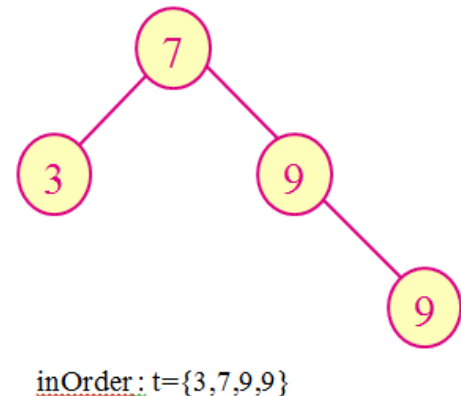
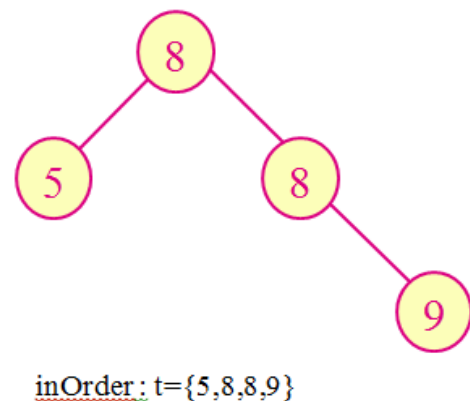
נתון עץ החיפוש הבינארי הבא :



א. עקוב אחר ביצוע הפעולה **sod1** עבור העץ **bst** והצומת **node1** המתוארת בתרשים. הראה מה מוחזר.



שני העצים הבאים אינם עץ-מרשים :



- א. כתוב פעולה שמקבלת עץ בינארי ומחזירה **true** אם הוא גם עץ חיפוש וגם עץ-מרשים. אם לא – תחזיר **false**.
- ב. נתונים שלושה ערכים **a,b,c** כאשר **a** הוא הערך הקטן ביותר ו- **c** הוא הגדול ביותר .
 1. צייר מהערכים האלה עץ חיפוש ששורשו **a**.
 2. צייר מהערכים האלה עץ חיפוש ששורשו **c**.
 3. צייר מהערכים האלה עץ חיפוש ששורשו **b**.

ח. השלימו טענת יציאה של הפעולה sod3 בעבור
עץ חיפוש בינארי.

נתונה הפעולה **sod4** המקבלת הפנייה לעץ חיפוש
בינרי בעל מספרים שונים זה מזה וצומת בעץ.

ט. מה יחזיר זימון הפעולה sod4 בעבור העץ bst
והצומת node2 שמופיעים בתרשים למעלה?
הראה מעקב אחר sod4. אין צורך להראות
שוב מעקב אחר sod1 ו-sod3.

י. השלם טענת יציאה של הפעולה sod4.

ב. עקוב אחר ביצוע הפעולה sod2 עבור העץ bst
והצומת node1 המתוארת בתרשים. הראה מה
מוחזר.

ג. מה טענת היציאה של הפעולות sod1 ו-sod2 ?

ד. מה יעילות הפעולה sod1 ? נמק תשובתך.

ה. מה יעילות הפעולה sod2 ? נמק תשובתך.

ו. איזה מהפעולות sod1 או sod2 יעילה יותר? נמק
תשובתך.

נתונה הפעולה **sod3**.

ז. מה תחזיר הפעולה sod3 עבור העץ bst שמופיע
לעיל?

```
public static BinTreeNode<Integer> sod3(BinTreeNode<Integer> bst)
{
    if (bst.getLeft()==null && bst.getRight()==null || bst.getLeft()==null)
        return tr;
    return sod3(tr.getLeft());
}
```

```
public static BinTreeNode<Integer> sod4
(BinTreeNode<Integer> bst, BinTreeNode<Integer> node)
{
    if (node.getRight() != null)
        return sod3(node.getRight());
    BinTreeNode<Integer> node1 = sod1(bst, node);
    while (node1 != null && node1.getInfo() <= node.getInfo())
        node1 = sod1(bst, node1);
    return node1;
}
```

שאלה 10 (חובר ע"י אוי גרינולד)

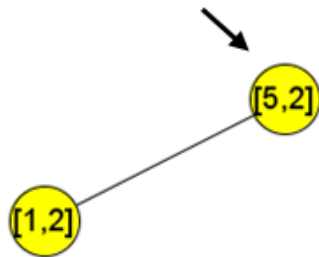
אחת הדרכים לטיפול מהיר באוסף מספרים ממוינים
היא לשמור אותם במבנה של עץ חיפוש בינרי במטרה
לשפר את יעילות הפעולות על אוסף ממוין. כל איבר
בעץ הוא מטיפוס DuInt אשר מכיל כתכונות שני
מספרים שלמים: הראשון- הערך והשני- מספר מופעי
הערך באוסף.

לפניך תרשים UML של המחלקה **DuInt**.

DuInt
int n1; // הערך
int n2; // מספר הופעותיו
DuInt(int n1,int n2)
int getN1()
int getN2()
void setN1(int num1)
void setN2(int num2)

לפניך תיאור חלקי של פעולות המחלקה **SortedInt**

תיאור הפעולה	חתימת הפעולה
הפעולה בונה אוסף ריק של מספרים שלמים ממוינים	<code>public SortedInt()</code>
הפעולה מקבלת מספר שלם ומחזירה הפנייה לצומת בעץ	<code>public BinTreeNode<DuInt> find(int x)</code>
הפעולה מקבלת מספר שלם ומוסיפה אותו לאוסף כך שיישמר ממוין	<code>public void add(int x)</code>
פעולה המחזירה מחרוזת המתארת את סדרת הנתונים בצורה הבאה: n_1, n_2, n_3, \dots כך של $n_1 < n_2 < n_3 < \dots$	<code>public String toString()</code>



למשל סדרת המספרים: 1,5,1,5 תישמר במבנה הבא:

א. כתוב את תכונת המחלקה **SortedInt** ותיעוד התכונה.

ב. הראה איך יישמר אוסף המספרים הבאים:

7,2,10,2,7,2,5

ומה תחזיר הפעולה `toString`.

ג. ממש את פעולה **add** כך שיעילות הפעולה תהייה במקרה הטוב $O(\log n)$ ובמקרה הגרוע $O(n)$

כאשר n מספר המספרים השונים באוסף.

ד. ממש את הפעולה **toString** כך שתציג את האוסף מהקטן לגדול כמוראה בטבלה לעיל.

הערות:

- ניתן לממש פעולה בעזרת פעולות אחרות שבטבלה לעיל מבלי לממשן.
- ניתן להשתמש בכל הפעולות על עץ חוליות בינריות מבלי לממשן.
- ביכולתך להוסיף פעולות עזר פרטיות לשם מימוש הפעולות הנ"ל. זכור לתעד כל פעולה.

שאלה 11 (חובר ע"י מי-נועם ויינר וענת קהלני)

עץ בינארי "ערך נוסף" הינו עץ בינארי, בו כל צומת יכולה להכיל שני ערכים: ערך ראשי וערך נוסף.

הערך הראשי הינו מספר טבעי כלשהו.

הערך הנוסף של הצומת, הינו ההפרש בין גובה תת-העץ השמאלי של צומת זו לבין גובה תת העץ הימני של הצומת (גובה של עץ ריק הינו 1).

הערך הנוסף המופיע בעלים הינו המספר השרירותי 999.

עצים מסוג זה נחלקים לשני סוגים:

"עץ ערך נוסף" מעודכן – כל צומת מכילה את שני הערכים שתוארו לעיל.

"עץ ערך נוסף" לא מעודכן – הערכים בצמתים אינם מעודכנים.

דוגמה ל- "עץ ערך נוסף" מעודכן והגדרת הפעולות על תוכן הצומת בעץ – ראה בעמוד הבא.

על עץ "ערך נוסף" הוגדרה הפעולה:

"עדכן_עץ_ערך_נוסף(T)"

שמקבלת עץ "ערך נוסף" לא מעודכן T ומעדכנת את הערך הנוסף בכל צומת.

1. לפניך שני עצי "ערך נוסף" לא מעודכנים, בכל צומת מופיע הערך הראשי בלבד.

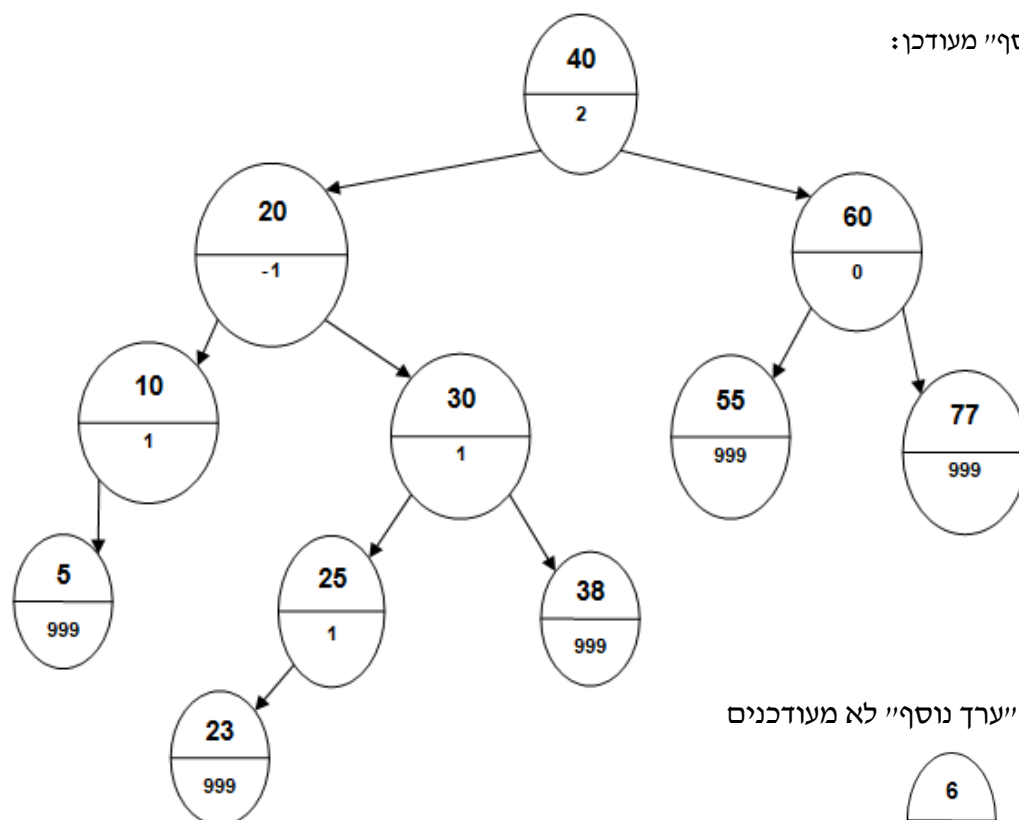
כיצד יראו עצים אלו לאחר שיופעל עליהם האלגוריתם "עדכן_עץ_ערך_נוסף(T)"?

2. כתוב אלגוריתם המממש את הפעולה "עדכן_עץ_ערך_נוסף(T)" כפי שזו הוגדרה לעיל.

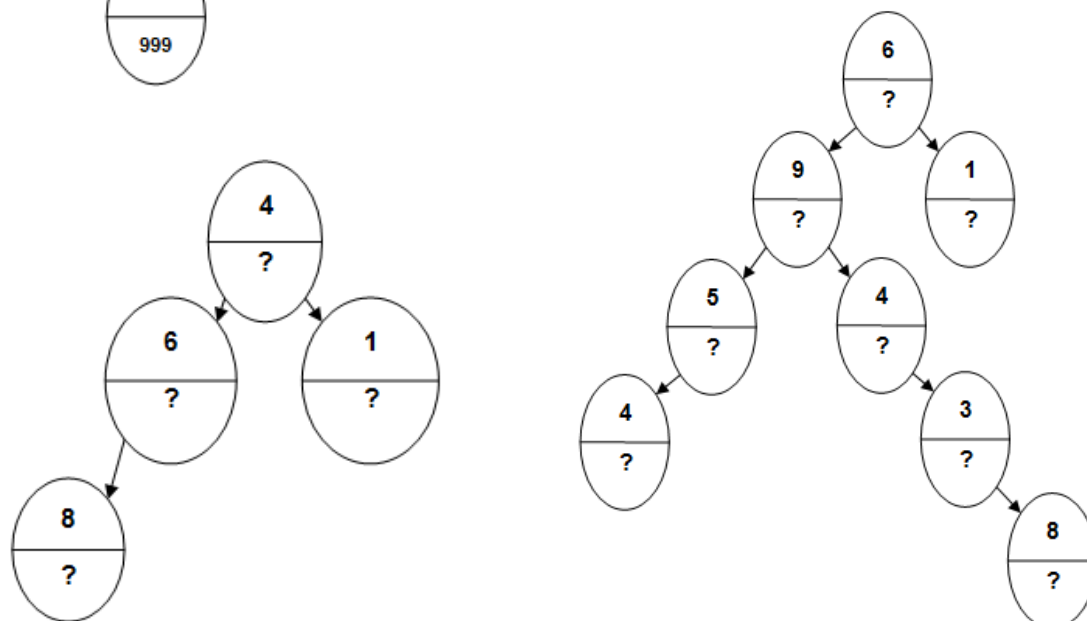
על תוכן הצומת בעץ מוגדרות הפעולות הבאות :

שם הפעולה	תיאור הפעולה
עדכן_ערכי_שורש (T, x, y)	הפעולה מקבלת עץ T ("ערך נוסף") ומשנה את הערך הראשי של השורש להיות x ואת הערך הנוסף של השורש להיות y . הנחה : העץ מאותחל ותקין.
אחזר_ערך_ראשי_שורש (T)	הפעולה מקבלת את העץ T ("ערך נוסף") ומחזירה את הערך הראשי של השורש. הנחה : העץ מאותחל ותקין.
אחזר_ערך_נוסף_שורש (T)	הפעולה מקבלת את העץ T ("ערך נוסף") ומחזירה את הערך הנוסף של השורש. הנחה : העץ מאותחל ותקין.
גובה_העץ (T)	הפעולה מקבלת עץ T ("ערך נוסף") ומחזירה את גובה העץ T . עבור עץ ריק הפעולה מחזירה את הערך -1 . הנחה : העץ T מאותחל ותקין.

דוגמה ל"עץ ערך נוסף" מעודכן:



לסעיף 1 : שני עצי "ערך נוסף" לא מעודכנים



שאלה 12 (חובר ע"י רחלי צרניחוב)

.IsT הפעולה

מה תחזיר הפעולה IsT עבור הזימונים הבאים?

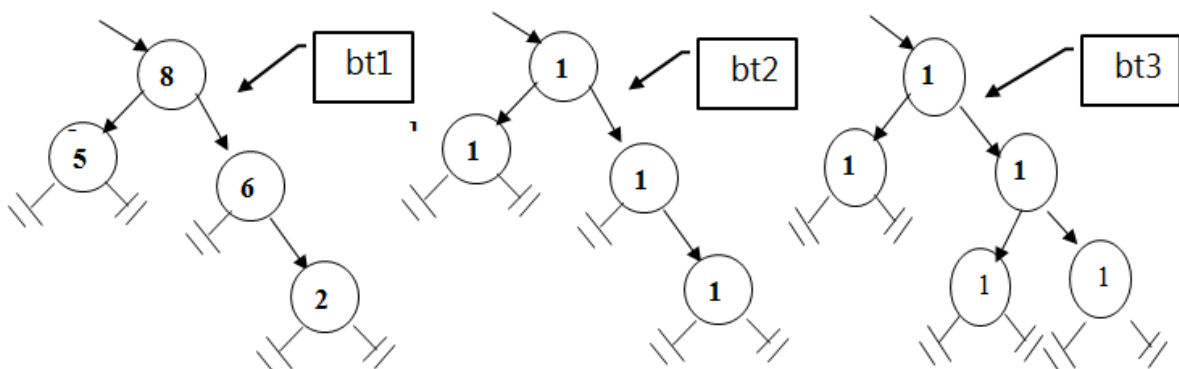
• sT(bt1, bt2)

• IsT(bt2, bt3)

ומה טענת היציאה של הפעולה IsT?

```
public static bool IsT(BinTreeNode<int> bt1, BinTreeNode<int> bt2)
```

```
{  
    if ((bt1.GetLeft() != null && bt2.GetLeft() == null) ||  
        (bt1.GetLeft() == null && bt2.GetLeft() != null) ||  
        (bt1.GetRight() != null && bt2.GetRight() == null) ||  
        (bt1.GetRight() == null && bt2.GetRight() != null))  
        return false;  
    bool resL = true;  
    bool resR = true;  
    if (bt1.GetLeft() != null)  
        resL = IsT(bt1.GetLeft(), bt2.GetLeft());  
    if (!resL)  
        return false;  
    if (bt1.GetRight() != null)  
        resR = IsT(bt1.GetRight(), bt2.GetRight());  
    return resR;  
}
```



שאלה 13 (חובר ע"י מי-נועם ויינר וענת קהלני)

בשאלה זו שני סעיפים. אין קשר בין סעיף א' לסעיף ב'.

סעיף א

נתונה הפעולה הבאה :

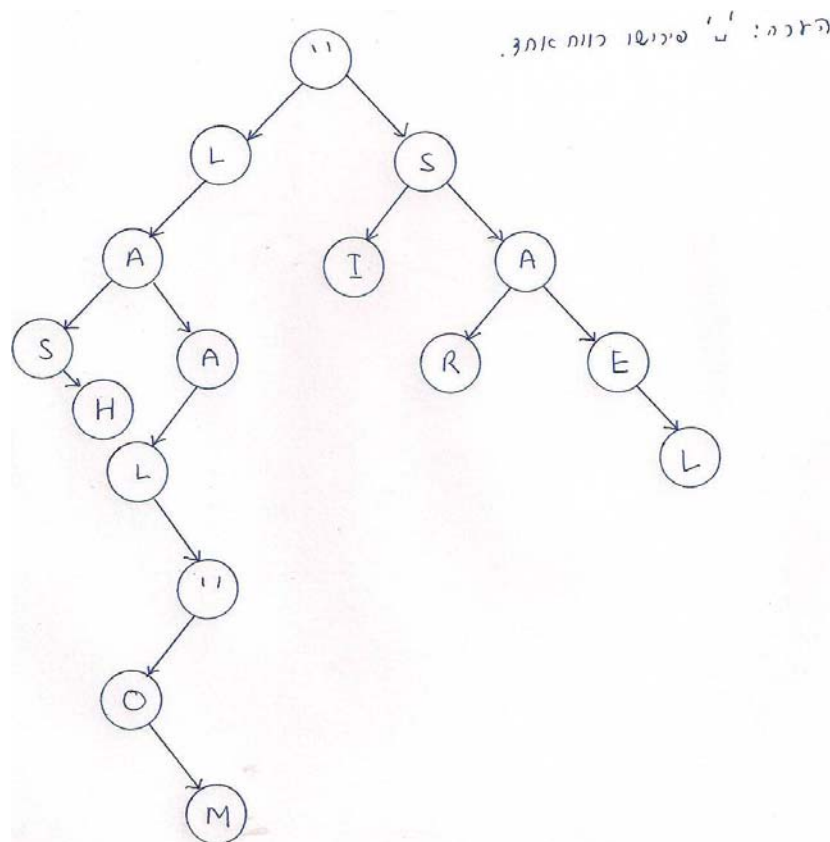
```
public static string TreeString (BinTreeNode<char> bt)
```

```
{  
    if (bt == null)  
        return""; //  
    else  
        if (bt.GetLeft() == null&& bt.GetRight() == null)  
            return bt.GetInfo().ToString();  
        else  
            if (bt.GetLeft() == null&& bt.GetRight() != null)  
                return bt.GetInfo() + TreeString(bt.GetRight());  
            else  
                return TreeString(bt.GetLeft()) + bt.GetInfo() + TreeString(bt.GetRight());  
}
```

תזכורת : האופרטור + בתווים מבצע פעולת שרשור

1. רשום מעקב עבור העץ הבא וציין מה הערך שהפעולה מחזירה. (הערה : ' ' פירושו רווח אחד)

2. מה מטרת הפעולה? נסח במדויק.



סעיף ב

כתוב פעולה רקורסיבית המקבלת עץ בינארי של מספרים.

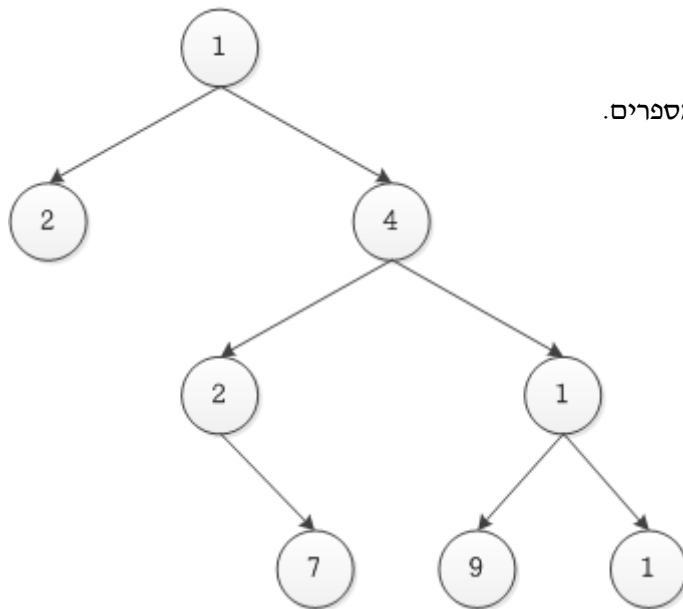
הפעולה מחזירה סכום ערכי הצמתים

אשר ערכם גדול מערך צומת האב.

לדוגמה, עבור העץ הנתון, הפעולה תחזיר 22.

(כי הצמתים שערכיהם 2, 4, 7, 9 - 1

גדולים יותר מערך צומת האב).



שאלה 14 (חובר ע"י מי-נועם ויינר וענת קהלני)

נתון עץ חיפוש בינארי BST לא ריק,

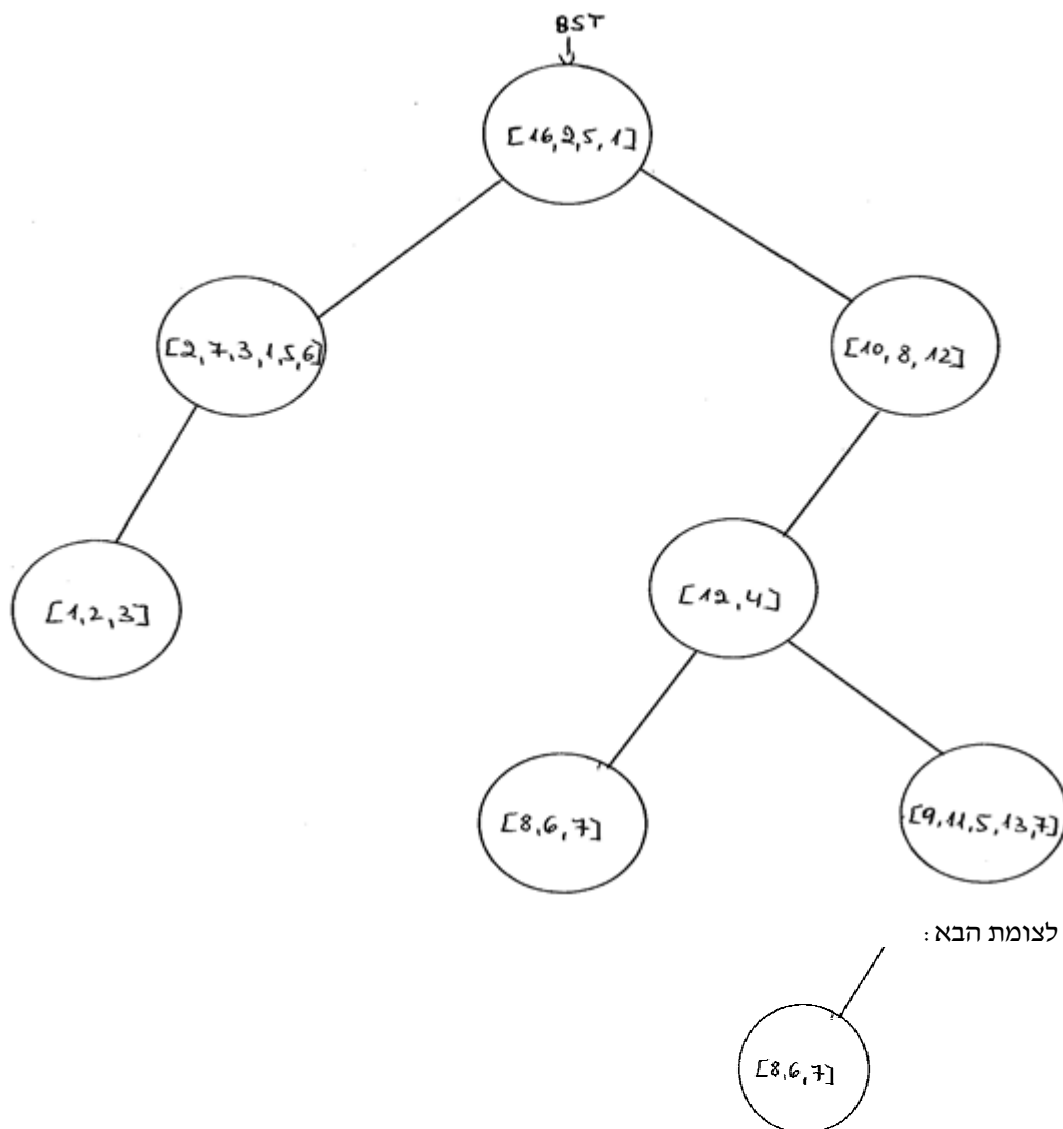
שבו כל צומת מכיל רשימה

של מספרים שלמים גדולים מאפס.

אנו מעוניינים לקבל את ההפניה לצומת

המכיל את רשימת המספרים שהממוצע שלהם מהווה את החציון של הממוצעים.

לדוגמה, בהינתן העץ הבא:



תוחזר הפנייה לצומת הבא:

- א. פרק את הבעיה לתת משימות, כל משימה תיושם בעזרת פעולה (המבצעת רק משימה אחת).
- ב. כתוב פעולה חיצונית שתקבל את עץ החיפוש הבינארי BST ותחזיר הפנייה לצומת המכיל את רשימת המספרים שהמוצע שלהם מהווה את החציון של הממוצעים.
חובה להשתמש בפעולות שכתבת בסעיף א.

שאלה 15 (חובר ע"י רחל לודמר)

א. לפניך פעולה רקורסיבית :

```
public static int sod(int [] A, int x , int y)
{
    // הפעולה מקבלת מערך מספרים ושני מספרים בתחום גבולות המערך
    if (x==y)
        return A[y];
    if (x+1==y)
        return (A[x]+A[y]);
    return (A[x]+A[y]+sod(A,x+1,y-1));
}
```

א.1. עבור המערך A :

20	9	1	6	3	8	2
----	---	---	---	---	---	---

רשום מעקב עבור הזימון : `sod(A,0,A.length-1)`.

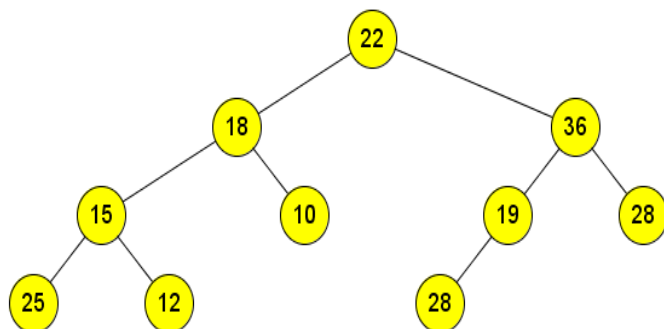
א.2. רשום טענת כניסה ויציאה עבור הפעולה `sod`.

ב. לפניך פעולה רקורסיבית נוספת המקבלת עץ בינארי של מספרים שלמים ורשימה ריקה :

```
(1) public static void raz(BinTreeNode<Integer> tr, List<Integer>lst)
{
    // הפעולה מקבלת עץ בינארי של שלמים ורשימת מספרים ריקה
    if (tr!=null)
    {
        raz(tr.getLeft(),lst);
        if(tr.getRight() != null)
        {
            if ( tr.getRight().getLeft()==null && tr.getRight().getRight()==null)
            (2)          lst.insert(null, tr.getRight().getInfo());
        }
        raz(tr.getRight(),lst);
    }
}
```

א.1. עקוב אחר הפעולה `raz` עבור העץ הבא, ורשום כיצד תראה הרשימה `lst` בסיום הפעולה.

(אין צורך בכתיבת מעקב כלשהו)



ב.2 . מה מטרת הפעולה raz?

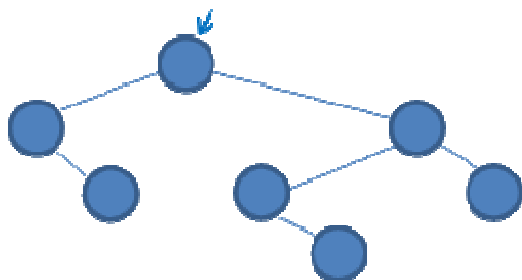
ב.3 . נניח שהשורות המסומנות (1) ו-(2) בפעולה raz, היו משתנות לשורות הבאות :

(1) `public static void raz(BinTreeNode<Integer []> tr, List<Integer>lst)`

(2) `lst.insert(null, sod(tr.getRight().getInfo(),1,3));`

כלומר, כל צומת בעץ מכיל מערך של מספרים שלמים ונעזרים בפעולת sod מסעיף א'.

העתק את העץ הבא למחברתך והוסף ערכים בכל צומת בעץ כך שתקבל אותה רשימה שקבלת בסעיף ב.1.



שאלה 16 (חובר ע"י רחל לודמר)

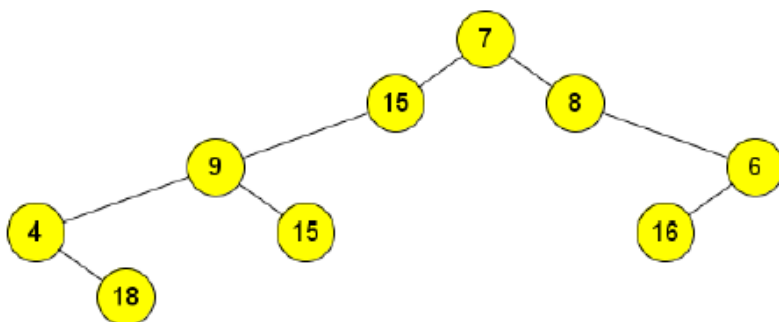
א. כתוב פעולה המקבלת עץ בינארי של מספרים. הפעולה מוסיפה לכל צומת שיש לה בן יחיד, אח (עלה), שערכו הוא סכום העלים של הצאצאים של הצומת.

סדר ההוספה יהיה בסדר של סריקה תחילית של העץ.

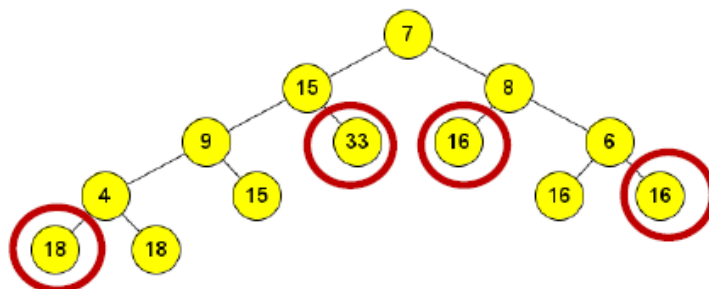
ב. צייר את העץ שבדוגמה המתקבל לאחר הפעולה שכתבת בסעיף א, לו סדר ההוספה היה בסדר התוכי של סריקת העץ.

לדוגמה

לפני ההוספה



אחרי ההוספה



הבטים בהוראת מדעי המחשב: משוב לגליון יוני 2013

קוראים יקרים

לאחר שסיימתם לקרוא את העיתון, אנא מלאו ושלחו משוב זה בהקדם למינהלת מל"מ.
תודה על שיתוף הפעולה,
צוות המרכז הארצי

משוב לגליון יוני 2013 של "הבטים בהוראת מדעי המחשב"

נא למלא ולשלוח אל:

מינהלת מל"מ

בניין קנדה, קומה 1

קריית הטכניון, חיפה 32000

פקס: 04-8295010

1. שם בית הספר _____

2. שם המשיב _____ מספר המורים שעיינו בגליון זה בבי"ס _____

3. סמנו במשבצת המתאימה את חוות דעתכם :

הערות

חוות דעת כללית על הגליון	טובה מאד	טובה	לא טובה	
החשיבות של כתב העת	רבה מאד	רבה	לא חשוב	
מידת העניין	מעניין מאד	מעניין	לא מעניין	
תרומה לעבודתי	תורם מאד	תורם	לא תורם	

4. הערות נוספות :
