

תוכן הגליון

2	מאמר המערכת.....
3	ליל המדענים 2012 בסימון מדעי המחשב
	קשיים במיפוי בעיה דו-מימדית לבעיה חד-מימדית במדעי המחשב
10	דגנית מוכתר-אבל
	תפיסות OOP עמומות: הרחבה ו/או הצרה של מושגי יסוד
20	רונית שמלו, נוע רגוניס, דוד גינת
	לומדים תכנות עם פקמן
30	אודי מלכה
33	סמינר קיץ למורים מובילים תשע"ב
36	כנס המורים הארצי תשע"ב
38	הכנס הבינלאומי ITiCSE-2012
41	כנס המורים הארצי תשע"ג
43	כנס חשיפה למדעי המחשב לתלמידות ט תשע"ג
46	טופס משוב

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

לתואר ראשון במכללה להנדסה, בקורס OOP ראשון שלהם. במחקר נמצאו קשיים ותפיסות מוטעות במגוון של מונחים ומושגי יסוד. לומדים מתחילים נטו להרחיב ו/או לצמצם לא רק מונחים כמו מחלקה (class) ועצם (object) אלא גם מונחים כמו סטטי (static), מופע (instance) וגישה (access). המאמר מציע סיווג של הממצאים במבנה היררכי ודן במאפיינים הקוגניטיביים של מבנה זה.

המאמר של אודי מלכה עוסק ב**לומדים תכנות עם פקמן** ומדווח על פרויקט שנולד כיוזמה של תלמידי כיתת י"ג תוכנה במכללת אורט ביאליק. במסגרת הפרויקט פותח מדריך תכנות המבוסס על המשחק פקמן שנוצר בשיתוף התלמידים ופותח מתוך שילוב של משימת תכנות מורכבת ודיונים שנערכו בכיתה כחלק מהמיזם. בנוסף למדריך הוקם בשיתוף עם התלמידים אתר אינטרנט לתיעוד התוצרים של התלמידים. במאמר מתוארת האבולוציה של המשימה וכן 10 יתרונות לפיתוח מדריך תכנות עם התלמידים.

כמו כן, תוכלו למצוא בגליון עדכונים על מספר כנסים שהתקיימו לאחרונה: **סמינר הקיץ למורים מובילים** תשע"ב, **כנס המורים הארצי** תשע"ב ותשע"ג, הכנס הבינלאומי **ITiCSE-2012** שהתקיים בפעם הראשונה בישראל, **וכנס חשיפה למדעי המחשב לתלמידות כיתה ט'** שהתקיים השנה באוניברסיטה הפתוחה ברעננה.

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

לפניכם הגליון הראשון 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?

ב- 24.9.12 התקיים **ליל המדענים 2012, בסימן מדעי המחשב** לרגל 100 שנים להולדתו של אלן טיורינג. במסגרת האירוע, קיימו 11 מוסדות ברחבי הארץ פעילויות מדעיות מגוונות לכל המשפחה והשתתפו בהם מעל 35,000 איש. בנוסף לאירועים שהתקיימו במוסדות השונים, אורגן גם אירוע ארצי: מבחן טיורינג המוני. תוכלו למצוא בגליון הנוכחי דיווח על האירועים השונים, ומכתבי דיווח של תלמידי אורט רוגוזין מקרית אתא על האירועים בהם השתתפו בטכניון.

המאמר של דגנית מוכתר-אבל עוסק ב**קשיים במיפוי בעיה דו-מימדית לבעיה חד-מימדית במדעי המחשב**. המאמר מדווח על מחקר שהתמקד במערכים דו-מימדיים ועצים ועסק בבעיות שלצורך פתרון מספיק לפנות לכמות חד-מימדית של נתונים כדי לפתור בצורה יעילה מתוך כמות דו-מימדית נתונה, וזאת כדי לאפשר חישוב יעיל יותר. תוצאות המחקר מראות כי תלמידים מתקשים לפתור בעיות אלה בצורה יעילה על ידי שינוי נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי", וכי הגורמים לכך הם המעטה בחשיבות של יעילות הפתרון, תפיסות מוטעות של המושג יעילות של תוכנית, חשש כי ניסיון לפתור את השאלה באופן יעיל יוביל לשגיאה והיצמדות לתבניות פתרון מוכרות.

המאמר של רונית שמלו, נוע רגוניס ודוד גינת עוסק ב**תפיסות OOP עמומות: הרחבה ו/או הצרה של מושגי יסוד**. המאמר מציג נקודת מבט חדשה אודות תפיסות עמומות של סטודנטים בפרדיגמה המונחית עצמים (OOP) ומתואר בו מחקר שנערך בקרב 120 סטודנטים

ליל המדענים 2012

בסימן מדעי המחשב

ליל המדענים מתקיים בישראל משנת 2007 בחסות משרד המדע והטכנולוגיה והאיחוד האירופי. האירוע, המתקיים מדי שנה ברחבי אירופה, הוא לילה של אירועים ופעילויות מדעיות מגוונות לכל המשפחה. בערב זה פותחים האוניברסיטאות ומוזיאוני המדע ברחבי הארץ את שעריהם לקהל הרחב ללא תשלום ומציעים מפגשים בגובה העיניים עם מדענים ומדעניות, סיורים במעבדות, הרצאות, סדנאות חווייתיות, הפעלות ופעילויות מגוונות. באירועים ברחבי הארץ משתתפים עשרות אלפי מבקרים, רובם משפחות עם ילדים ובני נוער. השנה התקיימו האירועים של ליל המדענים ביום שני 24.9.12 (משעה 16:00 ועד השעות הקטנות של הלילה) בסימן מדעי המחשב לרגל 100 שנים להולדתו של אבי מדעי המחשב אלן טיורינג. לדברי פרופ' דניאל הרשקוביץ, שר המדע והטכנולוגיה, "העיסוק במחשבים ובמדעי המחשב התפתח בצורה מואצת במהלך העשורים האחרונים וכיום הוא משפיע כמעט על כל היבט אפשרי בחיי היום יום של כל אחד מאתנו. ליל המדענים הוא הזדמנות ללמוד מקרוב על ההתפתחויות הטכנולוגיות האחרונות בתחום ועל ההשלכות העכשוויות והעתידיות שלהן, ולחוות בצורה בלתי אמצעית ניסויים והדגמות בתחום ובתחומי מדע נוספים".

המוסדות שהשתתפו בליל המדענים 2012:

מיג"ל – מרכז ידע גליל בקרית שמונה; מדעטק – המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל בחיפה; הטכניון; אוניברסיטת חיפה; האוניברסיטה הפתוחה ברעננה; אוניברסיטת תל אביב; מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים; האוניברסיטה העברית בירושלים; מכון ויצמן למדע ברחובות; המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון בקמפוסים בבאר שבע ובאשדוד; ואוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

דוגמאות למבחר הרצאות שניתנו לקהל הרחב במסגרת ליל המדענים

איך שינו מדעי המחשב את מדעי האסטרונומיה (מיג"ל, קרית שמונה); האם האדם ישרוד מול המחשב? (פרופ' יצחק בן ישראל, אוניברסיטת ת"א); האקרים מטעם המשטר במזרח התיכון (ד"ר טל פבל, אוניברסיטת ת"א); המחשב בסרטים (איל אמיר, אוניברסיטת חיפה); המצלמה הדיגיטלית – עיבוד תמונות ע"י מחשב (פרופ' מיקי אלעד, טכניון); חרקים ותוכנה- יחסי שנאה מובהקים (ד"ר דניאל גייסט, מדעטק); כיצד המח מחמיץ את גופנו (ד"ר אבי ברליה, מכון ויצמן למדע); כיצד נעים אנשים ומה אפשר ללמוד מכך על בניית רובוטים? (ד"ר רזיאל רימר, אוניברסיטת בן גוריון); מדעי המחשב - חלון לעתיד (פרופ' רן קנטי ופרופ' חזי ישורון, אוניברסיטת ת"א); מדעי המחשב בשירות הביולוגיה והרפואה – המהפכות כבר כאן (ד"ר נעם שנטל, האוניברסיטה הפתוחה); מה זה AI דרך חידות (עופר עציון, אוניברסיטת חיפה); מה חוקרים מדעני המחשב (פרופ' אורנה קופרמן, האוניברסיטה העברית); מופע פרינג' של 'בנות טיורינג' על השפעות הטכנולוגיה על חיינו (מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים); מחשבים קוונטים – העתיד כבר כאן? (פרופ' טל מור, טכניון); מידע, פרטיות ומחשבים – היבטים בראי המשפט הפילי (פרופ' אלי לדרמן, אוניברסיטת ת"א); מתי מחשבים יבינו בני אדם? (פרופ' שאול מרקוביץ, טכניון); ספיד דייטינג של מפגשים קצרים עם 8 חוקרים ממדעי המחשב המייצגים דיסציפלינות שונות (מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים); עידן הרובוטים: הרהורים על אלגוריתמיקה וספונג'ה (פרופ' דן הלפרין, אוניברסיטת ת"א); על פרות שטוחות ודרקונים מתנפחים – או איך להוסיף ריאליסטיקה לדמויות תלת מימדיות (פרופ' מירי בן-חן, טכניון); ראייה ממוחשבת: על מחשבים שיכולים לראות (ד"ר טל הסנר, האוניברסיטה הפתוחה).

שעשועון ארצי "אדם מול מכונה": מבחן טיורינג¹

בנוסף לאירועים שהתקיימו במוסדות השונים, אורגן במסגרת ליל המדענים 2012 גם אירוע ארצי: מבחן טיורינג המוני.

במסגרת האירוע שודר שעשועון בהנחיית אברי גלעד בהשתתפות הדוגמנית שוחרת המדע עדי נוימן, מנכ"לית אינטל ישראל מקסין פסברג, יו"ר סוכנות החלל הישראלית במשרד המדע פרופ' אלוף (במיל') יצחק בן-ישראל וילד מחונן בן 10 בשם יונתן בונצל. בשעשועון נשאלו המשתתפים 9 שאלות שונות והקהל הרחב היה צריך לשפוט מי מהמשתתפים הוא מתחזה שקיבל את תשובותיו מהמחשב. המבחן חובר בהתייעצות עם אנשי אקדמיה מובילים כגון חתן פרס ישראל למדעי המחשב פרופ' דוד הראל, פרופ' נחום דרשוביץ ופרופ' ליאור וולף מאוניברסיטת ת"א והמדען הראשי של משרד המדע והטכנולוגיה פרופ' אהוד גזית. לאחר חיבור השאלות, הן הוזנו למספר תוכנות מחשב שזכו בתחרות לובנר² לתוכנות מבחן טיורינג ותוכנות טריוויה.

השאלה שנשאלו המשתתפים	תשובת המחשב שיוצג ע"י יונתן בנצל
מהו השיר שזכה להכי הרבה גרסאות כיסוי בהסטוריה?	yesterday של הביטלס. בתשובה לשאלה נוספת של המנחה, ענה יונתן (בשם המחשב) כי השיר נרשם בספר השיאים של גינס.
בתפילת מנחה של יום כיפור קוראים את ספר יונה. מאיזה נמל יצא יונה בדרכו לתרשיש?	יפו.
מי זכה בפרס נובל לכימיה בשנת 2009 ועבור איזה מחקר?	עדה יונת עבור חקר המבנה האטומי של הריבזום.
איזה שחקנית קולנוע ישראלית לשעבר זכתה באוסקר ובאיזה סרט?	מצטער, דווקא בקולנוע אני לא כל כך מבין. לא יודע מה התשובה.
מהו שמה של המכונה שבנה אלן טיורינג כדי לפרוץ את הצופן הגרמני במלחמת העולם השנייה?	The bombe
מהו הספר הכי טוב שקראת אי פעם?	הספר הירושה, מתוך הרביעייה הירושה.
אם בן/בת הזוג שלכם מגיע/ה הביתה בפרצוף זועם ואתם נזכרים שלא זכרתם שהיום יום ההולדת שלו/שלה. כיצד תגיבו?	אין לי בת זוג אבל כשתהיה לי אתה הראשון שאני אספר לו.
מהו הספורט האהוב עליך?	לצפות בטלוויזיה בכדורגל.
אם היית יכול לחזור אחורה בהסטוריה ולפגוש דמות אחת. מי זו הייתה?	אלן טיורינג. (למה? כי אני מאד אוהב מחשבים.)

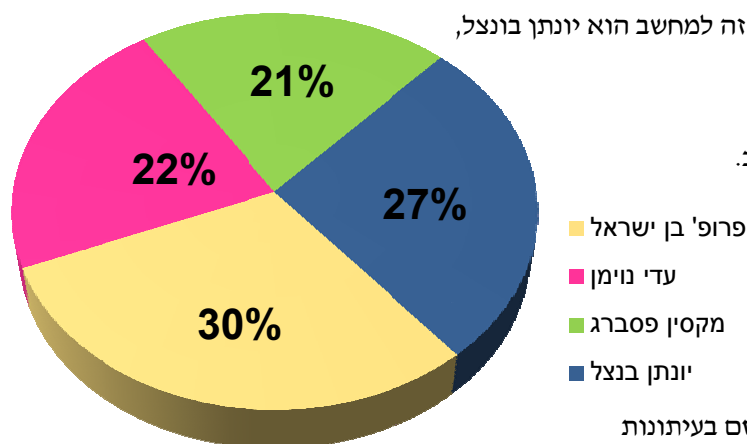
תוצאות הצבעת הקהל: מי מהמשתתפים הוא מתחזה שקיבל את תשובותיו מהמחשב? בהצבעות, שנאספו מ-12 מוקדי ליל המדענים ומאפליקציית הצבעה מיוחדת בפייסבוק של משרד המדע והטכנולוגיה, השתתפו כ-2,500 איש.

1. מבחן טיורינג הוא כינוי למבחן שהציע אלן טיורינג בשנת 1950, במאמר שפרסם בכתב העת Mind, כדרך לוודא האם למכונה יש בינה מלאכותית. המבחן נעשה בדרך הבאה: חוקר מקיים דיאלוג בשפה טבעית עם שני גורמים סמויים מעיניו, האחד אדם והשני מכונה. אם החוקר אינו מסוגל לקבוע בביטחון מי האדם ומי המכונה, אזי המכונה עברה בהצלחה את המבחן. כדי לפשט את המבחן, הוא נערך בערוץ תקשורת טקסטואלי בלבד.

2. פרס לובנר ניתן מדי שנה למפתח של תוכנית שיחה, ובו זוכה התוכנית שנחשבת לאנושית ביותר (בהתאם למבחן טיורינג) באותה שנה.

הקהל התפצל לארבעה חלקים :

27% מהמצביעים הצביעו (נכונה) שהמתחזה למחשב הוא יונתן בונצל,
30% זיהו את פרופ' בן-ישראל כמחשב,
22% זיהו את עדי נוימן כמחשב,
ואילו 21% זיהו את מקסין פסברג כמחשב.



לאחר שהתקבלו תוצאות השעשועון, פורסם בעיתונות

כי "המחשב עבר את המבחן" ו"המחשב הצליח להערים על בני האנוש [...]

בניגוד לכל הציפיות". "רוב האנשים התקשו לזהות בהחלטיות מי מבין ארבעת המתמודדים הוא המחשב ולכן הצליח המחשב "להערים" על רוב המשתתפים, שחשבו כי תשובותיו הן של בן אנוש וכי יש לו בינה." "מאחר שרוב הקהל לא זיהה את המתחזה למחשב, הרי שהוא האמין שמדובר בתשובות של בני אדם – ולכן ניתן להגיד בהסתייגות זהירה כי המחשב עבר את מבחן טיורינג, לפחות בשעשועון זה", אמר היום שר המדע והטכנולוגיה פרופ' דניאל הרשקוביץ בתגובה לתוצאות. "אומנם הניסוי לא נעשה בתנאי מעבדה ובקרה מדוקדקים ומדובר במשחק שמטרתו הנגשת מדע, אך העובדה שמעל לשלושה רבעים מהמצביעים ייחסו את תשובות המחשב לבני האדם מראה שלפחות מבחינתם המחשב עבר בהצלחה את מבחן טיורינג".

בעקבות ליל המדענים בטכניון – דיווח של מורים ותלמידים מתיכון אורט רוגוזין קרית אתא

צוות מורי המקצוע באורט רוגוזין קרית אתא התייחס ברצינות לאירוע "ליל המדענים". החלטנו שכל מורי הצוות יגיעו וגם כל תלמידי המגמה של הנדסת תוכנה (מעל 100 תלמידים). בנוסף, כל התלמידים קיבלו הכנה ופירוט של כל הפעילויות מראש כך שכל תלמיד בחר לאיזה הרצאה יכנס ומה בדיוק הוא מעוניין לראות. גם בזמן האירוע וגם אחריו שוחחתי עם התלמידים ואני רוצה להגיד שמעולם לא קיבלתי תגובות חיוביות כאלה. לא היה תלמיד אחד שאמר לי שהיה משעמם.

כמה תלמידות מכיתה י"ב אמרו בנוסף שהאירוע היה יוצא דופן בזכות זה שכל תלמידי המגמה היו ביחד וזה גרם לתחושה מיוחדת "ביחד" ואפילו ביקשו לארגן עוד אירועים כאלה שיוכלו להכיר טוב יותר אחד את השני.

אני מודה לכל מי שדאגו לארגון המוצלח.

תודה,

אבי בורדוזאנו, רכז מגמת הנדסת תוכנה

תיכון אורט רוגוזין, קריית אתא



הבטים בהוראת מדעי המחשב – ינואר 2013



אנו, תלמידי בית הספר תיכון רוגוזין בקריית אתא, ביקרנו בטכניון בתאריך 24/09/2012, יום ב', במסגרת ליל המדענים שנערך בחסות האיחוד האירופאי.

במקום התקיימו במקביל הפעלה של מספר מתחמים בהם היו פעילויות המיועדות לכל המשפחה: מפגשים עם חוקרים בגובה העיניים, חשיפה לפעילות מעבדות, הרצאות, משחקים, הפעלות, סימולציות, הדגמות חיות ועוד.

בין המתחמים העיקריים שהשתתפו בליל זה היו: מתחם חוקרי הפקולטה למדעי המחשב ומעבדות הפקולטה, מתחם חוקרי הטכניון בתחומים המשלבים שימוש בתחום מדעי המחשב, מתחם היחידות בטכניון לקידום נוער למדע וטכנולוגיה ופרוייקטים טכנולוגיים של בתי הספר. בנוסף, מתחם תעשייה ובו ביתנים של החברות הבאות:

Akamai, Amdocs, CSR, Elbit Systems, GE, HP, IAI, Marvell, Microsoft, Philips, Rafael, Qualcomm, Given Imaging, Yahoo!

הביתנים במתחם הציגו לכל המעוניין תחום מסוים שהוסבר, והתאפשר למבקרים להתנסות בזמן אמת במכשירים שונים הקשורים לאותו ביתן.

במסגרת הביתנים הוצעו תחרויות נושאות פרסים שגררו השתתפות רבה מטעם הקהל הרחב, שהתכנס במקום. לדוגמא: החברה המצליחה 'פיליפס' הציגה בובת פלסטיק דמוי אדם שהכילה מספר מדויק של כדורים, ועל המשתתפים היה לנחש מספר זה. הפרס שהוצע במסגרת התחרות היה תחנת עגינה לאייפון. התחרות עוררה תגובה חיובית מהמשתתפים, שבאו בהתלהבות אל הביתן.

ראוי לציין כי לרשות המשתתפים באירוע זה, הושמו סטודנטים העתידים לקבל דוקטורט ותלמידי בית ספר, שהציגו נושאים נבחרים מהמדע בו הם מתחמים, לרבות הפעלות והדגמות למיניהן. אירוע מרכזי שהיה הוא מבחן הטיורינג, שנערך לציון 100 שנה להולדתו של אלן טיורינג.

זאת ועוד, נחשפנו למגוון נרחב של הרצאות במקצועות הנלמדים במוסדות להשכלה גבוהה ביניהם: מחשבים, רובוטיקה ורפואה. ההרצאות נערכו בבניין טאוב בפקולטה למדעי המחשב. ההרצאות הונחו ע"י פרופסורים מתחמים, בוגרי הטכניון, ודנו בנושאים שונים על קצה המזלג, לצורך חשיפת הקהל לתחומים המעניינים הנלמדים ברחבי הטכניון בפקולטות השונות. ההרצאות ארכו כ-45 דקות ונידונו בנושאים כגון: שיטות חדשניות באורטודונטיה ליישור שיניים, מחשבים קוונטיים, עיבוד ושחזור תמונות מהמצלמה הדיגיטלית וכדומה.

ברצוננו להודות לאיחוד האירופאי על כך שניתנה לנו האפשרות לקחת חלק בליל משמעותי זה. אין ספק שהעמקנו את ידיעותינו והשכלנו בתחומים השונים שהוצגו במהלך האירוע, ואף נהנינו מאוד. האירוע סיפק לנו נקודת מבט משוכללת יותר לקראת העתיד שלנו במוסדות להשכלה גבוהה, מה גם שההרצאות תרמו לנו להבין מהו התחום המועדף עלינו, אותו אפילו נרצה ללמוד בעתיד.

לפיכך, נודה לכל השותפים שפעלו לעשיית אירוע זה ולהצלחתו הרבה וגם לאבי על הארגון והסדר. ליליאן, תלמידת י"ב הנדסת תוכנה,

תיכון רוגוזין, קרית אתא





זה התחיל כשנכנסנו בשער הראשי, ורובנו שהיינו בפעם הראשונה בטכניון, התפעלנו מהגודל וההשקעה באחד ממוסדות הלימודים הגבוהים הטובים בעולם.

לאחר שנכנסנו למתחם הדוכנים וחילקו לכולם בלונים להנעמת האווירה, עברנו בין הדוכנים שהציגו חלק מהישגיו המכובדים של הטכניון ועוד חברות שונות כמו yahoo, רפאל ועוד. אז לאחר שעצרנו בדוכן האוכל כמובן, הגענו לדוכן העוסק בביוטכנולוגיה, שם הראו לנו מצלמה זעירה שתקדם את עולם הרפואה בעוד צעד, מצלמה זעירה בגודל כדור רגיל שכל בן אדם יכול לבלוע, שתוכל להעביר תמונות ומידע לרופא מה קורה בבטנו של המטופל בגרון, במעי הדק ועוד חלקים אליהן היא מגיעה, בדיקות שדרשו בעבר פעולה כירורגית פולשנית. עוד דוכן מעניין שהגענו אליו היה הדוכן של חברת "רפאל" בו הראו לנו בין היתר עוד דרך ליצירת תלת ממד רק בעזרת מצלמה אחת (כיום משתמשים בכמה מצלמות כדי להציג את התלת ממד שאנו רואים בקולנוע). עוד בנושא התלת ממד הוא דוכן בו הסבירו לנו איך אפשר להפוך את שולחן הזכוכית הפשוט שלכם בבית למסך מגע שלא מבייש אף חברה עם כמה מוצרים שנגישים ללקוח הפשוט ועם קצת סבלנות ורצון! (3) מצלמות של פלייסטיישן, מקרן, מראה בצורת מנסרה, מנורות אינפרא אדום, משטח שימש כמסך כמובן ומחשב רגיל שיחבר לנו את כל הדברים - אלו הם המוצרים הדרושים.)

אז אחרי שהסתובבנו בעוד כמה דוכנים מעניינים החלטנו ללכת להרצאה אחת ממגוון ההרצאות המעניינות שהוצעו במקום, במקרה הזה "העין הרובוטית" - הרצאה מעניינת ומומצת לכל אחד, אך נפרט עליה בפעם אחרת.

עומר, תלמיד י"א הנדסת תוכנה,
תיכון רוגוזין, קריית אתא



בתאריך 24.9.2012 השתתפנו באירוע "ליל המדענים" שהתקיים בטכניון שבחיפה. באירוע השתתפו מעבדות הפקולטה למדעי המחשב ורוב הפקולטות בטכניון והציגו, כל אחד, מספר מוצרים ומכונות שפיתחו. לצידם, הוצגו מיצגים של חברות מובילות בתעשיית ההיי-טק. עבור כל מוצג הוצבו מספר עובדי החברה שהסבירו בקצרה על תפקידו ופיתוחו של המוצג.

ב"ליל המדענים" נחשפנו לעולם המחשבים מנקודת מבטיהם של עובדי חברות ההיי-טק ושל המדענים והחוקרים עצמם, קיבלנו הזדמנות לחוות וללמוד עוד צד בטכנולוגיה הישראלית, רכשנו רעיונות וידע נרחבים. באירוע עצמו נפגשנו עם חוקרים, נחשפנו לפעילות מעבדתיות, צפינו בהרצאות, השתתפנו בסדנאות, הפעלות והדגמות חיות ועוד פעילויות מגוונות אחרות בתחום המחשוב והפיתוח.

עבורנו כתלמידות במגמת מדעי המחשב תחום ההיי-טק והטכנולוגיה מאוד קרוב, ואפשר לומר שלרובנו הוא גם מהווה כמקצוע בעתיד לחיים. "ליל המדענים", ללא ספק, עורר בנו רצון להכיר יותר לעומק את עולם המחשבים והטכנולוגיה.

תודה לכל המארגנים ותודה לאבי שכמו תמיד דואג שהכול יהיה פרפקט.

נועה, תלמידת י"א הנדסת תוכנה

תיכון רוגוזין, קריית אתא



ברצוננו לספר לכם על אירועי ליל המדענים 2012 שאנו ביקרנו בהם בטכניון. במסגרת ציון להולדת 100 שנה לאלן טיורינג, הוגה רעיון המחשב, ולציון 100 שנה להיווסדות הטכניון, התקיים הפנינג שכולו בסימן מדעי המחשב והטכנולוגיה. במתחם הטיילת הוצגו דוכנים רבים שבהם חברות בעלות מרכזי פיתוח בישראל הציגו והסבירו את תוצריהן. עברנו בין ביתן התצוגה של qualcomm שהציגו מעבד פרי פיתוחם לבין פיליפס שהציגו טכנולוגיות רפואיות מבטיחות; התנסינו בסימולציה של מערכת מתקדמת שפותחה על ידי "רפאל" ומסוגלת לשלוט ולנווט טיל למרחקים; ראינו גם נציגויות של החברות אלביט, מערכות אמדוקס, אקאמי, hp, ועוד. חברת YAHOO, שמוכרת לרובנו מהמייל שלה העבירה סדנאות ברמות שונות בשלושה סבבים. בהרצאה שמענו אודות מנוע החיפוש והנוסחאות המתמטיות שמביאות לתוצאות. התברר לנו שכל מנוע חיפוש עובד על פי נוסחאות מתמטיות קבועות ומורכבות מאוד. החלק השני של ההרצאה דיבר על מערכת השאלות-תשובות של YAHOO עם אפשרות לתשאל אונימי, מתן תשובות לכל שאלה ואף הסקת מסקנות ואיסוף נתונים על האוכלוסייה (שלפעמים יכולה להיות יותר מדויקת מסקרים ממשלתיים). בחלק השלישי והאחרון של ההרצאה יאהו! הציגה בפנינו אפליקציה שנהגתה בישראל ועוזרת לתיירים לתכנן באופן חכם את הטיול על ידי מידע שנאסף באופן אוטומטי על ידי פעילות משתמשים אחרים – כגון דירוג מסעדות, מרחק בין שתי נקודות נתונות, והזמן שלקח למשתמשים אחרים לנוע ביניהם. לאחר ההרצאה צפינו במושב המרכזי שבו לקחו חלק שגריר האיחוד האירופי, נשיא הטכניון, שר המדע והטכנולוגיה ואנשי מפתח בתעשיית הטכנולוגיה הישראלית. נשיא אינטל – מר מולי אדן, הזמין אותנו לבמה להתנסות בטכנולוגיה שפותחה בישראל. הוא שוחח איתנו והסביר כי לדעתו הטכנולוגיה



הזאת הולכת להחליף את העכבר שנמצא כיום בכל מחשב. בנוסף, ילד מכיתתנו – דניאל סלמה הצליח לנחש נכון את משקלו של רוכב חד אופן מטעם יאהו וזכה בחד אופן שעליו הרוכב רכב ובקסדה שחבש. העשרנו רבות את הידע שלנו מהאירוע בתחום המחשבים והטכנולוגיה. תודה לכולם על הארגון.

חוקי ליבוביץ', אורי בן ברוך, נהוראי אביטן
כיתה 1' מחשבים, תיכון רוגוזין קרית אתא



אירועי ליל המדענים 2012 בטכניון

5000 צעירות וצעירים השתתפו בטכניון ב"ליל המדענים", ונהנו מעשרות אירועים בהשתתפות חוקרים ואנשי תעשייה מובילים. מגוון רחב של מיצגים ופעילויות, ביניהם שדרת ביתנים של חברות ההיי-טק המובילות בארץ, רובוטים, אולם משחקי מחשב מתקדמים, הרצאות אינטראקטיביות וסימולטור של ירי טילים הועמדו לרשות באי האירוע. הטכניון הפך לערב אחד לפסטיבל מדע ענק עבור משפחות, ילדים בני נוער, חיילים, סטודנטים ומבוגרים, שהגיעו לטכניון כדי לחגוג את "ליל המדענים", להכיר, לחוות וללמוד על חזית הטכנולוגיה הישראלית מפי ראשי האקדמיה והתעשייה הישראלית.

נשיא הטכניון, פרופסור פרץ לביא, ופרופסור אלי ביהם, דיקן הפקולטה למדעי המחשב אירחו בפקולטה למדעי המחשב של הטכניון את שר המדע, פרופ' דניאל הרשקוביץ, שגריר האיחוד האירופאי, אנדרו סטנדלי, מייסד Comigo ו-M-Systems דב מורן ונשיא אינטל ישראל, מולי אדן. האירועים הסתיימו עם הרצאה של מולי אדן, נשיא אינטל ישראל, בנושא "מחשבי המחר". לדברי אדן, הקשר בין אדם למכונה יהיה בעתיד טבעי ואינטואיטיבי, ולא רק זאת אלא שמחשבים יהיו חלק אינטגרלי מבני האדם. "בשנים הבאות נסתובב עם ציפ (שבב) שנמצא בתוכנו", הסביר אדן. בהמשך דבריו התייחס נשיא אינטל לקשר של לימודי טכנולוגיה לאומת הסטארט-אפ הישראלית. "הנוער שנמצא כאן בליל המדענים הם אותם אנשים שיצטרכו לשאת בנטל האחריות של צמיחת תעשיית ההיי-טק בישראל. עלינו להשקיע בחינוך הטכנולוגי כדי למצב את בוגרי בתי הספר התיכוניים בעמדה תחרותית יותר ביחס ליתר מדינות העולם". אדן ציין בנאומו כי "מקום טוב באמצע הוא לא מקום טוב". לדבריו, מגמת החדשנות בשנים האחרונות מואצת במידה רבה. "האתגר הגדול שעומד בפני התלמידים הוא אתגר גדול יותר מהאתגר שדור ההיי-טק הנוכחי עומד בפניו".

פרופ' אלי ביהם, דיקן הפקולטה למדעי המחשב בטכניון, כתב לאחר האירוע:

כשהתחלנו בהתארגנות לבניית האירוע לפני חודשים רבים, ידענו שלפנינו משימה חריגה בהיקפה. לא בכדי צירפנו את הסיסמה "פעם במאה שנה" לפרסומות האירוע, על מנת להבהיר לכולם (וגם לעצמנו) שקורה כאן דבר שאין אנו מורגלים בו. [...] אירוע "ליל המדענים" בטכניון היה הצלחה כבירה. יעידו על כך מעל 5,000 האורחים שפקדו את הטכניון בערב זה, יעידו על כך כל ביתן וביתן, כל תצוגה וכל הרצאה שזכו לקהל גדול וצמא-ידע של מתעניינים ואירחו כ-3,500 איש בו זמנית בשעת השיא. כ-1,500 אורחים בחרו להישאר עד עשר בערב, ולשמוע את ההרצאות המרתקות של רן לוי ומולי אדן. **מקום מיוחד בכל פעילות זו אשר ממלאת אותנו סיפוק עצום היא מעורבות בתי הספר וריבוי תלמידי חטיבות הביניים ותיכון מכל רחבי הארץ אשר באו והתעניינו – ובאמת, עבורם עשינו כל זאת.** המשוב אותו אנחנו מקבלים ממגוון מקורות הינו מאוד מחמיא, ואנו גאים על כך מאוד.



קשיים במיפוי בעיה דו-מימדית לבעיה חד-מימדית במדעי המחשב

דגנית מוכתר-אבל

"עתיד" תיכון למדעים, לוד

במדעי המחשב, משתמשים במבני נתונים על מנת לארגן ולשמור נתונים של תוכניות מחשב. מחקרים שנעשו בעבר בתחום של הוראת מדעי המחשב חקרו קשיים בפתרון בעיות אלגוריתמיות בקרב תלמידים בעיקר בהתבסס על מבנים פשוטים דוגמת מחרוזות, רשימות ומערכים חד-מימדיים. כלומר, בבעיות אלה נחקר עיבוד נתונים שמוצגים בצורה חד-מימדית.

מחקר זה מתמקד בשני מבני נתונים דו-מימדיים נפוצים: מערכים דו-מימדיים ועצים. חלק מהבעיות האלגוריתמיות בהן פונים למבנים דו-מימדיים נפתרות תוך עיבוד ממצה של כל הנתונים או רובם. מחקר זה מציג בעיות שבפתרון מספיק לפנות לכמות חד-מימדית של נתונים כדי לפתור בצורה יעילה מתוך כמות דו-מימדית נתונה, וזאת כדי לאפשר חישוב יעיל יותר. במקרה כזה פניה לכמות חד-מימדית של נתונים מצריכה שינוי נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי".

התוצאות מראות כי תלמידים מתקשים לפתור בעיות אלה בצורה יעילה על ידי שינוי נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי", וכי הגורמים לכך הם המעטה בחשיבות של יעילות הפתרון, תפיסות מוטעות של המושג יעילות של תוכנית, חשש כי ניסיון לפתור את השאלה באופן יעיל יוביל לשגיאה והיצמדות לתבניות פתרון מוכרות.

1. מבוא

1.1 פתרון בעיות אלגוריתמיות

פתרון בעיות אלגוריתמיות הינו נושא חשוב ומרכזי במדעי המחשב, וכתובה של פתרון נכון ויעיל הינה מטרה עיקרית בלימודי מדעי המחשב. מחקרים שונים שנערכו בעבר הראו כי מתחילים חווים קשיים שונים בפתרון בעיות אלגוריתמיות [2, 11, 13]. אחד מסוגי השגיאות שנצפו אצל לומדים מתחילים הוא שגיאות לוגיות.

שגיאות לוגיות הן שגיאות הנובעות מניתוח לקוי של הבעיה ותכנון שגוי של הפתרון. Joni ו-Soloway [7] הראו כי תלמידים מעריכים התנהגות של תוכנית כ"טובה" רק במונחי קלט ופלט. כלומר, האם התוכנית מבצעת את הנדרש. הם לא שופטים את התוכנית שלהם במונחים נוספים כמו יעילות, נוחות למשתמש ונוחות לתחזוקה ולהרחבה. אולם, פעמים רבות דוגמאות הקלט שהתלמידים בוחרים אינן מייצגות את כל מרחב הקלטים האפשרי.

Soloway ו-Spohrer [13] טוענים כי תלמידי מדעי המחשב מתקשים בניתוח הבעיה ולכן הם מבססים את הפתרון שלהם על סמך הניסיון הקודם שצברו.

סיבה נוספת לשגיאות לוגיות הינה אינטואיציה מטעה. לדוגמה, Ginat [5] חקר אינטואיציות שגויות בפתרון בעיות אלגוריתמיות והראה כי היו תלמידים שענו מהר מאוד על הבעיות. הם היו בטוחים בתשובתם וחיפשו מעט מאוד דוגמאות נגדיות. תשובותיהם היו שגויות, וגם לאחר שהציגו להם דוגמאות הסותרות את הפתרון שלהם הם היו בטוחים שמדובר רק באי דיוקים מקומיים. תגובות אלו, המאופיינות במיידיות, בביטחון עצמי ובכפייתיות, תואמות את המאפיינים הכלליים של ההבנה האינטואיטיבית כפי שנוסחו על ידי Fischbein [3].

נראה, אם כן, כי רוב המחקרים אודות מערכים חד-מימדיים התמקדו בעיקר בקשיים בכיתוב במערך ובתפיסה של מערך וכי המחקרים אודות מבנים דו-מימדיים התמקדו בעיקר בניסיונות לפתח שיטות הוראה מתקדמות ומגוונות. עם זאת, ישנם גם מקרים בחישובים עם מערכים, בהם המבנה המתואר הוא דו-מימדי אולם מספיק לבצע חישוב חד-מימדי עם הנתונים, חישוב שהינו יעיל בהרבה. לדוגמה: חישוב של שורה, עמודה או אלכסון בודד. מחקר שנערך בהקשר זה הוא מחקרים של Yarmish ו-Kopec [15]. מחקר זה עסק בטעויות לוגיות של מתחילים הקשורות למבני נתונים מורכבים ובכללם מערכים דו-מימדיים. הנחקרים נתבקשו לענות על שאלות בהן מתוארים מבנים דו-מימדיים, אך פתרון לא דרש לולאה מקוננת. למרות זאת, תלמידים רבים השתמשו בלולאה מקוננת. בנוסף, ישנם גם מקרים בחישובים עם גרפים ועצים בהם המבנה המתואר הוא דו-מימדי אולם מספיק לבצע חישוב חד-מימדי עם הנתונים. למיטב ידיעתנו, לא נערכו מחקרים בהקשר זה על גרפים ועצים.

2. המחקר

כאמור, חלק מהבעיות האלגוריתמיות בהן פונים למבנים דו-מימדיים נפתרות תוך עיבוד ממצה של כל הנתונים או רובם. אולם, ישנן בעיות שבפתרון מספיק לפנות לכמות חד-מימדית של נתונים כדי לפתור בצורה יעילה מתוך כמות דו-מימדית נתונה, וזאת כדי לאפשר חישוב יעיל יותר. במקרה כזה פניה לכמות חד-מימדית של נתונים מצריכה שינוי נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי".

מטרת עבודה זו היא לבחון האם כאשר מתאים, תלמידים ממירים את נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי" לצורך כתיבת פתרון אלגוריתמי יעיל. לפיכך **שאלות המחקר** הן:

1. בהינתן בעיה אלגוריתמית בה המבנה המתואר הוא דו-מימדי אולם מספיק לבצע חישוב חד-מימדי עם הנתונים, האם התלמידים פונים לנקודת מבט חד-מימדית בניסיון לפתח אלגוריתם הולם ויעיל?
2. מהן הסיבות לקשיי תלמידים בשינוי נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי" בבעיה אלגוריתמית עם מבנה דו-מימדי, וכיצד ניתן להסבירן באמצעות מודלים קוגניטיביים קיימים?

אם כן, ראינו כי אחד הקשיים העיקריים של לומדים מתחילים נעוץ בניתוח הבעיה ובשלב הראשוני של תכנון הפתרון. ניתוח שגוי של הבעיה עלול להביא לפתרונות שגויים או לפתרונות שאינם יעילים. Ginat [5] מצא כי מספר לא מבוטל של תלמידי תיכון הלומדים יסודות מדעי המחשב מפתחים אלגוריתמים לא יעילים. Gal-Ezer ו-Zur [4] חקרו קשיים של תלמידים בתפיסת המושג יעילות של אלגוריתם, ומצאו כי תלמידים נוטים לומר שתוכנית קצרה יותר מבחינת מספר שורות קוד היא יעילה יותר, ושתוכנית שמכילה פחות משתנים אף היא יעילה יותר. Muller ו-Ram [9] מצאו כי גם כאשר תלמיד מודע לקיומו של פתרון יעיל ואלגנטי יותר, הוא עשוי לבחור בפתרון הקל יותר ליישום, כיוון שהוא בטוח יותר בנכונותו.

1.2 מבני נתונים

במדעי המחשב, משתמשים במבני נתונים על מנת לארגן ולשמור נתונים של תוכניות מחשב. מחקרים על מבני נתונים שנעשו בעבר בתחום של הוראת מדעי המחשב, התמקדו בקשיים בפתרון בעיות אלגוריתמיות בקרב תלמידים בעיקר בהתבסס על מבנים פשוטים דוגמת מחרוזות, רשימות ומערכים חד-מימדיים. כלומר, בבעיות אלה נחקר עיבוד נתונים שמוצגים בצורה חד-מימדית [1, 2, 5, 8].

המבנה החד-מימדי הבסיסי המצוי ביותר הינו מערך חד-מימדי. מחקרים קודמים שבחנו קשיים של תלמידים הקשורים למערך חד-מימדי התמקדו בעיקר בשגיאות הנובעות מקשיים בכיתוב במערך ובתפיסה של מערך [1, 2]. לדוגמה: קושי בהשמת איברים במערך ובהבחנה בין המציין של איבר במערך לבין ערכו של האיבר, קושי בפתרון בעיות עם מערכים הדורשות רמת הפשטה גבוהה, חוסר הבחנה בין המערך כאובייקט שלם לבין תא מסוים בו וקושי להתמודד עם צורות כיתוב מורכבות בפנייה אל איברי מערך.

מבנים דו-מימדיים מצויים הם מערכים דו-מימדיים, גרפים ועצים. רוב המחקרים מהשנים האחרונות שדנו בנושאים אלה התמקדו בעיקר בפיתוח כלים ויזואליים ומשחקי מחשב שמטרתם לסייע בהוראתם [6, 10].

המחקר ברמה המתקדמת יותר, אודות עצים בינאריים, התבצע בקרב 58 סטודנטים הלומדים לקראת תואר ראשון במדעי המחשב באוניברסיטאות שונות בישראל. הסטודנטים היו בשנה הראשונה ללימודיהם וכולם סיימו את קורסי המבוא "מבוא למדעי המחשב" ו"מבני נתונים". במסגרת קורסים אלה, הסטודנטים למדו מבני נתונים בסיסיים, ביניהם עצים בינאריים. כן הם למדו לעומק את הנושא של נכונות ויעילות. בשאלון זה הייתה שאלה אחת.

תשובות התלמידים נבדקו. חלקם רואיינו על הפתרונות שלהם. מניתוח התוצאות עולה כי ניתן לחלק את תשובות הנחקרים לשלוש קטגוריות לפי המאפיינים הבאים: פתרונות נכונים ולא יעילים;

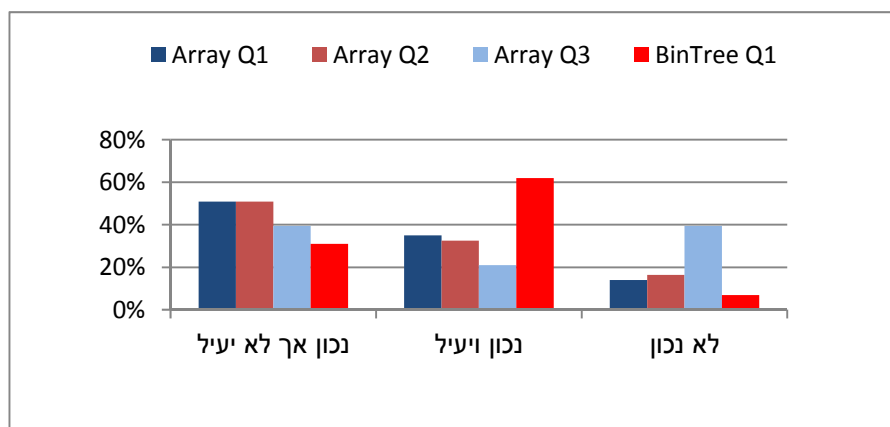
פתרונות נכונים ויעילים; ופתרונות לא נכונים. בשלושת הסעיפים הבאים נציג את השאלות ואת התשובות תוך חלוקה למאפיינים אלה. בסעיף הרביעי יוצגו התוצאות של שאלון המערכים תוך התייחסות לקטגוריות שונות של תלמידים. לבסוף נדון בממצאינו ונציע השלכות רלוונטיות להוראה.

המחקר התחלק לשני חלקים, על פי שני מבנים דו-מימדיים ברמות קושי שונות: מערכים דו-מימדיים ועצים בינאריים. בהתאם, נבחרו שתי אוכלוסיות מחקר – תלמידי תיכון, ותלמידי שנה א' במדעי המחשב באוניברסיטה. לכל אוכלוסיית מחקר היה שאלון נפרד. השאלות כללו בעיות אלגוריתמיות בהן מתואר מבנה דו-מימדי אולם פתרון יעיל שלהן מצריך שינוי נקודת המבט של הפותר מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי".

המחקר ברמה הבסיסית יותר, אודות מערכים דו-מימדיים, התבצע בקרב 60 תלמידי תיכון בישראל הלומדים לקראת בחינת בגרות במדעי המחשב. התלמידים למדו ותרגלו לעומק את הנושא עליו הם נבחנו. כמו כן, הם פתרו בכיתה שאלות הדומות לשאלות שבמחקר זה. בנוסף, התלמידים למדו את הנושא של נכונות ויעילות והיו מודעים לעקרונותיו. בשאלון זה היו 3 שאלות.

3. תוצאות

מניתוח התוצאות עולה כי ניתן לחלק את תשובות הנחקרים לשלוש קטגוריות, אותן נציג בסעיפים הבאים: 3.1 פתרונות נכונים אך לא יעילים, 3.2 פתרונות נכונים ויעילים, 3.3 פתרונות שגויים, ו- 3.4 קטגוריות שונות של תלמידים בשאלון המערכים.



איור 1. סיכום התשובות באחוזים על פי קטגוריות

3.1 פתרונות נכונים אך לא יעילים

עבור כל אחת מהשאלות היה מספר לא מבוטל של תלמידים שפתרו את השאלות נכון, אולם באופן לא יעיל. ניתן לראות שכל הפתרונות בקטגוריה זו מאופיינים בסריקה של כל איברי מבנה הנתונים וברירה מתוכם של האיברים הנחוצים כאשר לעומת זאת, פתרונות נכונים ויעילים מאופיינים בסריקה של האיברים הנחוצים בלבד.

3.1 פתרונות נכונים אך לא יעילים

עבור כל אחת מהשאלות היה מספר לא מבוטל של תלמידים שפתרו את השאלות נכון, אולם באופן לא יעיל. ניתן לראות שכל הפתרונות בקטגוריה זו מאופיינים בסריקה של כל איברי מבנה הנתונים וברירה מתוכם של האיברים הנחוצים כאשר לעומת זאת, פתרונות נכונים ויעילים מאופיינים בסריקה של האיברים הנחוצים בלבד.

3.1.1 שאלון מערכים דו-מימדיים – שאלה 1

כתוב שיטה המקבלת מערך דו-מימדי A בגודל $N \times N$ ובו מספרים שלמים. אם סכום האיברים שבמסגרת המטריצה גדול מסכום איברי האלכסון הראשי השיטה תדפיס את המילה 'מסגרת', אחרת השיטה תדפיס את המילה 'אלכסון'.

אמיר: "כן. עכשיו כשאני חושב על זה, יש דרך יותר יעילה"
(בשלב זה אמיר רשם על הדף לולאה יעילה לחישוב סכום איברי האלכסון הראשי).
מראיינת: "מדוע לא כתבת את הפתרון הזה?"
אמיר: "כתבתי את הפתרון הראשון שצץ לי בראש."
מראיינת: "האם בחנת את הפתרון שלך, ובדקת אם הוא יעיל?"
אמיר: "לא. ברגע שהיה לי פתרון טוב העדפתי להמשיך לשאלה הבאה."
מראיינת: "אבל בשאלון הייתה דרישה מפורשת לכתוב תשובה יעילה ככל האפשר."
אמיר: "עדיף לי לנסות לענות על כל השאלות, ורק אם יש זמן לנסות לפתור באופן יעיל."

מתשובתו של אמיר עולה כי הוא מבין את ההבדל בין פתרון יעיל לבין פתרון שאינו יעיל. עם זאת, הוא לא ניסה לפתור את השאלה בצורה יעילה ככל הניתן, אלא הסתפק בפתרון הראשון עליו הוא חשב. זאת למרות שהודגש בפני התלמידים הן בכתב והן בעל פה שיש לפתור את השאלות בצורה יעילה ככל הניתן. אנו רואים כאן המעטה בחשיבות של יעילות הפתרון והסתפקות בנכונות בלבד.

פתרון נוסף תחת קטגוריה זו הוא פתרון נכון ויעיל עבור האלכסון אך לא יעיל עבור המסגרת. כלומר, כדי לחשב את סכום איברי האלכסון התלמידים סרקו רק את האלכסון, אולם כדי לסכום את איברי המסגרת הם סרקו את כל איברי המטריצה. גם פתרון זה אינו יעיל אולם תלמידים שפתרו כך הפגינו רמה מעט גבוהה יותר של הבנה.

בראיון עם ניר, הוא נשאל מדוע לא פתר גם את המסגרת באופן יעיל. הוא ענה: "בדרך כלל אנחנו פותרים תרגילים של מטריצות עם לולאה כפולה". כלומר, הוא מבין שלעיתים אין צורך לסרוק את כל המערך הדו-מימדי בעזרת לולאה כפולה, ועבור האלכסון הוא הצליח להמיר את נקודת מבטו מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי". אולם, בחלק השני של השאלה, חישוב המסגרת שהיה יותר מורכב, הוא התקשה להמיר את נקודת מבטו. במקרה זה הוא פנה לתבנית פתרון מוכרת לו, ופתר בעזרתה את השאלה.

פתרון נכון ויעיל של שאלה זו כולל סריקה וצבירה של איברי האלכסון הראשי, השורה הראשונה והאחרונה, והעמודה הראשונה והאחרונה בלבד. עבור מטריצה A ולולאה חד מימדית שהמציין שלה הוא i , איברי האלכסון הם $A[i][i]$ ואיברי המסגרת הם $A[N-1][i]+A[i][0]+A[i][N-1]+A[0][i]$. 51% מהפתרונות היו נכונים אך לא יעילים. תלמידים שפתרו כך ידעו כיצד לחשב את המציינים של האלכסון ושל איברי המסגרת, אולם כדי למצוא אותם הם סרקו את כל איברי המטריצה בעזרת לולאה מקוננת ובררו מתוכם את האיברים המתאימים, ולכן פתרונם אינו יעיל. להלן ראיון שנערך עם אמיר:

מראיינת: "מה משמעות התנאי $if(i=j)$?"
אמיר: "בדיקה אם האיבר הוא באלכסון הראשי"
מראיינת: "כלומר, עברת על כל איברי המטריצה וחיפשת את האיברים שבאלכסון הראשי?"
אמיר: "כן."
מראיינת: "נניח שהמטריצה הנתונה היא בגודל 10×10 . כמה איברים יש בה?"
אמיר: "100"
מראיינת: "וכמה איברים יש באלכסון הראשי?"
אמיר: "10"
מראיינת: "כלומר, כדי לסכום עשרה איברים אתה עובר על מאה"

3.1.2 שאלון מערכים דו-מימדיים – שאלה 2

נגדיר: **האלכסון המשני ה-K** הוא אלכסון משני שנמצא מתחת לאלכסון המשני הראשי, והמרחק ביניהם הוא K. כתוב שיטה המקבלת מערך דו-מימדי בגודל $N \times N$ ובו מספרים שלמים ובנוסף מספר שלם K , $0 \leq K < N-1$. פלט השיטה הוא סכום האיברים שעל האלכסון המשני ה-K.

פתרון נכון ויעיל לשאלה זו כולל סריקה של האלכסון המשני ה-K בלבד. עבור מטריצה A ולולאה חד מימדית שהמציין שלה הוא i, איברים אלה הם $A[i][N-1-i+K]$.

51% מהפתרונות היו נכונים אך לא יעילים. פתרון נכון מבטא יכולת לחשב את המציינים המתאימים של האלכסון המשני ה-K, אולם סכימת האיברים מתבצעת תוך סריקה של כל איברי המטריצה ולכן הפתרון אינו יעיל. להלן ראיון שנערך עם עידן:

מראיינת: "תאר לי את הפתרון שלך"
עידן: "לקחתי פונקציה שלמדנו לסריקת אלכסון משני. ידעתי שהמרווח בין האלכסון המשני לבין מה שאני מחפש הוא K, אז הוספתי את זה"
מראיינת: "האם הפתרון שלך יעיל לדעתך?"
עידן: "לא התייחסתי ליעילות. לקחתי משהו שכבר הכרתי ותרגמתי אותו."

מהראיון עם עידן עולה כי הוא הכיר את הביטוי האריתמטי המתאים לחישוב איברים של אלכסון משני, שינה והתאים אותו לבעיה החדשה שאיתה התמודד. מכאן שהוא השתמש בהיוריסטיקה אנלוגיה בה נדרש תמרון של העברה (Transfer). אולם למרות שהוא הצליח לבצע את ההעברה הזו, הפתרון שלו היה לא יעיל וכלל שימוש בלולאה מקוננת. בנוסף, עידן לא חיפש פתרונות אחרים אלא ענה באופן מיידי ואינטואיטיבי וכלל לא התייחס למרכיב היעילות בפתרון שלו ומכאן שהבקרה שלו במהלך חיפוש הפתרון הייתה לקויה.

3.1.3 שאלון מערכים דו-מימדיים – שאלה 3

בשכבה ט' 132 תלמידים ובשכבה י' 157 תלמידים. תלמידי השכבות יצאו לראות הצגה בהיכל התרבות. באולם יש 18 שורות ובכל שורה 22 כסאות. כדי לשמור על הסדר, הוחלט להפריד בין תלמידי השכבות על ידי כיסא ריק. תחילה כל תלמידי שכבה ט' ישבו ברצף. לאחר מכן נשאר כיסא פנוי, ואז תלמידי שכבה י' ישבו ברצף. כתוב תוכנית המדפיסה את האינדקסים של השורה והעמודה של הכיסא שמפריד בין השכבות.

בשאלה זו לא הוצג מערך דו-מימדי בצורה מפורשת, אולם הרעיון הקונספטואלי העומד מאחוריה הוא של מבנה דו-מימדי. שינוי אופן המבט על השאלה, ממבט "דו-מימדי" למבט "חד-מימדי" יוביל לניסוח ביטוי אריתמטי תוך שימוש באופרטורים מנה ושארית חלוקה. מספר השורה המבוקש הוא $132 \div 22$ ומספר העמודה המבוקש הוא $132 \bmod 22$. על מנת לפשט את השאלה לתלמידים, היא נוסחה תוך שימוש במספרים מפורשים.

39.5% מהפתרונות היו נכונים אך לא יעילים. בפתרון כזה ישנו חישוב איטרטיבי של מיקום הכיסא הריק. הפתרון כולל המרה של הבעיה שהוצגה למערך דו-מימדי, ושימוש במונה על מנת לסרוק את המערך שורה אחר שורה, עד למניה של כמות התלמידים בשכבה הראשונה. להלן ראיון עם קרן:

מראיינת: "תארי לי את הפתרון שלך"
קרן: "החזקתי מונה של מספר התלמידים. סרקתי את כל איברי המערך ובכל פעם קידמתי את המונה באחד. כשהמונה הגיע ל-132, פשוט הדפסתי את i+1 ואת j+1."
מראיינת: "מה דעתך על הפתרון שלך?"
קרן: "הוא מהיר וידפיס את התשובה הנכונה. אני רק סופרת את התאים במערך, אני לא מבצעת עליהם פעולות."
מראיינת: "האם הפתרון שלך יעיל לדעתך?"
קרן: "כן. אני לא מבצעת פעולות מיותרות. באופן תיאורטי הייתי יכולה גם להשתמש במנה ושארית"
מראיינת: "הסבירי לי."
קרן: "היה אפשר לחשב $132/22$ ולקבל את השורה,

בה המטייל הגיע לנקודה הזו, השיטה צריכה להחזיר אמת אם יש אפשרות לרדת מההר בדרך אחידה. בשאלה זו לא יתכן שלאב יהיו שני בנים זהים. אם קיים מסלול אחיד מהשורש ועד לאחד העלים, אז סימנו כסימן השורש של העץ. זהו מסלול יחיד ומספיק לעקוב אחריו בלבד.

31% מהתלמידים פתרו את השאלה באופן נכון אך לא יעיל. פתרון זה כולל סריקה של כל צמתי העץ במהלך החיפוש אחר מסלול אחיד מהשורש ועד לאחד העלים, באמצעות מבנה רקורסיבי. להלן הראיון עם אורי:

מראיינת: "תאר לי את הפתרון שלך."
אורי: "פתרתי בעזרת רקורסיה שעוברת על כל הקודקודים ומחפשת מסלול תקין."
מראיינת: "מדוע בחרת בפתרון הזה?"
אורי: "רקורסיה זה מאוד טבעי וברור. יש תבנית קבועה לסריקת קודקודים של עץ בינארי וזה אינטואיטיבי ולוקח הכי פחות זמן לכתוב פתרון רקורסיבי."
מראיינת: "מדוע?"
אורי: "בכל השאלות על עצים שפתרנו ותרצלנו, הפתרון היה רקורסיבי. לפעמים אפילו היתה דרישה מפורשת לפתרון רקורסיבי."
מראיינת: "האם ניסית לחשוב על פתרונות אחרים?"
אורי: "לא. אני חושב שזה הפתרון הטוב ביותר."

מהראיון עם אורי עולה כי הוא מוצא קשר ישיר וחזק בין שאלות אודות עצים בינאריים לבין פתרונות רקורסיביים. אורי טען כי הוא רגיל לפתור שאלות אודות עצים בינאריים בעזרת רקורסיה, ולכן גם במקרה זה הוא פתר כך. כמו כן, מהראיון עולה כי הפתרון המוכר לו הוא הפתרון הראשון עליו הוא חשב וכי הוא לא חיפש פתרונות נוספים.

3.2 פתרונות נכונים ויעילים

תלמידים שפתרו באופן זה המירו בהצלחה את נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי" וענו על השאלות באופן נכון ויעיל. תלמידים אלה הבינו שאין צורך לסרוק את כל מבנה הנתונים, ופתרונותיהם מאופיינים בסריקה של האיברים הנחוצים בלבד או אף בחישוב אריתמטי פשוט.

ואחר כך 22%132 ולקבל את העמודה."
מראיינת: "אז מדוע לא כתבת תוכנית כזו?"
קרן: "היה לי נוח יותר לכתוב את התוכנית שכתבתי. מבחינת אורך תוכנית שתי התוכניות פחות או יותר באותו האורך, אז זה לא כל כך משנה. גם אם נריץ במחשב נראה ששתי התוכניות מאוד מהירות."

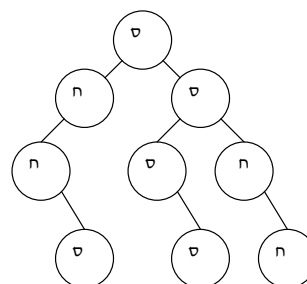
מהראיון עם קרן עולה כי היא מחזיקה בשתי תפיסות מוטעות של המושג יעילות של אלגוריתם: תוכניות באורך זהה יעילותן זהה וזמן תגובה מהיר מאוד של המחשב, בפרט עם פלטים קטנים, מבטא תוכנית יעילה.

3.1.4 שאלון עצים בינאריים

מטייל רוצה לרדת מנקודה בהר. בחלק מהשלבים ניתן לרדת רק בסנפלינג, בחלק אחר ניתן לרדת רק בעזרת חבלים ויתדות, ובחלק נוסף ניתן לבחור באחת מבין שתי האפשרויות. (לא ניתן לרדת בדרכים נוספות). המטייל מעוניין לרדת את כל שלבי המסלול באופן אחיד.

כתוב שיטה המקבלת עץ בינארי המתאר את אפשרויות ההתקדמות של המטייל. תוכן כל צומת מציין באיזו דרך ניתן לרדת בשלב המתאים לצומת זה. השיטה תחזיר "אמת" אם קיים מסלול מנקודת ההתחלה ועד למרגלות ההר, שבו המטייל יכול להשתמש לאורך הדרך רק באחת מאפשרויות הירידה.

לדוגמה: בדוגמה זו המטייל יכול לרדת את כל המסלול בצורה אחידה, בעזרת סנפלינג.



שאלון זה כלל שאלה אחת בה מתואר עץ בינארי. הפתרון היעיל לבעיה אינו דורש מעבר על כל צמתי העץ אלא רק על ענף אחד מסוים שלו. תוכן כל צומת מציין את הדרך בה המטייל הגיע אליו. השורש הוא נקודה מסוימת על ההר, לא ראש ההר, ובהינתן הדרך

אלכסון משני), בין אם התלמידים פתרו באופן יעיל ובין אם באופן לא יעיל. לעומת זאת, בשאלה 3 הפתרון היעיל שונה מהותית מהפתרון הלא יעיל, שאינו דורש מציאת נוסחה. אפשר לפתור את שאלה 3 בשתי דרכים. הדרך הראשונה נגזרת מהמרת הסיפור העלילתי ישירות לביטוי אריתמטי. הדרך השנייה נגזרת מהמרת הסיפור העלילתי למבנה דו מימדי ולאחר מכן פתרון באמצעות לולאה מקוננת או באמצעות המרה לביטוי אריתמטי. ככל הנראה המרת הסיפור העלילתי ישירות לביטוי אריתמטי הייתה קשה לתלמידים.

תלמידים שפתרו באופן נכון ויעיל את כל השאלות:

12% מהתלמידים ענו באופן נכון ויעיל על כל השאלות בשאלון המערכים. תלמידים אלה הפגינו רמה גבוהה של יכולת. בהתייחסות למודל של [12] Schoenfeld, תלמידים אלה השתמשו בשאלה הראשונה בהיוריסטיקה של פירוק בעיה לתת בעיות וחישבו בנפרד את האלכסון וכן את כל אחת מהשורות והעמודות במסגרת המערך הדו-מימדי. בשאלה השנייה הם השתמשו בהיוריסטיקה אנלוגיה בה נדרש תמרון של העברה לבעיה מוכרת לאחר שראו בכיתה את הביטוי האריתמטי המתאים לאלכסון המשני הראשי, ותמרנו עם הבחנה זו כדי ליצור את הביטוי האריתמטי המתאים לאלכסון המשני ה-K. גם בשאלה השלישית נעשה שימוש בהיוריסטיקה אנלוגיה בה נדרש תמרון של העברה. בשאלה זו נראה שנדרש תמרון מורכב יותר עם פתרון אנלוגי מוכר, שכן התלמידים ראו בעבר בעיות מאוד מסוימות בהן נעשה שימוש באופרטורים מנה ושארית חלוקה (בדרך כלל בעיות הקשורות לפירוק מספר לספרותיו או לחלוקת עצמים לקבוצות) והם אינם מתורגלים בשימוש באופרטורים אלה בהקשרים אחרים. מבחינת מרכיב הבקרה, תלמידים אלה לא הובילו אחר אינטואיציה שגויה אלא ניתחו את הבעיות לעומק והתייחסו לדרישה לפתור את השאלות באופן יעיל ככל הניתן. מבחינת מרכיב האמונות, תלמידים אלה לא הסתפקו בנכונות בלבד ומבינים את חשיבותה של יעילות הפתרון.

בשאלון המערכים ענו באופן נכון ויעיל על השאלות 1, 2 ו-3, 35%, 32.5% ו-21% מהתלמידים, בהתאמה. בשאלון העצים, 62% מהתלמידים ענו באופן נכון ויעיל על השאלה.

3.3 פתרונות שגויים

בקטגוריה זו כלולים פתרונות של תלמידים שפתרו את השאלות באופן שגוי, או שכלל לא ענו עליהן. בשאלון המערכים ענו באופן שגוי על השאלות 1, 2 ו-3, 14%, 16.5% ו-39.5% מהתלמידים, בהתאמה. בשאלון העצים, 7% מהפתרונות היו לא נכונים או שכלל לא הייתה תשובה לשאלה.

3.4 קטגוריות שונות של תלמידים בשאלון המערכים

ניתוח תשובות התלמידים לשאלון המערכים מציע קשרים שונים בין תשובותיהם:

קשר בין שאלה 1 ושאלה 2:

מניתוח התוצאות מצאנו שיש עקביות בין התשובות לשאלות 1 ו-2, בהן הנתונים הוצגו בצורה דו-מימדית במבנה של מטריצה. כ-70% מהתלמידים שפתרו את שאלה 2 באופן נכון ולא יעיל פתרו גם את שאלה 1 באופן זה. קשר זה בין שתי השאלות מלמד כי תלמידים שראו שמתאים להמיר את נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי" המירו אותה בשתי השאלות. ולהפך, תלמידים שפנו לתבנית סריקה של מערך דו-מימדי באמצעות לולאה מקוננת, פנו לתבנית זו בשני הפתרונות שלהם.

קשר בין שאלות 1 ו-2 לשאלה 3:

מניתוח התוצאות עולה כי 90% מהתלמידים שפתרו באופן נכון ויעיל את שאלה 3 פתרו באופן נכון ויעיל את שאלות 1 ו-2. כלומר, אלה תלמידים שהפגינו יכולת גבוהה לאורך כל השאלון. לעומת זאת, כ-60% מהתלמידים שפתרו נכון ולא יעיל את שאלה 3 פתרו נכון ויעיל את שאלות 1 ו-2. מכאן, נראה שהם מודעים לחשיבות של יעילות הפתרון, אך לא הצליחו לבטא זאת בשאלה 3, שכלל הנראה מורכבת יותר משתי השאלות הראשונות. בשתי השאלות הראשונות מתאים היה למצוא נוסחה אריתמטית (לחישוב אלכסון, שורה, עמודה או

4. דיון ומסקנות

בפרק זה נדון בתשובות לשאלות המחקר תוך פניה למודל הקוגניטיבי של Schoenfeld [12], הכולל ארבעה מרכיבים עיקריים: משאבים הכוללים עובדות, פרוצדורות וכלים שהפותר רכש במשך שנות לימודיו, היוריסטיקות שהינן אסטרטגיות לפתרון בעיות שהפותר רכש במהלך ניסיונותיו לפתור בעיות בעבר, אמונות שהינן האמונות השונות של הפותר בדבר יכולתו לפתור את הבעיה ובקרה שהינה מנגנון הפיקוח של הפותר על מהלך הפתרון.

4.1 תשובות לשאלות המחקר

4.1.1 שאלת המחקר הראשונה

האם בהינתן בעיה אלגוריתמית בה המבנה המתואר הוא דו-מימדי, אולם מספיק לבצע חישוב חד-מימדי עם הנתונים, התלמידים פונים לנקודת מבט חד-מימדית בניסיון לפתח אלגוריתם הולם ויעיל?

מתוצאות המחקר ניתן לראות כי עבור כל אחת מהשאלות בשאלוני המחקר היה אחוז לא מבוטל של תלמידים שלא פנו לנקודת מבט חד-מימדית בבואם לפתור את השאלה. בשאלון המערכים הדו-מימדיים ענו באופן נכון אך לא יעיל 51% מהתלמידים על השאלה הראשונה, 51% על השאלה השנייה, ו-39.5% מהתלמידים על השאלה השלישית. בשאלון העצים הבינאריים, 31% מהתלמידים ענו באופן נכון אך לא יעיל על השאלה.

ממצאי מחקר זה מחזקים את תוצאות מחקרו של Ginat [5], שמצא כי מספר לא מבוטל של תלמידי תיכון הלומדים יסודות מדעי המחשב מפתחים אלגוריתמים לא יעילים. ממצאי המחקר מחזקים גם את מחקרו של Yarmish ו-Kopec [15], שעסק בטעויות לוגיות של מתחילים הקשורות למבני נתונים מורכבים ובכללם מערכים דו-מימדיים. הנחקרים נתבקשו לענות על שאלות בהן מתוארים מבנים דו-מימדיים, אך פתרון לא דרש לולאה מקוננת. למרות זאת, תלמידים רבים השתמשו בלולאה מקוננת. גם במחקרנו מצאנו כי תלמידים פתרו שאלות עם לולאה מקוננת במקרים בהם זה לא היה נחוץ.

בנוסף, נראה שמי שפונה להמרת נקודת המבט במקום אחד, עושה זאת גם באחר. הקשר שמצאנו בין שאלות אחת ושתיים בשאלון המערכים מלמד כי תלמידים שראו שמתאים להמיר את נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי" המירו אותה בשתי השאלות. ולהפך, תלמידים שפנו לתבנית סריקה של מערך דו-מימדי באמצעות לולאה מקוננת, פנו לתבנית זו בשני הפתרונות שלהם.

לעומת זאת, כ-60% מהתלמידים שפתרו נכון ולא יעיל את שאלה 3 פתרו נכון ויעיל את שאלות 1 ו-2. מכאן, נראה שהם היו מודעים לחשיבות של יעילות הפתרון אך לא הצליחו לבטא זאת בשאלה 3.

4.1.2 שאלת המחקר השנייה

מהן הסיבות לקשיי תלמידים בשינוי נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי" בבעיה אלגוריתמית עם מבנה דו-מימדי, וכיצד ניתן להסבירן באמצעות מודלים קוגניטיביים קיימים?

מתשובות התלמידים ומהראיונות עימם עלו מספר סיבות אפשריות לממצאים שלנו. אחת הסיבות לקשיי התלמידים לפתור את השאלה באופן יעיל תוך שינוי נקודת המבט הינה המעטה בחשיבות של יעילות הפתרון. מראיונות שונים עולה כי התלמידים מסתפקים בפתרון נכון בלבד ואינם משקיעים את המאמץ הנדרש על מנת שהפתרון יהיה גם יעיל. בהתייחסות למודל הקוגניטיבי של Schoenfeld [12], לתלמידים אלה היו כל המשאבים המתאימים לפתור את השאלות. גם מרכיב הבקרה בולט מאוד בתשובותיהם והם היו מודעים לחשיבות של נכונות הפתרון. אולם, התלמידים ייחסו משקל רב לחשיבות של נכונות הפתרון אך לא ליעילותו, ולא ביקרו את עבודתם מבחינת יעילות. בהתייחס למרכיב האמונות, נראה שהם לא האמינו שחשוב לפתור שאלה אלגוריתמית באופן יעיל, אלא רק באופן נכון. אנו מאמינים כי זהו ממצא חדש וכי לא נעשו מחקרים קודמים המראים כי תלמידים מייחסים חשיבות לנכונות אך לא ליעילות הפתרון.

הכלליים של ההבנה האינטואיטיבית כפי שנוסחו על ידי Fischbein [3]. בנוסף, תגובות אלה מצביעות על בקרה לקויה של התלמידים במהלך חיפוש הפתרון. מחקרנו זה מחזק את טענתם של Soloway ו-Spohrer [13], לפיה תלמידי מדעי המחשב מתקשים בניתוח הבעיה ולכן הם מבססים את הפתרון שלהם על סמך הניסיון הקודם שצברו.

4.2 השלכות להוראה

מחקר זה מצביע על קשיים של תלמידים בניתוח ובכתיבת אלגוריתמים יעילים בהם נדרשת המרת נקודת המבט מ"מבט דו-מימדי" ל"מבט חד-מימדי". לאור תוצאות מחקר זה, מומלץ למורים לחשוף את התלמידים לבעיות רבות יותר שבהן יש צורך לבצע המרה זו ולעודד אותם לחשוב על פתרונות יצירתיים ובהירים. כמו כן מומלץ להציג לתלמידים פתרונות ברמות סיבוכיות שונות לאותה השאלה ולהדגיש בפניהם את ההבדל בין הפתרונות. יש להציג דוגמאות לפתרונות לא יעילים ולהסביר מדוע הם כאלה, וכן להסביר כיצד ניתן לשפר את יעילות האלגוריתם (במידה והדבר אפשרי).

נקודה נוספת שעלתה מתוצאות המחקר היא שאחוז גבוה מאוד של תלמידים לא פתרו נכון את שאלה 3 בשאלון המערכים הדו-מימדיים. בשאלה זו הפתרון היעיל אינו כולל המרה למבנה חד מימדי אלא שימוש באופרטורים המתמטיים מנה ושארית חלוקה. לרוב, תלמידים רואים שימושים באופרטורים אלה בתרגילים של פירוק מספר לספרותיו, ובחלוקה לקבוצות שלמות ולשארית. לכן, מומלץ להציג בפני התלמידים שימושים מגוונים בהקשרים שונים לאופרטורים אלה.

4.3 הצעות למחקר עתידי

על פי תוכנית הלימודים הישראלית כיום, תלמידים אינם נבחנים אודות יעילות הפתרון שלהם ולכן הם מתמקדים בנכונות הפתרון ולא ביעילותו. מעניין יהיה לבדוק מה יהיו התוצאות אם תלמידים יחויבו לענות במבחנים תשובות יעילות (ויאבדו ניקוד עבור תשובות לא יעילות). האם אחוז הכתיבה של פתרונות יעילים יעלה ותלמידים ישימו דגש הן על נכונות הפתרון והן על יעילותו? בנוסף, מעניין לבחון

סיבה שנייה לקשיי התלמידים לפתור את השאלה באופן יעיל הינה תפיסות מוטעות של המושג יעילות של אלגוריתם. במחקר עלו שתי תפיסות מוטעות של המושג יעילות של אלגוריתם. הראשונה: תוכניות באורך זהה יעילותן זהה. השנייה: זמן תגובה מהיר מאוד של המחשב, בפרט עם פלטים קטנים, מבטא תוכנית יעילה. תפיסה זו היא תפיסה אינטואיטיבית שגויה של המושג יעילות של תוכנית. ממצאים אלה מרחיבים את ממצאיהן של Gal-Ezer ו-Zur [4], שחקרו קשיים של תלמידים בתפיסת המושג יעילות של אלגוריתם.

סיבה שלישית לקשיי התלמידים הינה חשש כי ניסיון לפתור את השאלה באופן יעיל יוביל לשגיאה. בראיונות שונים, תלמידים ציינו כי הם מעדיפים לענות באופן מודע תשובה לא יעילה, על פני תשובה יעילה שעלולה להיות שגויה. בהתייחסות למודל הקוגניטיבי של Schoenfeld [12], לתלמידים אלה היו כל המשאבים הנחוצים לפתור את השאלות. גם מרכיב הבקרה בולט מאוד בתשובותיהם והם מודעים לחשיבות של נכונות ושל יעילות הפתרון אך הם מתקשים לבצע בקרה על פתרונות יעילים. מרכיב האמונות שלהם לוקה בחסר. למרות שהם יודעים לבקר את עבודתם ומודעים לחשיבות היעילות הם אינם בטוחים שביכולתם לפתור בעיות באופן נכון ויעיל ולכן מעדיפים לפתור באופן פחות יעיל אך שהם בטוחים בנכונותו. ממצאים אלה מרחיבים את מחקרן של Muler ו-Ram [9] שדיווחו על התנהגות דומה של תלמידים.

סיבה רביעית לקשיי התלמידים הינה היצמדות לתבניות פתרון מוכרות. מראיונות שונים, עולה כי הנחקרים השתמשו בתבניות מוכרות להם כגון סריקה של עץ בינארי וחישוב אלכסון משני, תוך התאמתן לבעיה החדשה עימה הם התמודדו. התלמידים טענו בראיונות שהם רגילים לפתור שאלות אודות מערכים דו מימדיים בעזרת לולאה כפולה ושאלות אודות עצים בינאריים בעזרת רקורסיה, ולכן הם פתרו את השאלות תוך שימוש בשיטות אלה. כמו כן, מהראיונות עולה כי הפתרון המוכר להם הוא הפתרון הראשון עליו הם חשבו וכי הם לא חיפשו פתרונות נוספים אפשריים. תגובות אלו, המאופיינות במיידיות, תואמות את המאפיינים

- programmers, *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 2(1), 95-128.
8. Muller, O. and Haberman, B. (2010). A Non-Linear Approach to Solving Linear Algorithmic Problems. *40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. October 27 - 30, 2010, Washington, DC
 9. Muller, O. and Ram, R. (2006). Pattern-oriented instruction of Fundamentals of Computer Science: A description of experiencing. *Hebetim, Journal of Machsava: Israel National Center for Computer Science Teachers*, 12-19 (In Hebrew).
 10. Nikander, J. Korhonen, A., Valanto, E., and VIRRANTAU, K. (2007). Visualization of Spatial Data Structures on Different Levels of Abstraction. In: Guido Rössling ed. *Proceedings of the Fourth Program Visualization Workshop (PVW 2006)*. Florence, Italy, pp. 60-66.
 11. Robins, A., Rountree, j., and Rountree, N. (2003). Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion, *Computer Science Education*, Vol. 13(2), 137-172.
 12. Schoenfeld, A.E. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. Grouws D. A. (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 334-370.
 13. Soloway, E. and Spohrer, J.C. (1986). Analyzing the high frequency bugs in novice programs. In Soloway E. and Iyengar S. (eds.), *Empirical Studies of Programmers*. Norwood, NJ: Ablex, 230-251.
 14. Soloway E. and Spohrer J.C. (1989). *Studying the novice programmer*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, 504 pages.
 15. Yarmish, G. and Kopec, D. (2007). Revisiting novice programmer errors. *ACM SIGCSE Bulletin*, Vol. 39(2), 131-137.

עמדות של מורים למדעי המחשב בהקשר של המושג
יעילות, בהיבטים שהובחנו במחקר זה.

5. תודות

ראשית תודה לד"ר דוד גינת. מאמר זה מבוסס על
עבודת מחקר לקראת התואר "מוסמך למדעי הרוח"
(M.A.) שבוצעה במחלקה להוראת המדעים
המדויקים, בית הספר לחינוך, אוניברסיטת תל אביב,
בהנחייתו של ד"ר גינת. בנוסף, אני רוצה להודות
לפרופ' מוטי בן ארי ולד"ר תמי לפידות על עזרתם
בכתיבת המאמר.

מקורות

1. Aharoni, D. (2000). Cogito, Ergo sum! Cognitive processes of students dealing with data structures. In S. Haller (Ed.), *Proceedings of the Thirty-first SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE 2000)*. Austin, Texas: The Association for computing Machinery.
2. Du Boulay, B. (1986). Some Difficulties of Learning to Program. *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 2(1), 57-73.
3. Fischbein, E. (1999). Intuitions and schemata in mathematical reasoning, *Educational Studies in Mathematics*, 38(1-3), 11-50.
4. Gal-Ezer, J. and Zur, E. (2004). The Efficiency of Algorithms – Misconceptions. *Computers and Education*, 42, 3, pp. 215-226.
5. Ginat, D. (2001). Misleading intuition in algorithmic problem solving, *Proc. of the 32nd SIGCSE Symposium*, ACM Press, 21-25.
6. Hazzan, O. and Hadar, I. (2005). Reducing abstraction when learning Graph Theory, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(3), pp. 255-272.
7. Joni, S.A. and Soloway, E. (1986). But my program runs! Discourse rules for novice

תפיסות OOP עמומות:

הרחבה ו/או הצרה של מושגי יסוד

רונית שמלו	ד"ר נוע רגוניס	ד"ר דוד גינת
המכללה להנדסה SCE	החוג למדעי המחשב, בית	קבוצת מדעי המחשב,
קבוצת מדעי המחשב,	הספר לחינוך, המכללה	המחלקה להוראת
המחלקה להוראת	האקדמית בית ברל	המדעים, אוניברסיטת
המדעים, אוניברסיטת	המחלקה לחינוך למדע	תל-אביב
תל-אביב	וטכנולוגיה, הטכניון	

המאמר^(*) מציג נקודת מבט חדשה אודות תפיסות עמומות של סטודנטים בפרדיגמה המונחית עצמים (OOP). במחקר שנערך בקרב 120 סטודנטים לתואר ראשון במכללה להנדסה, בקורס OOP ראשון שלהם, נמצאו קשיים ותפיסות מוטעות במגוון של מונחים ומושגי יסוד. הניתוח שלנו חשף תופעה חוזרת של תפיסות OOP עמומות, הנובעות מהרחבה וצמצום של תכונות המושגים הבסיסיים. לומדים מתחילים נטו להרחיב ו/או לצמצם לא רק מונחים כמו מחלקה (class) ועצם (object) אלא גם מונחים כמו סטטי (static), מופע (instance) וגישה (access). אנו מציעים סיווג מפורט של הממצאים שלנו, במבנה היררכי לפי קטגוריות, ודנים במאפיינים הקוגניטיביים של מבנה זה.

1. מבוא

נציג מחקרים קודמים המתארים קשיים של מתחילים בלימוד הגישה המונחית עצמים ולאחר מכן את המסגרת והממצאים של המחקר שלנו. הממצאים יוצגו במבנה היררכי ובו 2 קטגוריות ראשיות, 4 תת-קטגוריות ו-27 קטגוריות משנה מפורטות. לאחר מכן נדון בממצאים שלנו ונציג פרשנות בהתייחס למחקרים קוגניטיביים הקשורים בפתרון בעיות במתמטיקה ומדעי המחשב. לסיום נציג מספר המלצות למורים ליישום בתהליכי ההוראה.

אלמנטים בסיסיים בתכנות מונחה עצמים מתייחסים למושגים כמו: מחלקה (class), עצם (object), בנאי (constructor), שיטה (method), תכונה (attribute) ומופע (instance). מחקרים קודמים שנערכו בעשור האחרון חקרו קשיים של מתחילים ותפיסות מוטעות ביחס למושגים אלה. במאמר זה, נציג תופעה נפוצה בקרב מתחילים, של נטייתם להרחיב ו/או לצמצם את התכונות, המאפיינות מגוון רחב של אלמנטים בסיסיים ב-OOP.

2. קשיים של מתחילים בהוראת תכנות

מונחה עצמים

מחקרים העוסקים בהוראת תכנות מונחה עצמים מציעים דרכי הוראה שונות, שיכולות לסייע למתחילים הלומדים את הפרדיגמה המונחית עצמים להתגבר על הקשיים בלימוד הפרדיגמה. המחקרים עוסקים בשני סוגים עיקריים של טעויות:

(*) מבוסס על מאמר שהתקבל לכנס ITiCSE 2012.

את הגרסה האנגלית של המאמר ניתן לקרוא ב

Shmallo, R., Ragonis, N., Ginat, D. (2012). Fuzzy OOP: Expanded and Reduced Term Interpretations. *Proceedings of ITiCSE'12*, 309-314, July 3-5, Haifa, Israel.

❖ טעויות בהבנת אבני בניין של הפרדיגמה המונחית עצמים

מחקרים העוסקים בקשיים של לומדים מתחילים בהבנת אבני בניין של הפרדיגמה מתארים את הקשיים הבאים:

קשיים בהבנת המושג מחלקה – תלמידים מתקשים להתייחס למחלקה כאל תבנית ליצירת עצמים. קשה להם להבין כיצד תיאור הצהרתי מופשט שמגדיר ישות כללית מסוג מסוים יכול לבצע פעולות וכיצד ניתן להפעיל הגדרה של פעולה במחלקה על כל עצם של המחלקה. חלקם רואים שקילות בין מחלקה לעצם. יתכן שהדבר נובע מכך שבדוגמאות הראשונות המוצגות לתלמידים מתוארת מחלקה עם משתנה מופע אחד [8, 9, 10, 13, 19].

קשיים בהבנת המושג עצם – תלמידים מתקשים להבחין בין העצם עצמו לבין התכונה "שם" העצם המוגדרת עבורו. למשל: לעצם מהמחלקה אדם מוגדרת תכונה ולתכונה- "שם" ניתן הערך "יוסי". ערך זה מחליף את ההתייחסות אל העצם כולו [1]. תלמידים מתקשים להבין שעצם, שהוא ישות הכוללת מספר תכונות, יכול להוות ערך אחד והם בוחרים במקומו תכונה פשוטה המייצגת אותו לדעתם. כמו כן תלמידים נוטים לא להבחין בין עצמים לבין משתנים המתייחסים לעצמים [9, 10, 13, 20, 25]. למשל, אם נגדיר שני משתנים המתייחסים לשני עצמים מאותה מחלקה עם ערך זהה בתכונה-"שם", תלמידים מתייחסים אל שני המשתנים הללו כאל אותו עצם בעוד שהם שני עצמים שונים.

קשיים בהבנת המושג בנאי – הבנאי (constructor) הוא פעולה הקשורה להיבט של הבנת מנגנון המחשב ומטרתה ליצור עצם ולאתחל את ערכי התכונות שלו. יצירת עצם היא מושג מרכזי בתכנות מונחה עצמים ומושג זה מורכב וקשה להוראה וללמידה היות והוא מופשט וקשור להקצאת זיכרון ולמצביעים ולכן מתחילים מתקשים להבין [4]. ניתן להגדיר את הבנאי באופן מפורש או להסתפק בברירת המחדל שמספקת שפת התכנות, אך בשני האופנים תלמידים עדיין מתקשים להבין את אופן פעולתו [3, 9, 10, 14]. רגוניס [1] מצאה במחקרה שחלק מהקשיים נובעים מגרסאות ההגדרה השונות של הבנאי, הנבדלות זו מזו בגוף הפעולה ובדרך בה התכונות מאותחלות.

1. טעויות לוגיות.

2. טעויות בהבנת אבני בניין של הפרדיגמה המונחית עצמים.

נסקור בקצרה טעויות לוגיות של מתכנתים מתחילים ונרחיב על קשיים של מתכנתים מתחילים, שנובעים מאי הבנת אבני הבניין של הפרדיגמה, מאחר ובנושא זה התמקד מחקרנו.

❖ טעויות לוגיות בתכנות מונחה עצמים

אחת מאבני היסוד העיקריות המונחות בבסיס הפרדיגמה המונחית עצמים היא "טבעיות הייצוג". מעטים הם המחקרים העוסקים במידול בעיה בתכנות מונחה עצמים לעומת אלו העוסקים בלימוד ושימוש של שפת התכנות [18] אבל בכולם נמצא כי מידול היא משימה קשה לתלמידים, גם לכאלו שאינם מתחילים [15, 24, 25]. Soloway ו-Spohrer [21] מצאו כי מרבית התלמידים יודעים לבחור את התבנית הנכונה לכל מטרה, אבל מתקשים לשלב את כל התבניות ביחד, בצורה נכונה, כדי לפתור את הבעיה המקורית הכוללת. כך גם בתחום המידול [25]. מעטים הם התלמידים המצליחים ליצור "עיצוב סביר" לבעיה, המכילה מספר מועט של מחלקות עם מספר מצומצם של תכונות ושיטות ואינם נתקעים במהלך התהליך [7, 10].

Thomasson וחבריו [25] מציינים במחקרם טעויות נפוצות של תלמידים בעת הגדרת מחלקות של בעיה נתונה. מרבית התלמידים מפתחים מחלקה בודדת ומתקשים לשלב אותה במערכת המוצעת הכוללת שלהם (Non Referenced Class). ממצא זה דומה לממצאים של מחקרים קודמים, כדוגמת המחקר של Du Boulay [6], שבהם נמצא כי היכולת לראות תוכנית בשלמותה ולהבין את חלקיה, והיחסים ביניהם, היא מיומנות שנרכשת במשך הזמן. טעות נפוצה נוספת היא ייצוג שגוי של הבעיה. בעת הגדרת מחלקות לא מוגדרות מחלקות הכרחיות, קיימות הגדרות של תכונות לא רלוונטיות במחלקה וקיימת התייחסות למחלקות שכלל לא הוגדרו [25].

גם בניסיון שלנו בכיתה הבחנו בכך שללומדים יש תפיסות שגויות ביחס למושגי היסוד. כתוצאה מכך, החלטנו לערוך מחקר על תפיסות סטודנטים את מושגי OOP בסיסיים במטרה לאפיין מקור אפשרי להיווצרותן. המאפיין הדומיננטי ביותר שזיהינו היה נטיות של סטודנטים להרחיב או לצמצם את הגדרות המושגים. כלומר, סטודנט עלול לנטות לשייך למושגים שונים תכונות מורחבות מעבר להגדרה או לשייך תכונות המצמצמות את ההגדרה האמיתית של המושגים.

4. המחקר

המחקר כלל 120 משתתפים, בחלק האחרון של קורס תכנות מונחה עצמים שלהם, בשפת Java. המשתתפים היו סטודנטים לתואר ראשון, בשנה שנייה ללימודיהם במחלקה להנדסת תעשייה וניהול, במכללה להנדסה. לקראת סיום הקורס, העברנו שלושה שאלונים דומים לסטודנטים שהתמקדו בעיקר בתכונות מחלקה ושיטות מחלקה, תכונות מופע ושיטות מופע, בנאים וטיפוס מורכב. כל שאלון כלל 3 שאלות והיה צריך לענות עליו ב-90 דקות. הסטודנטים חולקו לשלוש קבוצות של 40 סטודנטים. כל קבוצה ענתה על שאלון אחר. החלוקה ל-3 קבוצות אפשרה לקבל מענה ל-9 שאלות שהתייחסו למגוון היבטים של מושגי OOP בסיסיים שצוינו קודם לכן. השאלות דרשו כתיבת קוד, הבנת קוד והשלמת קוד. חלק מהשאלות יוצגו בממצאים בהמשך.

5. ממצאי המחקר

התופעה העיקרית שעלתה מהממצאים שלנו היא נטיות הסטודנטים לפרש באופן שגוי מונחי OOP בסיסיים. הפרשנויות המוטעות התאפיינו בהרחבה ו/או הצרה של הגדרת מושגים בסיסיים. סיווגנו את התפיסות המוטעות לקטגוריות ותתי-קטגוריות. אנו מציגים מבנה מסודר למגוון רחב של תפיסות מוטעות, שכולל 2 קטגוריות ראשיות, 4 תתי-קטגוריות ו-27 קטגוריות משנה מפורטות. בפרט, ישנן 15 קטגוריות משנה המתארות תפיסה של הרחבה של הגדרות ו-12 קטגוריות משנה המתארות תפיסה של הצרה של הגדרות.

חלק מהקשיים נובעים מקשיים בהבנת הבנאי בטיפוס המורכב.

קשיים בהבנת זרימת התוכנית – בתכנות מונחה עצמים המבוסס תחילה על חלוקת תחום הבעיה למחלקות והגדרת מחלקות, הבנת זרימת התוכנית מורכבת כיוון שהביצוע מבוסס על יצירת עצמים והפעלת פעולות עליהם. נושא זה מהותי להבנה אצל מתחילים כיוון שקשיים אלו משפיעים גם על קשיים בהבנת מושגי יסוד אחרים. תלמידים מתקשים לענות על שאלות כגון: אילו פעולות מתבצעות? מתי הן מתבצעות? מה גורם להן להתבצע? מה סדר ביצוען? ועוד [1, 2]. מחקרים אלו מחזקים מסקנות של חוקרים אחרים [11, 12, 16, 27] שטוענים כי הסקה על מהלך ביצוע של תוכנית היא אחד מכישורי החשיבה המתקדמים הנדרשים מלומדי תכנות מונחה עצמים מתחילים.

קשיים בהבנת פעולה ראשית – כדי להריץ תוכנית עלינו לכתוב פעולה ראשית שתכיל אלגוריתם בו יוצרים עצמים ומפעילים עליהם פעולות. התוכנית נכתבת במחלקה נפרדת בתוך הפעולה הראשית (המכונה main). זאת אינה מחלקה כמו כל יתר המחלקות המכילות הגדרה של תכונות ופעולות ולכן כאשר מציגים לתלמידים את הפעולה הראשית, שמטרתה להביא להרצה אוטומטית של יצירת עצמים והפעלת פעולות עליהם, תלמידים אינם מבינים מדוע יש בה צורך [1].

הבנת מושגי היסוד אינה מיידית או מהירה ומספר המושגים שיש ללמוד במקביל יוצר קושי בלמידה [5, 22, 23].

3. הרציונל של המחקר

הממצאים לעיל מציגים היבטים שונים של קשיים של תלמידים עם מושגי OOP בסיסיים. הם מציעים סוגים שונים של תפיסות לא שלמות של מושגים ובלבול בין המונחים. אחד המאפיינים העולים ברבים מהמחקרים הוא קיום של תפיסות עמומות אצל תלמידים ביחס למושגים ומונחים בסיסיים רבים.

דוגמה 1: תכונת מחלקה (תכונה סטטית)

נתונות שתי מחלקות: MyClass ו-Program.
ענה על השאלות המופיעות לאחר הגדרת המחלקה:

```
public class MyClass {
    public static int x;
}

public class Program {
    public static void main(String[] args) {
        MyClass.x = 7;
        MyClass m1 = new MyClass();
        MyClass m2 = new MyClass();
        m1.x = 9;
        m2.x = 10;
        System.out.println(MyClass.x);
        System.out.println(m1.x);
        System.out.println(m2.x);
    }
}
```

- א. האם יש שגיאות בתוכנית? הסבר.
- ב. מה יהיה הפלט? הסבר.

תשובה: אין שגיאות. שלושת הפלטים הם 10.

איור 1: שאלה המתייחסת לתכונת מחלקה

השאלה המוצגת באיור 1 בוחנת הבנה של סטודנטים את המושג תכונת מחלקה. התכונה מוגדרת כסטטית (static) עם הרשאת גישה ציבורית (public), כלומר, כל העצמים המוגדרים בפעולה הראשית יכולים לגשת אליה ישירות.

השתקפות התת-קטגוריה "כמה במקום אחד" (1.1) בדוגמה 1

תכונת מחלקה, הנקראת גם תכונה סטטית בגלל שהיא מופיעה בצירוף המילה השמורה static, משותפת לכל העצמים מאותה מחלקה, ולכן בניגוד לתכונות מופע אין ערך שונה עבור כל עצם, אלא כל העצמים מתייחסים לאותו ערך. 17 סטודנטים מתוך 40 (42%) חשבו בטעות שכל גישה לתכונת מחלקה, דרך שם עצם או שם מחלקה, פונה למשתנים שונים. הם האמינו שיש הרבה משתנים ולא רק אחד ולא

5.1 הרחבה של מושגים והצרה של מושגים

נציג תחילה את הפרשנויות המוטעות במבנה של קטגוריות ותתי-קטגוריות. תתי-קטגוריות נועדו להבחין בין ההבחנות העמומות השונות שיש לסטודנטים אודות אבני הבניין של הפרדיגמה. הקטגוריות ותתי-קטגוריות הן:

1. הרחבה

1.1 כמה במקום אחד – אפשרות של מופעים רבים

בשעה שאפשר רק מופע יחיד. למשל: ניתן לייצר עצמים שונים בעלי אותו שם.

1.2 הרחבה של מאפיינים – ייחוס מאפיינים

רחבים מדיי למושג. למשל: תכונות של מחלקה מוכרות גם בשיטות, שהוגדרו מחוץ למחלקה.

2. הצרה

2.1 אחד במקום כמה – התייחסות למופע יחיד

בלבד בשעה שאפשר מופעים רבים. למשל: ניתן להגדיר רק בנאי אחד במחלקה.

2.2 הצרה של מאפיינים – ייחוס מאפיינים צרים

מדיי למושג. למשל: לא יכולים להיות שני עצמים מאותו טיפוס, שערכי התכונות שלהם זהים.

5.2 דוגמאות להרחבה ולצמצום של מושגים

בחלק זה נדגים את התופעה של הרחבה וצמצום של הגדרות המושגים בעזרת שתי שאלות שהוצגו לסטודנטים:



מחברת המאמר בסמינר הקיץ
שהוצמד לכנס ITiCSE 2012

א. מתייחס לתכונת מחלקה כאל תכונה של מחלקה בלבד. הוא עושה שימוש לא נכון באנלוגיה, בהתבסס על שם המושג. הוא מבין שניתן לזמן תכונת מחלקה, ללא יצירת עצם, דרך שם מחלקה. הוא מתקשה להבין שניתן לזמן אותה גם דרך שם העצם. תכונת המחלקה משקפת מצב משותף של כל העצמים, שנוצרו מאותה מחלקה ולא את מצבו של עצם זה או אחר ולכן ניתן לגשת אליה, לקריאה או לשינוי, על ידי פנייה בהקשר לשם עצם ולשם המחלקה. אי הבנה זו מצמצמת את המאפיינים של המושג.

דוגמה 2: הגדרות שונות של בנאים

נתונות שתי מחלקות: Program ו-MyClass. ענה על השאלות המופיעות לאחר הגדרת המחלקה: <pre>public class MyClass { public static int x; }</pre> <pre>public class Program { public static void main(String[] args) { MyClass.x = 7; MyClass m1 = new MyClass(); MyClass m2 = new MyClass(); m1.x = 9; m2.x = 10; System.out.println(MyClass.x); System.out.println(m1.x); System.out.println(m2.x); } }</pre> א. האם יש שגיאות בתוכנית? הסבר. ב. מה יהיה הפלט? הסבר.	תשובה: שלושת הפלטים הם 10.
---	-----------------------------------

איור 2: שאלה המתייחסת להגדרות שונות של בנאים

השאלה המוצגת באיור 2 בוחנת הבנה של סטודנטים אודות יצירת עצמים באמצעות סוגי הבנאים השונים, שהוגדרו במחלקה.

הבינו שכל גישה לתכונה היא למעשה גישה לאותו משתנה ולא גישה למשתנים שונים. בראיון שנערך עם ד. היא הסבירה:

ד.: אני לא מבינה איך זה יכול להיות שפנינו למשתנה פעם דרך שם המחלקה ופעם דרך שם העצם והוא השתנה. אני מבינה שהמשתנה הזה הוא מעין משתנה כללי אה..אה.. גלובלי כזה שכולם מכירים אותו, אבל אין לי מושג איך זה הפלט הנכון. הפלט שקיבלתי הוא 7,9,10. איך זה יוצא 10,10,10? אין לי מושג.

ד. מתקשה להבין שניתן לגשת לתכונת מחלקה דרך שם המחלקה או דרך העצמים השונים מטיפוס המחלקה, ובכל מקרה כל הגישות נעשות לאותו שטח זיכרון.

בדומה לסטודנטים אלו, היו סטודנטים שהרחיבו את המושג "יצירה של משתנה" סטטי בזיכרון ליצירה של משתנים רבים בזיכרון. הם לא מבינים שלמעשה, רק תא זיכרון אחד נוצר למשתנה סטטי במהלך ביצוע התוכנית.

השתקפות התת-קטגוריה "הצרה של מאפיינים"

2.2) בדוגמה 1

סטודנטים התקשו להבין שניתן לגשת לתכונת מחלקה על ידי שם המחלקה או על ידי כל אחד מהעצמים שלה. חלק מהסטודנטים חשבו שהגישה היא רק דרך העצמים של המחלקה. אפשר היה לראות זאת בטענה שהשורה: `MyClass.x = 7;` היא טעות. 5 מתוך 40 סטודנטים (12%) הראו חוסר הבנה זו. סטודנטים אחרים טענו שהגישה היא רק על ידי שם המחלקה. אפשר היה לראות זאת על ידי הטענה שההוראות: `m1.x=9; m2.x=10;` שגויות. 15 מתוך 40 סטודנטים (37%) הביעו חוסר הבנה זו. בראיון שנערך עם א., שכתב פתרון שגוי זה, הוא הסביר:

א.: ניתן לזמן תכונת מחלקה רק בהקשר לשם מחלקה ולא בהקשר לשם עצם.
מראיית: מדוע זה כך?
א.: כי משתני מחלקה לא משויכים לעצם אלא למחלקה עצמה.

קטגוריות, תתי-קטגוריות וקטגוריות משנה והתפיסות המוטעות סווגו על פיהן. בהצגת כל קטגורית משנה מופיע אחוז הסטודנטים שהראו את התפיסה השגויה בפתרונותיהם (כפי שצוין קודם לכן, 120 המשתתפים חולקו לשלוש קבוצות של 40 תלמידים, וכל קבוצה ענתה על שאלון שונה במקצת. האחוזים מתייחסים למספר התשובות השגויות ביחס לשאלון של כל קבוצה).

1. הרחבה

1.1 כמה לעומת אחד

1.1.1 שם עצם אחד יכול להתייחס לשני עצמים

או יותר (17%).

1.1.2 כל גישה לתכונת מחלקה, דרך שם העצם

או שם המחלקה, פונה למשתנים שונים

(42%).

1.2 הרחבה של מאפיינים

1.2.1 ניתן לגשת, ממחלקה חיצונית, לתכונה

שהוגדרה עם הרשאת גישה פרטית

(12%).

1.2.2 זימון של שיטה קובעת מתבצע על ידי

הוראת השמה (22%).

1.2.3 ניתן לזמן שיטה ללא הסוגריים

שמציינים שמדובר בשיטה (10%).

1.2.4 ניתן לזמן שיטת מופע ללא הפעלתה על

עצם (15%).

1.2.5 אין צורך לציין שם מחלקה או שם עצם

בזימון שיטת מחלקה (25%).

1.2.6 ניתן לגשת משיטת מחלקה אל תכונות

מופע (52%).

1.2.7 זימון בנאי ברירת מחדל מתבצע באופן

אוטומטי (12%).

1.2.8 אין חשיבות להתאמה בין הפרמטרים

של כותרת השיטה לבין זימון השיטה

(12%).

1.2.9 ניתן לייצר עצמים בעזרת בנאי ברירת

מחדל, גם אם הוגדר בנאי אחר במחלקה

(17%).

1.2.10 אם מאתחלים את ערכי התכונות של

עצם - סימן שהעצם קיים (12%).

1.2.11 אין צורך לייצר עצמים לפני השימוש

בהם (22%).

השתקפות התת-קטגוריה "הרחבה של מאפיינים"

(1.2) בדוגמה 2

סטודנטים האמינו שזימון בנאי ברירת מחדל נעשה באופן אוטומטי. 5 מתוך 40 סטודנטים (12%) יצרו עצמים רק באמצעות בנאי פרמטרים ובנאי העתקה ולא באמצעות בנאי ברירת מחדל, למרות שהם התבקשו לעשות שימוש בכל גרסאות הבנאים השונות שהוגדרו במחלקה. בציטוט מתוך ראיון עם י. נאמר כי:

אין צורך לזמן בנאי ברירת מחדל. הוא מופעל באופן אוטומטי.

סטודנטים הפגינו קשיים בהבנת מימוש "מנגנון השפה", שמוסיף את ההגדרה של בנאי ברירת מחדל, במקרים שבהם המתכנת אינו מגדיר כל בנאי. סטודנט זה "מרחיב מושגית" את מאפייני בנאי ברירת מחדל ומאמין שהוא מופעל באופן אוטומטי. הסטודנט מייחס למהדר את היכולת לזמן את בנאי ברירת מחדל באופן אוטומטי גם מבלי ש"נאמר לו" מפורשות לעשות זאת.

השתקפות התת-קטגוריה "הצרה של מאפיינים"

(2.2) בדוגמה 2

סטודנטים הפגינו חוסר הבנה ביחס למשמעות המושג יצירת עצם וחשבו שיצירת עצם זהה להגדרה של משתנה "רגיל". 16 מתוך 40 סטודנטים (40%) הראו חוסר הבנה כזה. הציטוט הבא הוא תגובה של סטודנט בראיון:

יצירת עצם? אני לא מבין איך עצם שונה ממשתנה רגיל, כי גם למשתנה "רגיל" מוקצה זיכרון בעת הגדרתו.

הסטודנט "צמצם מושגית" את מאפייני הבנאי. הוא הבין את תהליך יצירת העצם כתהליך של הקצאת משתנה "רגיל" במהלך ביצוע התוכנית. מנגנון יצירת העצם משתמש בעת יצירת העצם במילה השמורה "new" ובכל זאת חלק מהסטודנטים רואים בו הקצאה של תא משתנה "רגיל".

5.3 קטגוריות של הרחבה וצמצום

תשובות הסטודנטים לשאלונים השונים נותחו, תוך התייחסות להרחבה ולהצרה של מאפייני המושגים השונים. בנייתו שלנו הוגדרה היררכיה של

המחקרית אפיונים קוגניטיביים, המתאימים לאלו שנמצאו בניית פתרונות הסטודנטים שלנו אשר קיבלו חיזוק בעקבות ראיונות שערכנו עם חלק מהסטודנטים. מצאנו כי הנטייה של הסטודנטים להרחיב ולהצר את המאפיינים של המושגים והמונחים הבסיסיים ב-OOP מחזקת ומרחיבה מחקרים קודמים אלו.

נציג לדוגמה את המחקרים בהוראת מתמטיקה ומדעי המחשב שלהלן, המתקשרים לקשיים שמצאנו:

א. מחקרו של Du Boulay [6] מתייחס בין היתר לקטגוריות של התפיסות המוטעות הבאות: (1) **שימוש לא נכון באנלוגיות** (*misapplication of analogy*). למשל, התייחסות אל משתנה כקופסה שניתן להכניס לתוכה הרבה ערכים. (2) **הכללת יתר** (*overgeneralization*) **והטלה** (*projection*) המתבטאות בהשלכה לא נכונה ממבנה אחד למשנהו, הן בהיבט התחבירי, והן בהיבט של משמעות המבנים.

ב. מחקרים של Rath ו-Brown [17] מתייחס לתפיסות שגויות המונחות ביסוד הבנת תכנות (*underlying conceptions*) ומבחין בין: (1) **ייחוס חשיבה עצמאית למחשב** (*Independent thinking*). יכולת הבנה, הסקת מסקנות, יכולות בלתי תלויות של המחשב לבצע מעבר למה ש"נאמר לו" בצורה מפורשת. (2) **תפיסות בלתי שלמות של המחשב**. למשל, תפיסה אלגברית של תכנות באה לידי ביטוי בפרוש לא נכון של מבנים בשפת התכנות (למשל, התייחסות להוראת השמה כאל יחס השוויון), או בתפיסה לא נכונה של תהליכי חישוב. תפיסות לא שלמות אינן גורמות בהכרח לכתיבת תכנית שגויה, אך לפי מבנה התכנית משתמע שיש לקות מסוימת בתפיסתו של התלמיד.

ג. מחקרו של Vinner [26] מציג נקודת מבט, המאפשרת הבנה וניתוח תופעות בתהליך הלימוד של מושג הפונקציה. לפי נקודת מבט זו קיימים שני "תאים" שונים במבנה הקוגניטיבי. "תא" אחד להגדרות ו"תא" שני **לדימוי המושג** (*concept image*). במרבית המקרים קיימות הגדרות הגיוניות, אבל ברגע שניתנות דוגמאות ספציפיות ע"י מורה או ע"י ספר, תא ההגדרות הופך להיות לא פעיל או אפילו נשכח. התא הפעיל הוא תא הדימוי. לכן כדי לעסוק

1.2.12 השמה של עצם אחד לעצם שני מייצרת עצם חדש (22%).

1.2.13 יצירת עצם מטיפוס מורכב יוצרת אוטומטית את העצמים הפשוטים המוכלים בו (22%).

2. הצרה

2.1 אחד לעומת כמה

2.1.1 מותר להגדיר רק בנאי אחד במחלקה (5%).

2.1.2 בעזרת בנאי ניתן ליצור עצם אחד בלבד (17%).

2.2 הצרה של מאפיינים

2.2.1 יש להעביר את תכונת המחלקה כפרמטר לצורך הפעלת שיטה של מחלקה, שמתייחסת אל התכונה (30%).

2.2.2 ניתן להתייחס לעצם מטיפוס פשוט, המוכל בטיפוס מורכב, כאל משתנה רגיל (47%).

2.2.3 לא ניתן להגדיר הרשאת גישה ציבורית לתכונה (45%).

2.2.4 לא ניתן לפנות אל תכונת מחלקה דרך שם המחלקה (12%).

2.2.5 לא ניתן לפנות אל תכונת מחלקה דרך שם העצם (37%).

2.2.6 השמה בין עצמים מעדכנת את ערכי התכונות של העצם ולא דורסת אותן (25%).

2.2.7 "יצירה של עצם" שקולה להגדרת משתנה (40%).

2.2.8 תהליך יצירת עצם הוא רק ביצוע גוף הבנאי (15%).

2.2.9 השוואה בין שמות העצמים היא השוואה בין כל התכונות שלהם (47%).

2.2.10 יש להעביר את האובייקט המפעיל כפרמטר (29%).

6. דיון

במחקר מצאנו כי לומדים מתחילים מראים תפיסות קונספטואליות של הרחבה והצרה של תכונות ו/או של מושגים והגדרות בסיסיות. בהתייחס לחלוקה לקטגוריות שהצגנו, זיהינו כי קיימים בספרות

שהתפיסות השגויות הופיעו אצל לומדים רבים (כמה מהם אפילו קרובים ל-50%).

7. מסקנות

מחקר זה מציג קשיים ותפיסות שגויות של סטודנטים לתואר ראשון בלימוד המונחים והמושגים הבסיסיים של הגישה המונחית עצמים. התרומה של המחקר היא בנקודת מבט חדשה, שמציעה איפיון וסיווג של אוסף רחב ויסודי של כל התפיסות המוטעות שנצפו. נקודת מבט זאת, מאירה בעיקר את נטיות הסטודנטים להרחיב ולצמצם את התכונות של המושגים והמונחים הבסיסיים, כולל אלה כדוגמת: מחלקה, עצם, תכונות, הרשאת גישה, טיפוס, בנאי, יצירת עצם, טיפוס מורכב ועוד.

אנו מציגים מבנה מסודר, המכיל קטגוריות, תת-קטגוריות וקטגוריות משנה למגוון רחב של תפיסות שגויות שעלו אצל לומדי OOP מתחילים. המבנה כולל 2 קטגוריות ראשיות, 4 תת-קטגוריות ו-27 קטגוריות משנה מפורטות. בפרט, 15 קטגוריות משנה המתארות את התפיסה של הרחבה ו-12 קטגוריות משנה המתארות את התפיסה של ההצרה. שתי תתי-הקטגוריות *כמה לעומת אחד* ו-*אחד לעומת כמה* מעניינות במיוחד וממחישות את התרומה המקורית של המחקר שלנו. אחד המושגים המרכזיים ב-OOP הוא מופעים רבים לישות אחת, במיוחד ניתן להתייחס לעצמים רבים ממחלקה אחת ומספר בנאים ליצירת עצם יחיד. כפי שהממצאים שלנו מראים מושג מפתח זה לא בהכרח נתפס נכון אצל מתחילים.

מתחילים נוטים לצמצם ו/או להרחיב את התכונות של מונחי OOP בסיסיים. מהממצאים במחקר שלנו, המחזקים ומרחיבים מחקרים קודמים בהוראת מתמטיקה ומדעי המחשב, עולות מספר הבחנות:

- עבור מספר לא קטן של מושגי יסוד בסיסיים, דימוי המושג אינו זהה להגדרה המדויקת של המושג. חוסר הדיוק בדימוי המושג מתבטא בהרחבה או הצרה של תכונות המושג.
- חלק מהתפיסות המוטעות נובעות מדוגמאות ספציפיות, המוצגות למתחילים, שכתוצאה מהן הם משתמשים באנלוגיות לא נכונות, בהכללות שגויות ובייחוס חשיבה עצמאית למחשב.

במושג נחוץ לנו דימוי המושג ולא הגדרתו. המושג-דימוי מושג- הוא בעל חשיבות מיוחדת, שכן הוא מתאר את תהליך הלמידה, הכולל את ההתפתחות האסוציאטיבית הלא מדויקת של המושג.

נדגים זאת בצורה יותר ספציפית. הכללת יתר (overgeneralization) המוזכרת בסעיף א' למעלה ניתן לראות בתתי-הקטגוריות 1.2.6 ו-1.2.9. במקרה של 1.2.9: מאחר וניתן לייצר עצמים בעזרת בנאי ברירת מחדל גם אם הוא לא מוגדר במחלקה, סטודנטים נוטים להרחיב תכונה זאת והם מאמינים שניתן לייצר תמיד עצמים באמצעות בנאי ברירת מחדל. הדבר שגוי כאשר מוגדרים בנאים נוספים במחלקה. חשיבה עצמאית (independent thinking) מופיעה בתתי-הקטגוריות 1.2.7, 1.2.11 ו-1.2.13. במקרה של 1.2.13: יצירת עצם מטיפוס מורכב יוצרת אוטומטית את העצמים הפשוטים המוכללים בו. הסטודנטים מייחסים חשיבה עצמאית למחשב והם מאמינים שמספיק להפעיל את הבנאי של הטיפוס המורכב והטיפוסים הפשוטים שבו ייוצרו באופן אוטומטי. אנלוגיות שגויות (improper analogies) והטלה (projection) ניכרים למשל בתתי-הקטגוריות 1.1.2, 1.2.2, 2.1.2, 2.2.4 ו-2.2.5. במקרה של 2.2.5: מאחר ולא ניתן לפנות ישירות לתכונות מופע של העצם ממחלקה חיצונית, סטודנטים מטילים את אותן המגבלות על העצם. סטודנטים חושבים שלא ניתן לפנות אל תכונות מחלקה באמצעות עצמים, שהוגדרו מטיפוס המחלקה. בנוסף, מרבית התפיסות השגויות של הרחבה והצרה של המושגים קשורות לדימוי מושג (concept image) שגוי. ניתן לראות זאת בעיקר בתתי-הקטגוריות 1.2.4, 1.2.9, 1.2.12, 2.1.1, 2.2.6 ו-2.2.8. במקרה של 2.2.6: סטודנטים מתקשים להבין כי משתנה, המייצג עצם מחזיק את כתובת העצם. הם מאמינים שהשמה של עצם אחד לשני מעתיקה את תכונות העצם.

תרומתו העיקרית של מחקר זה היא בהצגת מסגרת, המשלבת את כל ההיבטים, במבנה היררכי מסווג ומפורט, שמסייע להבחין בנטיות הסטודנט להרחיב ולצמצם תכונות של מושגים שונים. מעיון בנתונים הסטטיסטיים המפורטים בסעיף 5.3 ניתן לראות

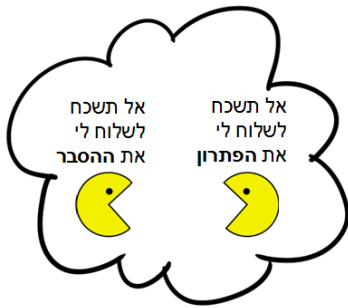
- [3] Bishop, J. M. (1998). *Java Gently*. Harlow, UK: Addison-Wesley.
- [4] Corradi, A. & Leonardi, L. (2000). Static vs. dynamic issues in object-oriented programming languages. *Journal of Object-Oriented Programming* [online], October, 2000.
- [5] Decker, R. & Hirshfield, S. (1994). The Top 10 Reasons Why Object-Oriented Programming Can't Be Taught in CS1. *ACM SIGCSE Bulletin*, 26(1), 51-55.
- [6] Du Boulay, B. (1986). Some Difficulties of Learning to Program. *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 57-73.
- [7] Eckerdal, A., McCartney, R., Mostrom, J.E., Ratcliffe, M., & Zander, C. (2006). Can graduating students design software systems? *Proceedings SIGCSE '06*.
- [8] Eckerdal, A. & Thuné, M. (2005). Novice java programmers' conceptions of "object" and "class", and variation theory. *SIGCSE Bulletin*, 37(3), 89-93.
- [9] Fleury, A. E. (2000). Programming in Java students-constructed rules. *SIGCSE Bulletin*, 32(1), 197-201.
- [10] Garner, S., Haden, P. & Robins, A. (2005). My program is correct but it doesn't run: a preliminary investigation of novice programmers' problems. *7th Australasian conf. on Computer Education*, p.173-180.
- [11] Hadjerrouit, S. (1998b). A constructivist framework for integrating the Java paradigm into the undergraduate curriculum. *ACM SIGCSE Bulletin*, 30(3), 105-107.
- חלק מתכונות המושג נתפסות כאוסף של פעולות יותר מאשר כתכונות המוגדרות היטב. הדבר מבטא מבט אופרטיבי על תכונות, לעומת המבט הדקלרטיבי הרצוי.
 - בעקבות הממצאים של מחקר זה, אנו מציעים מספר הצעות למורים ליישום בהוראה:
 - היו מודעים לכך שתלמידים נוטים להרחיב או לצמצם תכונות של מושגים.
 - יש לשים לב במיוחד להרחבה ולהצרה הכוללים: "כמה לעומת אחד" ו-"אחד לעומת כמה", וכן הרחבות והצרות המתייחסות ליצירת עצמים, טיפוס מורכב והמושג "סטטי".
 - תלמידים מתחילים נוהגים לפתח דימוי מושג בעקבות דוגמאות שהם רואים ומתרגלים. יש להיות מודעים לנטייה זאת, להדגים מגוון רחב של דוגמאות בכיתה ובשיעורי הבית, תוך התייחסות לתתי-הקטגוריות של התפיסות השגויות, המוצגות במחקר זה.
 - מומלץ להציג למתחילים שאלונים עם תשובות שגויות ולדון בכיתה על הקשיים והבעיות שכל אחד מהלומדים המתחילים צריך להיות מודע אליהם.
- תקוותינו היא כי הממצאים שהוצגו במאמר זה יסייעו למורים ולתלמידים לזהות בצורה טובה יותר את הקשיים עם מונחים ומושגים בסיסיים ב-OOP. מחקר עתידי עשוי להרחיב את הממצאים שלנו בתחום של OOP ובתחומי CS נוספים. בפרט, יכול להיות מועיל לבחון נטיות של תלמידים ליצור ולפתח דימויי מושג, שמרחיבים או מצרים הגדרות ותפקידים של מונחים, מושגים וישויות בקורסי יסוד אחרים, שאינם קורסי תכנות ב-OOP.
- ## 8. מקורות
- [1] רגוניס, נ. (2004). הוראת תכנות מונחה עצמים למתחילים. חיבור לשם קבלת התואר דוקטור לפילוסופיה, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- [2] Biddle, R. & Tempero, E. (1998). Java pitfalls for beginners. *ACM SIGCSE Bulletin*, 30(2), 48-52.

- science education, p.332-336, March 12-15, Portland, Oregon, USA.
- [20] Sanders, K. & Thomas, L. (2007). Checklists for grading object-oriented CS1 programs: concepts and misconceptions. *ACM SIGCSE Bull.*, 39(3), 166–170.
- [21] Spohrer, J. C. & Soloway, E. (1988). Novice mistakes: Are the folk wisdoms correct? *Studying the Novice Programmer*, Soloway, E. and Spohrer, J. C. (eds), Lawrence Erlbaum, 401-416.
- [22] Stewart, M. K. (1992). The natural history of objects. *C++ Report (supplement)*, 12-13.
- [23] Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some materials are difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12, 185-233.
- [24] Thomasson, B.(2005). *Identifying Faults and Misconceptions of Novice Programmers Learning Object Oriented Design*, PhD Thesis, University of Wales, Aberystwyth.
- [25] Thomasson, B., Ratcliffe, M., & Thomas, L. (2006). Identifying novice difficulties in object oriented design. *SIGCSE Bulletin*, 38(3), 28–32.
- [26] Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function, *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 14(3), 293-305.
- [27] Woodman, M., Davies, G. & Holland, S. (1996). The joy of software – starting with objects. *ACM SIGCSE Bulletin*, 28(1), 88-92.
- [12] Hadjerrouit, S. (1999). A constructivist approach to object-oriented design and programming. *ACM SIGCSE Bulletin*, 31(13), 171-174.
- [13] Holland, S., Griffiths, R. & Woodman, M. (1997). Avoiding object misconceptions. *ACM SIGCSE Bulletin*, 29(1), 131-134.
- [14] Koffman, E. & Wolz, U. (1999). *Problem solving with Java*. Harlow, UK: Addison-Wesley.
- [15] McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagen, D., Kolikant, Y., Laxer, C., Thomas, L. A., Utting, I., and Wilusz, T.(2001). A Multi National Study of Assessment of Programming Skills of First year CS students, *SIGCSE Bulletin*, 33(4), 125-140.
- [16] Parlante, N. (1997). Teaching with object-orientation libraries. *ACM SIGCSE Bulletin*, 29(1), 140-144.
- [17] Rath, A. & Brown, D. E. (1995). Conceptions of human-computer interaction: A model for understanding student errors, *Journal of Educational Computing Research*, 12(4), 395-409.
- [18] Robins, A., Rountree, A.J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion, *Computer Science Education*, 13(2), 137 – 172.
- [19] Sanders, K., Boustendt, J., Eckerdal, A., McCartney, R., Moström, J. E., Thomas, L., & Zander, C. (2008). Student Understanding of Object-Oriented Programming as Expressed in Concept Maps. Proceedings of the 39th ACM Technical symposium on Computer

לומדים תכנות עם פקמן

אודי מלכה

מכללת אורט קרית ביאליק



הפרויקט "לומדים תכנות עם פקמן" הוא יוזמה של תלמידי כיתת י"ג תוכנה במכללת אורט קרית ביאליק (היום נמצאים לקראת סיום לימודי מסלול הנדסאים) והוא כולל מדריך תכנות המבוסס על המשחק פקמן שנוצר בשיתוף התלמידים ופותח מתוך שילוב של משימת תכנות מורכבת ודיונים שנערכו בכיתה כחלק מהמיזם. ייחודו של הפרויקט הוא במשוב ההדדי שבו אני כמורה מעיר על פתרונות של התלמידים והם מעירים לי על הסברים שכתבתי לאור הפתרונות שלהם. בנוסף למדריך התכנות הוקם בשיתוף עם התלמידים אתר אינטרנט לתייעוד התוצרים של התלמידים. האתר משמש לשימוש האישי של התלמידים בהמשך לימודיהם, למחזורים שיבואו אחריהם ולכלל המתעניינים והלומדים את הנושא.

אבולוציה של מטלה

מורכבת לקוד קיים). חלק מההשיגאות שימשו אותנו כנושא לדיון בכיתה שצמחו ממנו תובנות העוסקות בנושאי הלימוד וגם בהתנהלות וניהול פרויקט תוכנה. בסיום שלב ההגשה עברנו לשלב הבא: התלמידים ואני דנו באופן שבו יש ללמד את נושאי הלימוד שנלמדו במהלך סמסטר שלם באמצעות מתן דוגמאות מתוך הפתרונות שלהם. לאחר שדנו באופן שבו יש להסביר את הדוגמאות על פי נושאי הלימוד, כתבתי את ההסברים ושלחתי את ההסברים לתלמידים לבדיקה. התלמידים ביקרו, יעצו, החמיאו ובמקרים מסוימים גם קטלו את ההסברים שכתבתי. בכל פעם שקיבלתי מהם תגובות והערות לשיפור העליתי את ההסברים החדשים לאתר האינטרנט שבנינו לצורך המשימה והתלמידים הגיבו במשוב חוזר. המשוב של התלמידים התייחס לניסוח של ההסברים במדריך, המיקוד של ההסברים בנושאים מסוימים ולא אחרים, דגשים שיש לתת עליהם את הדעת בעת ההסברים, דגשים העוסקים בהשוואות, הבדלים מהותיים ודקויות, טיפים לכתיבה יעילה ונושאים נוספים. תהליך השיפור של ההסבר שכתבתי מתוך הערות התלמידים וקבלת משוב חדש כלל מספר משובים חוזרים עד שהגענו למדריך שהתלמידים ואני היינו שבעי רצון ממנו.

לקראת סיומו של הסמסטר אני נוהג לתת לתלמידים מטלה מסכמת אשר מצריכה כל תלמיד להשתמש בכישורים של חשיבה מסדר גבוה על מנת לפתור את המטלה. התלמידים נדרשים לפרק את המשימה לתתי משימות, לתכנן כל חלק, לשלב אותן ליחידה אחת בשלב האינטגרציה ולבסוף לממש בעצמם את כל היחידות ולערוך בדיקות. לאחר התייעצות החלטנו התלמידים ואני שהמשימה הנוכחית תהיה ייצוג של המשחק פקמן. כל תלמיד ביצע את כל השלבים במשימה לבדו ונדרש להחליט מהיכן להתחיל לעבוד על המטלה ולמעשה להיות בעצמו מנהל הפרויקט. כחלק מהמטלה התמודדו התלמידים עם פתרון בעיות ואף התנסו בלימוד עצמי של נושאים שלא נלמדו קודם לכן.

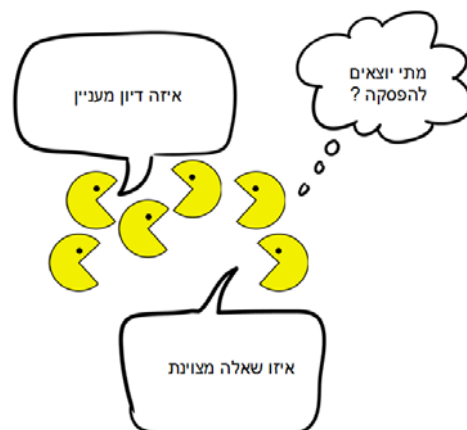
לאחר שכל התלמידים שלחו אלי בדוא"ל את הפתרונות שלהם למשימה, עברתי על הפתרונות שלהם והחזרתי להם הערות שחלקן עוסקות בתכנון, חלקן באופן המימוש וחלקן בלוגיקה הפנימית שיצרו. לאחר שקיבלו את ההערות התלמידים תיקנו, שיפרו ושלחו לי את הפתרון. חלקם פיתחו את הפתרון בצורה של הרחבה (הוספה של מאפיינים חדשים) וחלקם בצורה של העמקה (הוספה של לוגיקה

של תלמיד מסוים אלא שחשוב יותר ליצור מדריך תכנות איכותי ומועיל המשותף לכולם. מבחינה זו, לטעויות ולשאלות של התלמידים יש משמעות חיובית כיוון שאפשר ללמוד דברים חדשים וקיימת אפשרות לתיקון רק כאשר יש טעויות או נקודות לשיפור. כך, עם הזמן, התלמידים מבינים שטעויות הן לא דבר שלילי בתהליך הלמידה אלא הן מהוות הזדמנות ללמוד ולהבין משהו חדש. באופן כזה, הטעויות מובילות את התלמידים לחקור את הנושא לעומק, לגלות ולפתח תובנות חדשות לגביו ולסגל לעצמם הרגל שבסיסו הוא שאין סיבה להשאיר נושא לא מובן - פשוט צריך להמשיך לחקור, לנסות, לתהות ולטעות וגם ללמוד מכך.

4. כמורה, גיליתי שהמשוב שלי לתלמידים לשיפור פתרונותיהם והמשוב של התלמידים להסברים שלי לבניית המדריך עוזרים לי כמורה להתפתח מקצועית. הבדיקה החוזרת של פתרונות התלמידים עוזרת לי לפתח את היכולת לקחת לכאורה חסרון (טעויות של תלמידים) ולהפוך אותה ליתרון חשוב (ידע שעוסק בנקודות שבהן תלמידים טועים ומתקשים). בנוסף, ההערות הבונות של התלמידים והמשוב שלהם לגבי ההסברים שלי לפתרונות שלהם ממקד אותי לאלו הסברים היו טובים יותר ואלו פחות ודורשים שיפור.

5. התוצר חשוב אבל אולי הוא בכלל לא העיקר. אני מסביר לתלמידים את המטרה של כל המיזם מנקודת המבט שלי ומציין בפניהם כי מעבר לתוצר של המטלה שהוא מדריך תכנות איכותי, חשוב שהם יהיו מודעים לתהליכים שהם עוברים במהלך המשימה, יחוו את התהליך וילמדו מהמשימה גם על עצמם: הכישורים הניהוליים שלהם, עבודת צוות (בשלב המשוב על המדריך) ושיפור עצמי. כל אלה חשובים לא פחות ממדריך התכנות שיצרו ושמצא בסוף הדרך.

6. כאשר נתקלתי בשאלות של תלמידים המעידות על חקירה מעמיקה של הנושא עצרתי את מהלך השיעור והפניתי את השאלה אל התלמידים. לעיתים הפניתי תלמיד ששאל שאלה אל תלמיד אחר שנתקל בבעיה דומה על מנת שידונו יחד על



10 יתרונות לפיתוח מדריך תכנות עם התלמידים:

1. העובדה שהתלמידים היו חלק בלתי נפרד מפיתוח המדריך ותכנון יצרה אצלם מחויבות לבניית המדריך ולאיכותו, בעיקר לאור העובדה שהוא הוצג כמדריך אשר מיועד לשמש אותם בשלבים מאוחרים יותר בלימודיהם, לשמש כיתות אחרות הלומדות את הנושא, לשמש את המחזורים שיבואו אחריהם וכן מחויבות מיוחדת לאור הידיעה כי הוא יוצג גם באתר אינטרנט ויהיה ציבורי וחשוף לעיני כל.
2. מעצם השיתוף בבניה של המדריך עם התלמידים ובאופן שהוא נבנה יש מסר לתלמידים שלכל אחד מהשותפים קיימת אפשרות לתרומה וזה לפרויקט ולכן אין מישהו חשוב יותר בפרויקט או בעל תפקיד נחשב יותר בפיתוחו. המסר הזה מתחזק לאור העובדה שאתה כמורה מעביר משוב על התוצרים של התלמידים ולאחר מכן התלמידים מעבירים משוב על ההסברים שלך.



3. בנוסף, עולה אצל התלמידים התחושה שאין חשיבות בפרויקט למציאת הפתרון הטוב ביותר

הדרכים בהן ניסיתי לעזור להם למקד את הבעיות שחוו במהלך המטלה שקבלו, האם הדרכים היו אפקטיביות וכן האופנים שבהם אני מיקדתי את הקושי שלהם והסברתי מה הם לא הבינו. כך הם מודעים לתהליכי החשיבה שלהם ויודעים לנתח את הבעיה כמי שמסתכלים עליה מהצד.

10. כל תלמיד כתב תוכניות שלמות שבהן נעזרתי בבניית המדריך, כך שאין תלמיד שהיה לו חלק שולי בפרויקט או שלא היה יכול לכתוב משוב על חלקים שלא כתב בעצמו. כל התלמידים כתבו את כל החלקים בעצמם ולכן כל תלמיד הבין את כל חלקי הפרויקט, קרא את כל ההסברים והיה בעמדה שהוא מסוגל להעיר על כל אחד מהם (על ההסברים במדריך או על שאלות והערות עמיתים).

סיכום

כתיבת מדריך התכנות יחד עם התלמידים שלי הייתה חוויה משותפת אשר שילבה לימוד, הנאה, גיבוש כיתתי וערך מוסף הרבה מעבר ללימוד הסטנדרטי של הרצאה פרונטאלית מול התלמידים. לדעתי, דוגמה אישית היא כלי החינוך האפקטיבי ביותר. כאשר תלמיד רואה שהמורה שלו מתפתח יחד איתו, שתמיד יש מה ללמוד – "אפילו" למורה, שגם המורה טועה אך הוא רואה את הטעות כהזדמנות ומעוניין להשתפר, שהשיפור הוא תהליך ולא פחות חשוב – שבדרך להגשת העבודה או המבחן או הציון – יש מסע של למידה שחבל לא ליהנות ממנו.



למעוניינים לגלוש לאתר האינטרנט של הפרויקט ולצפות במדריך של "לומדים תכנות מונחה עצמים עם פקמן" מצורפת כתובת האתר:

<https://sites.google.com/site/oopwithpacman/>

פתרון אפשרי. כאשר התלמידים מסבירים אחד לשני במילים שלהם ורואים שהם נתקלים באותן הבעיות זה מביא אותם לידי הבנה שלפעמים כדאי להתייעץ עם חבר לכיתה ולא מיד "לרוץ" לחפש באינטרנט. ככל שיפנימו את המסר הזה ויהפכו אותו להרגל – כך קהילת הלמידה שתיווצר בכיתה תהיה גדולה ופורייה יותר.

7. אני לא יכול לחשוב על משהו מתאים יותר מלהסביר מה הקושי בהבנת נושא וביישומו מאשר תלמידים שרק למדו את הנושא וחלקם עדיין מתקשים בו. התלמידים שלמדו את הנושא לא מכבר ידעו טוב מכולם היכן הם עצמם מתקשים במהלך לימוד הנושא, מה הם לא הבינו, אלו תתי נושאים קשים יותר להבנה מאחרים, מה הבינו בצורה חלקית או לא נכונה, מה מבלבל ומה פשוט יחסית להבנה, על מה כדאי להתעכב ומהן נקודות המפתח להבנה.



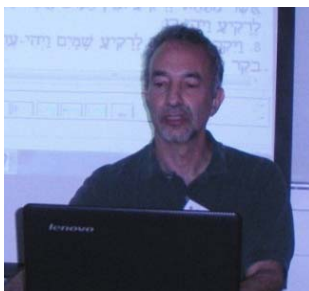
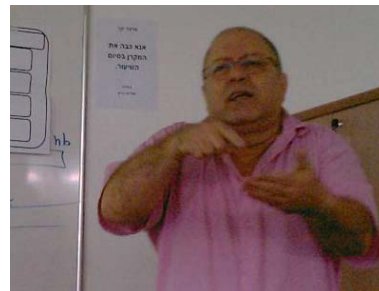
8. כשמדובר בתלמידי כיתה שלמה יש לא מעט מידע כתוצאה מהמשוב שלהם, מידע שבחלקו משלים ובחלקו סותר כתוצאה מחילוקי דעות בין התלמידים, אך תפיסתו כשלם יכולה לספק תמונת מצב עדכנית ומדויקת המשקפת את רמת ההבנה והנקודות הקריטיות שעברו התלמידים בדרך להבנה בנושא שעליו נבנה המדריך. העובדה שמדובר בכיתה שלמה משפיעה גם על זמן הכתיבה של המדריך. המדריך שנוצר הינו איכותי ועדיין נכתב בזמן קצר לעומת הזמן שהייתה אורכת בנייתו של מדריך דומה על ידי אדם בודד או אפילו קבוצה מצומצמת של בעלי ידע בתחום. מדובר בכתיבה של 18 פתרונות על ידי 18 תלמידים ומשוב שלהם על ההסברים המלווים את הדוגמאות שלהם.

9. אחד הכלים שבהם נעזרתי בפרויקט זה הוא עימות התלמידים עם דרכי החשיבה שלהם. בכיתה התנהל דיון כיתתי על מנת להבין היכן התלמידים שגו או יכלו לכתוב פתרון יעיל יותר, מה לדעתם הטעויות שלי באופן שבו אני מסביר,

סמינר קיץ תשע"ב למורים מובילים

ביולי 2012 התקיים בטכניון סמינר קיץ תשע"ב למורים מובילים במדעי המחשב, בהשתתפות 22 מורים. ההרצאות שניתנו בסמינר:

פרופ' ראובן בר-יהודה, הטכניון	הוראת רקורסיה ואינדוקציה במדעי המחשב
פרופ' דן גבעולי, הטכניון	ניתוח התפשטות סדקים, זרימה סביב מטוסים וחיזוי מזג אוויר – מכניקה חישובית, ושיטת האלמנטים הסופיים
פרופ' ארז פטרנק, הטכניון	תכנות מקבילי על מחשבים מקבילים
רוני אלנקרי	מודלים חישוביים: פירוק והרכבה מסוג שרשר שפות
ד"ר וליד ח'ליפה	חשיבה אינטואיטיבית בטיפול במבני נתונים מופשטים
רונית שמלו	פרשנויות מורחבות ומצומצמות למושגי יסוד בתכנות מונחה עצמים
אהובה שפרלינג ודורית ליקרמן	שילוב בינה מלאכותית ומכונות לומדות בקורס הנדסת תוכנה לתלמידי תיכון
פרופ' מייקל גולדובר, אוניברסיטת Xavier ארה"ב	הוראת מדעי המחשב סביב משימות לתועלת החברה
סקוט פורטנוף, מורה למדעי המחשב בלוס אנג'לס ארה"ב	הוראת מדעי המחשב לתלמידי תיכון בארה"ב: תכניות לימודים וחומרי לימוד
פרופ' סטיב קופר, אוניברסיטת סטנפורד, ארה"ב	סביבת אלס – שיקולי הפיתוח של הסביבה, חומרי לימוד לתלמידי תיכון



..... החומרים שהוצגו בסמינר ניתנים לצפייה באתר המרכז הארצי

כנס המורים הארצי תשע"ב

ביולי 2012 התקיים בטכניון כנס המורים הארצי, בשילוב עם הכנס הבינלאומי ITiCSE-2012. משתתפי הכנס שמעו הרצאה של פרופ' רון אהרוני על מעגליות במתימטיקה ובמדעי המחשב ולאחר מכן בחרו בין הרצאות שניתנו במושב מקבילים. במסגרת ההרצאות המקבילות, הוצג מגוון רחב של נושאים: הרצאה של אסעד חאלד על "הכנסת משימות חקר לשיעורים של מדעי המחשב: המקרה של הוראת הנושא של יעילות זמן", הרצאה של פרופ' בני שור על קורס "מבוא מבוסס נושאים למדעי המחשב (לתלמידי מדעי המחשב באוניברסיטה)", עם שפת פייתון, הרצאה של אסתי אפלבוים שהציגה בכנס עבודות של תלמידים שמבוססות על מחלקת Grid, ושתי הרצאות של ולרי פקר ואורי ארד שהציגו חבילות גרפיות לשימוש בהוראת "יסודות" ו"עיצוב תוכנה".



בחלק השני של הכנס, הצטרפו המשתתפים לכנס ITiCSSE-2012 ויכלו להיכנס לכל ההרצאות של הכנס.

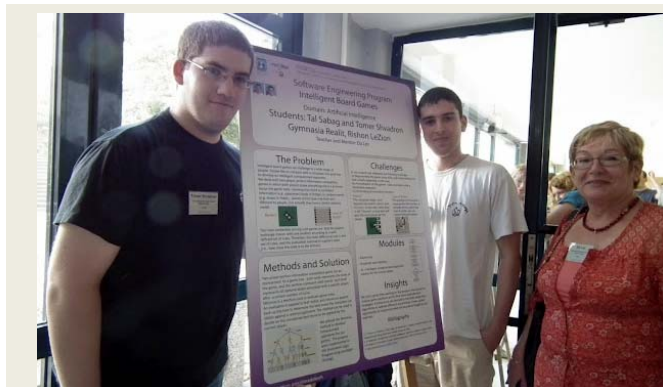


אסעד חאלד מציג את הפוסטר שלו בכנס ITiCSE בתמונה משותפת עם פרופ' מנואל בלוס מקרגני מלון



אהובה שפרלינג ודורית ליקרמן מציגות את המאמר שלהן בכנס ITiCSE

כמו כן, הוצגו בכנס 12 פרויקטים של תלמידי תיכון שנבחרו מכל הארץ והקיפו תחומי התמחות שונים.



טל סבג ותומר שבדרון מהגימנסיה הריאלית ע"ש קררי בראשון לציון הציגו פרויקט בבניה מלאכותית: לוחות משחק אינטליגנטיים. הפרויקט פותח בהנחית המורה אלה לב.

עמית זנדמן מתיכון הראל, מבשרת ציון, הציג פרויקט בתחום של תכנון ותכנות מערכות גרפיות: סימולציה של כור גרעיני. הפרויקט פותח בהנחית המורים ממי גוטביר וראובן בודנהיימר.



בר צח מתיכון עתיד למדעים בלוד הציג פרויקט בתחום של תכנון ותכנות מערכות הפעלה: מערכת תכנון יומית. הפרויקט פותח בהנחית המורה אלה מריאנובסקי.



דניאל קשתי מתיכון אהל שם ברמת גן הציג פרויקט בתחום של שירותי רשת: עולם הקולנוע. הפרויקט פותח בהנחית המורה איריס צור ברגורי.





מאור כרמי מתיכון ליאובק בחיפה הציג פרויקט בתחום של תכנון ותכנות מערכות מומחות – למידת מכונה: המחשב לומד לשחק Pentago. הפרויקט פותח בהנחית המורה אהובה שפרלינג.

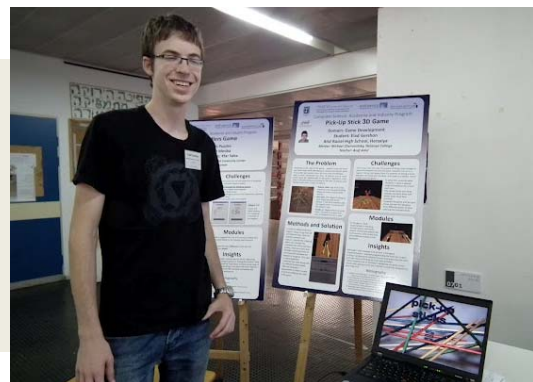
סלים גלוק מתיכון השלום בכפר דנון הציג פרויקט בתחום תכנון ותכנות מערכות טלפונים ניידים: שלט מרחוק של מערכת Bluetooth. הפרויקט פותח בהנחית המורה סאמח עבאס.



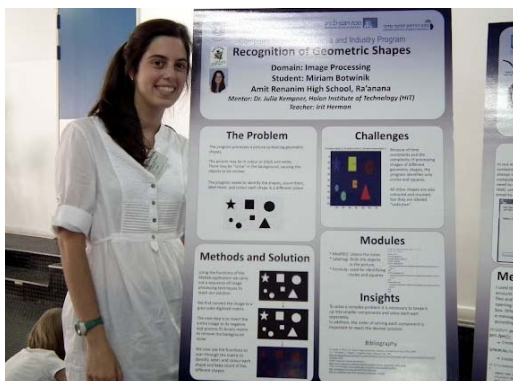
יונתן אמיר מבית הספר הדמוקרטי בכפר סבא הציג פרויקט בתחום תכנון ותכנות מערכות גרפיות: חיפוש מסלול. הפרויקט פותח בהנחיה של ד"ר ולדימיר נודלמן מהמכון הטכנולוגי בחולון והמורה גלית סלוצקי.



אלעד גרשון מתיכון עתיד רזיאל בהרצליה הציג פרויקט בתחום תכנון ותכנות מערכות גרפיות ופיתוח משחקים: משחק תלת ממדי Pick-Up Stick. הפרויקט פותח בהנחית מיכאל צ'רנובילסקי ממכללת נתניה והמורה אסף אמיר.



מרים בוטויניק מאמית רננים ברעננה הציגה פרויקט בתחום עיבוד תמונות: זיהוי צורות גיאומטריות. הפרויקט פותח בהנחית יוליה קמפנר מהמכון הטכנולוגי בחולון והמורה אירית הרמן.



לירן מסיקה מתיכון הרצוג בכפר
סבא הציג פרויקט בתחום פאזלים
לוגיים – המשחק Griddlers.
הפרויקט פותח בהנחית דן אופיר
מהמרכז האוניברסיטאי באריאל
והמורה זיוה קונצמן.



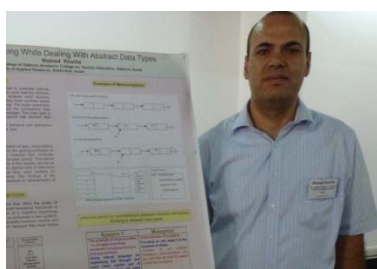
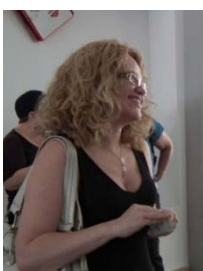
נבו הימלהוד מקרית החינוך דרור בבני דרור
הציג פרויקט בתחום של תכנון ותכנות מערכות
תקשורת: שליטה במחשבים בעזרת דואר
אלקטרוני. הפרויקט פותח בהנחית גלעד צור
ממכון ויצמן למדע והמורה לאה גבע.

טלי אליאס מתיכון עירוני י"ד בתל אביב
הציגה פרויקט בתחום של עיבוד תמונה:
עיבוד תמונות רנטגן. הפרויקט פותח
בהנחית דרור מלכה מהמכון הטכנולוגי
בחולון ואוניברסיטת בר אילן והמורה לאה
ברור.



..... תודה מיוחדת לד"ר ברוריה הברמן, ד"ר ססיל יחזקאל ואיריס צור ברגורי

..... על איתור הפרויקטים, בחירת התלמידים והנחייתם לקראת הכנס



הכנס הבינלאומי ITiCSE-2012

בתחילת יולי 2012 אירח הטכניון כנס אקדמי בינלאומי, בחסות ACM ו-SIGCSE, שעסק בהוראת מדעי המחשב:

ITiCSE 2012 – The 17th Annual Conference on Innovation and Technology in CS Education

בכנס השתתפו 180 מומחים בתחום שהגיעו מ- 27 מדינות: אוסטרליה, אוסטרליה, איטליה, ארצות הברית, ברזיל, בריטניה, גרמניה, דנמרק, דרום אפריקה, הודו, הולנד, טנזניה, יפן, ישראל, ליטא, ניו זילנד, ספרד, סינגפור, פולין, פורטוגל, פינלנד, צ'כיה, צרפת, קנדה, קניה, רוסיה, ושבדיה.

הכנס היה בין האירועים הרשמיים של שנת אלן טיורינג (לרגל חגיגות המאה של חייו ופועלו של אלן טיורינג) ושלוש הרצאות האורח שניתנו בכנס קושרו לאירועים אלה. פרופ' מיכאל רבין, מהאוניברסיטה העברית בירושלים ואוניברסיטת הווארד, זוכה פרס טיורינג לשנת 1975, נתן בכנס את ההרצאה הראשונה על החזון שלו להוראת מדעי המחשב לתלמידי תיכון. פרופ' לנור בלום, מאוניברסיטת קרנגי-מלון, נתנה את ההרצאה השנייה שעסקה בעבודתו של טיורינג הקשורה ביסודות של תכנות נומרי. פרופ' דוד הראל, ממכון ויצמן למדע, נתן את ההרצאה השלישית שעסקה בשלושת ההישגים המרכזיים של טיורינג: חישוביות, מידול ביולוגי ובינה מלאכותית, והסביר כיצד כל אחד מהתחומים האלה הניע והשפיע על עבודת המחקר שלו.

השבוע נפתח עם ארבע קבוצות עבודה שהתחילו את עבודתן לפני הכנס ועסקו בקביעת מדיניות של יושרה אקדמית, בפרויקטים תכנותיים לתועלת הכלל בקורסים של השנה הראשונה לסטודנטים במדעי המחשב, בהוראת מידול בתוכנית הלימודים במדעי המחשב, ובשילוב של תכנות טלפונים סלולריים בתוכניות הלימודים במדעי המחשב.

בנוסף להרצאות המוזמנות, הוצגו בכנס 60 מאמרים, 3 פאנלים מוזמנים, 23 פוסטרים ו- 13 הצגות של "tips, techniques & courseware" שכיסו מגוון נרחב של תחומים בהוראת מדעי המחשב.

התוכנית האקדמית של הכנס שולבה בטיולים לפני הכנס ואחריו, קבלת פנים למשתתפי הכנס, הצגת פרויקטים תכנותיים של תלמידי תיכון ישראלים, וארוחת ערב חגיגית שהתקיימה במלון חוף התמרים בעכו. הכנס זכה לשבחים רבים של משתתפי הכנס ורבים מהם ציינו שהם מתכוונים להגיע לישראל לביקורים נוספים בעתיד.



חלק מהנציגות הישראלית בכנס (כ- 40% ממשתתפי הכנס היו ישראלים)

מאמרים שהוצגו על ידי ישראלים בכנס

Pseudo Abstract Composition: The Case of Language Concatenation	רוני אלנקרי ודוד גינת
Are Children Capable of Learning Image Processing Concepts? Cognitive and Affective Aspects	חאלד אסעד ומשה ברק
Spaghetti for the Main Course? Observations on Naturalness of Scenario-Based Programming	מיכל גורדון, אסף מרון ואורני מרבאום סלנט
Enriching Introductory Programming Courses with Non-Intuitive Probability Experiments Component	יוליה קמפנר ו- Yana Kortsarts
A New Curriculum for Junior-High in Computer Science	איריס צור
Integrating the Teaching of Algorithmic Patterns into Computer Science Teacher Preparation Programs	נוע רגוניס
CS1001.py: A Topic-Based Introduction to Computer Science	בני שור ורני הוד
Fuzzy OOP: Expanded and Reduced Term Interpretations	רונית שמלו, נוע רגוניס, ודוד גינת
Integrating AI and Machine Learning in Software Engineering Course for High School Students	אהובה שפרלינג ודורית ליקרמן
Grade Inflation, What Students Value, and the Necessity of Suffering	טלי שרון ו- Paul Kingsley

פוסטרים שהוצגו על ידי ישראלים בכנס

Applying Advanced Technology Tools in Distance Learning: Case Study: Traffic Data and Road Safety	מונא אבוטיר-בגדדי, חאלד אסעד, וג'מאל ראין
Junior High School Students Performing Image Smoothing and Noise Filtering by Applying Mathematical Operations	חאלד אסעד
Teachers' Perception of Teaching Problem-solving Strategies to Novices	לביא בונימוביץ
The Effect of Mathematical vs. Verbal Formulation for Finite Automata	טלי דרור ודפנה לוי רשתי
How Innovative Technology Tools Can Be Used to Create New Methodology for Teaching Knowledge	אתי הרשקוביץ וברוריה הברמן
The Scientific Method and Software Testing Integrated into the Same Lesson	חנניה זלצר, ברוריה הברמן, וססיל יחזקאל
Intuitive Thinking while Dealing With Abstract Data Types	וליד ח'ליפה
Cryptography for the Million	יונתן חן, ערן לונדון, ומשה מונק
A Model of CS Teachers' Knowledge Growth	נעמי ליברמן, יפעת בן דוד קוליקנט, וכתריאל בארי
An Animation as an illustrate tool for learning concepts in oop	יעל מוסרי ונעמי ליברמן
Similarities in CSE and Gemara Education	גלית שריקי וברכה דאום-רייטר

בנוסף, אחד משלושת הפאנלים (מדעי המחשב כפעילות של מעורבות חברתית) אורגן על ידי הישראלים אסף זריצקי ואוהד ברזילי והשתתפו בו גם בני שור, מיכל סגלוב, דנה שושן-וול, אנה לוינסון, אורן צוקרמן. ויהודית גל עזר השתתפה גם בארגון פאנל נוסף (הסטנדרטים החדשים להוראת מדעי המחשב במערכת החינוך K-12 של ארגון המורים למדעי המחשב).



תודה מיוחדת לחברי הוועדה הישראלים שתרמו להצלחת הכנס:

דני אהרוני, מיכל ארמוני, רונית בן בסט לוי, יהודית גל עזר, ברוריה הברמן, תמי וילנר, אורית חזן, ססיל יחזקאל, ניב כפיר, תמי לפידות, בלה פורמן, תמר פז, אלה צור, ונוע רגוניס.

פרטים נוספים על ITiCSE-2012 ניתן למצוא באתר הכנס

<http://cse.proj.ac.il/iticse/>

ITiCSE
Haifa, Israel
3-5 July 2012



כנס המורים הארצי תשע"ג

הכנס הארצי למורי מדעי המחשב והנדסת תוכנה נערך השנה ביום רביעי 12.12.12, נר חמישי של חנוכה, בהשתתפות למעלה מ-350 מורות ומורים. הכנס נערך בחסות המחלקה למתמטיקה ולמדעי המחשב והיחידה לקידום מקצועי של עובדי הוראה באוניברסיטה הפתוחה ובעזרתם של ארגון המורים העל יסודיים וחברת אורקל ישראל. בכנס הוצגה פעילות הפיקוח בשנה האחרונה והפעילויות המתוכננות לשנה זו. בין השאר הוצגו ההשתלמויות הרבות הנפתחות בכל רחבי הארץ, בין היתר בבאר שבע, חיפה, ירושלים, ראשון לציון ותל אביב. זו השנה הראשונה בה השתתפו בכנס מורי מדעי המחשב מחטיבת הביניים ובזכות ההשתתפות המשולבת הזו, הודגשה בכנס הראייה השש שנתית של לימודי מדעי המחשב. בשלוש השנים האחרונות הצטרפו בהדרגה למשפחת מורי מדעי המחשב מורים רבים המלמדים מדעי המחשב בחטיבת הביניים במסגרת תכנית העתודה המדעית טכנולוגית. התכנית בחט"ב שמה דגש על פיתוח חשיבה אלגוריתמית ומתמקדת בתנאים ולולאות.

הכנס נפתח בדברי ברכה: פרופ' יהודית גל-עזר, מהמחלקה למתמטיקה ומדעי המחשב באוניברסיטה הפתוחה, יו"ר ועדת המקצוע, ד"ר אבי כהן, מפמ"ר מדעי המחשב וטכנולוגיות מידע ומר משה חורב, סגן נשיא ומנכ"ל אורקל ישראל, ברכו את באי הכנס.

ראשון המרצים היה ד"ר עופר רימון, מנהל המינהל למדע וטכנולוגיה בנושא "הובלת המצוינות בישראל באמצעות מדעי המחשב". ד"ר רימון דיבר על הצורך לחזק את היכולת התחרותית של מדינת ישראל ולחשוף את עולם המדע והטכנולוגיה ליותר תלמידים.

בהרצאה הציג ד"ר רימון כי נכון לשנת 2010, רק כ-38% מכלל התלמידים בישראל לומדים בחינוך הטכנולוגי. אחוז זה נמוך מהממוצע במדינות ה-OECD (44%) ונמוך בהרבה בהשוואה למדינות כמו גרמניה (כ-50%) או דנמרק (כ-47%). ד"ר רימון ציין עוד כי במסגרת השאיפה למצוינות הושקה תכנית העתודה המדעית טכנולוגית אותה מפעיל המינהל וכוללת הוראת מדעי המחשב החל מכיתה ז'. מטרת התכנית הינה להעלות את אחוז התלמידים הזכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית מ-6.2% בשנים 2009-2010, ל-20% בשנת 2020. תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית הינה תעודת בגרות הכוללת 5 יח"ל במתמטיקה, 5 יח"ל במדעי הטבע (פיסיקה, כימיה או ביולוגיה) ו-5 יח"ל במקצוע מדעי או טכנולוגי נוסף מבין 6 מקצועות שנבחרו.



הן מדעי המחשב והן הנדסת תכנה נכללים במסגרת תכנית זו ומכאן חשיבות המקצוע להצלחה במשימה שלקח המינהל על עצמו.

בתמונה: ד"ר עפר רימון, גב' איריס צור, ד"ר דורון זוהר, ד"ר אבי כהן

המרצה השני בכנס היה פרופ' טל הסנר מהמחלקה למתמטיקה ומדעי המחשב באוניברסיטה הפתוחה אשר הרצה על ראייה ממוחשבת. ראייה ממוחשבת היא כיום ענף מחקר מרכזי במדעי המחשב המתמודד עם בעיות אלגוריתמיות רבות ומגוונות כדי לפרש בצורה המדויקת את המידע הטמון בתמונה. המוח האנושי מתמודד בקלות עם בעיות מסוג זיהוי פני אדם מוכר בתמונה, איתור כוס על השולחן ועוד. פרופ' הסנר הציג את הקשיים העומדים בפני הבאים לפתור את הבעיה האלגוריתמית בה בהינתן תמונה, יש לספק את המידע המשתקף בה.

המרצה הבא היה **מר רן ארז**, יושב ראש ארגון המורים. מר ארז הציג בפני המורים את השינויים הן בהיבט הפדגוגי, הן בהיבט הניהולי והן בהיבט תנאי העסקת המורים החלים בשל התחלת הפעלת התכנית עוז לתמורה. פרטים על התכנית ניתן למצוא באתר עוז לתמורה:

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/oz/>

צוות מטה הסייבר הצה"לי הסביר על אתגרי הסייבר, הדגים אפשרויות איסוף מידע מהרשת ופרש את תהליכי המיון של צה"ל בגיוס למערך הסייבר.

גב' איריס צור הציגה את תוצאות מבחן המפמ"ר שנערך בסוף שנת תשע"ב לתלמידי כיתות ז' המשתתפים בתכנית העתודה המדעית טכנולוגית. המבחן כלל 9 שאלות, חלקן שאלות רב ברירה וחלקן שאלות פתוחות. השאלות נחלקו על פי תכני ההוראה (סדרת פעולות פשוטות, תנאים, לולאת לעולמים, לולאת חזור) ועל פי רמות חשיבה נדרשות בהתאם לטקסונומיה של בלום (ידע והבנה, יישום ואנליזה, חשיבה גבוהה). במבחן השתתפו 140 בתי ספר ובהם 4,082 תלמידים והוצגו תוצאות בחתכים המותאמים הן לתכני ההוראה והן לרמות החשיבה הנדרשת.



לאחר הפסקת צהריים התקיים פאנל בנושא תכנית הלימודים החדשה בחטיבה העליונה, אשר יישומה ייחל בשנת הלימודים הבאה תשע"ד. את הפאנל הנחה **ד"ר דורון זוהר** והשתתפו בו: **פרופ' יהודית גל-עזר**, יושבת ראש ועדת המקצוע, אשר דיברה על תכנית הלימודים במדעי המחשב בראיה עולמית.

פרופ' שמעון שוקן, יו"ר ועדת המקצוע היוצא, אשר דיבר על הקשיים בגיבוש תכנית הלימודים החדשה. **ד"ר אבי כהן**, מפמ"ר מדעי המחשב וטכנולוגיות מידע, אשר הסביר כיצד קוראים תכנית לימודים, בדגש על תפקיד המטלות הביצועיות ודרכי ההוראה.

גב' אירית ברזילי, אחראית בחינות הבגרות, אשר דיברה על הטמעת התכנית החדשה. **גב' איריס צור**, חברת ועדת המקצוע, אשר הציגה את השינויים העיקריים ביחידה הרביעית וכן דוגמאות לשאלות ברמת בגרות, המותאמות לתכנית הלימודים החדשה. **מר יורם לס**, מורה ותיק, אשר הציג דוגמת מבחן מבוסס עצמים המותאם לתכנית הלימודים החדשה ביסודות.



משתתפי הפאנל (מימין): יורם לס, איריס צור, שמעון שוקן, יהודית גל עזר, אירית ברזילי, אבי כהן

ניתן למצוא את מרבית החומרים שהוצגו בכנס

בבלוג החדש מדעי המחשב בחט"ע תחת הקטגוריה כנס המורים הארצי

<http://blog.csit.org.il/MyBlog.aspx?BlogID=31>



אנו מודים לכל מי שסייעו לארגון הכנס: פרופ' יהודית גל-עזר, פרופ' ציפי ארליך ראש המחלקה למתמטיקה ולמדעי המחשב, ד"ר אלה צור, גב' דפנה גרינבאום, וגב' נועה באומן מהאוניברסיטה הפתוחה. לארגון המורים על תרומתו לאירוע, לחברת אורקל על המתנה למורים ובעיקר לכל המורים שהגיעו לכנס.

ד"ר דורון זהר ואיריס צור

מארגני הכנס

חשיפה למדעי המחשב

כנס תלמידות ט' באוניברסיטה הפתוחה



ביום שני 31.12.12 התקיים בקמפוס האוניברסיטה הפתוחה ברעננה כנס לתלמידות כיתה ט' מכל הארץ. הכנס אורגן על-ידי מהנדסות מרכז המחקר והפיתוח של גוגל בישראל בסיוע של מרכז המורים הארצי למדעי המחשב.

מטרת הכנס : לחשוף את התלמידות לתחום של מדעי המחשב ולעודד אותן לבחור במקצוע במסגרת לימודיהן בתיכון.



תכנית הכנס

משתתפות הפאנל סיפרו על עצמן ומה הביא אותן לבחור במדעי המחשב. הן תיארו את העבודה שלהן במדעי המחשב, מה הן אוהבות בתחום, איך נראה יום עבודה טיפוסי שלהן, ומה היו רוצות לתרום למדעי המחשב בעתיד. חברת הפאנל התייחסו גם לשילוב הקריירה וחיי המשפחה, לתרומה של מדעי המחשב לעולם בו אנחנו חיים, להבדלים בין העיסוק במדעי המחשב והעיסוק במקצועות אחרים, ומדוע כדאי ללמוד מדעי המחשב בתיכון.

גם התלמידות שהשתתפו בכנס יכלו להפנות שאלות ולקבל עליהן תשובות מחברות הפאנל. בסיום הכנס, כל אחת מהתלמידות קיבלה שי צנוע מתנת המרכז למחקר ופיתוח של גוגל בישראל.

מדעי המחשב
הוא מקצוע חשוב
כייף ללמוד אותו
וכדאי להתחיל כבר בתיכון

המוטו של הכנס

אתם מוזמנים להצטרף לקבוצה שנפתחה לרגל הכנס בפייסבוק

"מדע זה לבנות!" ולצורך לקבוצה גם את התלמידות שלכם

<http://www.facebook.com/index.php?lh=89a5e809ab532284f99a087fa8730ca3&#!/madazelebanot>



משתתפות הפאנל: יהודית גל עזר, שרון אדר, אמילי אלחכם, מייסון הינדווי, טלי גוטמן, דורית כהן, גיל בועדי



המשתתפות בכנס

בכנס השתתפו כ-350 תלמידות כיתה ט' שהגיעו מ-21 בתי ספר ברחבי הארץ:

מקיף א' באר שבע, מקיף אמי"ת באר שבע, אורט ערד, אולפנה גילה בית שמש, חט"ב המעיין ראשון לציון, חט"ב מעלות ראשון לציון, הרצוג חולון, יבנה חולון, קוגל חולון, בית הספר לטבע סביבה וחברה תל אביב, תיכון חדש תל אביב, אהל שם רמת גן, אולפנית ישרון פתח תקוה, תיכון רוטברג רמת השרון, אורט בנימינה, אלישבע פרדס חנה, תיכון חקלאי פרדס חנה, אמית עתידים אור עקיבא, אורט גרינברג קרית טבעון, מקיף חורפיש, סולם צור קיבוץ גשר הזיו.



צוות מהנדסות גוגל שארגנו את הכנס



פרופ' יוסי מטיאס ד"ר מירי בן חן אינה ויינר

תודה לבתי הספר שאיפשרו לתלמידות

שלהם להשתתף בכנס

ותודה לכל המורות והמורים המלווים



תלמידות סולם צור



תלמידות אולפנת גילה בית שמש



תלמידות אורט ערד



הבטים בהוראת מדעי המחשב: משוב לגליון ינואר 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 ינואר 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 :
