



www.cs.technion.ac.il/magazine



HOMEPAGE

מגזין הפקולטה למדעי המחשב
ביליון מס' 8, סתיו 2010

הבית של הפקולטה

בניין טאוב, שנבנה לפני עשור,
עומד במבחן הזמן

עמוד 30

איש אשכולות

פרופ' אלפרד ברוקשטיין, ראש תכנית המצוינים של הטכניון, על מצוינות ורב תחומיות

עמוד 16

עץ ועצה

שחזור עצי אבולוציה מסייע למאמץ הרפואי בחקר מוטציות של נגיפים

עמוד 6



אתגרי
תוכנה

יותר



באינטל תוכל ליהנות משני העולמות - חומרה ותוכנה פעילויות התוכנה באינטל מגוונות ופרוסות בפרויקטים רבים וחדשניים (דרייברים, CAD, גרפיקה, אפליקציות אלחוטיות ועוד).

סטודנט ומהנדס, למרכזי הפיתוח בחיפה, יקום, כתח תקווה וירושלים יש מגוון משרות להציע לך. דרושים מהנדסי תוכנה מנוסים, בוגרי תואר או סטודנטים לתואר ראשון (מסמסטר שני ומעלה) או לתארים מתקדמים במדעי המחשב, הנדסת תוכנה והנדסת מחשבים.

סטודנטים
ומהנדסים

היום כולם כבר יודעים,
באינטל יש חומרה... ותוכנה.

מסלול אישי למהנדסי תוכנה

למידע על המחלקות השונות, האתגרים וליצירת קשר באופן ישיר היכנסו ל: www.intel.co.il/jobs/SW





פרופ' אלי ביהם
צילום: שאול מרקוביץ

קוראים יקרים,

גיליון זה טובב סביב מצוינות. מזה זמן רב אני מתחבט בשאלה איך להגדיר מצוינות, ולא פחות חשוב, איך ליצור מצוינות ולהעמיק אותה. אלו שאלות בסיסיות לכל ארגון ולכל פרט המעוניין להצליח ולהתקדם, אך התשובה להן אינה פשוטה. כפי שלמדתי מתחום המחקר שלי - שבו קשה לשבור צפנים, אבל כשהצלחת קל להשתכנע בכך - כך גם במצוינות: קשה להגדיר אותה, אך כאשר היא קיימת היא ניכרת בכל פינה. במקרה של הפקולטה, גם הדירוגים הבינלאומיים מעידים על כך. עם כתיבת שורות אלה התבשרנו שבדירוג האוניברסיטאות הבינלאומי, המוכר כדירוג שנגחאי, התקדם תחום מדעי המחשב בטכניון מהמקום ה-17 בעולם במדעי המחשב אשתקד למקום ה-15 השנה. הדירוג מסב גאווה רבה לכולנו, ובמיוחד כאשר ב-15 המקומות הראשונים מדורגות רק אוניברסיטאות מארצות הברית, מקנדה ומישראל.

מצוינות בקרב סטודנטים לתארים מתקדמים מתבטאת בעיקר במחקר חדשני. בין השאר, אנו מעודדים שיתופי פעולה מחקריים בין סטודנטים לתארים מתקדמים, שיהוו קרקע פורייה לפיתוח ולהעצמה של רעיונות. על מחקר בתחום הביואינפורמטיקה שהתקדם ליד שולחנות בית הקפה בפקולטה, ואף זכה בפרס, תוכלו לקרוא בעמוד 15.

מצוינות בקרב חברי הסגל מתבטאת בין השאר בהשגת מענקי מחקר מובילים ותחרותיים. תכנית מימון המחקרים השאפתנית ביותר כיום באירופה, ה-ERC, מעניקה לזוכים בה יותר ממיליון אירו למחקר בן חמש שנים ונחשבת לתחרותית ביותר. על התכנית והמחקרים הנעשים במסגרתה בפקולטה אפשר לקרוא בעמוד 18. לאחר סיום הכנת הכתבה התבשרנו ששני חוקרים צעירים נוספים מהפקולטה יקבלו מענק זה, הישג שמציב את הפקולטה בין המובילות במספר החוקרים הצעירים הזוכים במענק היוקרתי.

לשם המשך קידום המצוינות בפקולטה ושיפור הקשר עם הבוגרים והתעשייה הקמנו בחודש מאי את הוועדה המייעצת של הפקולטה, בשיתוף החברות המובילות בתעשייה ההייטק ובוגרים מובילים של הפקולטה. לצד הערות והצעות לשיפור, קיבלנו גם מחמאות רבות על רמת הלימודים הגבוהה ועל איכות הבוגרים. במיוחד בלט רצון כן ועמוק לשיתוף פעולה, שאנו מפתחים לשם הוספת פעילויות חדשות בהוראה ובמחקר. על פעילות הוועדה אפשר לקרוא בעמוד 21.

כשבועיים לאחר מכן אירחנו את פרופ' מחקר ליאונרד קליינרוק, אשר זכה לכינוי "אבי האינטרנט". הוא קיבל תואר ד"ר כבוד והיה מרצה אורח במסגרת תכנית הרצאות האורח של הפקולטה, שעליה דיווחנו בעבר. עוד בהיותו סטודנט ב-MIT הוא פיתח את התיאוריה המתמטית המונחת ביסוד האינטרנט, וכעשור אחר כך, באוקטובר 1969 (בחודש שבו הוקמה הפקולטה), נשלחה ממעבדתו ב-UCLA ההודעה הראשונה באינטרנט (ARPANET דאז). עוד על פרופ' קליינרוק בעמוד 4.

בגיליון זה תמצאו עוד מגוון נושאים, שמהם אציין כאן אחד שלו אני מייחס חשיבות מיוחדת. מזה שנים אנו פועלים להגדלת מספר המשתלמים לתארים מתקדמים מחו"ל הלומדים אצלנו. ואכן, בשנים האחרונות יש מגמת גידול עקבית במספרם והם יהוו כרבע מהמתקבלים לתארים מתקדמים בסמסטר הקרוב. אנו רואים בהבאתם ובקליטתם חשיבות רבה, לא רק לטכניון ולפקולטה, אלא למדינה בכלל. על משתלמים מחו"ל שלומדים כיום בפקולטה תוכלו לקרוא בעמוד 26.

בסיום דבריי, ברצוני לברך את ד"ר ניר אילון, שהצטרף לאחרונה לפקולטה כחבר סגל חדש, ועוסק בתחומי אלגוריתמים, למידה והורדת מימד. עליו תוכלו לקרוא בעמוד 5.

קריאה נעימה
פרופ' אלי ביהם
דיקן הפקולטה



תוכן עניינים

- 4
- 5
- 6
- 12
- 16
- 18
- 21
- 26

רואה את העתיד

אבי האינטרנט, פרופ' ליאונרד קליינרוק, מדבר על ההתפתחויות הצפויות בתחום האפליקציות ועל הסכנות במחדלי האבטחה ברשת

חולם על אלגוריתמים

חבר הסגל החדש בפקולטה, ד"ר ניר אילון, מחפש כל העת דרכים חדשות לשפר את מחקריו בניהול כמויות מידע מסיביות

עץ הדעת

פרופ' שלמה מורן, פרופ' עירד יבנה וד"ר אילן גרונאו פיתחו שיטה חדשה בבניית עצי אבולוציה המשחזרים מוטציות של נגיפים

עכשיו מעונן

פרופ' דני רז ופרופ' אסף שוסטר מספרים על מחקרים מתקדמים וחלוציים בתחום מחשוב הענן

על נמלים ומצוינות

פרופ' אלפרד ברוקשטיין, ראש תכנית המצוינים של הטכניון, לא מפסיק ללמוד תחומים חדשים וליצור סינרגיות ביניהם

באחוזים העליונים

פרופ' אלי בן-ששון ופרופ' אלדר פישר זכו במימון של תכנית ERC היוקרתית, התומכת במדענים הטובים ביותר באירופה

להרגיש את השטח

הוועדה המייעצת של בכירי התעשייה, היוזמה החדשה של הפקולטה, הוקמה כדי להתחבר להתפתחויות מחוץ לעולם האקדמי

בית חדש

סטודנטים יהודים מרחבי העולם באו לטכניון בעקבות המוניטין של מוסד מדעי איכותי ומצאו חיבור לארץ ולאנשים

מערכת הפקולטה למדעי המחשב, הטכניון

עורכים אחראיים: מיכאל אלעד ונועה מור
הגהה: אלי ביהם, עירד יבנה ויהודית תמרי
צילום השער: שאול מרקוביץ
כתובת המערכת: magazine@cs.technion.ac.il
אתר הבית: www.cs.technion.ac.il/magazine

מוטו
רח' יצחק שדה 32, תל אביב, מיקוד 67212

סמכ"ל מערכת ופרויקטים: איילת מעבר
עורכת: אלה יוסברג
מפיקה: מיטל סעד
מעצבת גרפית: אסתי אוחננה
מנהלת פיתוח עסקי: ירדן שרון yarden@motomag.co.il
מנהלת קדם דפוס והפקות: אביגיל יעיש
מנהלת מחלקת תיאום והפקת מודעות: דורית מימון
דפוס: עמנואל

המזל אינו אחראי לפרסומים, תוכנם, סגנונם, עיצובם ו/או התמונות הכלולות בהם. כל המודעות מפורסמות באחריות הבלעדית והמלאה של המפרסם, על פי הזמנתו ובהתאם לאישור. כי הוא זכאי כדין לפרסם המודעה.

רואה את העתיד

פרופ' ליאונרד קליינרוק, אבי האינטרנט, לא תיאר לעצמו עד כמה תהיה השפעת האינטרנט מרחיקת לכת. בביקורו בפקולטה למדעי המחשב, כמרצה בסדרת הרצאות אורח, הוא מתאר את המגמות העתידיות בתחום ■ סמדר סלטון



פרופ' ליאונרד קליינרוק, צילום: איתמר רותם

לכן בנינו מערכת פתוחה וקלה ביותר לשימוש. התרבות אז הייתה חיובית ופתוחה, לא בנינו שערי אבטחה חזקים דיים וההתחברות הייתה אנונימית, ללא מנגנוני זיהוי משתמש. במשך 20 שנה זה עבד ולא היו שום בעיות, אבל בתחילת שנות ה־90 התחילו הסנוניות של מחדלי האבטחה, הוא אומר.

חוכמת רחוב

קליינרוק, בן 76, נולד בהארלם בניו יורק לזוג מהגרים יהודים מפולין. מרבית ילדותו עברה עליו בשכונת וושינגטון הייטס, וחיבתו למדע החלה כבר בגיל שש, בעת שמצא בעיתון קומיקס הנחיות לבניית רדיו. כשהיה בן 11 חלה אביו, והוא החל לסייע בפרנסת המשפחה בחנות אלקטרוניקה.

קליינרוק למד בלימודי ערב, וכששמע על מלגה שמוצעת ללימודים באוניברסיטת MIT היוקרתית מיהר להירשם. הוא לא אמר נושא גם לאחר שסירבו לקבלו, ובסופו של דבר זכה במלגה והחל ללמוד באוניברסיטה. לאחר סיום לימודיו בחר לעבוד עם קלוד שנון, אבי תורת האינפורמציה. "ראיתי הרבה מאוד מחשבים מסביב, וחשבתי לעצמי שיום אחד המחשבים האלו יהיו מוכרחים לדבר זה עם זה", הוא נזכר. בשנת 1961 כתב את התזה שלו בנושא זרימת מידע ברשתות גדולות.

את התיאוריה המתמטית של מיתוג מנות פיתח קליינרוק בשנים 1960-1962, כשהיה סטודנט באוניברסיטת MIT. ב־1963 עבר לפקולטה למדעי המחשב באוניברסיטת UCLA, וב־1969 הפך המחשב שעליו עבד עם צוות הפיתוח שבראשותו לצומת הראשון של תקשורת האינטרנט. ההודעה הראשונה ששלח צוות המחקר של קליינרוק למחשב שהותקן בסטנפורד הייתה האותיות LO, ואז קרסה התקשורת. בניסיון השני כבר הצליחו להעביר את הפקודה LOGIN במלואה.

זיהוי אישי

בשנת 1999 בחר העיתון "לוס אנג'לס טיימס" בקליינרוק כאחד מ־50 האנשים המשפיעים ביותר על הכלכלה האמריקאית ובשנת 2007 הוא קיבל מנשיא ארצות הברית את המדליה הלאומית למדע. ומה צופן העתיד בתחום? קליינרוק צופה שאחת המגמות שתתפתח היא בתחום ה־Enhanced Technologies, מכשירי ננו שיהיו מוטמעים בסביבה ויהפכו חדרים ואולמות עבודה לחדרים חכמים. "הסביבה תזהה את מי שנכנס אליה באמצעות סנסורים ומיקרופונים שיוטמעו בה, והדבר יאפשר קבלת שירותים בכל מקום בעצם", הוא מסביר. קליינרוק מצוין עוד כי האינטרנט יהפוך למערכת עצבים מרכזית בזכות מערכות Tele-Presence, מציאות וירטואלית וסוכנים חכמים, שיזוהו את צרכי המשתמשים ויצרו תנועה רבה ברשת. הוא מאמין כי תימשך התפתחות המכשירים הפונקציונליים שישלבו תוכן ואפליקציות, וצופה גם התרחבות לתחום השירותים מבוססי המיקום.

תחזית צנועה

41 שנים לאחר פריצת הדרך ההיסטורית, ברור לכל כי תחזיתו של קליינרוק, המכונה "אבי האינטרנט", הייתה נכונה בעיקרה, אך צנועה. "בשלב הזה חשבתי בעיקר על השימושים שיהיו לאינטרנט ולרשתות המחשב בהיבט הארגוני-עסקותי בארצות הברית", מסביר קליינרוק, שמבקר בפקולטה למדעי המחשב כמרצה בסדרת הרצאות האורח של הפקולטה, ולרגל הענקת תואר ד"ר לשם כבוד מטעם הטכניון. "מוקדם היה לחזות את ההשלכות על העולם כולו, וגם את השימוש הפרטי והחברתי העצום שיעשה באינטרנט. לרגע לא דמיינתי אז שאמי ז"ל תצפה ב־Web TV ותשלח אימיילים בגיל 99. לא צפינו את כל האפליקציות שכל כך הפתיעו והצליחו: הדואר האלקטרוני, הרשתות החברתיות, יוטיוב, נפסטר ואתרי השיתוף הרבים. לדעתי מרבית ההבטחות שעוד צפויות לנו בתחום האינטרנט יהיו בתחום האפליקציות". החטא היחיד שעליו מכה קליינרוק הוא שלא צפו את בעיות האבטחה ואת אובדן הפרטיות ולא נערכו אליהם. "כלל לא חשבנו על זה אז. כל מה שרצינו הוא לעודד את ההמון לבוא ולהצטרף לרשת,

10 עצות הזהב של פרופ' ליאונרד קליינרוק

1. האמינו שתוכלו להשיג כל מה שתרצו.
2. לעולם אל תסתפקו בתשובה שלילית.
3. אל תלכו בעקבות העדר. מצאו נישא ייחודית והתמקדו בה.
4. אל תתפשרו על עבודה שאינכם אוהבים.
5. עודדו סקרנות וחקרנות בילדיכם. אפשרו להם לעשות בלגן בדרכם לחקור.
6. התאמצו ודייקו בכל שלבי המחקר שלכם, כי רק כשתסיימו אותו תדעו איזה מהם היה השלב הקריטי ביותר.
7. שאלו את עצמכם: איזו התקדמות שאתם משיגים כרגע תיזכר גם בעוד מאה שנה?
8. אל תתאהבו במודל המתמטי שלכם. נסו לשנות אותו.
9. שאלו שאלות גם אם נראה לכם שהתשובות מובנות מאליהן.
10. היעזרו באינטואיציה שלכם כדי לפרש ולפענח דברים.





ד"ר ניר אילון. צילום: איתמר רותם

חולם על אלגוריתמים

תיאורטיקן האלגוריתמים ד"ר ניר אילון, חבר סגל חדש בפקולטה, חוקר דרכים חדשות ויעילות לניהול ולאנליזה של כמויות מידע מסיביות, כמו אלו הנגישות באינטרנט ■ ישראל בנימיני

אם נבקש אדם אחד לדרג את העדפותיו בנושא מסוים - נאמר, נבחרות הכדורגל במונדיאל או דרכים שונות להתמודד עם משבר כלכלי - נוכל כנראה לקבל ממנו תשובה. תשובה זו היא לא דווקא נכונה, אבל לפחות היא כוללת הצהרה ברורה לגבי סדר: אפשרות 3 עדיפה על אפשרות 1, שבתורה עדיפה על אפשרות 8 וכו'. לעומת זאת, אם נבקש מעשרה או ממאה אנשים לתת דירוג כזה, איך נוכל לשלב את תשובותיהם לדירוג העדפות אחד המתקרב ככל האפשר להסכמה כללית? שאלה עתיקה זו, שהעיסוק בה החל כבר אצל תיאורטיקנים פוליטיים במאה ה-17, זוכה בשנים האחרונות לתשומת לב רבה. למרות הוכחה מפורסמת המראה כי בהנחות מסוימות לא קיימת שיטה הוגנת לשקף את הכרעת הרוב על ידי דירוג מסכם אחד, אפשר להציע שיטות סיכום והכרעה המתחמקות מרוב הבעיות והפרדוקסים. עם זאת, שיטות אלו דורשות זמן חישוב רב כשעוסקים במספרים גדולים של מדרגים ושל אופציות לדירוג, כפי שקורה לעתים קרובות אם המידע נאסף דרך רשת האינטרנט. איך אפשר לבצע חישוב יעיל שיפיק קירוב טוב לתשובה הנכונה במקרה כזה (או לפחות יהיה בעל הסתברות גבוהה להשגת קירוב טוב)?

במכון של אינשטיין

זוהי אחת הבעיות שבהן עסק לאחרונה ד"ר ניר אילון (35), חבר סגל חדש בפקולטה למדעי המחשב. אילון, שתחומי העניין שלו כוללים למידה ממוחשבת, אלגוריתמים לאופטימיזציה קומבינטורית ולקירוב ושיטות מטריית לאנליזה של מידע רב ממדי, למד לתואר הראשון ולתואר השני באוניברסיטת תל אביב. הוא קיבל את הדוקטורט באוניברסיטת פרינסטון בניו ג'רזי ובתקופת הפוסט-דוקטורט חקר במכון למחקר מתקדם בפרינסטון (IAS - Institute for Advanced Study), אותו מכון מחקר שבו פעלו אלברט אינשטיין, קורט גדל וג'ון פון נוימן. העבודות שבהן עסק אילון בדוקטורט ובפוסט דוקטורט נבעו מהצורך בשימושים של ניהול ואנליזה של מידע מסיבי, כמו הכמויות האדירות של מידע הנגיש באינטרנט, והפקת מסקנות מועילות מתוכו. בנוסף לשאלת חישוב הדירוגים שבה פתחנו, גילה אילון עם פרופ' ברנרד שאזל וד"ר עידו ליברטי דרך חדשה ויעילה להורדת ממד של מידע בלי לפגוע בתכונות המטריות שלו, הנחוצות לשם חישובים שונים. כשהנתונים מיוצגים על ידי פחות ממדים אפשר לבצע ביתר יעילות חישובים שימושיים שבאופן רגיל היו אורכים זמן רב יותר.

אילון חיפש הזדמנות לנסות את האלגוריתמים שלו על נתונים אמיתיים, ומצא אותה בחברת גוגל, שבה עבד כשנתיים וחצי. "היתרון של מחקר בתוך גוגל הוא שקיבלתי גישה לנתונים בכמויות שקשה למצוא בעולם האקדמי. חברות כאלה נמצאות לעתים בחזית המחקר. בניגוד לסביבת המחקר בכמה חברות מסחריות אחרות, בגוגל אין מחיצה בין החוקרים התיאורטיים לבין הפעילות השוטפת, ומעודדים אותך להתעניין בכל מה שקורה בחברה ולמצוא שיתופי פעולה. סביבה כזו מהווה שינוי מרענן לחוקר שעוסק בבעיות תיאורטיות בהכשרתו".

המתמטיקה של המוזיקה

בפברואר 2010 חזר אילון לארץ עם אשתו, שאותה הכיר בארצות הברית, והוא מתכנן בין השאר להמשיך באותם כיווני מחקר, ולשפר עוד יותר את תוצאות מחקריו הקודמים. "כל עוד יש פער בין תוצאה שמאמינים שהיא נכונה לבין מה שאפשר להוכיח, תיאורטיקן אלגוריתמים לא ישן טוב בלילה", הוא אומר. אילון מתעניין גם בבעיות אופטימיזציה קומבינטורית שונות כגון Clustering (אֶשְׁכּוּל) ומשתדל לשמור על קשר עם גורמים בתעשייה שמעוניינים לשלב אלגוריתמים מתקדמים עם בעיות אמיתיות. הוא כמובן מתכנן להיעזר בסטודנטים. "כמו שנהניתי כסטודנט בפרינסטון לעבוד עם קולגות ומנחים, אני מתלהב כיום מהאפשרות לפתח שיתופי פעולה עם סטודנטים. יש בארץ, ובטכניון בפרט, סטודנטים מעולים. אולי אפילו הייתי מעז להכליל ולומר שהם יותר טובים מאלה שהכרתי בארצות הברית". אחד מתחביביו של אילון הוא נגינה בגיטרה. כמתמטיקאים רבים, הוא מאמין כי יש קשר עמוק בין מתמטיקה למוזיקה: "תמיד כשאני לומד יצירה אני מחפש את המבנה המתמטי שלה". בארצות הברית הוא ניגן בהרכב ג'ז, ואולי יוכל למצוא הרכב גם בארץ, אבל כנראה שזה יצטרך לחכות, בעקבות לידתה של בתו לפני שבועות אחדים. "זה מדיר שינה מעיני יותר מהאתגרים המתמטיים", הוא מתייך.



משמאל: פרופ' עירד יבנה, פרופ' שלמה מורן ודניאל דואר. צילום: איתמר רותם

עץ הדעת

הפילוגנטיקה, חקר עצי אבולוציה, מסייעת לשחזור מוטציות של נגיפים על ידי השוואת סדרות די־אן־איי. פרופ' שלמה מורן, פרופ' עירד יבנה, ד"ר אילן גרונאו והסטודנט דניאל דואר הוכיחו שאפשר לשפר את שחזור העצים ולספק מידע מדויק יותר על המוטציות ■ סמדר סלטון

אבולוציה יש למצוא הערכה מדויקת ככל האפשר של המרחקים האבולוציוניים בין הזנים השונים. המרחקים מבוססים באופן מסורתי ביחידות של זמן אבולוציוני. על סמך הערכות המרחקים משוחזר מבנה עץ האבולוציה, ואם זה אפשרי, גם אורכי הענפים שבו. "הערכה מדויקת של המרחקים היא בעיה קשה גם כאשר ידוע המודל הסטטיסטי שלפיו התרחשו המוטציות", מסביר מורן. "עקב אי הדיוק בהערכת המרחקים, העץ המשוחזר בדרך כלל שונה מהעץ המקורי. המחקר שלנו תוקף את הבעיה בכך שהוא מראה שבמרבית המודלים המקובלים לאבולוציה אפשר להגדיר מרחקים אבולוציוניים באופנים רבים מאוד. מכאן מתבקש להתאים לכל קבוצה של סדרות די־אן־איי מרחק אבולוציוני שיבטיח דיוק מרבי בשחזור העץ".

לפי הקצב

המחקרים שקדמו למחקרם של מורן, יבנה וגרונאו הגדירו את הזמן האבולוציוני לפי הכמות הכוללת של מוטציות שאירעו בו. "המוטיבציה הביולוגית" למחקר שלנו מבוססת על כך שרוב המודלים הביולוגיים הקיימים (שפותחו מאז שנות השבעים של המאה הקודמת) מבחינים בין סוגים אחדים של מוטציות. למוטציות מסוגים שונים המתרחשות במולקולות די־אן־איי יש קצב שונה", מסביר מורן. "יש מוטציות שמתרחשות בקצב מהיר ויש כאלו שמתרחשות בקצב איטי. ההבדל בין הקצבים נובע לרוב ממאפיינים של התהליכים הכימיים היוצרים את המוטציות ומתכונות כימיות של בסיסי הדי־אן־איי השונים.

"כאשר המרחק האבולוציוני גדול קל יותר להעריך את מספר המוטציות האיטיות, וכאשר הוא קטן קל יותר להעריך את מספר המוטציות המהירות. לכן ננסה להעריך מרחקים קצרים על סמך מספר המוטציות שהתרחשו בקצב מהיר יותר, ונתעלם מאחרות שכמעט לא יופיעו בו. לצורך הערכת מרחקים ארוכים נספור

פעם הייתה שפעת. אחר כך הייתה שפעת עופות, ופתאום גם קדחת הנילוס, ובחורף האחרון היה כל העולם כמרקחה בשל שפעת החזירים. מדי שנה אנו מתבשרים על מוטציה חדשה של נגיף השפעת, בדרך כלל אלימה יותר. המוטציות שעבר נגיף השפעת במהלך השנים הן רק אחת מדוגמאות רבות של מוטציות שעוברים נגיפים מזנים שונים במרוצת השנים, דבר שמחייב פיתוח תרופות חדשות, חיסונים חדשים ואף טיפולים מיוחדים. בעקבות המוטציות האלה הורחב והועמק המחקר של עצי האבולוציה, שתחילתו בימיו של צ'רלס דרווין.

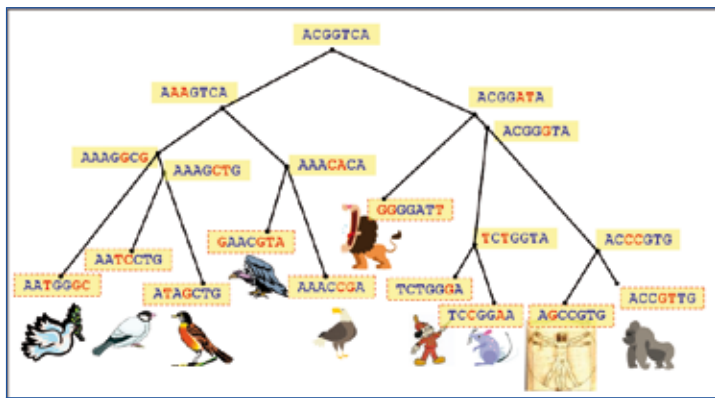
אחת הדרכים שבהן מסייע מדע הביואינפורטיקה למאמץ הרפואי היא בחקר עצי אבולוציה - פילוגנטיקה. המחקר בתחום זה מתמקד בשחזור עצי אבולוציה של זנים שונים על ידי השוואה בין סדרות הדי־אן־איי שלהם. מחקרם של פרופ' שלמה מורן, פרופ' עירד יבנה וד"ר אילן גרונאו מהפקולטה למדעי המחשב הוכיח שאפשר לשפר באופן משמעותי את הדיוק בשחזור העצים ולספק מידע מדויק יותר על המוטציות שגרמו להתפתחות זנים אלו.

מרחקים אבולוציוניים

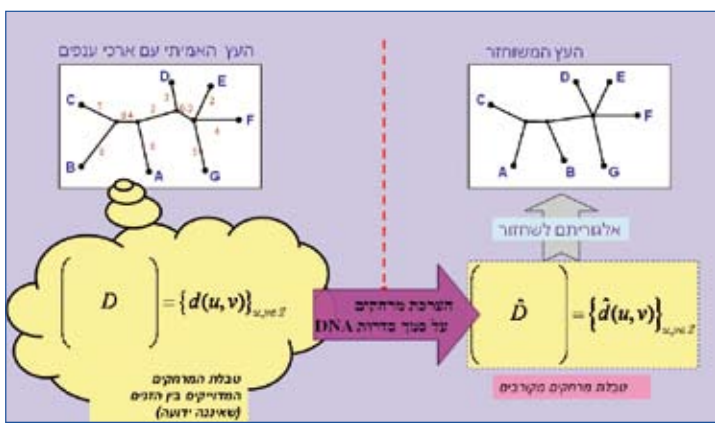
"עץ האבולוציה נראה כמו עץ לכל דבר", מסבירים מורן ויבנה. "עלי העץ הם זנים הקיימים היום, צמתים פנימיים הם זנים שנכחדו, הקטע בין התפצלות אחת לשכנתה מכונה ענף, והוא מתאר התפתחות אבולוציונית. בחקר עצי אבולוציה מנסים הן למצוא את הענפים והן להתאים לכל ענף אורך שהוא 'זמן אבולוציוני', המבטא את מספר השינויים האבולוציוניים שהתרחשו לאורכו. באופן זה מגדירים גם מרחק אבולוציוני בין הזנים השונים, המבטא את מספר המוטציות שהתרחשו בין סדרות הדי־אן־איי שלהם. למשל, המרחק האבולוציוני בין האדם לגורילה הוא סכום אורכי הענפים של עץ האבולוציה המחברים בין האדם לגורילה".

מורן ויבנה מסבירים כי בשלב הראשון והקריטי בשחזור עצי

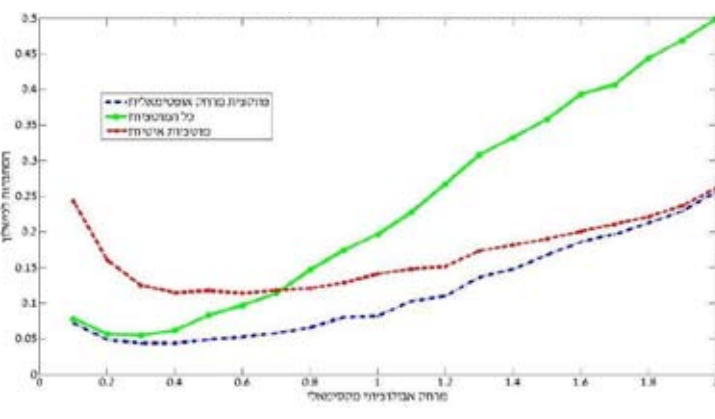
מחקר הפוסט דוקטורט באוניברסיטת קורנל בארצות הברית. עם זאת, הוא ממשיך למלא תפקיד מרכזי במחקר המשותף. מורן מצוין כי למחקר כמה כיווני המשך אפשריים, כמו רכישת הבנה תיאורטית טובה יותר של היתרונות והחסרונות של הזמנים האבולוציוניים השונים, המשך דרך הכללת התוצאות במודלים אבולוציוניים מורכבים יותר והטמעת התוצאות בשיפור תוכנות המשמשות היום לשחזור עצים פילוגנטיים.



עץ פילוגנטי



שחזור עץ האבולוציה על סמך סדרות הדי-אן-איי של זנים קיימים



השפעת מרחקים אבולוציוניים על ההסתברות לכישלון בשחזור עצי אבולוציה. הקו הכחול מייצג את ההסתברות לכישלון כשמשתמשים במרחקים אבולוציוניים המותאמים לסדרות הדי-אן-איי לפי שיטת המחקר המתוארת בכתבה

את המוטציות האיטיות, אלו שמתקיימות לעתים רחוקות יותר. בענפים באורכי ביניים או בודקים את שני סוגי המוטציות - המהירות והאיטיות - ומתאימים משקל יחסי לכל אחת מהן, במטרה להגיע לדיוק גבוה ככל האפשר בהערכת הזמן.

לדברי יבנה, "הגדרת הזמן משתנה בהתאם למרחק האופייני בין הזנים. אנו בוחנים את סדרות הדי-אן-איי של הזנים השונים, בודקים את סוג השינוי שהתרחש בתוך הסדרה ואת מספר השינויים, ואז מנסים לשערך את הזמן. למעשה, אנו מבצעים שלושה תהליכים: בדיקת מספר המוטציות, בחינת סוגי המוטציות, והחידוש הנוסף שלנו הוא בחירה בסוג הזמן".

מורן ויבנה מסבירים כי מחקרם אינו מתמקד בבחינת עץ של זן מסוים, אלא בפיתוח שיטה כללית לשחזור עצי אבולוציה, שתאפשר דיוק רב יותר לזיהוי התפתחותם של הזנים בכל המודלים המקובלים לאבולוציה.

שעון לא מדויק

למחקר הצטרף כעוזר מחקר דניאל דואר, בן 27, סטודנט לתואר שני באוניברסיטת בילפלד בצפון גרמניה, המתמחה בחקר גנים. "בחרתי לבוא להתמחות בטכניון בזכות המוניטין הטוב שיש לו בגרמניה", הוא מספר. "השתתפתי בקורסים על פילוגנטיקה ושחזור עצי אבולוציה, אני נהנה מבחינת מודלים תיאורטיים של תהליכים ביולוגיים, ואני לומד ומתפתח רבות במהלך המחקר".

מורן ויבנה מציינים כי הניסויים שביצע דואר במסגרת המחקר גרמו להם לשנות את נקודת מבטם על הנושא. "קיבלנו תוצאות טובות ובלתי צפויות, ולאחר שניתחנו אותן הן גרמו לנו להבין טוב יותר את התחום מכיוון חדש ואחר", הם אומרים. "השינוי העיקרי הוא שבניגוד להנחה מקובלת בין העוסקים בנושא, התברר לנו כתוצאה מהניסויים של דניאל שאפשר לעתים לשפר את הערכת המרחקים על ידי שימוש בפונקציית מרחק המתאימה למודל פשוט יותר מהמודל האמיתי. בגלל אי ההתאמה במודלים השעון שמשמשים בו לא מראה זמנים אבולוציוניים מדויקים, אך אפשר להעריך יותר בקלות מהו הערך האמיתי שלו. אפשר לדמות זאת להחלפת שעון מדויק ב-100%, שקשה מאוד לקרוא בו את השעה, בשעון שמדייק רק ב-98%, אך הרבה יותר קל לפענח את מה שכתוב בו. כמו כן, דניאל ביצע ניסויים רבים על סדרות די-אן-איי של גנים שונים המאששים את התוצאות התיאורטיות שהישגנו".

הציץ ונפגע

דואר, שלא מכבר סיים את שנת ההתמחות שלו בטכניון ושב לגרמניה, מעיד כי הוא מתכוון להמליץ לחבריו באוניברסיטה בגרמניה לבוא להתמחות בטכניון ולתרום בעצמו ליחסי ציבור חיוביים לטכניון בזכות ניסיונו. עבודת המאסטר של דואר, אגב, מתבססת על המאמר המשותף השלישי של החוקרים שאמור להתפרסם בקרוב.

מורן, בן 63, כיהן כדיוקן הפקולטה בשנים 1999-2001 ובמסגרת תפקידו פעל לאישור המסלול לביואינפורמטיקה. לאחר סיום תפקידו ועם פתיחתו הרשמית של המסלול הוא נדרש להחליף את המרצה בקורס אלגוריתמים בביולוגיה חישובית, הציץ ונפגע. הוא עבר לחקור נושאים בביואינפורמטיקה ושימש כמנחה של גרונאו בעבודת הדוקטורט שהיוותה בסיס למחקר זה. יבנה, בן 52, הצטרף אל השניים במחקרם לאחר שנועצו עמו בבעיה מתמטית מתחום עיסוקו. יבנה הוא סגן הדיוקן ללימודי הסמכה, ופעילותו המחקרית מתמקדת בשיטות רב סריג, חישוב מדעי ופיזיקה חישובית, דינמיקת זורמים, עיבוד וניתוח תמונה ואנליזה נומרית. גרונאו, בן 33, סיים בינתיים את לימודי הדוקטורט ושוקד על





1977

נתיבה תמה

הסופרת דורית פלג, בוגרת מחזור 1977 בפקולטה למדעי המחשב בטכניון, מספרת על דרך חייה המגוונת אשר הובילה ליצירה וכתביה - חוויות ילדות בנווה שאנן ובאתיופיה, לימודים בטכניון, עבודה בתעשייה ומסעות ברחבי העולם ■ רן מירון

מכוסים כלניות שהשתרעו מהשכונה הוותיקה ועד מתחם הטכניון. אביה, אליעזר פלג, היה מפקד בית הספר לאלקטרוניקה בבית הספר הטכני של חיל האוויר. כשהייתה בת 11 עברה המשפחה להתגורר באתיופיה בעקבות שליחות של האב. בגיל 15 שבה פלג לישראל, ובהמשך החלה ללמוד במגמה הריאלית בבית הספר הריאלי בהדר. מאחר שאביה רצה עבור בתו מקצוע שאיתו "תוכל לעמוד על שתי הרגליים בכל מקום בעולם", למדה פלג, על אף אהבתה לספרות, בפקולטה למדעי המחשב בטכניון, וסיימה את התואר בהצטיינות ב־1977. פלג מדגישה כי לדעתה, האנשים המצוינים באמת היו לאו דווקא אלה שקיבלו את הציונים הגבוהים בבחינות, אלא אלה, שלדבריה, "באמת אהבו את התחום, ועבורם היו חשובים החקירה והעומק, ופחות הציון שקיבלו".

בתחילת דרכה שילבה פלג בין עולם הטכנולוגיה ועולם הכתיבה, אולם כבר שנים רבות שהיא מתמקדת בכתיבה ובהנחיית סדנאות כתיבה ולימודים בין תחומיים בתחומי האמנויות במוסדות שונים ברחבי הארץ. "הידיעות שלי כיום בתחום המחשוב מקבילות לידיעותיו של איש תקופת האבן בקונסטרוקציה של גורדי שחקים", אומרת פלג בחיך. היא נזכרת שבתקופת לימודיה היו התכניות נכתבות באמצעות כרטיסים מנוקבים. "הייתי מנקבת את רצף הפקודות במכונה. אחר כך, בערב, הייתי ניגשת לאולם שבו היה המחשב העצום של יבמ, מכניסה את ערמת הכרטיסים ומחכה בציפייה לבוקר - "כרטיס אחד שלא נוקב נכון די היה בו להפיל את ההרצה כולה".

לדבריה, היא אהבה בלימודים את החלק היצירתי, את החשיבה על פתרון לבעיה מורכבת. מלבד הלימודים, והשתתפות מבודחת בעיתון הסטודנטים, פלג זוכרת חיי חברה ערים, שכללו ריקודים ביום שישי בדיסקוטק של הטכניון. בין שאר פרנסות דחק בתקופת הלימודים, היא עבדה בקיוסק של נואיבה ואפתה עוגות למועדון הסגל של הטכניון.

מתנה נפלאה

העבודה הראשונה של פלג הייתה במעבדה לאווירונאוטיקה של הטכניון - כל ההכנסות קודש לטיול בן שנה בדרום אמריקה ובספרד. כשחזרה ארצה ניסתה תחילה להימנע מלהיכנס לעבודה

הספר "פני המקום" של הסופרת דורית פלג, בוגרת הפקולטה למדעי המחשב בטכניון, צפוי לצאת לאור בחודשים הקרובים בהוצאה מחודשת ומתוקנת. הספר מספר את סיפורה של דינה, אם חד הורית המתגוררת בלב תל אביב וחייה את חלום ההייטק ואת שבר בועת הדוט.קום. פגישה לא צפויה בקו חמש משנה את חייה - ואותה. בספר מוצגת תל אביב, על כיעורה ועל יופייה, מבעד לפריזמה חברתית רווית מודעות וחמלה. הסופר יורם קניוק כתב על הספר בעיתון "ידיעות אחרונות": "מזמן לא בא ניחוח כזה באפי הזקן, שראה כמעט הכול".

נדיר שסופר מכניס שינויים רדיקליים בספר שכבר ראה אור, אך מבחינתה של פלג, "ספר הוא יצור חי. הוא צומח ומתפתח והולך בכיוונים משלו, ועל הסופרת להיענות להם, במוקדם או במאוחר". במקרה הזה, פלג כתבה מחדש את אקורד הסיים.

"פני המקום" (בהוצאת זמורה-ביתן) הוא ספרה השביעי של פלג. קדמו לו בין השאר הרומן "קולה של הגברת פאני" (עם עובד), קובץ הפרוזה "רישום סיני" (הקיבוץ המאוחד), ספר משותף עם הציירת מאיה כהן לוי, "שתי אגדות" (אבן חושן), וקובץ הסיפורים "האם היה זה ביתם" (הקיבוץ המאוחד). ספריה זיכו אותה פעמיים בפרס ראש הממשלה לספרות יפה ובפרס קרן תל אביב לספרות ולאמנות.

פלג, המתגוררת במרכז תל אביב עם שני בניה, נמצאת עתה במהלך העבודה על ספר חדש. לדבריה, הלמידה בטכניון והכלים שקיבלה במהלך התואר הראשון בפקולטה משרתים אותה לאורך כל שנות עבודתה כסופרת. "קורה שקטעים בסיפור נכתבים כמעט מעצמם, בקלות ובפשטות, אולם חלק ניכר מהכתיבה כרוך בעבודה קשה. רומן הוא מבנה גדול ומורכב שיש להקים אותו ולדאוג שיעמוד. ההתנסות בטכניון הייתה מועילה עבורי בתחום זה: למדתי להחזיק פרויקט גדול לאורך זמן, חיזקתי את האהבה שלי לאתגרים לוגיים ואת היכולת לעמוד מול אתגרים בנחישות בלי לוותר, בניסיון למצוא את הפתרון המדויק ביותר".

בין עיתון הסטודנטים למכירת עוגות

פלג, הבכורה מבין שתי אחיות, נולדה וגדלה בחיפה. הוריה היו ניצולי שואה שעלו ארצה בשנות ה־20 לחייהם. היא זוכרת ילדות נעימה בשכונת נווה שאנן, וצעידות ארוכות במרחבים פתוחים





זורית פלג. צילום: איתמר רותם

שהוא שקוע בה". פלג אומרת כי בתקופה זו הבינה שתהליכי היצירה בכל תחומי האמנות הם זהים ביסודם. את הרעיון הזה היא המשיכה לחקור עם תלמידיה הרבים בקורסים הבין תחומיים בתחומי האמנויות ובסדנאות הכתיבה במכללת אורנים, במחלקה לאנימציה בבצלאל ועוד.

מקדישה את כולה לכתיבה

כשחזרה מחו"ל עבדה כשנה וחצי בחברת אסטרונוטיקס, ובהמשך עוד תקופה קצרה בחברת ACS Motion (שבבעלותו של ידידה, בוגר הטכניון זאב קירשנבוים), אולם ב־1986 עברה פלג, בתהליך טבעי כמעט, להקדיש את עצמה לעיסוק בכתיבה. לא ייפלא אם כן מה שיש לה להגיד לסטודנטים: "תלמדו מה שאתם באמת אוהבים, ולא מה שאמור להיות שימושי - אלא אם כן השניים חופפים. ואם לא כך עשיתם, שינוי יכול להיות דבר מצוי".

בתחום המחשוב. "רצייתי עבודה קרובה יותר ללבי, אבל בתקופה ההיא מהנדסי תוכנה היו מצרך מבוקש ביותר, עד כדי כך שניציגי חברות היו מתקשרים לבית הוריי, לבקש מהם שישכנעו אותי לעבוד אצלם. התחלתי לעבוד כמהנדסת תוכנה המתמחה בתצוגה ובקרה בחברת אלישרא, וזו הייתה דווקא חוויה נעימה ומחזקת מאוד עבורי בחורה צעירה".

בהמשך עברה פלג לעבוד באפרת (לימים קומברס) ועזבה לאחר שנה וחצי, כשהוצעו לה מלגות שהות לכתיבה במושבות האמנים מיליי ויאדו בארצות הברית. "זו מתנה נפלאה לאמנים. במושבה, הממוקמת בסביבה כפרית שלווה ויפה, מספקים לאמנים את כל התנאים הדרושים כדי שיחושו בנוח ויקדישו את זמנם ליצירה - פיסול, ציור, כתיבה. כל אחד עשה את שלו, ובערב היינו מתכנסים. לפעמים היה צייר פותח את הסטודיו שלו, סופר או משורר מקריא טקסט שהוא עובד עליו או מלחין מנגן יצירה





איל איצקוביץ'. צילום באדיבות איל איצקוביץ'

נהנה משני העולמות

מייסד קונברג'ין, המכהן כיום כסגן נשיא אורקל, ד"ר אֵיל איצקוביץ', בחר להרכיב את צוות ההנהלה שלו מבוגרי הטכניון. "הלימודים בפקולטה מקנים בסיס איתן ורחב להתמקצעות ולהעשרת הידע של הסטודנטים" ■ רן מירון

בתחומים של מערכות מבזרות דינמיות מרובות מעבדים. ב-2001 הוא פרש מהמחקר האקדמי, יצא לתעשייה והקים את קונברג'ין. "חברת קונברג'ין יצרה קטגוריית מוצרים חדשה שמאפשרת גישור ומעבר הדרגתי בין טכנולוגיות הדור הקיים לטכנולוגיות הדור הבא, בלי שיצטרכו להחליף את הרשת כולה בבת אחת", מספר איצקוביץ'. "זה שינוי תפיסה שמאפשר Evolution במקום Revolution, ללא עלויות ענק. זאת גם הסיבה שאורקל רכשה את קונברג'ין. אורקל חיפשה טכנולוגיה שתאפשר לה לשלוט בליבת הרשת ולהציע משם פלטפורמות מתקדמות בטכנולוגיות IT כמו Java ו-SIP". כיום מכהן איצקוביץ' כמנהל החטיבה הישראלית של Oracle Communication, שהוקמה על בסיסה של קונברג'ין, וכסגן נשיא באורקל, האחראי על אסטרטגיית מוצרי התקשורת בחברה. הוא מציין כי ההצלחה של קונברג'ין קשורה בין היתר לתשתית החזקה שבנה בתקופת הטכניון, ולהשחזת יכולותיו להיענות לאתגרים ולחוש שהוא מסוגל להתמודד גם עם בעיות לא מוכרות. "לאור זאת, אין פלא שצוות ההנהלה שלי וגרעין האנשים שאיתו בניתי את קונברג'ין הם כולם בוגרי הטכניון, שעברו כמוני את המסלול של מדעי המחשב והנדסת מחשבים".

המדרגה הבאה

לשאלה מה נדרש מבוגר הפקולטה שרוצה להצליח בתעשייה כיום או כמומחה בתחומי משיב איצקוביץ': "זים מחפש לעולם את המדרגה הבאה, שעבורה הניסיון שצבר כבר לא רלוונטי או מספיק, וכך הוא מוצא את עצמו בתחילת הדרך. נדרשים שאיפה, השקעה והתמדה במטרה - אלו יביאו לתוצאות ואז יתחיל גם הניסיון להצטבר. אנשים שהם יזמים באופיים מוצאים את הדרך לחזית התעשייה, ואנשים שהם מובילים מקצועיים מוצאים את דרכם לתפקידי מפתח בחברות הגדולות. כך או כך, הטכניון הוא נקודת התחלה טובה לקריירה; ולראיה, כמעט בכל טיסת עסקים שלי אני פוגש חבר או שניים שלמדו עמי בפקולטה, רבים מהם מנכ"לים או מנהלים מקצועיים בחברות מובילות".

גורם נוסף בדרך להצלחה של הבוגר הוא ה-Networking. "בבוא הזמן, כל אחד מהסטודנטים עתיד לסלול לעצמו מסלול מקצועי שונה. הביטו סביבכם וראו בעיני רוחכם - החברים ללימודים עתידים להפוך יום אחד למנכ"לים או לסמנכ"לים של חברות מובילות. החברים שסביבכם עתה עשויים להיות המנהלים שלכם בעתיד, העובדים המוכשרים שלכם, או אלו שעמם תקימו מיזם טכנולוגי חדשני. אל תוותרו על ה-Networking!", מדיגש איצקוביץ'.

"לימודי בטכניון פתחו בפניי אפשרויות רבות, ואכן היה לי עניין לטעום משני העולמות - מהאקדמיה, שנתנת דרור לרעיונות ומאפשרת לגלות ולהציג לעולם חדשות ומקוריות, ומהתעשייה, שההצלחה בה מושגת דרך התמדה, העזה, מקוריות ומקצועיות. אני אוהב את שני העולמות האלו, ועדיין מחפש דרך לשלב אותם יחד בחיי", מספר ד"ר אֵיל איצקוביץ', מייסד חברת קונברג'ין.

איצקוביץ', בן 36, שנולד וגדל בחיפה, החל את לימודי מדעי המחשב בטכניון בשנת 1991. "שנים קודם לכן היה לי ברור שארצה להתמחות בתחום מדעי המחשב, ושאעשה זאת בטכניון, שנחשב המוסד מספר אחת בארץ ומדורג במקום גבוה בעולם". את התואר הראשון סיים איצקוביץ' במסלול התלת שנתי. כבר במהלך לימודיו הצטרף למרכז המחקר והפיתוח של מיקרוסופט, שהוקם אז בחיפה. "זה היה מרכז הפיתוח הראשון של מיקרוסופט מחוץ לארצות הברית, והצוות כולו מנה שמונה חוקרים בסך הכול. מעין סטארט-אפ קטן בחברה גדולה", מזכר איצקוביץ'.

הכשרה לעולם האמיתי

עם סיום התואר הראשון המשיך איצקוביץ' בפקולטה במסלול ישיר לדוקטורט, שאותו סיים בגיל 25. את מחקרו, שעסק בזיכרון מבזר משותף, הנחה פרופ' אסף שוסטר, שהקים את המעבדה הראשונה למערכות מבזרות עם שני מחשבים בלבד. "אני שומר זכות גדולה לפרופ' שוסטר שהכניס אותי לתחום, פתח את עיניי וסייע לי להתקדם בו", אומר איצקוביץ'. לדבריו, הוא ביצע עבודה מחקרית פורייה במסגרות השונות בפקולטה גם עם פרופ' רועי פרידמן, פרופ' אלי ביהם ופרופ' חגית עטיה.

איצקוביץ' מציין לשבח את השיטה ורמת הלימוד האקדמית. "הלימודים בפקולטה מקנים בסיס איתן ורחב להתמקצעות ולהעשרת הידע של הסטודנטים. שימת דגש על מגוון הקורסים הרחב והעומק בלימוד מאפשרת להכשיר את הבוגר לעולם האמיתי - לא כמתכנת אלא כמהנדס וכבוגר פקולטה מדעית. כאחד שהכיר בחוכמת ההכשרה של הטכניון, גם אני, כשגייסתי מהנדסים לתפקידים השונים, חיפשתי מהנדס שפיתח את היכולות האלו, והעדפתי אותו על פני מתכנת אשר מכיר את שפת התכנות על בורייה".

בתקופת לימודי הדוקטורט שלו בטכניון החל שיתוף פעולה בין צוות תחום המערכות המבזרות במעבדה של שוסטר ובין קבוצת חוקרים באוניברסיטת ניו יורק (NYU), ואיצקוביץ' נסע מדי קיץ לארצות הברית כדי לקדם את המחקר המשותף. יומיים לאחר שסיים את הדוקטורט הוא מונה לחבר סגל ב-NYU, שם שימש כמרצה ועסק במחקר





אלקה ניר. צילום באדיבות אלקה ניר

נוסעת מתמידה

אלקה ניר, שותפה בקרן ההון סיכון גיזה, מנהלת את כדאיות ההשקעה ב־500 חברות סטארט־אפ ישראליות בתחום מדעי החיים. "זכיתי בעבודה שהיא גם הנאה גדולה", אומרת ניר, המכהנת במועצות מנהלים בארץ ובארצות הברית ■ רן מירון

בין שלל יכולותיה הטכנולוגיות והעסקיות החזקות, אלקה ניר מציינת את יכולתה לארוז מזוודה בחצי שעה בלבד. "ב־20 השנים האחרונות השהות במטוסים הפכה לחלק בלתי נפרד מחיי", היא מסבירה בחיוך. קרן גיזה, שבה היא כיום שותפה ומנהלת, מרכזת סכום של 600 מיליון דולר ומשקיעה בתחומים שונים. במסגרת תפקידיה ניר מנהלת את כדאיות ההשקעה בלא פחות מ־500 חברות סטארט־אפ ישראליות בתחום מדעי החיים. היא מכהנת במועצות המנהלים של שש חברות בתחום, חלקן בארצות הברית, והיא יו"ר מועצת המנהלים באחת מהן. "המפגש היום יומי עם חברות מעניינות, טכנולוגיות חדשניות ויזמים מבריקים הוא חוויה מרתקת עבורי. זכיתי בעבודה שהיא גם הנאה גדולה", היא אומרת.

חיבור לאנשים

ניר, בת 49, בוגרת מחזור 1987 של הפקולטה, נולדה בקריית אתא, שבה היא מתגוררת עד היום עם בעלה, שלושת ילדיהם, שלושה כלבים ושלושה חתולים. בתה הבכורה מסיימת עתה שנה שלישית בפקולטה למדעי המחשב בטכניון, בת נוספת סיימה את הצבא ובנה הצעיר סיים את התיכון ובמקביל למד לתואר ראשון במחשבים בתכנית מיוחדת של אוניברסיטת חיפה.

החוט השזור בקריירה שלה, המשלב טכנולוגיה, מדע ועניין ברווחת אנשים, החל כבר בתיכון. "אחרי תקופה של לימודים במגמה ריאליזם רציני שירות צבאי שיהיה בו חיבור לאנשים, וכך הוצבתי בגדוד צנחנים כמשקית ת"ש". בתקופה זו היא הכירה את בעלה לעתיד, שמאוחר יותר אף למד עמה בטכניון. בהמשך שירותה הצבאי הייתה קצינת הנפגעים של חטיבת גולני, "התנסות מאתגרת ומעצבת עבור בחורה בת 20". כשסיימה את הצבא החליטה ניר שהקריירה שלה תהיה קשורה בסיוע לאנשים, אך לא מהצד הסוציאלי.

היא החליטה לפנות למסלול מדעי המחשב, ולא היססה לבחור בטכניון. "כבר אז היה ברור שהטכניון הוא המוסד הטכנולוגי הטוב ביותר בארץ. בהמשך הקריירה שלי, כששימשתי בתפקידי ניהול, נתתי עדיפות למועמדים שלמדו בטכניון, כי ידעתי מה הם מביאים עמם".

לדברי ניר, "לפקולטה הגעתי ממש בשלהי תקופת הכרטיסים המנוקבים; בסמסטר הראשון עוד הרצנו תכניות בכרטיסים ובסמסטר השני זה כבר היה סיפור אחר לגמרי". היא מציינת באופן מיוחד שלושה מרצים: "פרופ' שמואל זקס, פרופ' ראובן בריהודה ופרופ' אלפרד ברוקשטיין. אלה שלושה מומחים ומרצים מעולים - אהבתי את אופן ההוראה שלהם ואת ההתלהבות מהתחום שהם הצליחו להחדיר בנו". לדבריה, קשת התפקידים שמילאה במהלך הקריירה שלה חיזקה את ההערכה שיש לה לטכניון. "זה מוסד ברמה גבוהה, שבו מבינים שמעבר לחשיבות ההטמעה של נושא זה או אחר,

חשוב יותר שהסטודנט ילמד כיצד ללמוד. הם עשו זאת דרך לימודים מאתגרים ודרך הקניית כלים ומיומנות שאפשרו לי לגשת לכל נושא ולהרגיש שאני יכולה להתמודד איתו".

הצלחת חיי אדם

עם תום לימודיה החלה ניר לעבוד ברפאל בפיתוח מערכות לוחמה אלקטרונית. היה זה ניסיון מרתק עבורה, אך היא חשה שהיא נמשכת לתחום הרפואי, ולאחר שלוש שנים עברה לחטיבת ההדמיה של רפואה גרעינית באלסינט, שם מילאה תפקידי ניהול מגוונים. בין השאר הייתה ניר אחראית על פיתוח תחנת העבודה הראשונה בתחום על פלטפורמת PC. אחרי שש שנים פוריות נרכשה החטיבה על ידי חברת GE Medical וניר מונתה לסמנכ"לית שיווק, האחראית על הגדרת מוצרי העתיד ברפואה גרעינית ועל מיצובם השיווקי. "הייתי בסך הכול בת 35, וכבר סמנכ"לית בחברה בינלאומית שעוסקת בטכנולוגיה פורצת דרך שנועדה להציל חיי אדם - חשתי שהשמים הם הגבול".

בהמשך קודמה ניר לניהול כולל של המחקר והפיתוח בתחום הרפואה הגרעינית בחברה. "הופקדתי על קבוצה של כמאה חוקרים ומפתחים - שהכילה מלבד מומחי תוכנה גם מומחי מכניקה, אלקטרוניקה, פיזיקה ואלגוריתמים; גם כאן עמדו לצדי הרקע ההנדסי והידע הרב שרכשתי בטכניון וסייעו לי רבות בניהול החלטות גם בתחומים שלא היו בסביבת ההתמחות שלי". במקביל לתפקיד זה למדה ניר מינהל עסקים באוניברסיטת חיפה.

לאחר כמה שנים היא עברה לתפקיד COO, סמנכ"ל פיתוח וייצור בחברת ביוסנס וובסטר של Johnson & Johnson, ובסוף שנת 2006 החליטה להפוך לשותפה ומנהלת בקרן ההון סיכון גיזה, מהמובילות והוותיקות בארץ. "היכולת לשלב חדשנות טכנולוגית פורצת דרך עם ראייה עסקית אסטרטגית ולהשפיע על פיתוח אמצעים להארכת חיי אדם ולהצלחתם גורמת לי בכל יום לסיפוק רב", אומרת ניר.

ניר ממליצה לכל הסטודנטים בפקולטה לגלות סקרנות ויצירתיות לצד התמדה ועבודה קשה. "יש לשאוף למצוינות אך להבין שגם אם טועים אפשר לתקן בזמן אמת וללמוד מהטעויות. אסור לחשוש לעשות שינויים, יש להתמודד עם אתגרים ולזהות הזדמנויות להרחבת תחומי ההשפעה והאחריות".



עכשיו מעונן

פרופ' דני רז מהמעבדה לרשתות תקשורת ופרופ' אסף שוסטר, ראש המעבדה לחישוב מקבילי ומבוזר, מספרים על מחקרים ופיתוחים מתקדמים בתחום מחשוב ענן, המתבצעים במעבדות הפקולטה למדעי המחשב ■ רן מירון



פרופ' דני רז. צילום: איתמר רותם

מחשוב ענקיים מאפשרת לכווץ את מחיר האחסון והעיבוד ומציעה לעסקים ולמשתמשים ברחבי העולם חלופה ראויה". עם זאת, מציין רז, "הצלחת שירותי ענן תלויה בתשתית תקשורת חזקה דיה, שתאפשר תגובה מהירה ביותר לכל שאילתה של הלקוח". יתרון משמעותי נוסף של הענן על פני הקמת מערך מחשוב פרטי הוא גמישות בצריכת המשאבים. "במקרים רבים חברות סטארט-אפ מתחילות להציע מוצר או שירות ללקוחות, ובנקודת ההתחלה עולה קושי לצפות את ההצלחה ואת היקפי השימוש העתידיים שיידרשו ממערך ה-IT. במקרים רבים הסטארט-אפ מציע את מרכולתו, ההצלחה מאירה פנים, ולפתע הוא נדרש לספק שירות לעשרות אלפי לקוחות. אז עולה השאלה אם עליו להיכנס להשקעה גבוהה ברכישת ציוד IT יקר או לפנות לחלופה שבה העלויות נקבעות לפי נפח השימוש, בהתאם למודל תמחיר שמציע ספק הענן.

"ככל שחוסר הוודאות גבוה יותר סביר יותר שארגונים יחפשו מודל גמיש שיאפשר להימנע מהשקעות מיותרות ומהתחייבויות

במסטר הקרוב יצטרף לרשימת הקורסים בפקולטה למדעי המחשב בטכניון קורס חדש שיעסוק במחשוב ענן (Cloud Computing). על פיתוח הקורס והוראתו אמון פרופ' דני רז מהמעבדה לרשתות תקשורת, המכהן כחבר סגל בפקולטה וכסגן דיקן ללימודי מוסמכים. לדבריו, לאור ההתפתחויות המשמעותיות שהושגו בשנים האחרונות בתחום מחשוב הענן הוא מצא עצמו מקדיש נתח הולך וגדל מזמן הקורס לניהול רשתות תקשורת לפרדיגמת הענן, עד שהחליט כי בשלו התנאים לפתוח קורס ייעודי בנושא.

תחליף למחשב האישי

"תחום מחשוב הענן החל לתפוס תאוצה בעיקר בשל הצורך של חברות לנהל ולאחד את המשאבים הטמונים במרכזי המחשוב (Data Center) הגדולים שלהן ולחסוך בעלויות", אומר רז. לדבריו, מערך ענן כזה, המכונה Private Cloud, יושם על ידי חברות ענק כמו יבמ, HP ואורקל. חברות אלה מפעילות מרכזי מחשוב הכוללים אלפי שרתים, שבהם מתבצעים החישובים הנובעים מכלל הפעילות העסקית והארגונית שלהן.

במקביל התפתח בעולם ה-Public Cloud, המופעל על ידי ספקים מתמחים כמו אמזון וגוגל, כעסק מסחרי המספק מגוון שירותי רשת בתשלום לאוכלוסייה הכללית. "גוגל מובילה את ראיית הענן הקיצונית ביותר, שלפיה כל גוף, בין אם אדם פרטי, מוסד לימודים או עסק, יוכל להכניס את המידע הפרטי שלו ולבצע עיבודים וחישובים על גבי ענן ציבורי שהוקם על ידי ספק, כתחליף למחשבים האישיים הנמצאים בדרך כלל באתר משתמש הקצה. את המחשבים האישיים בבתים ובמשרדים יחליפו תחנות קצה רזות (Thin Clients) ללא מערכות הפעלה. כל החוכמה והיכולת ירוכזו במקום אחר, ומשתמש הקצה יידרש רק לשלם במודל תמחור מסוים על השירותים שיצרוך מהענן. "ספקים אחרים, ובהם אמזון ומיקרוסופט, רואים בצורה שונה מעט את חזון הענן והדרכים למימושו, אך העיקרון דומה", מסביר רז.

מודל גמיש

אחד היתרונות המשמעותיים של מימוש פרדיגמת ענן הוא הגודל. "הקמת מרכז מחשוב כרוכה בעלויות גבוהות בגלל הצורך לרכוש שרתים, להקים מערך קירור מתקדם, לבנות קווי תקשורת ולשלם לכוח אדם מקצועי עבור תחזוקה. לעומת זאת, הקמת מרכזי





צילום: shutterstock | א.ס.א.פ קריאייטיב

לנהל את מערך השירותים כוללות בהיקף המחשבים והמשאבים שלו, בעוצמת תשתית התקשורת ובמיקום הלקוחות".
הדילמה השלישית והאחרונה עוסקת באופטימיזציה ובאיזון עומסים בזמן אמת. היא עוסקת, בין היתר, בנייתוב פניות בין השרתים השונים, תוך איזון הפעילות כך שאפשר יהיה להימנע מקריסת שרת עקב עומס יתר בעוד שאחר אינו מנוצל.

לדברי רז, התעשייה מגלה עניין רב במחקרים בתחום ניהול משאבי הענן, כי מעבר לשירות אופטימלי ללקוח, שלוש הדילמות שהוצגו מבדילות בין ספק שמנצל באופן אופטימלי את משאביו ומציע שירותים במחיר תחרותי, לבין ספק שהתנהלותו אינה מדויקת ושולי רווחיו הולכים ופוחתים. "לנוכח התחרות הגוברת, ספקים חייבים לשמור על ניצולות גבוהות כדי לממש את יתרון הגודל ולהישאר בענף לאורך זמן".

חיסכון בזמן יקר

רז בוחר להציג שניים מבין המחקרים הרבים שבהנחייתו. אמיר נהיר, סטודנט לתואר שלישי, מבצע מחקר בנושא איזון עומסים, בהנחיה משותפת של רז ושל פרופ' אריאל אורדע מהפקולטה להנדסת חשמל בטכניון. "אחת הבעיות שחוקר אמיר היא כיצד אפשר לאזן עומסים בלי שיהיה צורך להציג בפני כל שרת ושרת שאילתה על מצב העומס ברגע נתון, ובכך לחסוך זמן יקר בהפניית המשימה לטיפול", מספר רז. "הגישה הקיצונית בהקשר זה דוגלת בהפניית משימות באופן אקראי, אך עלולה להעמיס עומס יתר על שרת מסוים ואף לגרום לקריסתו. עד לאחרונה סברו החוקרים כי במקרה זה החלופה היחידה להפניה אקראית של משימות היא שיטת איזון העומסים Round Robin, שמעמיסה את השרתים בזה אחר זה באופן מעגלי. הבעיה בשיטת האיזון היא בצורך בשרת מרכזי שיידע לערוך את הסבב ולרכז את המידע הנדרש.

מראש. ברגע שמוגדרת אמנת שירות בין ספק הענן ללקוח אין חשיבות למקום הגיאוגרפי או לטכנולוגיה שבה משתמש הספק במסגרת שירותי הענן. מבחינתו יש גורם יחיד האחראי לתקינותו ולרציפותו המלאה של השירות".

ניצול משאבים אופטימלי

פרדיגמת הענן התאפשרה בזכות הבשלתן של כמה טכנולוגיות - אחת מהן היא הווירטואליזציה: טכנולוגיה המאפשרת להפריד את התוכנה מהחומרה. התפתחותה של הווירטואליזציה אפשרה לספקים לבנות מרכז מחשוב (Data Center), להפעיל במסגרתו שרתים וירטואליים, ליצור העתקים וירטואליים ולהקצות לכמה משתמשים את אותה מסגרת חומרה, ללא כל תלות וקשר ביניהם. טכנולוגיה נוספת היא Mass Produce (מקבול שרתים), המאפשרת לכמה מחשבים שרצים במקביל לעבד משימה בו בזמן, כדי לבצע עיבודים זריזים יותר.

תחום נוסף שאפשר את התפתחותו ואת מימושו של מחשוב הענן הוא ניהול משאבי הענן, המהווה את מוקד מחקרו של רז. לדבריו, ניהול משאבים מתמקד בשלוש דילמות: הדילמה הראשונה שאמורה לעמוד בפני ספק או חברה המקימה ענן היא מיקום המרכז, בין אם מדובר במרכז בודד או במערך מרכזים. זו היא החלטה בעלת משמעויות ארוכות טווח.

הדילמה השנייה נוגעת להגירה (Migration), ועוסקת בהקצאה ובחלוקה של שירותים בין המרכזים השונים, תוך הרצת שירות בכמה העתקים, וביכולת להזיז שירותים ממקום למקום בהתאם לעומס המוטל על השרת או מרכז המחשוב. "לדוגמה, אותו סטארט-אפ שהשירות שהציע זכה לביקוש גבוה ברחבי העולם", אומר רז. "עתה הוא נדרש לטכנולוגיה שתאפשר לו להחליט בכל רגע ורגע כמה העתקים מהשירות הוא צריך ליצור ומהיכן כדאי שיפעלו. כלומר עליו





פרופ' אסף שוסטר. צילום: יענת חן

לעכל כמויות כה עצומות של מידע תוך ביצוע של כריית מידע מהירה ויעילה בזמן אמת. זה חשוב במיוחד כשצריך לבצע חישובים שאופיים אינו ליניארי במרחב הנתונים האדיר". שוסטר אומר כי האלגוריתמים שמציעים פרויקט Open Source (כמו Hadoop ו-Hive) מאפשרים כיום להתמודד עם שאילתות פשוטות יחסית ולהשתמש בנפחי תקשורת אדירים. המעבדה הצליחה להגיע להישגים מרשימים בעיבוד שאילתות מסובכות שאינן ליניאריות, בגישה של שיתוף פעולה מבזר.

כריית מידע מתקדמת

פרויקט נוסף של המעבדה בתחום הענן הוגש לאחרונה לתכנית Future Emerging Technology של האיחוד האירופי. הפרויקט של הפקולטה בתחום שטפי מידע מבזרים הוגש לצד 115 הצעות ממוסדות אקדמיים מובילים בעולם וזכה במקום הראשון. "דפי מידע מגיעים בשטף בלתי פוסק אל המערכות של חברות כמו גוגל ויאהו! כשדף מגיע מה-Crawler שלהן למנוע החיפוש הוא מאונדקס תוך כ-20 שניות, ומוכן כבר להיכלל בתשובות החיפוש של משתמשי הקצה", מספר שוסטר. "פרויקט ה-Stream שלנו עוסק בשטף מידע זה. בין אם שטף המידע מגיע למקום מרכזי ובין אם למקומות שונים, הטכנולוגיה שפיתחנו מאפשרת כריית מידע מתקדמת, והתוצר הסופי הוא ידע גלובלי איכותי מתוך ים הנתונים".

לדבריו, לפרויקט השלכות חשובות בתחום מחשוב הענן, מכיוון שהאלגוריתמים המבזרים שפותחו מייטרים את הצורך להזרים נתונים לענן ולעבדם באופן מרכזי. "אפשר כיום להשאיר את הנתונים במצב מפוזר ועדיין לחצוב מתוכם מידע חיוני. באופן זה נחסכות עלויות משמעותיות בתהליך כריית המידע", מסביר שוסטר.

יש עתיד

רז ושוסטר מסכימים כי מחשוב הענן כבר כאן, והוא יישאר גם בעתיד הנראה לעין. השניים צופים התפתחויות מחקריות מעניינות בתחום, ומאמינים שכמה מהן יצאו ממש מכאן, מתוך המעבדה לרשתות תקשורת ומהמעבדה לחישוב מקבילי ומבזר בפקולטה למדעי המחשב בטכניון.

במחקר ובמאמר שאנו כותבים עתה אנו מציגים שיטה אקראית שמאפשרת איזון עומסים טוב יותר מהפניה אקראית ואינה דורשת שרת מרכזי".

עבודת מחקר מעניינת נוספת היא של המסטרנט גלעד קותיאל, המתבצעת בשיתוף חוקרים ממעבדות יבמ בחיפה. "בעבודה זו חוקר גלעד את נושא ההגירה בניסיון לברר כיצד אפשר לבצע העברת שירות מסוים ועדיין לשמור על זמינות השירות עבור הצרכנים. עבודות מחקר קודמות בנושא לא התחשבו בכך שמתן שירות כרוך בתפיסת רוחב פס, ואם מרכז המחשוב מבצע הגירה רבה סביר שייוצר עומס שיפגע ביכולת מתן השירות ללקוחות אחרים. במחקר אנו מתחשבים בכך ומנסים, באמצעות פיתוח מודלים מורכבים, ליצור אופטימיזציה גבוהה בהגירה חיה, המתנהלת בזמן אמת".

פרויקטים חלוציים

פרופ' אסף שוסטר, חבר סגל בפקולטה למדעי המחשב, שחוקר יותר מ-20 שנה את תחום החישוב המקבילי והמבזר, מנחה אף הוא פרויקטי פיתוח מתקדמים, חלקם חלוציים וייחודיים בתחום הענן. אחד הפרויקטים המובילים במעבדה של שוסטר מבוצע על ידי הדוקטורנטית אורנה אגמון בניהודה, שבוחנת מנגנונים של רכישת משאבים לצורך עיבוד המשימות הנשלחות לענן.

"לכל משימה הנשלחת לענן יש עלות מסוימת, המשתנה כפונקציה של פרמטרים רבים", אומר שוסטר. "אנו מפתחים מודלים המבוססים על תורת המשחקים שסיבירו ויחזו את ההשתנות במחיר השימוש בענן. מעניין שלפעמים ההסבר לקביעת מחיר כזה או אחר הוא פסיכולוגי. אנו גם מפתחים אלגוריתמים מורכבים לצורך אופטימיזציה של רכישת המשאבים בהיבטים של המחיר של ביצוע המשימה ושל משכה. אנו משתמשים בשילוב ייחודי של שיטות מעולם האלגוריתמים התחרותיים למציאת אלגוריתם אופטימלי, ומשתמשים בשיטות של למידה חישובית לחיזוי עומס עתידי".

מחקר נוסף שמתבצע במעבדה בהנחייתו של שוסטר מתמקד בסכמה טכנולוגית שנקראת Map Reduce, שבה משתמשות חברות כמו גוגל, יאהו! ויבמ כדי לסרוק ולעבד כמות אדירה של מידע. במעבדה נבחנת היכולת לזהות ולעבד מידע מורכב יותר מזה שנבחן עד היום. באופן זה הצליחו חוקרים במעבדה לעבד ולהסיק מסקנות מורכבות ממידע שנאסף על ידי טכנולוגיית ה-Crawling (המשמשת את גוגל למשל). המסקנות מאפשרות לקבוע את קיומם של קשרים סמויים לכאורה בין אנשים או נתונים.

רק נריאות

פיתוח אחר, של הדוקטורנט מיכאל (מיקי) גבל, מעבד מידע ניטור (Monitoring) שמגיע מעשרות אלפי מכונות בענן. כל מכונה רושמת נתונים על פעולתה במאות אוגרים. המידע הכולל, המכיל מיליונים ואף מיליארדים של נתונים בדקה, מעוכל סטטיסטית כדי לקבל תמונה על מצבו "הבריאותי" של הענן. שימוש בטכנולוגיה זו במידע אמיתי כבר הוכיח את עצמו באבחון בעיות פוטנציאליות (כמו שרתים שאינם פועלים כראוי) ופתרון לפני שגרמו לאיבוד מידע או לנפילת שירותי ענן.

בתחום התשתית חוקרת המעבדה את סוג התשתית הנדרשת כדי לעבד ביעילות מרבית מידע שמגיע לנפחים עצומים של אקסה ביט (EB), זטה ביט (ZB), ובעתיד אף יוטה ביט (YB), כלומר 10 בחזקת 18, 21 ו-24 ביטים. לדברי שוסטר, המחקר המתנהל במעבדה הצליח להוביל להתפתחויות משמעותיות באופטימיזציה של משימות מורכבות. "בהיבט זה אנו בוחנים איזו תשתית מסוגלת





מימין: ד"ר סיוון ברקוביץ וד"ר איתי שרון. צילום: איתמר רותם

טובים השניים

ד"ר סיוון ברקוביץ וד"ר איתי שרון הגיעו לתוצאות חשובות במחקר לזיהוי חיידקים בדגימות מטה־גנומיות. המודל הממוחשב שפיתחו השניים אף זכה בפרס של הפקולטה שנועד לעודד שיתוף פעולה במחקר בין סטודנטים לתארים מתקדמים ■ ישראל בנימיני

זיהוי מסלולים מטבוליים בדגימות מטה־גנומיות התבסס על שיטות פשטניות של ספירת גנים, ולכן פיתחו בשיתוף עם שלומי ובתמיכתו של פרופ' רון פינטר מודל ממוחשב, שבהנחות מסוימות נמצא קרוב הרבה יותר לייצוג מהימן של יחסי הגומלין בין אורגניזמים, גנים ומסלולים. השניים, שהכירו כאשר שרון היה המתרגל של ברקוביץ, בחרו לצאת מחדרי הלימוד והסגל לסביבה אחרת, והתקדמות המחקר הושגה בעיקר ליד שולחנות בית הקפה של הפקולטה. המודל החדש דרש כוח חישובי רב והשניים נעזרו באשכול של 120 מחשבים שנתרמו על ידי קרן וולף. הם בדקו את המודל על ידי יצירת "סביבה סינתטית" - אוכלוסיית חיידקים וירטואלית שממנה נגזרו דגימות מטה־גנומיות, והפעילו את האלגוריתמים שפיתחו כדי לפענח חזרה מהדגימות את היכולות המטבוליות של הסביבה שממנה נלקחה. כאשר יופעל האלגוריתם על סביבות ביולוגיות אמיתיות יש לו פוטנציאל רב להרחיב את הידע שלנו על האקולוגיה של מושבות חיידקים בטבע.

יצירת רעיונות עצמאיים

שיתוף הפעולה בין שרון וברקוביץ הוא ייחודי, מכיוון שבלימודים לתארים מתקדמים העבודה מתבצעת לרוב בהנחייתו של חוקר בכיר, ואינה פרי יוזמה ושיתוף פעולה עצמאי של סטודנטים. "שיתופי הפעולה המחקריים מהווים קרקע פורייה לפיתוח ולהעצמה של רעיונות", אומר ברקוביץ. שרון מסכים: "בעיניי חלק מההכשרה של דוקטורנט צריכה לכלול יצירה עצמאית של רעיונות ובניית קבוצה שתוכל לחקור את הרעיונות". בדיוק לכך כיוונה הפקולטה למדעי המחשב כאשר יצרה את תכנית הפרס לעידוד שיתוף הפעולה במחקר בין סטודנטים לתארים גבוהים, עם הפקולטה להנדסת חשמל. "רצינו שהסטודנטים יהפכו את המחקר לדרך חיים, גם אם המנחה לא ביקש, וגם אם רעיון המחקר הוא לא בדיוק בתחום ההתמחות. אנו רוצים לעודד אווירה של חופש, סקרנות, יוזמה ושיתוף של סטודנטים מתחומים שונים בבעיות מחקר, כדי שישלבו את הידע והיצירתיות שלהם", מסביר פרופ' דני רז, סגן הדיקן ללימודי מוסמכים בפקולטה.

תכנית הפרס דורשת כי שיתוף הפעולה ייעשה בין סטודנטים שאין להם מנחה משותף, ומציעה פרסים מוגדלים לשיתוף בין סטודנטים מפקולטות שונות. רגע לפני שברקוביץ ושרון פונים להמשך דרכם בפוסט־דוקטורט (ברקוביץ בסטנפורד ושרון בברקלי), הם יכולים להיות גאים בפרס שקיבלו ובתוצאה מחקרית חשובה שלא היו יכולים להשיגה ללא היוזמה ושיתוף הפעולה.

מה אפשר להשיג כאשר מנסים לפענח את משמעותיות ההרכב הגנטי של סביבה שלמה של חיידקים? ד"ר סיוון ברקוביץ וד"ר איתי שרון, שסיימו לאחרונה דוקטורט בפקולטה, הגיעו לא רק לתוצאות מחקריות שהתקבלו להצגה בכנס חשוב בתחום הביואינפורמטיקה, אלא גם זכו בפרס חדש של הפקולטה המעודד שיתופי פעולה בין סטודנטים. המחקר צמח משאלה פתוחה שהותירה עבודת מחקר קודמת של שרון. שרון עוסק בתחום המטה־גנומיקה: מחקר החומר הגנטי הנאסף ישירות מדוגמאות סביבתיות ומכיל גנים של חיידקים ממינים שונים. באופן מסורתי מחקר של מיקרובים מתבצע על ידי גידולם במעבדה וריצוף הגנום שלהם מתרבויות המכילות מינים בודדים, אולם את רובם המכריע של המיקרובים אי אפשר לגדל במעבדה ולחקור בדרך זו. גידול המיקרובים במעבדה אף אינו מאפשר לחקור את המיקרובים בסביבה שבה הם חיים. כדי להתמודד עם בעיות אלו פותחו שיטות המאפשרות איסוף חתיכות DNA קטנות מתוך דגימות סביבתיות וניתוחן בשיטות חישוביות. טכניקות אלו אינן מאפשרות ריצוף גנומים שלמים, אך באמצעותן אפשר להכיר את האקולוגיה של הסביבה הביולוגית שממנה נלקחה הדגימה.

יוצאים מחדרי הלימוד

טכניקות ריצוף מטה־גנומיות מזהות ערב רב של גנים בדגימה ומציבות אתגרים קשים בהבנת משמעות הזיהוי. בין האתגרים - זיהוי המסלולים המטבוליים המאפיינים אורגניזמים בסביבה מסוימת מתוך דגימה מטה־גנומית; זיהוי המסלולים הייחודיים לסביבה מסוימת ביחס לסביבות אחרות. מסלולים מטבוליים הם שרשראות של תגובות כימיות המתרחשות בכל אורגניזם חי. בשרשראות משתתפים אנזימים שכל אחד מהם מקודד על ידי גן אחד או יותר. אם בדגימה נמצאים מרבית הגנים הנדרשים לביצוע פעולה מסוימת יש סבירות גבוהה שהפונקציה חשובה להתאמתם של המיקרובים החיים לסביבתם. לדוגמה, בדגימות הנלקחות ממים רדודים באוקיינוסים אפשר למצוא כמות משמעותית של גנים הקשורים לפוטוסינתזה, המעידה שכמות משמעותית של חיידקים במים רדודים בים מנצלים את אור השמש לייצור ראשוני של מזון. במסגרת קורס של ד"ר תומר שלומי שבו השתתפו שרון וברקוביץ, שעסק במסלולים מטבוליים, הם הציעו לערוך פרויקט של זיהוי מסלולים מטבוליים בדגימות מטה־גנומיות. ברקוביץ עסק אותו זמן בעבודת הדוקטורט שלו בפקולטה בתחום אחר של הביואינפורמטיקה - פיתוח כלים לחקר מחלות גנטיות. שרון וברקוביץ מצאו כי עד עתה



על נמלים ומצוינות

בין תחומיות היא שם המשחק בקריירה האקדמית של פרופ' אלפרד ברוקשטיין: מתמטיקה, ביולוגיה ופיזיקה – לצד עיבוד תמונות, ציור ועיצובי לוגו. כמי שעומד בראש תכנית המצוינים של הטכניון, יש לו גם כמה תובנות מדאיגות בנושא ■ סמדר סלטון

מקוריות ומעוף

בשנים 2002-2006 היה ברוקשטיין דיקן בית הספר ללימודי מוסמכים של הטכניון, ובארבע השנים האחרונות הוא עומד בראש תכנית המצוינים של הטכניון. "תכנית המצוינים קיימת בטכניון כבר 20 שנה", הוא מסביר. "משתתפים בה סטודנטים לתואר ראשון שנבחרים בקפידה על סמך ציונים ומבדקים. הם משוחררים מדאגות פיננסיות וזוכים למלגת שכר לימוד מלאה, למעונות ולמלגת קיום. הם חופשיים לבחור מסלולי לימוד עצמאיים, ונדרשים להתמסר ללימודים ולהתקדם מהר ככל האפשר לכיווני מחקר מדעיים, בהתאם לעניין האישי שלהם, ולהצטרף למעבדות מחקר בטכניון. בסיום לימודי התואר הראשון אנו רוצים לראותם ממשיכים ללימודי מוסמכים בטכניון. במשך השתלמותם הם זוכים להדרכה אישית ולסדרה של הרצאות העשרה על ידי חוקרים מובילים מהארץ ומחו"ל, ובהם אפילו זוכי פרס נובל, מתחומים מגוונים של המדע והטכנולוגיה".

מדי שנה נרשמים לתכנית כ-200 מועמדים, הסולתה והשמנה של מערכת החינוך במקצועות המדעים והטכנולוגיה. מתוכם מתקבלים 10-15 סטודנטים, ובכל שנה נמצאים בתכנית כ-50 סטודנטים בשלבי לימוד שונים. מועמדים לתכנית נדרשים להעביר בפני שלושה פרופסורים הרצאה בת 15 דקות על נושא מדעי שחקרו לעומק באופן עצמאי. בשלב הבא הם עוברים ריאיון שבו הם נשאלים שאלות אישיות וטכניות, במטרה לאתר דחף פנימי למחקר, סקרנות והתלהבות.

ברוקשטיין מספר כי מרבית המועמדים לתכנית העשירו את לימודיהם בתקופת התיכון בקורסים מתקדמים באוניברסיטה הפתוחה, השתתפו באולימפיאדות למתמטיקה או בתחרויות מדעיות וטכנולוגיות אחרות (ברובוטיקה, באלקטרוניקה, בפיזיקה, בכימיה וכו') והשתתפו במחנות קיץ של הטכניון או מכון ויצמן. "אלה צעירים בעלי מוטיבציה והנעה פנימית ללמוד, להבין, לחקור, להמציא ולפתח טכנולוגיות מתקדמות. לעתים מתקבלים לתכנית גם תלמידים נטולי תעודת בגרות, שהציגו בפני הבוחנים פיתוח עצמאי מעניין והתקבלו בזכות המקוריות והמעוף שהתגלו בהם בשלב הבחינות והריאיונות לתכנית".

לתגמל את התורים

"מאז שאני עומד בראש תכנית המצוינות אני מתוסכל בתקופות המיונים", אומר ברוקשטיין. "במיונים משתתפים כ-100 חברי סגל מהטכניון שמתנדבים לבחון את המועמדים, וגם הם מתוסכלים בדרך כלל נוכח הפער בין הציונים וההישגים הפורמליים של המועמדים לבין יכולות החשיבה העצמאית שהם מפגינים. מערכת החינוך הטרומ אוניברסיטאית כושלת, וצעירים מדהימים מבחינת היכולות והכישורנות לא זוכים לעידוד המחשבה המקורית ולפיתוח גישה חוקרת לשאלות ולפתור בעיות חדשות. לתלמידים גם לא מוענק בסיס רחב של ידע".

ברוקשטיין מאמין כי אפשר לגרום לכך שלהוראה בבתי הספר התיכוניים יגיעו אנשים מוכשרים. "איכות ההוראה גרועה כי החברה שלנו הפסיקה להעריך ולתגמל מורים, לא חברתית ולא כספית. עד

נהוג לחשוב שכדי להצליח ולהגיע להכרה מקצועית מוטב להתמקד. פרופ' אלפרד ברוקשטיין, המחזיק בקתדרת אולנדורף למדעים ועומד בראש תכנית המצוינים של הטכניון, מצליח להוכיח שהתעניינות רוחבית בכמה תחומים יכולה דווקא ליצור סינרגיות מעניינות. כשהיה סטודנט לתואר ראשון בפקולטה להנדסת חשמל בטכניון בחר ברוקשטיין ללמוד, לצד קורסים בבקרה, מחשבים ותקשורת, גם קורסים על אותות ומערכות ביולוגיות ועל אלקטרוניקה רפואית (אצל פרופ' פרנץ אולנדורף ז"ל הנערץ). בעקבות זאת פרסם ברוקשטיין מאמר בנושא תקשורת עצבית. את השילוב בין תורת התקשורת ההנדסית לבין ביולוגיה הרחיב בלימודי התואר השני בהנדסת חשמל, כאשר המשיך בחקר מודלים של קידוד במערכת העצבים ועסק באותות שבאמצעותם סנסורים חושיים מעבירים מידע למוח. חיבתו לשילוב בין תחומי לימודים אלו גם באוניברסיטת סטנפורד, שבה סיים דוקטורט בתחום תורת השערוך. הפעם חיבר ברוקשטיין בין תחומי עיבוד אותות ומתמטיקה לתחומי הפיזיקה והגיאופיזיקה, וקשר בין תורת האלגוריתמים לפיזור גלים בתוך תווך שכבתי.

העצב לוגואים

עם שובו לארץ בשנת 1984 הפך ברוקשטיין לחבר סגל בטכניון. הוא נודע בזיקתו האישית לתחום האמנות, הגרפיקה והציור, והעביר קורסים בגרפיקה ממוחשבת.

"באותה עת היה זה תחום אופנתי מאוד ומתפתח, והייתה דרישה גבוהה מאוד לקורסים בנושא", זכר ברוקשטיין. "בעקבות הקורס והעניין האישי שלי העמקתי את התעניינותי בטכנולוגיות הקשורות לתמונות, במיוחד בכיוונים של עיבוד וניתוח תמונות וראייה ממוחשבת. גרפיקה ממוחשבת מנסה לחקות את התהליכים האופטיים והפיזיקליים של היווצרות תמונה, ומתמקדת בפיתוח כלים מתמטיים לסינתזה של תמונות. לעומת זאת, עיבוד תמונות וראייה ממוחשבת מפתחים כלים לשיפור תמונות ולניתוחן לצורך הבנת התוכן שלהן". לאחרונה הוזמן ברוקשטיין להרצות גם בפקולטה לארכיטקטורה, הפעם בעקבות תחביב נוסף שפיתח: עיצוב לוגואים. ברוקשטיין, אגב, עיצב את הלוגו של הפקולטה למדעי המחשב.

בשנת 1991, בעת מלחמת המפרץ הראשונה, קרא ברוקשטיין את ספרו האוטוביוגרפי של ריצ'רד פיינמן, פיזיקאי מוערך זוכה פרס נובל, "אתה בטח מתלוצץ מיסטר פיינמן!" (הוצאת מחברות לספרות, 1995). בספר יש תיאור מעניין על אודות מלחמתו של פיינמן בנחיל נמלים שתקף את ביתו - לא באמצעות הדברה אלא כפיזיקאי, בחקר התנהגותן של הנמלים. בהשראת תיאור זה פרסם ברוקשטיין מאמר עם הסבר מתמטי מדוע מסלולי התנועה של נחילי נמלים הם ישרים, אף שנמלה בודדת נעה באופן אקראי לחלוטין. בכך הניח ברוקשטיין את היסודות לכיוון מחקר חדש ברובוטיקה מבוזרת ושישה סטודנטים שלו סיימו עד כה תארים גבוהים בשטח זה (שלושה דוקטורנטים ושלושה תארי מגיסטר). מחקרם מרכז בפיתוח עקרונות של התנהגות מקומית עבור רובוטים פשוטים וזעירים, בעלי יכולות מוגבלות, שיכולים להגיע להישגים מרשימים כאשר הם עובדים יחד כנחיל.





פרופ' אלפר ברוקשטיין. צילום: איתמר רותם

"לדאבוני, אני נתקל לעתים קרובות בסטודנטים טובים ואף בחוקרים טובים מאוד שיכולתם לכתוב מאמרים בהירים ומובנים לוקה בחסר". מעבר למחקרים על נמלים ונחילים של רובוטים שוקד ברוקשטיין על מחקר בעיבוד תמונה ובראייה ממוחשבת, שבמהלכו הוא בוחן בין השאר אם אפשר לשחזר מבנה תלת ממדי של העולם ממידע הטמון בתמונות דו ממדיות.

למרות הישגיו האקדמיים במגוון תחומי התעניינותו, ברוקשטיין מעיד כי הגאווה העיקרית שלו היא הסטודנטים שהיו לו במהלך השנים, שהגיעו להישגים מכובדים מאוד בזכות עצמם. בין הסטודנטים לשעבר מציין ברוקשטיין את פרופ' מיכה לינדנבאום מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון, העוסק בחקר זיהוי עצמים; את פרופ' נחום קרייטי מהפקולטה להנדסת חשמל באוניברסיטת תל אביב, העוסק בעיבוד תמונות וראייה ממוחשבת; את ד"ר דורון שקד, מנהל מעבדות HP בישראל; את פרופ' רון קימל מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון, העוסק בנייתוח של צורות Deformable; את פרופ' גיירמו ספירו מאוניברסיטת מיניאפוליס, העוסק בשחזור תמונות שבהן חלקים חסרים; את פרופ' פולינה גולנד מאוניברסיטת MIT, העוסקת בעיבוד תמונות רפואיות; את פרופ' גיא לבנון מג'ורג'יה טק בטלנטה, העוסק בלמידה חישובית; ואת ד"ר ישראל וגנר, שעוסק בתכנון מעגלים משולבים במכון המחקר של יבמ. "הם בהחלט נותנים לי תחושה שהצלחתי להעביר את השרביט הלאה", מסכם ברוקשטיין בסיפוק. "מכל מלמדיי השכלתי, ומתלמידיי יותר מכולם".

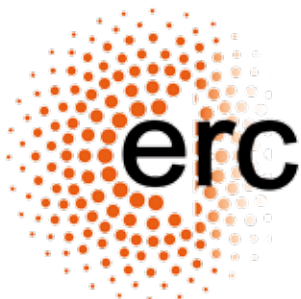
שמורים לפיזיקה, מתמטיקה וספרות לא ייהנו מהיוקרה ומהמעמד בחברה שיש לעובדי הייטק, לא נצליח לשחזר את ההצלחה של מערכת החינוך משנות ה-60. לתכונות האישיות המולדות של התלמידים יש חשיבות רבה, אבל לבית הספר ולבית ההורים יש חלק גדול מאוד בפיתוח העניין והמוטיבציה שלהם להצטיין, לקרוא ספרים, לגרום לצעירים להבין שמדע אינו אוסף של קטעי אינפורמציה אלא תהליך של חקירה ואינטגרציה מתמדת, ושיש עולם שלם מעבר לחיפוש בגוגל ובויקיפדיה".

גאה בסטודנטים

ברוקשטיין, בן 56, יליד סיגט, עיירה קטנה בטרנסילבניה, רומניה, זוקף את שורשי הסקרנות שלו והשאיפה למצוינות לא מעט לזכות החינוך שקיבל בתיכון ברומניה. "המורים היו מחויבים למקצוע והיו האנשים המוערכים ביותר בעיירה. הייתה תחושה שהם לא מלמדים בשביל ציונים או בשביל תעודת הבגרות, אלא לצורך הבנת העולם והסביבה. עד כיתה ה' שנאתי מתמטיקה, אבל בזכות מורה מדהים נפתח בפני עולם זה, וגיליתי שמתמטיקה מעניינת אותי מאוד. אבי היה סופר, כך שלא בבית ספגתי את הגישה למדעים. מה שכן ספגתי מהוריי הוא דחף עז להרחבת השכלתי".

את שורשי חיבתו לאינטרדיסציפלינריות קושר ברוקשטיין דווקא לשיעורי הספרות בתיכון ברומניה, שבהם נדרש לכתוב פעם בשבועיים השוואה בין יצירות של סופרים שונים. "תרגול זה הניח את היסודות להבעה בכתב, שנדרשת מאוד לתיבת מאמרים אקדמיים", הוא אומר.





באחוזים העליונים

תכנית ERC היוקרתית מעניקה מימון של מיליוני אירו וחופש אקדמי למדענים נבחרים. שניים מהישראלים שקיבלו את המענק, פרופ' אלי בן-ששון ופרופ' אלדר פישר מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון, מספרים על האפשרויות שפתחה בפניהם התכנית ■ ישראל בנימיני

שיש בה טעות, אך ההסתברות לכך היא נמוכה ואפשר להקטינה על חשבון בדיקת חלקים נוספים בהוכחה. אף שהמוטיבציה למחקר היא בעיקרה סקרנות ועניין אינטלקטואלי בתחומים חדשים במתמטיקה מופשטת, בן-ששון יכול לתאר גם שימוש מעשי עבור מנגנון זה, בתחום אבטחת התוכנה. "כולנו משתמשים בתוכנות וחשוב לנו להיות בטוחים שהן תקינות ושאינן פתוחות לתקיפה זדונית", אומר בן-ששון. "הגענו למצב שפעולה תקינה ובטוחה של מחשבים היא עניין של חיים ומוות".

אם התוכנה תכלול הוכחה של הטענה כי אינה יכולה להזיק (כמובן שטענה זו זקוקה לניסוח מתמטי ברור), ואם נוכל לבדוק את ההוכחה ולוודא כי לא נפלה בה טעות, אפשר יהיה להתקין את התוכנה ללא חשש. עם זאת, עבור תוכנות שאינן טריוויאליות ההוכחות הן ארוכות ומורכבות מאוד, ודורשות משאבי מחשב רבים כדי ליצור ולבדוק אותן. כאן מועילה מאוד האפשרות לבחור בצורה אקראית חלק קטן מההוכחה ולבדוק רק אותו. עם זאת, אפילו פרט קטן שגוי בהוכחה יגרום לכל ההוכחה להיות שקרית. פריצת הדרך של בן-ששון מתבטאת ביכולת ליצור הוכחות PCP באורך קצר, המאפשר להפוך אותן מאובייקט תיאורטי ואזוטרי לכלי תוכנה ישים ושימושי שיהיה מרכיב חיוני בספריית הקוד של מתכנני המחשבים.

הזכייה במענק מאפשרת לבן-ששון להתמקד במחקר ולממן את העזרה הנדרשת. אמנם המימון אינו מכסה את הקפה הדרוש לצורך המחקר ("מתמטיקאי הוא מכונה ההופכת קפה למשפטים", הוא מצטט את המתמטיקאי הידוע פול ארדוש), אך הוא מאפשר לרכז פעילות מחקרית באמצעות סטודנטים שתורמים למחקר במימוש מעשי של מנגנוני יצירת הוכחות ובדיקתן.

שליפת מידע מהירה

פישר, בן 40, זכה במענק של כמיליון אירו מתכנית ERC ב־2008, השנה הראשונה לייסוד התכנית. פישר, שתחומי המחקר שלו נושקים לאלו של בן-ששון, חוקר, בין השאר, דרכים לבצע מינימום בדיקות או שאילתות על קלט גדול ועדיין לקבל תשובה שתהיה נכונה בהסתברות גבוהה. לדוגמה, אם ידוע כי הרשומות במסד נתונים הן ממוינות, אפשר לבצע פעולות כשליפת מידע או הצלבה עם מסדי נתונים אחרים - בצורה מהירה ויעילה. במסגרת המחקר פותחו אלגוריתמים מהירים במקרים שבהם הרשומות כמעט ממוינות, כלומר רוב הרשומות נמצאות במקומן הנכון או קרוב אליו, ורק חלק קטן נמצא רחוק מהמקום שבו היו צריכות להיות אם היו ממוינות נכון (כמובן שהמחקר נותן הגדרה פורמלית מדויקת למושג זה).

"לדרבן מדענים לזוּם מחקרים פורצי דרך בכל תחומי המחקר, על בסיס מצוינות", אלו הם יעדיה של תכנית ERC (European Research Council) - תכנית מימון המחקר השאפתנית ביותר כיום באירופה. המסמך המסביר את יעדיה ועקרונותיה של התכנית פותח בהצהרות שאינן מותירות ספק לגבי האמביציה והתקוות הגבוהות: "למועצת המחקר האירופית יש מקום ייחודי במימון מחקר באירופה: לתמוך בידענות ובמדע הטובים ביותר".

המענקים המועברים לחוקרים ולמוסדות המחקר על ידי תכנית ERC, הכוללת מסלולים נפרדים עבור חוקרים צעירים וחוקרים בוגרים, הם מהמענקים המקיפים והמשמעותיים ביותר שחוקר יכול לשאוף אליהם. מדובר בתמיכה בהיקף של מיליוני אירו, שהופכת את התחרות לקשה ביותר: מתוך אלפי חוקרים שמגישים מועמדות מדי שנה מתקצבים 200-300 חוקרים בסך הכול. על רקע זה, הזכיות של חוקרים ישראלים, ובהם חוקרים מהטכניון, מדגישות את ההישגים הגבוהים ואת המצוינות של קהילת המחקר הישראלית.

יוצרי התכנית שואפים לתרום לקידום המחקר באמצעות הבטחת חופש אקדמי מקסימלי לחוקר הזוכה והצבת כל האמצעים הדרושים כדי להתקדם במחקר ללא עיכובים. לשם כך נקבעו כמה עקרונות השונים במידה רבה מתכניות מימון אחרות. ראשית, המענק הוא בסכומים גבוהים: 1-3 מיליון אירו לחמש שנים, כך שהחוקר חופשי מדאגות תקצוב לזמן רב. שנית, לחוקר ניתן חופש משמעותי בבחירת כיווני המחקר, מכיוון שקשה לצפות מראש אילו רעיונות קיימים יצליחו ואילו רעיונות חדשים יוצאו בשנים אלה. עיקרון זה כה חשוב ל-ERC עד שהמוסד האקדמי שבו עובד החוקר נדרש להבטיח את עצמאות החוקר.

חנט תכפונים

כדי לקבל מבט מבפנים שוחחנו עם שני חוקרים מהפקולטה למדעי המחשב שזכו במענקים במסגרת התכנית, פרופ' אלי בן-ששון ופרופ' אלדר פישר.

בן-ששון, בן 40, זכה במענק של ERC בשנת 2009, השנה השנייה לפעילותה של התכנית. המענק, 1.7 מיליון אירו, משמש אותו כדי לקדם את מחקריו בתיאוריה של מדעי המחשב. המחקר הנוכחי שלו מתמקד בהוכחות הולוגרפיות (PCP) - הוכחות שאפשר לבדוק באופן יעיל. הגדרה זו מסתירה מאחוריה טענה מוזרה: אפשר ליצור הוכחה מתמטית כך שאפשר לא רק לוודא אותה על ידי מחשב הבודק בפירוט כל שלב בהוכחה, אלא גם לבדוק אותה על ידי בחינת חלק קטן בלבד מההוכחה. לחיסכון בזמן הבדיקה יש מחיר. ייתכן כי הבדיקה תדווח בטעות כי ההוכחה נכונה אף





פרופ' אלי בן-ששון. צילום: איתמר רותם

לשאלה זו יש שימושים מעשיים רבים - למשל בהקצאת משאבים למשימות. התחום במדעי המחשב העוסק באלגוריתמים מהירים, הנותנים בדרך כלל תשובה נכונה לשאלה אם אובייקט מקיים תכונה נדרשת, נקרא "בדיקת תכונות" (Property Testing). אלגוריתם מהיר הוא אלגוריתם הנדרש למספר בדיקות הקטן משמעותית מגודל האובייקט הנדרש.

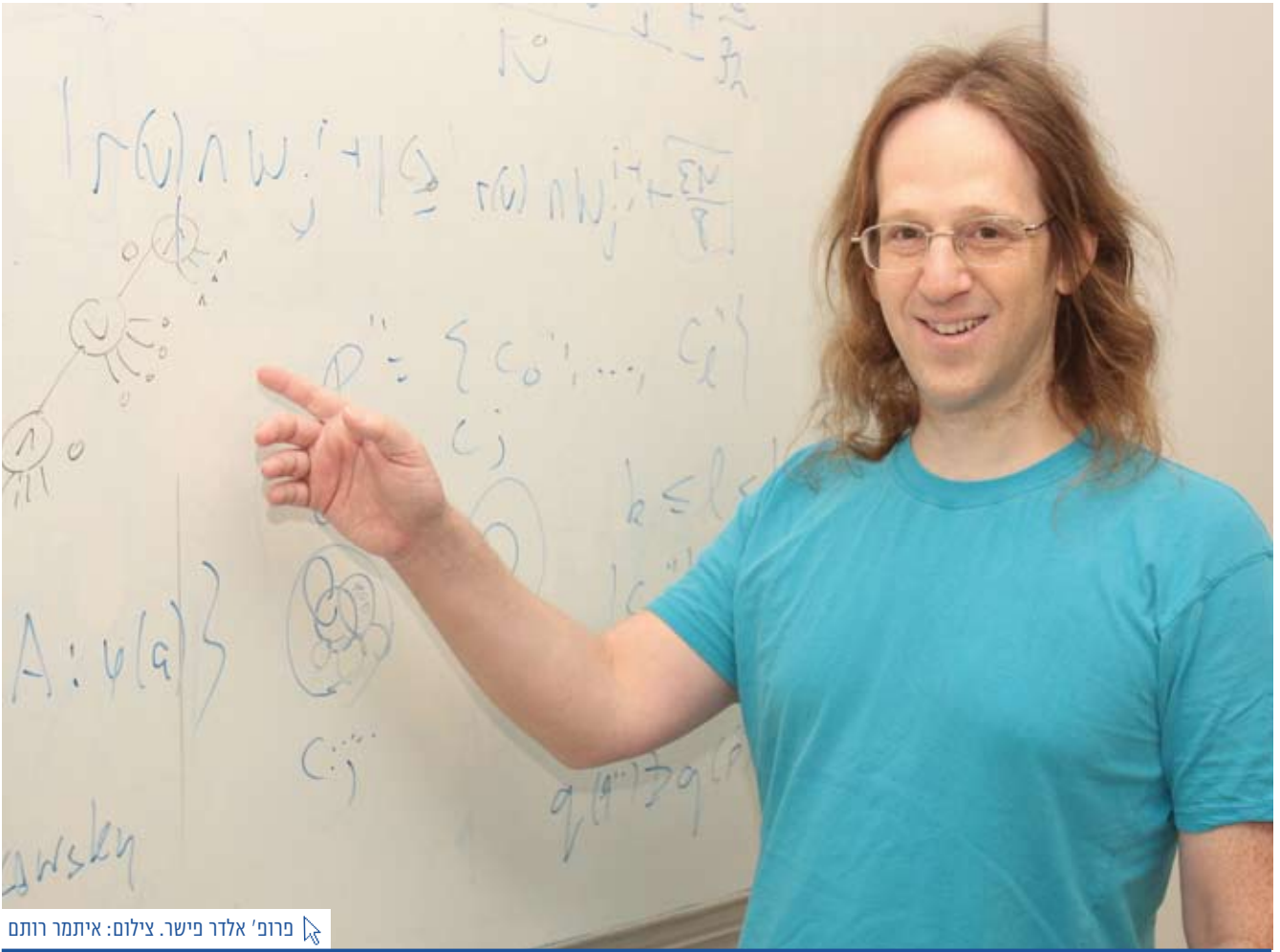
הזכייה במענק משמעותית מאוד עבור פישר: "עכשיו קל לי יותר להזמין חוקרים אורחים מחו"ל למחקר משותף בטכניון, לנסוע לכנסים ולביקורים ולגייס חוקרים פוסט-דוקטורנטים. כתוצאה מכך עלה משמעותית מספר המאמרים שכתבתי עם חוקרים אחרים. אני גם מתכנן לארגן סדנה בנושאי המחקר שלי". הוא צופה כי המחקר בתחום בדיקת התכונות יניב שימושים מעשיים בתחומים נוספים, כמו ביואינפורמטיקה, מנועי חיפוש וניתוח מידע בורסאי. בצד התיאורטי, הוא מקווה להגיע להגדרת התנאים שתכונה צריכה לעמוד בהם כדי שיהיה קיים עבורה אלגוריתם בדיקה מהיר. בעוד שבהקשרים מסוימים, כגון זה של הגרפים, התנאים האלו ידועים ברובם, בהקשרים אחרים זו אחת השאלות הקשות ביותר בתחום.

אם נחשוב כי הרשומות אכן כמעט ממוינות, ונפעיל עליהן אלגוריתם להצלבת מידע שתוכנן לסידור כזה, במקרה הגרוע יגלה האלגוריתם כי הרשומות אינן עומדות בתנאי הנדרש, ואז תידרש הפעלת אלגוריתם מיון - תהליך אטי יחסית. לכן חשוב למצוא שיטה מהירה מאוד העונה כמעט תמיד נכון לשאלה: "האם הרשומות כמעט ממוינות?". קבוצת המחקר של פישר פיתחה שיטה הבודקת רק חלק קטן מהרשומות ועדיין יש לה הסתברות גבוהה לתת תשובה נכונה. הקבוצה הראתה כי בעזרתה אפשר להאיץ פעולות על מסדי נתונים גדולים מאוד, ועובדת בימים אלה בשיתוף עם חברת תוכנה גדולה כדי לבחון שימושים מעשיים לרעיון.

מחקר משותף

"כמעט ממוין" היא דוגמה אחת לתכונה שיש לבדוק אם היא מתקיימת עבור אובייקט כלשהו. דוגמה אחרת היא השאלה: "בהינתן גרף, האם אפשר לצבוע את הצמתים בגרף בשני צבעים כך שלא תהיה קשת המחברת שני צמתים שקיבלו אותו צבע?".





פרופ' אלדר פיישר. צילום: איתמר רותם

הכרה בינלאומית

הטכניון משקיע רבים ממשאביו בקליטת מדענים צעירים וההשקעה הוכיחה את עצמה כמוצלחת ביותר. הטכניון השקיע כ־5.5 מיליון דולר בקליטת 12 זוכי ERC לצעירים, והם זכו במסגרת ERC ביותר מ־15 מיליון אירו וכן במענקים משמעותיים ממקורות חיצוניים אחרים. פרופ' מחקר מוטי שגב מהפקולטה לפיזיקה הוא, נכון להיום, הזוכה היחיד בטכניון ב־ERC לבוגרים, עם מענק של 2.1 מיליון אירו.

"הזכייה במלגות ERC מחזקת באופן משמעותי את ההכרה הבינלאומית באיכות המדע בישראל ועלידי כך את הרצון לשיתוף פעולה מדעי וכלכלי עם ישראל", מסביר פרופ' שמואלי. "הזכייה בישראל הן הרבה מעבר לחלק שהייתה צפויה לקבל מדינה מתקדמת עם 7.5 מיליון תושבים. זה מדגיש שהתקצוב למחקר אקדמי בארץ הצדיק את עצמו מעל ומעבר, בהתחשב בסכומים הקטנים יחסית שהמדינה מקדישה למחקר אקדמי. עבור הטכניון, הזכייה מעודדת מועמדים מצוינים לחפש בו את עתידם. קליטת חברי סגל מצטיינים חדשים מחזקת את איכות המחקר בטכניון ואת תקצובו, ואף תורמת רבות לחינוך דור העתיד. עבור מקבלי המענק, המשמעות היא חיזוק משמעותי של יכולתם לנהל מחקר עצמאי וממומן היטב הן מהיבט כוח אדם, כולל פוסט דוקטורנטים ומבקרים, והן מבחינת ציוד. אנו בהחלט רואים שפעילותם של הזוכים רבה ופורייה והם מהווים בעצמם 'מרכזי מצוינות' עם תלמידים ועמיתים."

מצוינות מדעית אינדיבידואלית

החוקרים הרוצים לזכות ביתרונות שמעניקה התכנית נדרשים למאמץ רב. עליהם לגשת לתהליך מיון תחרותי שבו הם מגישים הצעה מפורטת, הכוללת תכנית עבודה לחמש שנים, כולל מטרות המחקר והשימוש שייעשה במענק. שופטים אנונימיים מעריכים את ההצעה לפי מידת העניין והחדשנות במחקר המוצע ובהתאם להצלחה האקדמית שהשיג החוקר עד עתה. חוקר שעובר את המיון הראשוני מוזמן לבריסל לשלב השני של המיון, הכולל ריאיון עם מומחים מטעם ERC. "הרגשתי כמו יזם של חברת סטארט-אפ העומד מול משקיעים", נזכר פיישר.

אלכס גורדון, ראש משרד הקישור לקהילה האירופית בטכניון, פועל בשיתוף עם פרופ' עודד שמואלי, המשנה לנשיא למחקר בטכניון, כדי להפיץ את המידע על תכנית ERC ולסייע לחוקרים בשלבי ההגשה והמיון. גורדון מספר כי מתוך כלל הפונים לתכנית, רק כ־5 אחוזים מצליחים לעבור את המיון הראשוני, וכ־50 אחוז מהם עוברים את המיון השני ומקבלים את המענק. "החוקרים הישראלים בולטים לחיוב בסטטיסטיקה הזו: בשנה הראשונה של התכנית הוגשו 49 הצעות מהטכניון, ומתוכן עברו תשע הצעות את הסינון הראשון. בסופו של דבר זכו במענק שבעה מתוך תשעת החוקרים". לדעת גורדון, הסיבה היא היכולת הגבוהה של חוקרים ישראלים לעבודה עצמאית, שתואמת היטב את הרעיון המרכזי של ERC: לקדם מצוינות מדעית אינדיבידואלית של חוקר, כדי שיהיה מוביל עולמי בתחומו.





מימין: פרופ' אלי ביהם, דיקן הפקולטה למדעי המחשב, רות אלון, מייסדת טוויז'ן ובוגרת הפקולטה, ופרופ' עודד שמואלי, משנה לנשיא הטכניון למחקר

להרגיש את השטח

הפקולטה למדעי המחשב יזמה את הקמת הוועדה המייעצת של בכירי התעשייה כדי להעמיק את הקשר עם זירת ההייטק העולמית ■ סמדר סלטון

הפקולטה למדעי המחשב בטכניון מציינת השנה 40 שנות פעילות, שבמהלכן הפכה ממחלקה קטנה, ובה חמישה חברי סגל ועשרה סטודנטים, למוסד האקדמי המוביל בישראל בתחום מדעי המחשב. לכבוד האירוע החליטה הפקולטה לצאת ביוזמה חדשה כדי להימנע מאפקט "מגדל השן". כך נולדה הוועדה המייעצת של בכירי התעשייה, שנועדה להעמיק את הקשר עם התעשייה ולמסד את החשיפה למגמות ולהתפתחויות מחוץ לכותלי העולם האקדמי.

עולם גלובלי ותחרותי

"אנו פועלים בעולם גלובלי ותחרותי שבו מתקיימת תלות גבוהה בין שחקנים לאומיים ובינלאומיים", מסביר דיקן הפקולטה פרופ' אלי ביהם. "בהודו מסיימים מדי שנה מאות אלפי סטודנטים את הלימודים במדעי המחשב, ובסין מסיימים מדי שנה כ-5 מיליון סטודנטים את הלימודים בכל התחומים. כדי להמשיך להתקדם עלינו להוביל ולהדגיש את הייחודיות הישראלית ואת היכולות המקומיות שבהן אנו חזקים. אנו חשים כי בכוחה של מנהיגות משותפת לפקולטה ולתעשייה להבטיח את איכותם הגבוהה של המהנדסים היוצאים מן המסגרות האקדמיות בישראל, ואת עתידה של תעשיית הטכנולוגיה העילית בישראל". ביהם מציין כי הוועדה תתכנס פעם בשנה ותדון בכיוונים חדשים שאליהם נוטים השוק הישראלי והעולמי, ובמגמות עתידיות שלהן פוטנציאל להשפיע על כיווני מחקר והוראה.

בחודש מאי התכנס המפגש הראשון של הוועדה המייעצת, שבו השתתפו כ-25 מנכ"לים וסמנכ"לי פיתוח בארגונים ובחברות מובילות, ישראליות ובינלאומיות, בתעשיית ההייטק, ובהם גם

אחדים מבוגרי הפקולטה שמכהנים בעמדות מפתח. לצדם נכחו חברי סגל הפקולטה בהווה ובעבר. בתום הצגת הפקולטה על ידי הדיקן, הציג משה ליכטמן, נשיא מיקרוסופט ישראל וסגן נשיא מיקרוסופט העולמית, זווית אישית לכיווני ההתפתחות העתידיים בעולם המחשב. אחריו שרטטה יואל מארק, העומדת בראש צוות המחקר של יאהו! בישראל, קווים לדמותו של בוגר הפקולטה. אחת השאלות המרכזיות שעלו בדיון הייתה איתור זירות פעילות ותחומים שיש לחזק בפעילות ההוראה בפקולטה. בין התחומים החמים שהוזכרו ציינו חברי הוועדה את ה"Data Mining" וחשיבות ממשק המשתמש (UI). הודגש גם הצורך להתמיד ולהעמיק בלימודי הליבה המהווים בסיס לכל התמקצעות עתידיות. "אנו מייחסים חשיבות רבה למידע ולהמלצות שהתקבלו במסגרת הפורום ובוחנים את הדרכים המיטביות ליישם את הרעיונות", אמר ביהם. "אנו מצפים כי פעילות הוועדה המייעצת תיצור לאורך זמן ערוץ ייחודי לקבלת מידע חשוב ובעל ערך, שעל בסיסו, בין השאר, יתקבלו החלטות הנוגעות לעתידה של הפקולטה".

פגישת מחזור

בשיחה לאחר המפגש אמרה מארק כי מדובר ביוזמה מצוינת. "המפגש בין סגל הפקולטה ובין השותפים בתעשייה הזכיר לאנשים בענף מה כל כך מיוחד בפקולטה למדעי המחשב בטכניון. מוסדות אחרים עושים הרבה רעש ומציגים עצמם כטובים כמו הטכניון בלי לספק הוכחות. כאן ההוכחות ברורות, והתעשייה צריכה לזכור את איכות הלימודים במוסד ולתת לבוגריו עדיפות". ברמה האישית, הוסיפה מארק, הוועדה הייתה מעין פגישת מחזור של חברים וקולגות. "מפגש מסוג כזה יכול לעשות רק טוב לטכניון, לבוגרים ולתעשייה בארץ".

מיקי שטיינר, מנכ"ל מעבדות הפיתוח של SAP בישראל, שהשתתף במפגש, אומר כי הוועדה היא רעיון מוצלח בצורה יוצאת מן הכלל. "הטכניון מכשיר עתודה אנושית לתעשייה בארץ וחשוב שלא יהיה מנותק ממנה. הרעיון להקשיב למנהלים בתעשייה ולהבין את צרכיה הוא חכם מאוד, והעובדה שהמרצים הקדישו מזמנם והשתתפו בפורום חיידה את התחושה הזו. נבחר שילוב מוצלח מאוד של מנהלים בכירים מחברות גדולות, מחברות בינוניות ומסטארט-אפים". בהיבט האישי, הוסיף שטיינר, "הייתה זו אינטראקציה מפרה מאוד. בסופו של דבר, ככל שתגדל ההתאמה בין צורכי השוק לידע של הבוגרים ירוויחו מכך גם התעשייה וגם המדינה".



מימין: יואל מארק, ראש צוות המחקר של יאהו! ישראל, ומשה ליכטמן, סגן נשיא במיקרוסופט העולמית ונשיא מרכז המחקר והפיתוח של מיקרוסופט בישראל





מקס אייזנשטיין. צילום: איתמר רותם

מהמעלה הראשונה

הזוכים בפרס הפרויקט המצטיין על שם אמדוקס בשנת 2010 הציגו גישה מקורית למחקר, פתרונות שימושיים ונכונות להתמודד עם אתגרים לא פשוטים ■ ישראל בנימיני

המרחב לחלקים קטנים יותר ולחזור על חישוב חרוטים. מידע זה מספיק להפעלת שיטות נומריות כדי למצוא את הפתרון - אם הוא קיים - בכל תת מרחב כזה.

אם תיאור השיטה המוצג כאן גורם כאב ראש, אפשר להבין מדוע אייזנשטיין אומר כי בהתחלה לא ידע למה הוא נכנס. רוב המאמץ הוקדש למחקר המתמטי, ולאחר שזה הושלם היה המימוש כבר קל יותר. לדברי אלבר, העבודה הייתה יכולה להיות חלק ממחקר לקראת תואר שני, וסביר שיימצאו לה שימושים מעשיים - בעיבוד אותות, בתכנון מוצרים ובתכנון תנועות עבור רובוטים. "העבודה שהשיטה מוצאת רק את השורשים הממשיים של מערכת המשוואות עשויה להוות יתרון באפליקציות רבות", אומר אלבר. התהליך יכול למצוא לא רק פתרון נקודתי, כלומר נקודה שבה מתקיימות כל המשוואות, אלא גם קווים ומשטחים (או מרחבים מממד גבוה יותר) שהנקודות עליהם מקיימות חלק מהמשוואות. כך מתאפשר, למשל, לתכנן מוצר שחלק מהמשטחים שלו שומרים על מרחקים קבועים ביניהם או שחלקים שונים בהם, הקמורים בצורות שונות, יהיו בעלי אותו שטח.

אייזנשטיין, המסיים את לימודי התואר הראשון, יעבוד בחברת הייטק מובילה, אך אינו נוטש את המחקר. הוא מקווה להמשיך לעבוד עם אלבר - "יש לו דברים מעניינים לעשות" - ולחזור בעתיד לתארים מתקדמים.

שירות בשלט רחוק

חברה המייצרת טלפונים סלולריים מקבלת תלונה כי פונקציה מתקדמת של הטלפון, כמו צפייה בשידורי טלוויזיה, אינה פועלת במדינה המרוחקת ממעבדות הפיתוח. כדי לתקן את הבעיה יש לצפות בתקלה בעת התרחשותה, אך סביר שאי אפשר לשחזר את התקלה במעבדה: היא מופיעה רק כשהטלפון מופעל באותו אזור מרוחק. האם על החברה להטיס את צוות המפתחים מסביב לעולם?

בפרס הפרויקט המצטיין לשנת 2010 זכו שלוש קבוצות סטודנטים לתואר ראשון שיקבלו פרס שיוענק על ידי הפקולטה בשיתוף חברת אמדוקס. מגוון הפרויקטים מייצג את הכר הנרחב שמאפשרים הלימודים והמחקר בפקולטה - מפתרון משוואות לא-ליניאריות, דרך גישה מרחוק למכשירי סלולר ועד בינה מלאכותית ורשתות חברתיות.

לא מפחד מאתגרים

כשמקס אייזנשטיין ביקש מפרופ' גרשון אלבר נושאים לפרויקט, ההצעות הראשונות נראו לו פשוטות מדי. "ביקשתי משהו יותר מאתגר", מספר אייזנשטיין, בן 28. בתגובה הציע לו אלבר פרויקט שלמעשה לא היה מיועד לתלמידי תואר ראשון. התוצאה היא פרויקט שנמצא ראוי לפרסום אקדמי בינלאומי, לאחר חודשים של עבודה אינטנסיבית. אייזנשטיין נסע להציג את הפרויקט בכנס יוקרתי בספרד, "דבר נדיר מאוד עבור סטודנט לתואר ראשון", מדגיש אלבר.

המחקר עסק בשיטות למציאת כל הפתרונות (הממשיים) למערכות משוואות לא-ליניאריות הכוללות גם פונקציות טרנסצנדנטליות, כמו סינוס או לוגריתם. השיטה שפיתח אייזנשטיין בהדרכת אלבר היא שיטה גיאומטרית הפועלת במרחב שמספר הממדים שלו הוא כמספר המשתנים במערכת המשוואות. התהליך מתחיל בייצוג כל משוואה כעץ של הביטויים הפשוטים יותר המרכיבים את המשוואה. ייצוג זה משמש למציאת ביטוי לחרוט רב ממדי החוסם את אוסף הקווים הניצבים למשוואה בתוך תת מרחב קטן מספיק. לאחר שכל אחת מהמשוואות במערכת יוצגה בצורה זו אפשר לבדוק את החרוטים המתאימים לכל המשוואות בכל תת מרחב כדי לגלות אם שילובם מבטיח כי קיים בתת מרחב זה לכל היותר פתרון אחד. אם אי אפשר לקבוע זאת, יש לפצל את תת





מימין: איתי דברן, אייל קיבר ואלעד עטר. צילום: איתמר רותם

לומדים מניסיון באינטרנט

"איך תחליט איזו מתנה לקנות לחברה שלך?", שואל רועי שוסטר. "כדי להקטין את אי הוודאות אתה יכול לנחש, להסיק מהניסיון שלך או ללמוד מהניסיון של רבים אחרים". הפרויקט שפיתח עם אורן אשכנזי שואף להקל על הדרך השלישית, על ידי למידה מתשובות הגולשים באינטרנט.

כדי לענות ברצינות על שאלה כזו כדאי ראשית לאסוף יותר פרטים, והפרויקט מציע להתחיל ביצירת שאלון, עם סעיפים כמו "מה היא אוהבת לעשות?" ו"כמה זמן אתם יחד?". יוצר השאלון עלול גם לכלול שאלות שכנראה אינן עוזרות לבחירת המתנה, כמו "מה צבע העיניים שלך?", ובכל מקרה קשה לצפות מראש מהן השאלות היעילות ביותר עבור ההחלטה - התוכנה תגלה זאת בעצמה. בשלב הבא, השאלון מופץ כאפליקציה בשם "נביא" ברשת החברתית פייסבוק. כל משתמש באפליקציה ממלא את השאלון לפי הניסיון האישי שלו, וכמובן ממליץ בסוף השאלון על המתנה שהתאימה עבור הסעיפים שמילא. השימוש בפייסבוק מאפשר הגעה למשתמשים רבים, דרך "חברים של חברים של חברים", ויכול לשווק את עצמו כשמשמש מרשה לתוכנה להודיע לחבריו כי הצליחה לתת לו עצות טובות.

כאן מגיע התפקיד של מרכז הפרויקט - תוכנת בינה מלאכותית האוספת את המענים לכל השאלונים ולומדת מהם איזה תשובות כדאי לשאול, ובאיזה סדר, כדי להגיע לתשובה שיש לה הסתברות גבוהה להיות נכונה במספר השאלות הקצר ביותר. לאחר שבחנו כמה שיטות למידה, הגיעו שוסטר ואשכנזי למסקנה כי בניית "עץ החלטות" היא השיטה המתאימה ביותר. עץ החלטות מתחיל משאלה אחת. לפי התשובה על השאלה התהליך פונה לענף המתאים של העץ, שבו ממתנה שאלה נוספת, עד שהתשובה האחרונה מגיעה לאחד מהעלים של העץ, שבו כתובה ההמלצה המתאימה ביותר.

אחד מהשאלונים שנוצר עבור הפרויקט נועד לנבא את תשובתו של הגולש לשאלה: "אם הדרך היחידה להציל את כל העולם היא לענות ילד קטן, האם תעשה זאת?". השאלון כלל פריטים רבים, מכיוון שקשה לנבא איזה מידע יעזור לנבא את תשובת הגולש. הניתוח שביצעה התוכנה גילה כי אף שהשאלים התחלקו בצורה שווה בין התשובות "כן" ו"לא", היה אפשר לנבא בביטחון של 95 אחוז כי התשובה תהיה "כן" אם הנשאל העיד על עצמו כי הוא זכר, אוהב את סדרת הטלוויזיה "סיינפלד", מעדיף פאבים על מסיבות ואינו

המהנדס דן ורדי מחברת קוואלקום הציב אתגר זה בפני איתי דברן, המהנדס הראשי של המעבדה לרשתות תקשורת מחשבים בפקולטה למדעי המחשב, והפרויקט נבחר על ידי שלושה סטודנטים: אייל קיבר (27), אלעד עטר (26) ואורי ווסרסטרומ (26). הפתרון שהציעו היה השתלת תוכנה בטלפון הנייד המאפשרת למרכז השירות לשלוח הודעת SMS מיוחדת לטלפון. כשהודעה זו מתקבלת, הטלפון מפעיל שרת אינטרנט פנימי, שפותח כחלק מהפרויקט, שאליו אפשר להתחבר מכל דפדפן אינטרנט סטנדרטי, לצפות בתהליכים ובקבצים הפנימיים של הטלפון, להפעיל את הטלפון ולעדכן גרסאות קבצים ותוכנה. כך מתאפשר למעבדת הפיתוח, במרחק אלפי קילומטרים, לפתור תקלות בטלפון כאילו היה הטלפון בידיהם ומחובר פיזית לרשת המחשבים שלהם.

הפרויקט פותח בסביבת BREW - מערכת הפעלה לטלפונים סלולריים שנוצרה על ידי חברת קוואלקום. הסטודנטים נדרשו ללמוד את המערכת ואת כלי הפיתוח עבודה, וקיבלו עזרה מורדי, שקידם את הפרויקט. מכיוון ש-BREW לא נועדה לשימושים כמו הרצת שרת אינטרנט (שרת HTTP), הפרויקט חייב את הסטודנטים ליצור שכבה נוספת עבור מערכת ההפעלה התומכת בשימושים כאלה. התוצאה היא תוכנה גמישה הפתוחה לשימושים רבים. חברת קוואלקום כבר הביעה עניין בהפעלת הרעיון לבדיקות אוטומטיות של גרסאות תוכנה חדשות לטלפון, ובוודאי אפשר למצוא לו שימושים נוספים.

עטר וקיבר, חברים עוד לפני הפרויקט, חולקים ביניהם גם תחביב - נגינה בגיטרה ("לפעמים ביחד"). עטר עובד כיום בתעשייה, וקיבר ממשיך לתואר שני במחקר בתחום הטלפוניה. שניהם נהנו מאוד מהעבודה על הפרויקט, שנתן להם הזדמנות להתנסות בעבודה מול התעשייה, ולהפגין את היצירתיות ויכולת המימוש שלהם.

דברן גאה בכך שזוהי הפעם השלישית בארבע שנים שפרויקטים בהנחייתו זוכים בפרס הפרויקט המצטיין. הוא מייחס את ההצלחה להשקעה בחיפוש פרויקטים ובהתאמתם לסטודנטים, עם שמירה על קשר חזק עם התעשייה ושמירה על עמדתה של המעבדה בחזית הטכנולוגיה. עטר וקיבר מדגישים את האווירה התומכת במעבדה: "יש לציין לזכותו של איתי את התמיכה בהנחייה ובחיבור לתעשייה, וכן את סביבת העבודה המודרנית של המעבדה".





מימין: אורן אשכנזי ורועי שוסטר. צילום: אירנה קריוצ'קובסקי

די ידע גם עבור מענה לשאלה הנוכחית וגם עבור למידה שתשפר את המענה לשאלות הבאות". שוסטר ואשכנזי, בני 23, סיימו את המסלול להנדסת מחשבים בפקולטה למדעי המחשב, ומשרתים כיום בצבא. הם משתעשעים ברעיון להפוך יום אחד את הפרויקט למיזם מסחרי, וחשים כי העבודה אפשרה להם להתמודד עם אתגרים גם בפיתוח תוכנה ("למדנו לתכנת בשלוש שפות שונות עבור הפרויקט") ויותר מזה, במחקר בבינה מלאכותית.

קופצני יותר מהמוצע - רק ארבעה פריטים מתוך כל השאלון. "הנקודה המרכזית שמצאה חן בעיניי היא השילוב שנעשה בפרויקט בין התחום החם של רשתות חברתיות לבין טכניקות בינה מלאכותית כדי ליצור אפליקציה שימושית, עם גיוס של כ-200 משתמשים כדי לתרום את המידע הנדרש", אומר מנחה הפרויקט, פרופ' שאול מרקוביץ. "מעניין גם החלק במחקר השואף לשאול את מספר השאלות הקטן ביותר שיספיק לאיסוף

הנך מוזמן להיות "שומע חופשי" (ללא תשלום) בהרצאות הפקולטה למדעי המחשב בטכניון כסמסטר חורף תשע"א (17 באוקטובר-24 בינואר) רשימת הקורסים ומערכת השעות באתר הפקולטה: www.cs.technion.ac.il להרשמה נא לשלוח שם מלא ומספר הקורס לנועה מור: noamor@cs.technion.ac.il

ההזמנה מיועדת לבוגרי הפקולטה, גברים ונשים כאחד, על כסיס מקום פנוי, בתוקף לסמסטר חורף תשע"א ומותנית ברישום ואישור הפקולטה

ההשתתפות כקורס לא כוללת הגשת תרגילי בית ומכתבים אפשרות לחנייה במקום



מתגעגע לטכניון?



שרי דואק, צילום: איתמר רותם

רוצה ללמוד הכול

שרי דואק היא מצטיינת דיקן שלוש שנים ברציפות, עוזרת למועמדים ללימודים בפקולטה, משתתפת בנבחרת הטקוונדו של הטכניון ודוברת חמש שפות. איך היא עושה את זה? בזכות אהבתה הרבה ללימודים והרצון לרכוש ידע ■ ישראל בנימיני

"זה ספורט מאתגר, ואני לא מרגישה שהזמן עובר", היא אומרת. בארצות הברית החלה דואק ללמוד גם יפנית, ללא מורה. היא למדה מספרי דקדוק, מסרטים יפניים, משירים ביפנית ובעיקר מסרטי אנימציה יפנית (אנימה) וממשחקי פלייסטיישן. היפנית הצטרפה לעברית ולספרדית שלמדה בבית ולאנגלית שלמדה בבית הספר. כיום מתקדמת דואק בלימודי שפה חמישית - ערבית.

שכנוע מדבק

עם כל זאת, אהבתה הראשונה נתונה ללימודים. לדבריה, "הספורט והשפות הם תחביבים. הלימודים הם החיים שלי. אני נהנית מאוד מהזמן בטכניון ומרגישה שמצאתי את המקום שלי". נראה שהרצון ללמוד מגוון תחומים הוא שמשך אותה למסלול הנדסת מחשבים. "אני חושבת שבמסלול הזה יש הרבה חופש אקדמי בבחירת הנושאים".

דואק מעידה כי אף שהיא סטודנטית בתחום מדעי-הנדסי, שבו יש רוב לגברים, היא מרגישה שבטכניון ניתנים לה הכלים להצליח ללא אפליה. עם זאת, היא מדגישה, "יש לפעול להשגת הקלות לנשים בתקופת ההיריון והלידה במהלך התואר, כפי שדואגים לסטודנטים במצבים מיוחדים כמו מילואים".

מכיוון שדואק אוהבת את הטכניון ואת האווירה המיוחדת של הלימודים והמעונות, היא התנדבה לעזור בפקולטה ביצירת קשר עם סטודנטים שהתקבלו ללימודים. לעתים סטודנטים מהססים ללמוד בטכניון מתוך התלבטות מול מוסדות אחרים שגם אליהם התקבלו, או בגלל הדעה המוקדמת שהלימודים בטכניון קשים מאוד ואין חיי חברה. "אני מסבירה להם שבכל מקום שבו ילמדו נדרשת השקעה כדי להצליח, והתדמית שאין לנו חיי חברה אינה נכונה. יש כאן הרבה מסיבות ופעילויות והמון חברים, וזה שאנחנו 'חננות' לא אומר שאנחנו לא יוצאים. דווקא אלו שלא מוותרים על לצאת ולהינות הם לעתים קרובות מהמצטיינים", היא אומרת. במבחן התוצאה, מתברר כי השכנוע שלה מדבק ואפקטיבי, וסייע לפקולטה לקלוט סטודנטים טובים.

דואק נבחרה למצטיינת דיקן בכל אחת משלוש השנים האחרונות. היא התקבלה לתכנית המצוינות של חברת מיקרוסופט, משתתפת בפעילויות שמארגנת החברה בשיתוף עם הטכניון ואף קיבלה את פרס אינטל ופרס סיסקו לסטודנטים מצטיינים. ומה הלאה? "אני די בטוחה שארצה להמשיך לתואר שני - אולי בחקר המוח ובחישוביות עצבית, כרגע אני מתחילה פרויקט בתחום, אבל הכול עוד פתוח".

איך מוצאת שְׁנֵי דואק את הזמן לדבר חמש שפות, להשתתף בנבחרת הטקוונדו של הטכניון, לזכות בתוארי הצטיינות בלימודים ולהיבחר כמצטיינת על ידי החברות אינטל, סיסקו ומיקרוסופט? דואק מציעה הסבר חלקי: "אומרים עליי שמה שמייחד אותי זה שאני אוהבת ללמוד, ולא אוהבת חופש. יש כל כך הרבה תחומים שאפשר לבחור, ואני רוצה ללמוד הכול".

"תמיד עסקתי בדברים ריאליים, אהבתי לפתור דברים בעצמי, והייתי מפרקת דברים לראות איך הם עובדים", מספרת דואק, בת 24, הנמצאת בשנה השלישית של לימודיה לתואר ראשון במסלול הנדסת מחשבים בפקולטה למדעי המחשב. עם זאת, היא תמיד מצאה זמן גם לפעילויות אחרות. "עבודות יד ונגרות, מכונאות רכב ואפילו בנייה וריצוף", היא מחייכת. בתיכון למדה בכיתת מצטיינים. שם גם נוצר הקשר הראשון שלה עם הטכניון, בעבודת גמר חיצונית בתחום הגרפיקה הממוחשבת בהדרכת מנחה מהטכניון.

להכיר עולם

לאחר שסיימה את הלימודים בתיכון בעפולה, בכיתת מצטיינים, החליטה דואק להציג את מועמדותה לשנת שירות לפני הצבא במסגרת פרויקט של הסוכנות היהודית ועיריית עפולה שבו נשלחים נערים ונערות להתנדב בקהילות יהודיות. "רציתי להכיר את העולם שבחוץ, לדעת מה אני יכולה לתרום, ולגעת באנשים", היא אומרת. דואק התקבלה ונשלחה לקהילה היהודית בעיר ווסטר במדינת מסצ'וסטס בארצות הברית. עם מתנדבים אחרים היא פעלה לקרב את בני הקהילה לצינות, עודדה אותם לבקר בארץ, הסבירה את עמדות מדינת ישראל ועזרה לאסוף תרומות ("כך נרכשה כבאית חדשה למכבי האש של עפולה"). השעות בארצות הברית אכן עמדה בציפייתיה להכיר עולם אחר. "פתאום רואים שיש אנשים שונים, מנטליות אחרת, לא כמו בעיר קטנה", היא מספרת.

כאשר שבה לארץ התגייסה דואק לחיל התקשוב, ובו ניהלה רשת מחשוב. "ידעתי שאני רוצה ללמוד בטכניון כבר אז, ולכן תוך כדי הצבא עשיתי בגרות נוספת בפיזיקה וניגשתי לבחינה הפסיכומטרית, כך שהשתחררתי מהצבא מוכנה ללימודים".

דואק מעידה על עצמה שאינה אוהבת זמן פנוי, ולא מפתיע אם כן שחיפשה פעילויות נוספות גם כששהתה בארצות הברית. המקום הראשון שאליו נכנסה הציע לה ללמוד את אמנות הלחימה הקוריאנית טקוונדו. כיום, לאחר כשש שנים של אימונים, שהביאו אותה לנבחרת הטכניון, היא עדיין אוהבת את התחום.



בית חדש

לא קל להיות סטודנט בארץ זרה, הרחק מהמשפחה והחברים, אבל סטודנטים יהודים רבים ששמעו על הרמה הגבוהה בטכניון ורוצים להכיר את הארץ באים להגשים עצמם בפקולטה למדעי המחשב ■ רן מירון



דניאל הורביץ. צילום: עמוס צוקרמן

גם החל לברר את אפשרויות הלימוד לתואר שני. כיום הוא מרגיש בטכניון כמו בבית. "אני מרגיש שייכות למקום יותר משהרגשתי בכל מוסד לימודים אחר שבו למדתי בחו"ל. יש במקום תחושה של סטארט-אפ; אנשים חושבים מחוץ לקופסה. אני רוצה להיות חלק מזה. עדיין יש תחושה של מדינה צעירה בתהליך התהוות ואני רוצה להיות חלוץ; חלוץ באקדמיה", הוא אומר בהתלהבות, בלי טיפת ציניות.

כיום, אחרי שישה סמסטרים בטכניון, הורביץ מספר שקליטתו "עברה די חלק". בכל זאת, הוא אומר, אפשר לשפר את ההסתגלות בפקולטה עבור העולה החדש. "יש כמה תכניות סיוע לעולים החדשים, אבל בגלל הלם הקליטה וחוסר האוריינטציה הזמני קשה להטמיע את המידע הרב שנמסר. למשל, לי התברר רק בדיעבד שמינהל הסטודנטים נותן כמה שעות של חונכים חנים. בזמנו זה ודאי היה יכול לעזור לי מאוד. אני מציע להקים מוקד מידע שירכז את כל ההטבות וההקלות המגיעות לעולים החדשים ולסטודנטים הזרים, ולשלוח מידע באופן אקטיבי לסטודנטים החדשים".

כיום הורביץ מתגורר בדירה בשכונת הדר עם שותפה ונמצא בזוגיות טרייה עם סטודנטית מהפקולטה להנדסה כימית. בזמנו הפנוי הוא אוהב לנגן בגיטרה, לשחק סקווש, לטייל בהרי הכרמל והגולן ולהתעדכן בתרבות הישראלית באמצעות קריאת ספרים וצפייה בתכניות הומור בטלוויזיה. כרגע הוא רואה את עתידו בתחום הבלשנות החישובית ומקווה להמשיך לעסוק במחקר.

על שם סנתא

קיילה ג'קובס החלה לפני שנתיים את לימודי התואר השני בטכניון. עבודת התזה שלה עוסקת בעיבוד שפות טבעיות ומונחית במשותף על ידי פרופ' איתי מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון ופרופ' שולי וינטר מאוניברסיטת חיפה. ג'קובס, בת 24, שמחה שהצליחה להתאקלם בקלות יחסית בארץ ושמצאה לעצמה נתיב אקדמי מעניין. היא נתמכת באופן מלא במלגת לימודים, ומתרגלת בקורס מבוא למדעי המחשב בטכניון וגם בקורס חדו"א בתכנית בינלאומית חדשה, המאפשרת לימודי תואר ראשון באנגלית, במסלול הנדסה אזרחית.

קשה שלא להתפעל מהעברית העשירה של דניאל הורביץ, שהחלה להתגלגל בפיו לראשונה לפני כארבע שנים. כשעמד לסיים את התואר הראשון שלו בהנדסת מחשבים באוניברסיטה של פלורידה, הוא החל לחשוב על תואר שני בישראל, ולאחר ששמע מחברים על המוניטין הטוב של הטכניון החל לחפש מידע באינטרנט. מכיוון שלא ידע עברית החליט הורביץ, בן 26, לעלות ארצה וללמוד את השפה בסביבתה הטבעית. הוא הגיע לאולפן בקיבוץ יגור והחל בלימודים.

בינתיים פנה הורביץ לקבלת משרה במסגרת התכנית "סטז'רים", המאפשרת עבודה במחקר שלא במסגרת לימודית. פרופ' דני רז ופרופ' ראובן כהן מהפקולטה למדעי המחשב יצרו עמו קשר והציעו לו משרה במסגרת מחקרם בתחום הרשתות. חצי שנה אחר כך הוא נרשם לתואר שני בטכניון והחל את לימודיו בפקולטה למדעי המחשב. עבודת התזה של הורביץ עוסקת בעיבוד שפות טבעיות. "המחקר שלי מתבסס על עבודה קודמת של המנחה שלי, פרופ' אלון איתי, שמשתמש בכתוביות התרגום של השפות השונות המופיעות בכל סרט כדי לבנות אלגוריתם שיאפשר תרגום משופר של מילים וביטויים", הוא מסביר. הורביץ משמש גם כמתרגל בקורס מבוא למדעי המחשב לתלמידים מפקולטות אחרות. "אלה תלמידי תואר ראשון שלא לומדים את התחום, אז אני משתדל להיות יצירתי בדוגמאות הרבות שאני מביא. בסך הכול, זה כיף לא נורמלי לעמוד מול כיתה. אני ממש נהנה ללמד", הוא אומר בעיניים מאירות.

חלוץ באקדמיה

הורביץ נולד בקנדה ובגיל שבע עבר עם משפחתו לפלורידה. מאז שהוא זוכר את עצמו אהב "לתקתק במחשב". בגיל 14 קיבל את המחשב הראשון שלו והפך לגיימר נלהב. בתיכון לקח אינספור קורסים במדעי המחשב ובתכנות. בשנה השנייה ללימודי התואר הראשון הוזמן הורביץ להצטרף למסע של עשרה ימים לישראל, במסגרת פרויקט תגלית. הביקורים בירושלים, במצדה, בתל אביב ובצפון הותירו בו רושם רב, וכשחזר לארצות הברית החל לקרוא ספרים על ישראל ועל הסכסוך הישראלי-פלסטיני. ההעמקה בהיסטוריה של ישראל עוררה בו רצון לעלות לארץ. אז





סינטייה דיסנפלד. צילום באדיבות סינטייה דיסנפלד



קיילה ג'קובס. צילום באדיבות קיילה ג'קובס

קורס שהוא משתתף בו, מה שמרכך מעט עבורו את המעבר בין התיכון לאקדמיה. כמתרגלת בטכניון היא מציינת את הקלות היחסית שבה סטודנטים לתואר ראשון מערערים על ציון שניתן על עבודה או על מבחן, לעומת כללים קפדניים יותר ב-MIT. גם בהיבט החברתי ניכרים הבדלים משמעותיים. "ישראל היא ארץ קטנה והסטודנטים לא נוהגים להישאר במוסד הלימודי בסופי השבוע. בארצות הברית רבים מהסטודנטים מבקרים בבית הוריהם רק פעם או פעמיים בשנה. הקרבה הפיזית והחברתית גורמת לסטודנטים לגלות מעורבות חברתית גבוהה יותר. האוניברסיטאות בארצות הברית תומכות בהידוק הקשרים החברתיים בקרב הסטודנטים ומקצות כספים לפעילות של 'אחוות' רבות העוסקות בתחומים שונים. ביריד גדול שנערך כל שנה באוניברסיטה מציגה כל אחווה את פעילותה והסטודנט מסתובב בין הביתנים ובוחר לעצמו מסגרת חברתית כזו או אחרת. אני, למשל, הייתי חברה במקהלה ששרה איקפלה, וגם באחוה שהציעה תגבור לימודי לתלמידי חטיבת ביניים מרקע סוציאקונומי נמוך". כאחת שהתוודעה לשתי השיטות, היא מתקשה להכריע איזו טובה יותר. "ככל הנראה אין באמת יתרון לאף אחת מהן, ובעצם לכל אחת יש היגיון משלה, שתואם את התנאים ואת התרבות שמהם צמחה".

תנ"ך והיסטוריה

סינטייה דיסנפלד, בת 27, מתחילה את השנה השנייה במסגרת לימודי התואר השני בפקולטה, ומכינה בימים אלו את הצעת התזה שלה. על הפקולטה למדעי המחשב בטכניון היא שמעה במהלך לימודי התואר הראשון במדעי המחשב באוניברסיטה בבואנוס איירס בארגנטינה. "הבנתי שזה אחד מהמוסדות הטכנולוגיים הטובים בעולם, אז החלטתי לנסות להתקבל", היא אומרת. לפני חמש שנים הגיעה דיסנפלד בפעם הראשונה לביקור בישראל, גם היא במסגרת ארגון תגלית. היא למדה בארגנטינה לימודי תנ"ך והיסטוריה של ארץ ישראל, ומאוד התרגשה לקראת המסע לארץ הקודש. ואכן, עשרת הימים בישראל היו עבורה קסומים. כשסיימה את התואר הראשון החלה בהכנות לעלייה וכשהגיעה לישראל נרשמה מיד לאולפן. כשהרגישה בטוחה יותר בשפה נרשמה דיסנפלד לתואר השני בפקולטה, בתנאי מלגה מלאים.

ג'קובס מסבירה ששמה הייחודי, קיילה, ניתן לה על שם סבתא רבא, מקורו ביידיש, ומשמעותו כתר פרחים או סיר בישול. כבחורה פרקטית ומוכוונת משימה, היא מעדיפה את האפשרות השנייה, "כי איזה דבר מועיל אפשר לעשות עם כתר פרחים?". כשהייתה בת עשר עלתה ג'קובס עם משפחתה מארצות הברית. היא לא התרשמה אז לטובה מישראל, וכשהמשפחה החליטה לשוב לבוסטון כעבור שש שנים שמחה על כך מאוד. בשנת 2007, כשהייתה בת 21, סיימה תואר ראשון במתמטיקה ובפיזיקה באוניברסיטת MIT, ובמהלך לימודיה הכירה את החבר שלה, וכשהוא "עשה עלייה" עם סיום התואר הראשון, ג'קובס חשבה שזה יכול להיות הזמן הנכון גם עבורה לתת הזדמנות נוספת לחלום הציוני. היא הגיעה לתקופת ניסיון של שנה, ובמהלכה למדה לימודי יהדות במכון פרדס בירושלים. תקופת הניסיון סומנה כהצלחה וג'קובס הגישה מועמדות ללימודי תואר שני בכמה מוסדות. לבסוף החליטה על הטכניון. "עוד ב-MIT שמעתי על רמת הלימודים הגבוהה בטכניון, וגם הברורים שעשיתי במהלך שהותי בישראל הובילו למסקנה שהטכניון יהיה הצעד הנכון עבורי, בין אם ארצה להמשיך לעסוק במחקר אקדמי ובין אם ארצה להיקלט בהמשך בשוק העבודה".

ארץ קטנה

ג'קובס אומרת שעצוב לה להיווכח שדווקא פה בארץ רבים מהסטודנטים לא מכירים בכך שרמת הלימודים בטכניון היא גבוהה ביותר ושהמוסד מעודד הישגיות גבוהה. "לא מעט פעמים שואלים אותי 'למה הגעת לטכניון אם יכולת להתקבל לכל אוניברסיטה יוקרתית אחרת בעולם?'. אני משיבה שדווקא הופתעתי לטובה מרמת הלימודים ומרמת המחקר בפקולטה". ג'קובס מונה רשימת הבדלים מעניינים בין שיטת הלימוד המיושמת כאן ובין זו הנהוגה בחו"ל. "ב-MIT מסלול התואר הראשון נמשך ארבע שנים. בשנה הראשונה הסטודנט לומד קורסים בשלל תחומים; רק בתום השנה הסטודנט קובע לעצמו מסלול לימודים ממוקד. היתרונות בשיטה הם שהסטודנט רוכש השכלה ברמת מבוא בשלל תחומים והוא יכול להתנסות לפני שהוא מחליט על מסלול ממוקד". מלבד זאת, היא מציינת שבסמסטר הראשון ללימודיו הסטודנט מקבל הערכה דיכוטומית (עובר/לא עובר) בכל





גל לביא. צילום באדיבות גל לביא

גבוהה, וכאשר החליט להמשיך לדוקטורט, לאחר כמה שנים של עבודה בתעשיית ההייטק, הטכניון היה בחירה טבעית. למרות הצעות מכמה אוניברסיטאות נחשקות בארצות הברית, לביא החליט לבוא לארץ ולהגשים את החלום הציוני. כשהגיע ארצה החל לעבוד עם פרופ' אהוד ריבלין מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון, שגילה התעניינות רבה במחקרו של לביא עוד בהיותו סטודנט לתואר שני.

ההתאקלמות בארץ זכורה לו כתקופה לא פשוטה. יש לו קרובי משפחה בישראל, אבל בטכניון הוא חש בידוד עד שהחל לרקום קשרי ידידות עם כמה אנשים שהכיר במסגרת עבודתו. אף שהצליח בעבודת המחקר, העבודה עם הסטודנטים כמתרגל בטכניון לא הייתה לו קלה בתחילה. הוא הרגיש את השוני בין הסטודנטים הישראלים לסטודנטים האמריקאיים. "שלא כמו הסטודנטים לתואר ראשון בארצות הברית, הסטודנטים בישראל הם ממוקדים, מבוגרים יותר, ישירים יותר ותובעניים. בייחוד היה לי קשה עם הקלות שבה מערערים הסטודנטים על ציוני העבודות והמבחנים שנותן המתרגל". לדעתו, המקור של הבדלי ההתנהגות הוא ברמת הלימודים הגבוהה בטכניון, בלחץ שהסטודנטים נתונים בו ובדרישה להתמודד עם משימות רבות ומבחנים מאתגרים.

הפריזני האולטימטיבי

במשך השנים, וככל שהיטיב להתאקלם בטכניון, הוא גם מצא לעצמו מסגרות חברתיות נוספות. אחת מהן היא קבוצת האולטימייט פריזבי, שנפגשת למשחק אינטנסיבי בכל יום חמישי ברחבת הדשא הגדולה בטכניון. שם גם הכיר לפני שנה את חברתו, סטודנטית מהפקולטה להנדסה חקלאית בטכניון, שעלתה גם היא מארצות הברית.

לביא מנגן בגיטרה ובפסנתר, מטייל ברחבי הארץ ורץ בים כמה פעמים בשבוע. הוא נוהג לארגן מפגשים חברתיים רבים לקהילה האמריקאית-ישראלית בארץ כדי לשתף ולקלוט עולים חדשים. אחותו עלתה לישראל בעקבותיו והחלה ללמוד לתואר גבוה בפקולטה לביולוגיה בטכניון. ומה בעתיד? הוא ירצה אולי להמשיך לקריירה אקדמית ולפרופסורה או שימשיך בעבודה במחקר בחברות כמו יאהו!, שבה הוא עובד כיום.

בשנה הראשונה היא השתתפה בקורסים רבים כדי לחקור לעומק נושאים ולהחליט באיזה נושא להתמקד. היא אוהבת את אוירת המחקר בטכניון ואף נהנית ללמד. כסטודנטית מצטיינת היא זכתה במשרת מתרגלת כבר במסגרת התואר הראשון בבואנוס איירס, ובישראל היא מתרגלת בקורס מבוא למדעי המחשב. "אני אוהבת את ההתלהבות של הסטודנטים הישראלים שמשתתפים בשיעור ומגלים ערנות".

אף שיש לה בני משפחה המתגוררים בירושלים, ההתאקלמות בישראל לא הייתה קלה. "בהתחלה התגעגעתי מאוד למשפחה ולחברים בארגנטינה, אבל עם הזמן התרגלתי לתחושה והרבה אנשים שהכרתי במהלך הזמן בטכניון הציעו את עזרתם וזה היה מהנה ומנחם". לפני ארבעה חודשים הכירה דיסנפלד בטכניון סטודנט מהפקולטה לפיזיקה. במעט הזמן הפנוי שנותר לה היא מבלה עם החבר, יוצאת להליכה ברגל וקוראת ספרים. היא כבר ניצלה עד תום את כל המקורות שסיפקו לה ספרים בספרדית, ולאחרונה עברה לקריאה באנגלית. בעתיד היא מקווה שתמצא את עצמה בקריירה המשלבת את אהבתה למחקר עם אהבתה להוראה.

בחירה טבעית

גל לביא, בן 28, שוקד בשלוש וחצי השנים האחרונות על עבודת הדוקטורט שלו, העוסקת בניתוח מאורעות בווידאו, במידולם ובזיהויים, בהנחיית פרופ' מיכאל היימן. כמי שלמד את התארים הקודמים בארצות הברית, יש לו מילים טובות על הרמה האקדמית הגבוהה בטכניון, ועל "הרצינות והעומק של הסטודנטים והסגל ביחס לעבודת המחקר המדעית".

לביא התגורר עם משפחתו בישראל עד גיל שמונה, אז עברה המשפחה להתגורר במקומות שונים בארצות הברית בעקבות עבודתו של האב. בהמשך שבה המשפחה ארצה לתקופה של שלוש שנים, ואת כיתות ח' עד י' הוא למד בישראל. אחר כך שב לביא לדאלס בטקסס. את התואר הראשון למד באוניברסיטת North Texas, בתחום מדעי המחשב, ובסיומו המשיך ללימודי תואר שני באוניברסיטת Texas at Dallas, והתמחה בניתוח וידאו. במשך לימודיו האקדמיים בארצות הברית הוא נתקל מדי פעם באזכורים חיוביים של הטכניון כמוסד בעל רמת לימודים





ד"ר ג'ורג' מרציוס. צילום: איתמר רותם

מרגיש בית

ד"ר ג'ורג' מרציוס הגיע לטכניון לאחר תואר ראשון ביוון ותואר שני ודוקטורט בגרמניה. בנוסף למדענים המעולים שפגש בפקולטה הוא נהנה מהאווירה הים תיכונית שמזכירה את יוון ■ ישראל בנימיני

המחקר מציג, בין השאר, אלגוריתם יעיל היכול למצוא קירוב לפתרון האופטימלי, שיכול להגיע לרמת קירוב המספיקה עבור רוב השימושים. לאלגוריתם זה, וכן לתוצאות ספציפיות במקרים מיוחדים של תבניות תעבורה ברשת ושל מבנה הרשת, עשוי להיות שימוש מעשי בתכנון אפקטיבי של רשתות אופטיות.

עונר במשפחה

הטכניון הוא תחנה במסלול האקדמי-גיאוגרפי של מרציוס, בן 27, שהחל בתואר ראשון במתמטיקה שימושית באתונה ונמשך בתואר שני בתיאוריה של מדעי המחשב במינכן ובדוקטורט באאכן בגרמניה. לפני כמה שנים הוא פגש בצרפת את זקס ושיתף עמו פעולה בכמה מחקרים. שיתוף הפעולה הוביל לביקור קצר בארץ לפני כשנה, ולאירוח של שלושה חודשים השנה. אביו של מרציוס הוא חבר סגל בפקולטה להנדסת חשמל באוניברסיטת תרייס ביוון, ומשמש מודל לבנו, אשר מתכנן גם הוא להמשיך בקריירה אקדמית.

מרציוס מעיד כי מצא בטכניון סביבת עבודה נעימה ויוצרת מוטיבציה. "הטכניון הוא מוסד טוב מאוד ובעל מוניטין בכל העולם. פגשתי כאן מדענים מעולים - מהסטודנטים הצעירים ועד חברי סגל בכירים בפקולטה", הוא אומר. גם התרבות הישראלית מזכירה לו את יוון, וודאי שהוא חש כאן הרבה יותר קרוב לאווירה הביתית מאשר בגרמניה. "לעתים קרובות אני מרגיש כאילו אני ביוון. אולי בגלל מזג האוויר הים תיכוני, שמאפשר לאנשים לצאת יותר מהבית, ומפני שיש אור גם בערבי החורף, שלא כמו בגרמניה". גם ההיכרות של הישראלים עם המוזיקה היוונית תורמת לתחושת הביתיות. במהלך ביקורו בטכניון התגורר מרציוס במעונות ואהב את האווירה שם. הוא הספיק גם לטייל בארץ - בירושלים, בעכו, בקיסריה ועוד. הוא התרשם במיוחד מביקור בכנסייה היוונית-אורתודוקסית בכפר נחום, ששם שמחו מאוד לארח אותו ואת חבריו היוונים שהתלוו אליו.

אם מאמר זוכה בפרס "המאמר הטוב ביותר" בכנס ICALP היוקרתי, אפשר להיות בטוחים כי שיתוף הפעולה שהניב אותו הוא פורה מבחינה מדעית. זו הייתה תוצאת עבודתם של ד"ר ג'ורג' מרציוס ואורח אחר בפקולטה, ד"ר איגנסי סאו (שעליו נכתב בגיליון אביב 2010), ושל מארחיו פרופ' שמואל זקס וד"ר מרדכי שלום מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון.

המאמר עסק בשאלה חשובה בבניית רשתות אופטיות: מכיוון שהאות המשודר דועך ככל שהוא עובר יותר צמתים ברשת, יש להציב בחלק מהצמתים ציוד הנקרא רגרטור, שתפקידו לשחזר את האותות ולהסיר מהם את הרעש שנצבר במסלול שעברו עד אותו צומת. ציוד זה הוא יקר, ולכן כדאי למצוא דרך להקטין ככל האפשר את כמות הרגרטורים הנדרשים, ולהבטיח כי אות לא יעבור יותר ממספר מקסימלי של צמתים לפני שייתקל ברגרטור שישחזר אותו.

לפי התסריט

"הבעיה כבר נחקרה בעבר, אך בדרך כלל היא נפתרה בצורה ניסויית, על ידי סימולציות והיוריסטיקות", מספר מרציוס. "הטיפול התיאורטי הראשון בבעיה פורסם לפני כשנה על ידי פרופ' זקס, המארח שלי בטכניון, וכותבים נוספים". הפרסום החדש מרחיב את הטיפול על ידי מודל מפורט יותר, הכולל התייחסות לתבניות שונות של תקשורת. במקום לדרוש כי יתאפשר שידור תקין בכל מסלול בין כל שני צמתים, דרישה מציאותית יותר היא להגדיר תבניות הכוללות כמה מסלולים ומייצגות תסריטים שונים של שימוש ברשת. תסריט אחד, לדוגמה, עשוי להתאים לשימוש בשעות היום, שבהן המסלולים הנדרשים הם בין חברות מסחריות, בעוד מסלול אחר מתאים לשעות הלילה ולמסלולים המספקים בידור לבתים. המטרה היא להציב מספר מינימלי של רגרטורים כך שבכל תבנית (תסריט) יועברו כל האותות בצורה תקינה.





בניין טאוב ורחבת הדשא

הבית שלנו בטכניון

בניין טאוב, ביתה של הפקולטה למדעי המחשב, מציין בימים אלה עשור להקמתו. כיצד הפך לפנים של הטכניון? מדוע זכה לכינוי "הקניון"? והאם במבחן הזמן ניתן אומדן ראוי לצמיחת תעשיות ההייטק? ■ רן מירון, צילום: שאול מרקוביץ

ראשית דבר

ראשית ימיה של הפקולטה למדעי המחשב בטכניון בשנת 1969, אז פינתה עבורה "האחות הגדולה", הפקולטה להנדסת חשמל, מסדרון בבניין פישבך. לאחר כשנה נדדה הפקולטה למדעי המחשב לבניין טאוב הישן, אשר היה עד מהרה צר מלהכיל אותה, והפקולטה שבה לאכלס אגף שלם בבניין פישבך. התרחבותה המהירה של הפקולטה הצריכה שטחים נוספים, ומתוך ראייה עתידית נתנה הנהלת הטכניון את הסכמתה העקרונית להקמת מבנה ייעודי לפקולטה.

בשנת 1995 נשיא הטכניון דאז, פרופ' זאב תדמור, ביקש הצעות מכמה משרדי אדריכלים, ומתוכם נבחר לתכנן את הפרויקט משרד גרנות אדריכלים בראשות יעל וירון גרנות. בתחילה כללה תכנית המבנה החדש 5,000 מ"ר בלבד, ללא כיתות לימוד, מעבדות ופונקציות חשובות נוספות. עם כניסתו של פרופ' צבי כוכבי לתפקיד ראש הפרויקט, ומתוך הבנה שהשטח שהוקצב אינו נותן מענה לצורכי הפקולטה באותה העת, וכנראה לא יספק גם את צורכי העתיד. כוכבי התעקש להגדיל את שטחי הבנייה גם אם חלקם לא יאוכלסו בשלב הראשון, והשטח הוגדל לכ-17 אלף מ"ר. הצמיחה בתעשיית ההייטק והשפעתה על הפקולטה לא הכזיבו - כיום כל שטחי המבנה מאוכלסים ומאכלסים מספר שיא של סטודנטים.



על רקע פריחה

עובדות ותוניה

שטח הבניין: 17 אלף מ"ר (כולל חניון תת קרקעי).
 עלות ההקמה: 22 מיליון דולר.
 משך הבנייה: כשנתיים.
 גובה: 8 קומות מעל חניון תת קרקעי.
 מי: 1,600 סטודנטים, 50 חברי סגל וכ-35 עובדים.
 מה: 2 אודיטוריומים, 7 כיתות לימוד, מעבדות מחקר והוראה, ספרייה, חוות מחשבים, קפיטריה, משרדים וחדרי ישיבות.

אמנות הבנייה

אדריכלות מוגדרת כאמנות הבנייה, תחום העוסק בתכנון מרחב הסביבה הבנויה האנושית. אדריכלות היא טובה כאשר מתקיים איזון בין שלושה אלמנטים: סטטיקה, אסתטיקה ופונקציונליות. בבניין טאוב נשזרים שלושת האלמנטים האלו בצורה מיטבית.



בית הקפה בפקולטה





בניין טאוב - מבט מבפנים

תכנון ועיצוב

"עיצוב המבנה אמור לבטא את היותו של בניין טאוב בית לפקולטה למדעי המחשב, פקולטה העוסקת בתחומים חדשניים ודינמיים", מספרת אדריכלית הבניין יעל גרנות על עקרונות התכנון והעיצוב. "בשימוש בחומרים השונים שמרנו מחד גיסא על אחידות ויזואלית עם שאר מבני הקמפוס, ומאידך גיסא שאפנו להקנות לבניין מראה חדשני התואם את אופי הפעילות המתרחשת בתוכו". בבניין, שנבנה בשיטות בנייה מתקדמות ומתועשות, נעשה שימוש באבן מקומית המחפה גם את הבניינים הסמוכים, בשילוב אלמנטים רבים מפלדה ומזכוכית המקנים לבניין שקיפות וקלילות.

הנרי טאוב

כמי שעשה את הונו הרב בעולם המחשוב (בית התוכנה שלו נמנה עם לשכות השירות הראשונות שהפיקו תלושי שכר לעובדים ארגוניים בארצות הברית), התורם הנרי טאוב האמין שתעשיית ההייטק תוכל לסייע לחלץ את מדינת ישראל מבעיותיה הכלכליות. אמונה זו והרקע שלו במחשוב הובילו אותו לתרום מהונו בתחום מדעי המחשב, כולל תרומה גדולה להקמת בניין חדש לפקולטה. לנגד עיניו עמדו צורכי הסטודנטים ורצונו לספק להם תנאי לימוד הולמים ואיכותיים ומקום נעים ונוח לשהות בו. מעורבותו של טאוב לא הייתה כספית בלבד - הוא נוהג לבקר לעתים קרובות בטכניון, ואף שימש כעשור בתפקיד יו"ר חבר הנאמנים של הטכניון.

"הקניין"

בניין טאוב ידוע בקמפוס גם בכינוי "הקניין", בשל מבנה שתי הקומות הראשיות, מעין רחוב פנימי רדיאלי דו קומתי בעל תקרת זכוכית שקופה המחדירה אור טבעי, אשר סביבו ממוקמות כל הפונקציות שבשימוש הסטודנטים. רחוב זה משמש כחלל הציבורי של הבניין, ומרכז בתוכו את הכיתות, האודיטוריומים ואת הפעילות הסטודנטאית בהפסקות, בהמתנה לשיעורים, בהתנהלויות מול המזכירות השונות, במפגשי סטודנטים וגם כחלל תצוגה בימי כנסים ותערוכות.

המשוב מהסטודנטים מעיד כי התוצאה בהחלט אהודה. לדברי אלכס וולפסון, הלומד בשנה ב' בפקולטה, "הבניין מדהים. מבחינה ארכיטקטונית הוא נראה נפלא. יש תחושה של מרחב גדול. כיתות הלימוד חדישות ומצוידות והשירותים - חמישה כוכבים. אני לומד קורסים גם בבניינים אחרים אבל תמיד אני מגיע לכאן בהפסקות כי הכי נוח לשבת פה - ללמוד או סתם לנוח". נתן נורדיצקי, סטודנט שנה א' בפקולטה, מציין: "הבניין נראה תמיד מבריק, כמו בית מלון. אני אוהב להיות פה. הוא נראה חדש וחדשני". אורלי עדני, סטודנטית במסלול להנדסת מערכות מידע שנה א', מסכמת: "אין ספק שהבניין מוצלח. יש בו ספרייה מעולה הממוקמת טוב ורחבה גדולה בקומת הקרקע. הבניין עונה על כל הצרכים וכיף להיות בו".



בניין טאוב - מבט מבחוץ





הרשם לאתר הבוגרים של הפקולטה למדעי המחשב



בוגר יקר,

כדי שנוכל להזמיןך לאירועים בפקולטה או לכנס הבוגרים הבא
אנא עדכן פרטיך במאגר הבוגרים של הפקולטה למדעי המחשב

alumni.cs.technion.ac.il

נתוני המאגר חסויים ומשמשים את הפקולטה למדעי המחשב בלבד
הפנייה מיועדת לנשים ולגברים כאחד

אירועים בפקולטה

פרופ' קנדס, מהמתמטיקאים המבטיחים בעולם, התארז בפקולטה

פרופ' עמנואל קנדס מאוניברסיטת סטנפורד, אחד המתמטיקאים המבטיחים בעולם, התארז בסדרת הרצאות יוקרתית על שם ישראל פולק בטכניון. במסגרת זו מוזמן פעם בשנה חוקר בכיר ומוביל עולמי לחשוף את פעילותו המחקרית בקהילת הטכניון. מחקריו של קנדס, בן 37, מתמקד בעיבוד מידע בכפוף למודלים מבוססי דלילות. הרצאתו הראשונה דנה בתחום Compressed Sensing ובו משפטי דגימה למקורות מידע העוקפים את החוקים המוכרים כיום (משפט נייקוויסט). בהרצאותיו הנוספות הציג קנדס השלמת מידע חסר במטריצות בכפוף להנחת דרגה נמוכה.



פרופ' עמנואל קנדס. צילום: שמעון אוקון

מכון האסו פלטנר פתח שלוחה בטכניון

מכון המחקר הגרמני האסו פלטנר הקים שלוחה בטכניון, בשיתוף עם הפקולטות למדעי המחשב ולהנדסת חשמל. שלוחת הטכניון היא השנייה שהקים המכון מחוץ לגרמניה. סניף ראשון נפתח בדרום אפריקה לפני כשנה. המכון, שהוקם על ידי האסו פלטנר, ממייסדיה של חברת SAP, עוסק במחקר ובהוראה של מערכות חישוב ארגוניות. החוקרים הישראלים יתמקדו בטכנולוגיות של חישוב רב עוצמה שאותו אפשר להגדיל.



נציגי הנהלת הטכניון, דיקני הפקולטות להנדסת חשמל ומדעי המחשב ונציגי מכון האסו פלטנר. צילום: שמעון אוקון

נאמני הטכניון היו "סטודנטים ליום אחד"

הפקולטה אירחה בחודש יוני את חבר הנאמנים של הטכניון כ"סטודנטים ליום אחד". הנאמנים נחשפו למחקרים ולפרויקטים בתחומי עיבוד תמונה, רובוטיקה ותוכנה. במעבדה לפיתוח תוכנה ומערכות הוצגו בפניהם משחקים לשיפור הזיכרון. המאסטרנט יואב חיימוביץ', שהנחה את הסטודנטים עם המרצה ד"ר יעל דובינסקי, סיפר כי בהיותו בן 13 חלה סבו באלצהיימר ונפטר לאחר שבע שנים. "המחלה הנוראה הותירה בי רושם קשה. קראתי את ספרו של חוקר המוח ריצ'רד סטרק, הממליץ על שורת תרגילים שיש לעשות מדי יום. כשהגעתי לטכניון חשבתי שרצוי שתהליך האימוץ יהיה משעשע ולא מייגע". כך נולד פרויקט המשחקים, שהיה פרויקט שנתי עבור שש קבוצות סטודנטים לתואר ראשון.



נציגי חבר המנהלים של הטכניון מתנסים במשחקי מחשב שפיתחו סטודנטים בפקולטה למדעי המחשב. צילום: יוסי שרם



נציגי חבר המנהלים של הטכניון מתארחים במעבדה למערכות נבונות בפקולטה למדעי המחשב. צילום: יוסי שרם



ראויים לשבח

ההצטיינות על היבטיה נסקרת בגיליון זה, ועדיין קצרה היריעה. מובאת רשימת הסטודנטים, המשתלמים וחברי הסגל שזכו השנה בפרסים עם הנטחה להמשיך לעודד סקרנות ומחקר איכותי

הצטיינות במחקר לסגל אקדמי תש"ע

פרופ' מיכאל אלעד - פרס הרשל ריץ' על עבודת המחקר בנושא
Super-Resolution Improving Video Sequences
פרופ' אלי בן ששון - פרס על שם הנרי טאוב
ד"ר ערן יהב - מלגת אלון

הצטיינות בהוראה לסמסטר חורף תש"ע

פרופ' עוזי אורנן - סמינר בבלשנות חישובית - מרצה מצטיין טכניוני
ד"ר רועי אנגלברג - מבני נתונים 1 - ציון לשבח על הצטיינות בהוראה
ד"ר שירלי גינזבורג הלוי - לוגיקה ותורת הקבוצות - ציון לשבח על הצטיינות בהוראה
דן רביב - מבוא למחשב, שפת סי - ציון לשבח על הצטיינות בהוראה
רן רובינשטיין - מבוא למדעי המחשב ח' - ציון לשבח על הצטיינות בהוראה

מתרגלים מצטיינים לסמסטר חורף תש"ע

תמר אייזיקוביץ - אוטומטיים ושפות פורמליות - מתרגלת מצטיינת טכניונית מתמדיה בפעם הרביעית
גדי אלכסנדרוביץ - חישוביות - מתרגל מצטיין טכניוני מתמיד בפעם השנייה
יונתן ניב - מבני נתונים - מתרגל מצטיין מתמיד
איליה נודלמן - מבוא לרשתות מחשבים - מתרגל מצטיין מתמיד ואדים אייזנברג - מבוא לתכנות מערכות
רומן זיידה - מבוא למדעי המחשב
חביאר טורק - מבוא למדעי המחשב
לימור ליבוביץ - מבוא למחשב מטלאב

זוכי פרסים ומלגות לשנת תש"ע

השתלמים לתארים גבוהים:

אורנה אגמון - מלגת מכון האסו פלאטנר (HPI)
יותם אלאור - מלגת מצוינות
נועה אלגרבל - מלגת מצוינות
סיון ברקוביץ - פרס על פרסום מצטיין ופרס עידוד שיתוף פעולה בין

סטודנטים לתארים גבוהים

רג'א ג'ריס - מלגת עזריאלי

אלעד הרמתי - מלגת מצוינות

אופיר וובר - מלגת ג'ייקובסקוואלקום

איליה וולקוביץ - מלגת מצוינות

מיכאל וידרמן - מלגת מצוינות

נטליה זילברשטיין - מלגת מצוינות

נעמה ספר - מלגת מצוינות

ערן טרייסטר - מלגת מצוינות

רועי לוי - מלגת פיין

חנא מזאוי - מלגת ג'ייקובסקוואלקום ומלגת מצוינות

מורן פלדמן - מלגת גוגל, פרס סיסקו לתארים מתקדמים ומלגת מצוינות

מתן פרוטר - פרס וולף, מלגת ג'ייקובסקוואלקום, פרס הרשל ריץ'

ומלגת מצוינות

אלכס קוגן - מלגת מכון האסו פלאטנר (HPI)

תומר קוטק - מלגת מצוינות

זהר קרנין - מלגת פיין ומלגת מצוינות

דן רביב - פרס אינטל לתארים מתקדמים ומלגת מצוינות

רועי שוורץ - מלגת יבמ ומלגת מצוינות

איתי שרון - מלגת מצוינות, פרס ג'ייקובסקוואלקום ופרס לעידוד

שיתוף פעולה בין סטודנטים לתארים גבוהים

סטודנטים לתואר ראשון:

מקס אייזנשטיין - פרס אמדוקס לפרויקט המצטיין

עומרי אמריליו - פרס אינטל

אורן אשכנזי - פרס אמדוקס לפרויקט המצטיין

אלעד אתר - פרס אמדוקס לפרויקט המצטיין

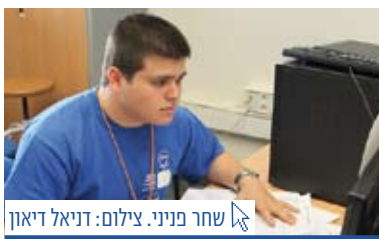
שרי דואק - פרס סיסקו לתואר ראשון ופרס אינטל לתואר ראשון

אורי ואסרסטורם - פרס אמדוקס לפרויקט המצטיין

שני לסר - פרס אינטל

אייל קיבר - פרס אמדוקס לפרויקט המצטיין

רועי שוסטר - פרס אמדוקס לפרויקט המצטיין



שחר פניני. צילום: דניאל דיאון

סטודנט לתואר ראשון זכה בפרס בתחרות העולמית לתמטיקה 2010

בתחרות העולמית למתמטיקה לשנת 2010 אשר התקיימה בבולגריה זכה הצוות הישראלי במקום הרביעי. בקבוצה הישראלית היו שבעה סטודנטים מאוניברסיטת תל אביב, מאוניברסיטת הפתחה ומהטכניון. נציג הטכניון בתחרות, שחר פניני, סטודנט לתואר ראשון במדעי המחשב, זכה במקום השלישי.

מלגת גוגל העולמית תועק לסטודנט בפקולטה

מורן פלדמן, סטודנט לתואר שלישי בפקולטה, נבחר לאחד משני הישראלים הראשונים אשר זכו במלגת מחקר מטעם גוגל העולמית. השנה, בפעם הראשונה, הוחלט להעניק מלגות מחקר לסטודנטים מחוץ לגבולות ארצות הברית, ובהם שני סטודנטים ישראלים. המלגה כוללת שכר לימוד מלא ומענק.



מורן פלדמן. צילום: ויטלי אמפורופולו



הסטודנטים הזוכים עם ראשי מרכז הפיתוח של מיקרוסופט בישראל. צילום: אלי ביהם

זכייה בשני המקומות הראשונים בתחרות מיקרוסופט ImagineCup 2010

באירוע הגמר של תחרות מיקרוסופט ImagineCup 2010 בישראל זכה במקום הראשון פרויקט HELP של סטודנטים לתואר ראשון מהפקולטה, יואב קנטור, קלרה גורינשטיין ועמית גיל. במקום השני זכה פרויקט MEC של הסטודנטים תאמר סלמאן, פארס ג'השאן ומוחמד מוחייסן. גם הם מהפקולטה למדעי המחשב. תחרות ImagineCup השנה הייתה בסימן "דמיינו עולם שבו הטכנולוגיה מסייעת בפתרון הבעיות הקשות ביותר שהעולם מתמודד איתן היום".



טְּבִיחַה טְּבִיחַה

מאת: עירד יבנה, איור: רון קימל

מרצה יקר:

כָּאבוּ לִי הַשָּׁנִים,
נִשְׁבְּרוּ לִי מְשַׁקְפִים,
אֶסוּנוֹת מְלוֹאֵחֶפְנִים
הַקִּיפוּנֵי סָחור וְסָחור,

פְּנִצְרִים בְּאוֹפְנִים,
הַקְּלָסֶר נָפַל לַמַּיִם,
פְּתַע - מְמַרוּמֵי שָׁמַיִם -
לְשִׁלְשָׁה עָלַי צְפוּר!

לְכַלְבָּה שְׁלִי יֵשׁ וְסֵת,
דוֹדָה שְׁלִי גִיסִי גוֹסֶסֶת,
גַּם קָרְסָה לִי הַמְרַפֶּסֶת
עַל הַגִּי'פּ שֶׁל הַגָּנָן.

הַתְּחַתְּנִיתִי, הַתְּגַרְשִׁיתִי,
הַתְּאֲמִצִּיתִי וְחַרְשִׁיתִי,
בְּחַיִּי שֶׁלֹּא הִרְגֵּשִׁיתִי
אִיךָ אוֹזֵל לִי כָּל הַזְּמַן,

כָּל יָמַי שְׁקוּעִים בְּצַבֵּל,
חֲבוּרָה מְכָה וְסַבֵּל,
לָמָּה לֹא תִזְרַק לִי חֶבֶל?
זוֹ תְּקוּפָה כָּל כֶּף קָשָׁה!

וּבְכֹלֵל לֹא נַעֲזַרְתִּי
הַעֲתִקְתִּי אוֹ שִׁקְרָתִי,
רַק בְּסוּף טְפָה אַחֲרָתִי
אֶת מוֹעֵד הַהֲגָשָׁה.



IMAGINE

the possibilities

New career opportunities await you

במרכז המחקר והפיתוח של מיקרוסופט בחיפה ובהרצליה:

- ◀ תוכל לבחור מבין הזדמנויות קריירה רבות כסטודנט או כבוגר בעל ניסיון במגוון תחומים מלהיבים ולפתח את יכולותיך הטכניות והעסקיות **בקבוצות המוצר השונות: אבטחת מידע, טלקום, מעבדות חדשנות, פתרונות פרסום דיגיטלי, ניהול ידע וכו'..**
- ◀ תיצור טכנולוגיה המשפיעה על העולם כולו ותגדיר את החידושים הבאים שיעזרו לענות על האתגרים הטכנולוגיים החשובים ביותר. הרעיונות והפתרונות שלך יכולים להשפיע על הדרך בה העולם כולו חי, עובד ומשחק.

לשליחת קורות חיים למשרות סטודנטים ובוגרים:
microsoft-rd_Intern@talent-sys.com

למידע על הזדמנויות תעסוקה, היכנסו www.microsoftrnd.co.il

עקבו אחרינו    Microsoft Israel R&D Center

Come as you are. Do what you love.