



HOMEPAGE

מגזין הפקולטה למדעי המחשב
ביליון מס' 7, אביב 2010



www.cs.technion.ac.il/magazine



פורצת דרך

עשור למעבדה לעיבוד
גיאומטרי של תמונה

עמוד 16

חלוצי הייטק

בוגרי מחזור '74 של הפקולטה משחזרים את ימיו
הראשונים של מושב יעד - הכפר התעשייתי שהקימו

עמוד 26

יצירתיות ראויה לשבח

Risk, רשתות אלחוטיות ותקיפת אתרים. זוכי הפרויקט
המצטיין של הפקולטה הופכים תיאוריה למציאות

עמוד 4

Google is looking for people with great aspirations



If you've ever imagined being able to use your talent, education and skills to benefit millions of people around the world, Google might be the place for you. Whether you're searching for a full-time job or a student position, we have opportunities for the brightest minds in computer science.

One of our goals is to create the most inspiring work environment on the planet - a place where you can dream big and make things happen. If you'd like to be a part of that, we'd love to hear from you.

Check out www.google.co.il/jobs and www.google.com/jobs/students for current openings.

© Copyright 2008. All rights reserved.
Google and the Google logo are registered trademarks of Google Inc.

Google™



פרופ' אלי ביהם.
צילום: שאול מרקוביץ'

קוראים יקרים,

גיליון שביעי זה יוצא בסימן ארבעים שנה לפקולטה למדעי המחשב בטכניון. בחודש יוני 1968 שלחו חמישה פרופסורים ודוקטור אחד מכתב לנשיא הטכניון דאז, ובו המליצו פה אחד להקים מחלקה למדעי המחשב. "לימודי המחשב הגיעו להתפתחות המצדיקה תוכנית לימודים ומחקר עצמאית", כתבו. כשנה וחצי לאחר מכן, באוקטובר 1969, יצאה לדרך המחלקה החדשה ובראשה פרופ' אברהם גינזבורג. הכוונה הייתה לרכז תוכנית לימודים ומחקר בתחום המחשוב שאך החל להתהוות. ארבעה עשורים לאחר מכן, הפקולטה למדעי המחשב היא אחת הפקולטות הגדולות והדומיננטיות בטכניון, ומהמובילות בעולם על פי דירוגים בינלאומיים, עם מגוון מסלולי לימוד לתארים ראשון, שני ושלישי העונים על צרכי המשק והמדע בתחום, ועם סוללה מפוארת של מורים וחוקרים מהמעלה הראשונה בעולם. בשנים אלו התחוללה מהפכה של ממש בטכנולוגיית המחשוב, והפקולטה התאימה עצמה לשינויים אלה באופן תדיר באמצעות עדכון תוכניות הלימוד ורענון כוח האדם המחקרי בה. הפירות של הפקולטה, אשר טופחו בעמל רב במהלך עשורים אלה, הם 6,000 הבוגרים שלנו, ועליהם גאווה. במגזין תוכלו לקרוא על פועלם של אחדים מהם, שעשו חיל במלאכתם.

בחודש זה אנו גם חוגגים עשר שנים למעבר הפקולטה לבניין טאוב, שתוכנן להתאים באופן מרבי לצורכי הפקולטה, ושאפשר לנו להתפתח בעשור זה, תוך הגדלת מספר הסטודנטים ושיפור השירות. כפי שאמר על הבניין אחד המועמדים ביום הפתוח האחרון: "אם כך נראה הטכניון – אני בא לטכניון". נרחיב על כך בגיליון הבא.

וממועמדים לבוגרים. אנו רואים חשיבות עליונה בטיפוח הקשר עם הבוגרים שלנו, ובמסגרת זו ערכנו בחודש דצמבר האחרון כנס לבוגרי העשור הראשון של הפקולטה, אשר לקחו חלק בתהליך ההקמה של הפקולטה. בערב מרגש ועמוס מפגשים וזיכרונות, פגשו בוגרי שנות השבעים את חבריהם לספסל הלימודים ואת מוריהם, ושמעו על דרכה של הפקולטה למדעי המחשב והישגיה. עוד על הכנס ניתן לקרוא בעמ' 24 בגיליון זה.

לצד הנוסטלגיה וטיפוח השורשים אנו עושים מאמץ ניכר להתעדכן, להתרענן ולהוות גורם משיכה לצעירים ואפילו לצעירים מאוד. על הסטודנטית הצעירה ביותר בטכניון, בת 15 בלבד, תוכלו לקרוא בעמ' 30.

הפעילות בעולם גלובלי ותחרותי מחייבת אותנו להישאר עם האצבע על הדופק בכל הנוגע לנטיות השוק ולמגמות עתידיות. לפיכך אנו משיקים השנה "ועדה מייצגת" אשר תכנס בוגרים ובכירים בתעשייה, שיסייעו לנו בפתיחת ערוצים חדשים למידע רב ערך הנוגע למגמות עכשוויות ועתידיות בשוק הישראלי והעולמי. אני מקווה כי בכך נוכל לקדם את המצוינות בתחומי המחקר וההוראה, וכן, לחזק את הקשר עם התעשייה עתירת הידע בישראל.

בסיום דבריי ברצוני לברך את ד"ר דן צפרי, המצטרף לפקולטה כחבר סגל חדש. צפרי עוסק במערכות מחשבים, חישוב מקבילי ומערכות הפעלה, והוא מחזק משמעותית את המחקר וההוראה בנושאים אלה בפקולטה. עוד על מחקר ותוכן לקרוא בעמ' 14.

ואחרון חביב, ברצוני לברך את פרופ' גרשון אלבר, אשר מונה לתפקיד סגן המשנה לנשיא הטכניון למערכות מידע ומחשוב. אני מאחל לו הצלחה בתפקידו זה.

קריאה נעימה
פרופ' אלי ביהם
דיקן הפקולטה



שיעור לעתיד

הזוכים בפרס הפריקט המצטיין לשנת 2009 סוקרים את עבודתם: רשתות אלחוטיות, משחק Risk ותקיפת אתרים באמצעות Google

בין קודש לחול

לפרופ' נאדר בשותי אין בעיה לדלג ממחקר בקומבינטוריקה אריתמטית לעיסוקו ככומר בכנסייה

קריאת קיוון

פרופ' ספי נאור מספר על הפתרון שמצא לשיפור מכירות פרסום מקוונות בשיטת "המכירה הפומבית"

עלייתו של החישוב המקבילי

כיצד אפשר לנצל ביעילות מאות אלפי ליבות? ד"ר דן צפרי, חבר סגל חדש בפקולטה, מסביר את הסוגיה

ממד נוסף לחדשנות

פרופ' רון קימל והמהנדס ירון חונן מציגים את המחקר והפריקטים המגוונים הנעשים במעבדה לעיבוד גיאומטרי של תמונה

שגרירים של כבוד

מאות בוגרים וחברי סגל, מהעשור הראשון לפקולטה, השתתפו בכנס חגיגי לציון 40 שנה לייסוד הפקולטה למדעי המחשב

מימשו את היעד

כשבארץ עוד לא שמעו על המונח סטארט-אפ, הם כבר מימשו אותו. בוגרי הפקולטה – חברי הגרעין המייסד של מושב יעד, מזכרים ברוח ההתלהבות של תקופת הקמת הכפר התעשייתי הראשון

החופש להצטיין

כשהיא רק בת 15 דור ארד היא סטודנטית מן המניין בפקולטה למדעי המחשב



מערכת הפקולטה למדעי המחשב, הטכניון
עורכים אחראיים: מיכאל אלעד ונועה מור
תמונת השער: מיכאל ברונשטיין
עיצוב מודעת הפקולטה: רבקה צור
כתובת המערכת: magazine@cs.technion.ac.il
אתר הבית: www.cs.technion.ac.il/magazine

מוטו
תקשורת
כתובת: רח' יצחק שדה 32,
תל אביב, מיקוד 67212

סמנכ"ל מערכת ופרויקטים: איילת מעברי
מפיקה ראשית ומנהלת פרויקט: מיטל סעד
עורכות: יעל ירדני, אלה ויסברג
עיצוב גרפי: אסתי אוחנונה
מנהלת פיתוח עסקי: לי-את מנדל, 050-8993070
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 דיין לפרסם המודעה.



אורן ברק. צילום: יואב בכר

שיעור לעתיד

הזוכים בפרס הפרויקט המצטיין לשנת 2009 התמודדו עם בעיות סבוכות, גילו יצירתיות ואף הצליחו למצוא פתרונות עם פוטנציאל מעשי. מתיאוריה למציאות ■ ישראל בנימיני

תחנת התשתית וממנה אל התחנה השנייה. הממצא הראשון היה קשה יותר להבנה, ולבסוף התברר כי הוא נובע מכך שמפתחי כרטיסי התקשורת משקיעים פחות מאמץ בהשגת יעילות מקסימלית עבור מצב אדי'הוק, הנתפס כפחות שימושי מאשר מצב התשתית.

בנקודה זאת היה עשוי הפרויקט להסתיים, אך ברק שאל מה יקרה אם יהיה אפשר להפעיל את שני המצבים יחד, באותה רשת. כשלא הצליח למצוא התייחסות לרעיון כזה בפיתוחים ובמחקרים קודמים הוא החל לשהות לילות במעבדת הפקולטה כדי למצוא דרך לעשות זאת בעצמו. העקשנות השתלמה, והוא מצא פתרונות לשורה של אתגרים טכניים, המאפשרים בפעם הראשונה לאותו כרטיס רשת אלחוטי לפעול בשני המצבים ולבחור את המצב המהיר ביותר לכל שידור, כשהרשת כולה משתפת פעולה כדי למצוא את התצורה היעילה ללא צורך בידע כלשהו של המשתמש. גם משתמשים עם רקע טכני בסיסי יכולים להשתמש בשיטה זו. העבודה לא הסתיימה כאן: כדי להוכיח כי התוכנה יציבה במגוון רחב של תסריטים ועומסים נדרש ברק לפתח תוכנה שתפעיל תסריטים אלה בצורה אוטומטית, ואז תאסוף ותנתח את התוצאות. ההשקעה השתלמה וניתוח התוצאות הוכיח את יציבותו ויעילותו של הפתרון.

ברק הוא חריג בנוף הטכניוני. הוא מסיים כעת את לימודיו לתואר ראשון במסלול מתמטיקה עם מדעי המחשב בגיל 33, נשוי ואב לשניים (בטקס הוא קיבל את הפרס עם בנו בן הארבע). לפני הלימודים ובמהלכם הוא עבד בתחום ההייטק, ועתה הוא שוקל

פרס הפרויקט המצטיין על שם אמדוקס הוענק בנובמבר 2009 לשלוש קבוצות של סטודנטים שמימשו רעיונות חדשניים ויצירתיים באופן ראוי לציון. אחד המברכים בטקס, המשנה לנשיא הטכניון למחקר, פרופ' עודד שמואלי, אמר כי טבעם של פרויקטים להיחרט בזיכרוננו וללוות אותנו שנים לאחר ביצועם. מפתחי הפרויקטים הזוכים יוכלו בוודאי להזדהות עם דבריו.

הנח עובר לאדם הפרטי

כשפרופ' רועי פרידמן וד"ר גבי קליאוס ביקשו מאורן ברק (33) לענות על שאלה פשוטה במסגרת פרויקט, לא ידעו שלושתם כי העבודה תצמח לפרויקט מצטיין, תניב מאמר אקדמי וכי היא עשויה להיות בסיס לתזה לתואר שני. השאלה הייתה מדוע יש הבדל בביצועים של רשתות אלחוטיות בין מצב תשתית למצב אדי'הוק?

במצב התשתית משמשת תחנה אחת ברשת (תחנת הבסיס, או Access Point) לתיאום ולהעברת התקשורת. במצב אדי'הוק אין צורך בתחנה מתאמת, וכל תחנה יכולה ליצור קשר ישיר עם כל תחנה אחרת. לפי המדידות הראשונות, כשהתקשורת היא בין שתי תחנות, ואחת מהן היא תחנת הבסיס, קצב התקשורת גבוה יותר בכ-40% מאשר במצב אדי'הוק. לעומת זאת, כששתי תחנות שאינן תחנת הבסיס מעבירות ביניהן מידע במצב תשתית הן משיגות קצב איטי ב-30% מהקצב שהיה אפשר להשיג אם היו פועלות במצב אדי'הוק. ההסבר לממצא השני הוא פשוט - במצב התשתית כל הודעה מועברת פעמיים: מהתחנה הראשונה אל





דרור יעקב ושי רובינשטיין. צילום: אלינה ליבשיץ

מוצלחת מקטינה את צבאו של המגן ומעלה את סיכויי ההצלחה של התקפות נוספות. אם ההתקפה סילקה את כל יחידות הצבא של המגן מהנקודה המותקפת, המתקיף יכול להניע את יחידות הצבא שלו לאותה נקודה. הקוביות מכניסות למשחק גם מרכיב הסתברותי (ומכאן שם המשחק), בדומה לשש בש ולמשחקי קלפים, ובניגוד לשחמט. האתגר הגדול ביותר במשחק Risk הוא תכנון ההתקפות: איזו התקפה תיתן את הסיכוי הגדול ביותר להצלחה וגם את הסיכוי הגדול ביותר להתקפות מוצלחות נוספות ולכיבוש עוד שטחים.

העבודה על הפרויקט החלה בנייתו ההתנהגות של "שחקנים מלאכותיים" קיימים, בגרסאות ממוחשבות של המשחק הכוללות יריבים ממוחשבים. רובינשטיין ויעקב מצאו כי יריבים אלה מתנהגים בצורה צפויה, לפי חוקי החלטה קבועים שקל להבין ולצפות, ומחמיצים הזדמנויות מבטיחות. הם החליטו לנקוט גישה שונה: דגימה אקראית מתוך המרחב הענק של ההחלטות האפשריות, על ידי הגרלה לא רק של תוצאות זריקת הקוביות אלא גם של החלטות השחקן. לאחר שמתבצע מספר גדול של דגימות, שכל אחת מהן מייצגת מהלך אפשרי של תקיפות ותוצאותיהן, תבחר התוכנה בצעד הבא במשחק את ההחלטה שתביא, לפי תהליך הדגימה, להסתברות הגבוהה ביותר להצלחה. לשיטה יש מאפיין חשוב: ככל שיותר זמן ויותר משאבי חישוב מקבילים יושקעו בדגימה תתקבל החלטה נכונה יותר.

התוצאות של גישת הדגימה הן מרשימות. "השחקן שלנו ישחק בצורה שונה בכל מצב, ובגלל המרכיב האקראי בהתנהגותו, הוא מפתיע גם אותנו לפעמים", אומרים רובינשטיין ויעקב. במשחקים מול יריבים ממוחשבים השחקן החדש מנצח בדרך כלל. זו כנראה מערכת הבינה המלאכותית הראשונה היכולה להתמודד בכבוד מול שחקנים אנושיים במשחק זה.

רובינשטיין ויעקב חשים כי הפרויקט העניק להם ניסיון והנאה: "הפרויקט נתן לנו הכנה לתואר שני, מבחינה זו שראינו כי אנחנו יכולים להצליח בעבודה שיש לה קווי דמיון למה שנדרש בתארים

להמשיך ללימודי תואר שני על בסיס הפרויקט. לפרויקט עשויה להיות חשיבות מעשית גם מעבר להאצת התקשורת. לדברי ברק, "כשמשמשים יכולים לבחור בצורה שקופה ודינמית בין תקשורת דרך תשתיות לבין תקשורת ישירה הכוח עובר מחברות מסחריות (השולטות בתשתית במקומות ציבוריים) אל האדם הפרטי. למשל, אנשים היושבים בבית קפה יכולים להשתמש במצב התשתית כדי להתחבר לרשת האינטרנט דרך הנקודה החמה שמספק בית הקפה, ובו זמנית להשתמש באותו כרטיס במצב אדי'הוק כדי להשיג תקשורת פרטית ומהירה הרבה יותר בין המחשבים שלהם".

פרופ' פרידמן, שהנחה את ברק, אומר: "הפרויקט ראוי לפרס מכיוון שאורן הרחיב בעצמו את הגדרת הפרויקט הרבה מעבר להיקף הרגיל של עבודות כאלה, כדי להביא לפתרון יפה, סגור בכל פרטי, שיש לו גם פוטנציאל מעשי".

לא פוחדים להסתכן

שי רובינשטיין (27) סיים את לימודיו בטכניון לפני כשנה ועובד כמפתח בחברת Risk, דרור יעקב (27) נמצא כיום בסמסטר האחרון ללימודיו ובמקביל עובד כמהנדס באינטל. השניים בחרו להקדיש את הפרויקט שלהם במעבדת הבינה המלאכותית למשחק הלוח Risk. "בתור ילד שיחקתי משחקים המשלבים תורות אסטרטגיות מול המחשב. רציתי לדעת איך בונים את השחקן הממוחשב", מסביר יעקב.

לוח המשחק של Risk הוא מפת העולם, וכל שחקן מתחיל מהטריטוריה שלו לכבוש טריטוריות אחרות ולהשיג שליטה עולמית. כל שחקן פועל בתורו לפי כללים מורכבים המכתיבים כיצד למקם תגבורות, לתקוף צבאות אחרים ולהיזק צבאות לאחר התקיפה.

רובינשטיין ויעקב התמקדו בשלב התקיפה. בניגוד לרוב משחקי הלוח, בתור אחד של שחקן יש מספר אפשרויות גדול מאוד, מכיוון שמספר ההתקפות בכל תור אינו מוגבל. בכל התקפה, המתקיף והמגן מגלגלים קוביות כדי לקבוע אם ההתקפה הצליחה. התקפה



אוהד לוצקי ותום מאירי. צילום: נועה מור

רשום במנגנון AdSense. בדרך זו אפשר להסוות את זהות יוזם ההתקפה, שייראה כאילו הגיע מתוך שרתי גוגל. אפשר אמנם להתגונן מפני התקפה ישירה על ידי חסימת כתובת האינטרנט שממנו מגיעה ההתקפה, אך נדיר למצוא אתר שירצה לחסום כניסה מתוך שרתי גוגל.

חלק אחר של הפרויקט הראה כי תקיפה עקיפה דרך מנגנון פרסום אחר של גוגל AdWord אינה רק מסווה את זהות התוקף, אלא גם מאפשרת לתוקף לנצל מצב שבו המשתמש התמים כבר הזדהה בפני האתר המותקף, כך שהמידע הנגיש לאותו משתמש זמין יותר לחשיפה דרך פרצת האבטחה.

שלושת הסטודנטים סיימו לפני כשנה את לימודיהם בפקולטה. לוצקי וטרגר משרתים בצבא ומאירי עובד בחברת התוכנה צ'ק פוינט. "זוהי הפעם הראשונה שבה התעמקנו לא רק בתיאוריה של אבטחת מחשבים, אלא גם חיטטנו בצד המציאותי", אומר לוצקי, "וחוץ מזה ראינו שיש לנו שליטה טובה ברובוט הפרסומות של גוגל, בניגוד לרובוט החיפוש שקשה לחזות מתי יבקר באתר". הסטודנטים אינם חושבים כי גילו פרצת אבטחה בגוגל, אלא דרך חדשה לנצל פרצות אבטחה קיימות תוך שימוש באתר. עם זאת, המחקר מראה כיוונים אפשריים לשיפור עבור חברת גוגל ועבור חברות אחרות בעלות מנגנונים דומים, ובכך הוא תורם לשיפור הבטיחות של רשת האינטרנט.

שולמן מסביר כי חשיבות הפרויקט היא החשיפה של מלוא העוצמה הטמונה במנועי חיפוש כמקור לסיכון אבטחה. לדבריו, "הסטודנטים נדרשו לא רק להבין את הדרכים שבהן אפשר לתקוף שרתי Web, אלא גם לשלב טכניקות מתחומי Web שונים. הם גילו יצירתיות ברתירת כלים שונים כדי לגרום למנוע את החיפוש לבצע התקפות יזומות מול אתרים". שולמן אף פנה אל חברת גוגל והציג בפניה את הממצאים. "התגובה הייתה כי הם מבינים את הבעיה, אך אינם מתכוונים לטפל בה בזמן הקרוב. להערכת הדבר ישתנה בקרוב, מפני שתוקפים אמיתיים אימצו את הטכניקה הזו".

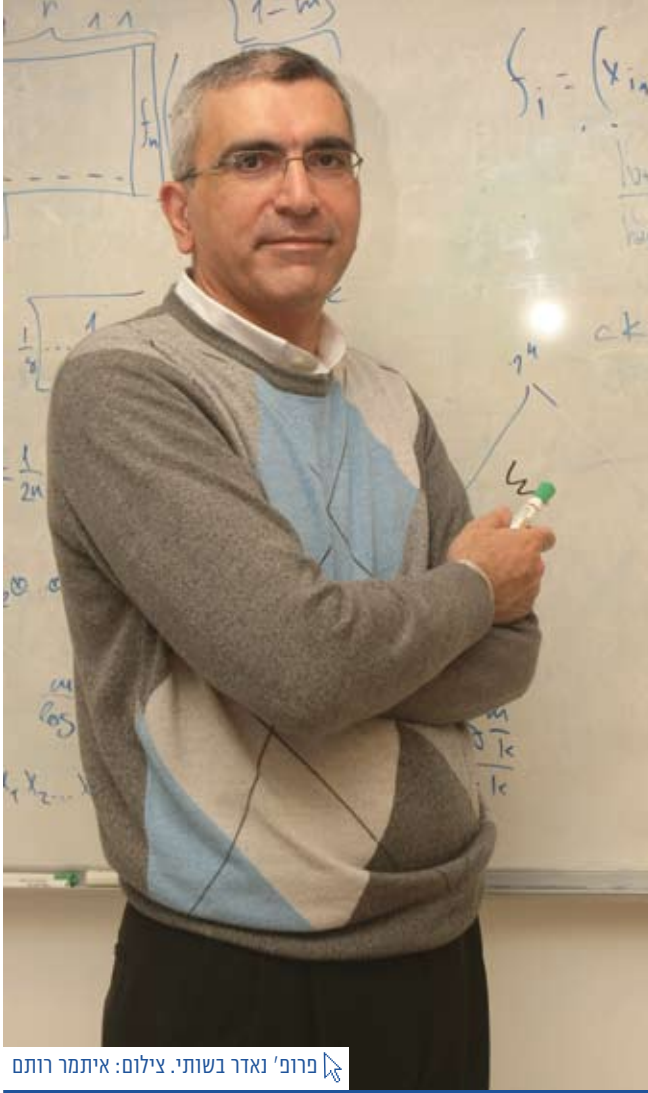
מתקדמים; ולא פחות חשוב - היה לנו כיף".
פרופ' שאול מרקוביץ', שהנחה את העבודה, משבח את השניים: "הם לקחו בעיה קשה, התמודדו איתה בכוחות עצמם, מצאו פתרונות לא פשוטים, והראו תוך כדי ניתוח תוצאות מעמיק כי התוכנה שפיתחו היא בין החזקות ביותר, ואולי החזקה ביותר, מבין תוכנות משחק Risk הקיימות כיום".

סוס טרויאני

כשמנסים לתקוף אתר אינטרנט כדי להשתלט עליו או לשלוף מתוכו מידע, כמו כרטיסי אשראי של לקוחות, סיכויי ההצלחה יגברו אם ההתקפה תיראה כאילו היא באה מתוך שירות אינטרנט שלאתר המותקף אין סיבה לחשוד בו. מחשבה זו עמדה בבסיס האתגר שהציב לסטודנטים **עמיחי שולמן**, CTO בחברת Imperva, שמשמש גם כמנחה בקורס פרויקט באבטחת מידע. המטרה הייתה למצוא דרך להשתמש בגוגל כשותף לדבר עברה, ולהערים עליו כדי שישמש לתקיפה עקיפה של אתרים, בהסתמך על כך שכמעט כל אתר ברשת מאפשר לגוגל גישה אליו.

הנחת המוצא עבור שלושת הסטודנטים - **אוהד לוצקי** (23), **גיא טרגר** (23) ו**תום מאירי** (28) - הייתה כי באתר המותקף כבר קיימת פרצת אבטחה. הדרישה הייתה למצוא דרך לנצל את האמון של האתר בגוגל כדי להגיע לפרצה. השלושה גילו כי מנגנוני הפרסום של גוגל מתאימים למשימה.

תפקידו של מנגנון הפרסום AdSense הוא לאתר מודעות המתאימות לדף המוצג. לשם כך על גוגל לקרוא את הדף הנוכחי כדי להתאים עבורו מודעה, ולכן גוגל שולח לאתר האינטרנט בקשה לקבל את תוכן הדף. אפשר לבנות בקשה כזו באופן המנצל פרצות אבטחה מסוגים מסוימים אם הן קיימות באתר המותקף. במהלך הפרויקט פותחה דרך לבחור את המידע המדווח לגוגל בתור "הדף הנוכחי", וכך לגרום לגוגל לשלוח לאתר המותקף בקשה כלשהי לפי בחירת המתקוף. מפתחי הפרויקט גילו כי גוגל אינו בודק כלל אם אותו דף



פרופ' נאדר בשותי, צילום: איתמר רותם

בין קודש לחול

כשהוא לא עסוק במחקרים תיאורטיים של מדעי המחשב, פרופ' נאדר בשותי מקדיש את זמנו לכנסייה היוונית קתולית בשפרעם, שם הוא משמש ככומר ■ ישראל בנימיני

לאיזה נושא שיחה אפשר לצפות מפגישה עם כומר נוצרי? במקרה של פרופ' נאדר בשותי, הנושא הוא קומבינטוריקה אריתמטית. "בניח שיש לך n מטבעות כשחלקם במשקל תקני ובניהם לכל היותר m מטבעות מזויפים שמשקלם שונה ממשקל זה. יש לך גם מאזניים המראים את משקל המטבעות המונחים עליהם. כמה שקילות נדרשות כדי לזהות את המטבעות המזויפים ולמצוא את משקל כל אחד?". השאלה אינה באה מעיסוקיו הדתיים אלא מתחום חדש יחסית במדעי המחשב: קומבינטוריקה אריתמטית, העוסקת בתכונות של קבוצת התוצאות של פעולות אריתמטיות המופעלות על קבוצת מקור מסוימת.

לאחרונה הוכיח בשותי כי קיים אלגוריתם העונה לשאלה זו במספר השקילות הנמוך ביותר האפשרי עבור כל ערך של m ו- n . ההוכחה משלבת כמה תחומים מתמטיים, ומראה כי האלגוריתם קיים בלי להציג את האלגוריתם עצמו, כלומר זוהי הוכחת קיום המראה כי ההסתברות שקיים אלגוריתם כזה היא 1.

לשם מה כדאי לפתור בעיות כאלה? לבשותי מספיקה התשובה "אני תיאורטיקן", אבל בכל זאת הוא מצביע על שימוש מעשי: אם נאפשר לכמה תחנות שידור לשרד יחד על אותו ערוץ, המקלט יקלוט סיגנל שהוא סכום השידורים של כולן. זוהי אחת הגרסאות של "ערוץ סוכם" (Adder Channel). התוצאה היא הגדלת כמות המידע שניתן להעביר בכל יחידת זמן, אך עתה על המקלט לפתור בעיה הדומה לבעיית השקילה: "המטבעות המזויפים הם שידורי התחנות הפעילות, ומשקל כל מטבע הוא המידע שהתחנה שידרה. בבעיית המטבעות אנו בוחרים אילו מטבעות כדאי להניח על המאזניים בכל שקילה, כדי להגיע לאבחנה הנכונה - מהו משקל כל מטבע - במספר שקילות נמוך ככל האפשר. בבעיית השידור עלינו לבחור אילו תחנות יימדדו יחד בכל מדידת הספק, כך שההספק הנמדד הוא סכום הספקי השידור של התחנות המשתתפות באותה מדידה. ככל שהמקלט יוכל לפתור בעיה זו במספר מדידות נמוך יותר, התקשורת תהיה יעילה וזולה יותר."

דיקו כמעט מושלם

מחקריו הראשונים של בשותי היו בתחום הסיבוכיות, ובתחילה סיבוכיות אלגברית, כלומר מספר הפעולות הלוגיות הנדרשות לצורך חישובים אריתמטיים. לאחר סיום הדוקטורט בטכניון הוא המשיך לאוניברסיטת קלגרי בקנדה, ובין השאר פרסם תוצאות חדשות לגבי סיבוכיות של מודלים חישוביים נוספים.

התחנה הבאה במסעותיו דרך תיאוריית מדעי המחשב הייתה תיאוריית למידה חישובית בשם COLT (Computational Learning Theory). בעיות מתחום זה עוסקות למשל, בלמידה של פונקציה (או של עץ החלטה, יחסי שקלילות ועוד) על ידי סדרת שאלות המופנות אל "קופסה שחורה" המסתירה בתוכה את הפונקציה הנלמדת. המטרה היא לפענח את תוכן הקופסה במספר מינימלי של שאלות, תוך הגעה לדיוק מושלם - בסוג בעיות מסוים - או להסתברות גבוהה של נכונות - בבעיות אחרות. בחלק מהבעיות מסוג זה מניחים

גם כי חלק מהתשובות שגויות, כתוצאה מרעש או אפילו כתוצאה מהטעיה מכוונת. בין הישגיו של בשותי בתחום אפשר למנות פתרון לבעיה שהייתה פתוחה במשך עשור, עד לפרסום מאמרו בשנת 1995. הניסוח המופשט עשוי לרמוז כי הבעיות בתחום זה רחוקות מהעולם האמיתי, אך אין זה כך - לבעיות כאלה קיים מגוון של שימושים, ובניהם סינון דואר לצורך חסימת "דואר זבל": גם אם קיימת פונקציה הקובעת בצורה חד משמעית עבור כל הודעת דואר אלקטרוני אם היא לגיטימית או ספאם (זבל), אפשר ללמוד את הפונקציה רק בעקיפין על ידי כך שנבקש ממשתמשים אנושיים לסווג הודעות ספציפיות, ונסה להכליל את סיווגי דוגמאות אלה כך שבסבירות גבוהה נסווג נכון הודעות אחרות בצורה אוטומטית. בבעיה זו יש צורך בטיפול ברעש, אם כתוצאה מטעויות המסווגים האנושיים ואם כתוצאה מכוונתם של מספר קטן של מסווגים להטעות את תהליך הלמידה. בשותי חקר והגיע להישגים בפתרון בעיות אלו, בשיתוף עם חוקרים מחברת גוגל, במהלך שנת שבתון.

חיבור משפחתי לטכניון

בשנת 1999 חזר בשותי לפקולטה, וכעת הוא מלמד קורסים בנושאי מבני נתונים ובתיאוריית למידה חישובית. באחרונה הוא מתמקד בתחום הקומבינטוריקה האריתמטית, ומנחה שני סטודנטים לתארים מתקדמים: "אני מנחה מספר קטן של סטודנטים כי אני אוהב גם לעבוד לבד", הוא אומר.

למשפחת בשותי, חיבור נרחב לטכניון: אחיו של נאדר, פרופ' דאוד בשותי, הוא חבר סגל בכיר בפקולטה למתמטיקה, ובתו של נאדר לומדת לתואר ראשון בפקולטה לכימיה.

כשאינו עוסק במחקר, רוב זמנו הפנוי מוקדש לכנסייה היוונית קתולית. בשנת 1999 הצטרף לתוכנית למידה והוסמך כדיקון (deacon) - מעין עוזר כמורה, ולאחר מכן המשיך בלימודיו, הוסמך לכמורה ועתה הוא פעיל בקהילה הנוצרית בשפרעם.





עפר קורנפלד. צילום: איתמר רותם

הילד הלך - נשאר הפלא

עפר קורנפלד החל את לימודי התואר הראשון במדעי המחשב בגיל 16 והקים את בית התוכנה הראשון בגיל 25. בשנת 1995 הוא הקים את חברת גאיה, וחמש שנים לאחר מכן היא נמכרה לקומברס. בגיל 37 הוא פרש מהמסלול המקצועי-עסקי ומאז הוא עוסק בפעילות ציבורית ■ רן מירון

בצבא שירת קורנפלד חמש שנים כמהנדס תוכנה בחיל האוויר. זמן קצר לאחר שחרורו מצה"ל בדרגת סרן, בגיל 25, הוא פתח את בית התוכנה הראשון שלו. בשנת 1995 הוא הקים עם שניים מחבריו את גאיה תעשיות תוכנה, חברה שהתמחתה באיחוד (Conversion) טכנולוגיות סולר ואינטרנט. "גאיה הייתה אז חלוצה בתחום ה-VOIP ומוצריה נתנו מענה לצרכים של חברות ענק סולריות. ההצלחה האירה לנו פנים – בכל שנה הכפלנו את הפעילות העסקית שלנו, ובשנת 2000 הגיעה הצעת הרכישה מקומברס".

פעיל ציבורי

"בגיל 37", מספר קורנפלד, "מצאתי את עצמי בפנסיה. מאז אני לא עובד עוד בעולם העסקי אלא מקדיש את מרצי לפעילות ציבורית". במסגרת פעילותו זו הוא משמש בתפקידים רבים: יו"ר הווייה, מרכז המאפשר עריכת טקסי נישואין יהודיים חילוניים, תפקיד שבמסגרתו הוא גם עורך טקסים; חבר בוועד המנהל של בית נועם, המפעיל הוסטל לטיפול בגברים אלימים; מייסד ומאמן בפרויקט "בוחרים מחר", המסייע לסטודנטים לפתוח עסקים קטנים בנגב, ועוד. קורנפלד גם פעיל פוליטית – הוא אחד המייסדים של ארגון שובי, שעסק בקידום היציאה של ישראל מרצועת עזה, והוא נמצא כיום במקום ה-25 ברשימת העבודה לכנסת.

קורנפלד, נשוי ואב לשני ילדים, מתגורר כיום ברמת גן. לפני כמה חודשים הוא החל את לימודי הדוקטורט בכלכלה באוניברסיטת תל אביב. מחקרו מתמקד בשאלה "מדוע הרבה אנשים מרוויחים מעט ומעט אנשים מרוויחים הרבה?".

נמרחב החיים האמיתיים

את הריאיון חותם קורנפלד בשני מסרים לסטודנטים בפקולטה למדעי המחשב: "חשוב לזכור שהדברים החשובים בחיים מתרחשים מחוץ לעולם העבודה. הם אלו המאפשרים לנו לחוש זהות, גאווה אנושית ושייכות תרבותית, ונותנים לחינוך עומק ומשמעות. ולסיום, מסר קצר שמלווה אותי כבר 30 שנה: 'אף פעם אל תסתפק בפחות מהכול'".

לאורך הקריירה המקצועית והעסקית שלו בעולם ההייטק שם לב עפר קורנפלד שהרמה המקצועית של בוגרי הטכניון עולה לאין ערוך על זו של העובדים שהגיעו ממוסדות אקדמיים אחרים. "זה ניכר", הוא אומר, "בכל אספקט מקצועי, אם זה בבסיס הידע ואם ביכולת היישום".

רוצה להיות מהנדס

ההיכרות של קורנפלד (46) עם הפקולטה למדעי המחשב בטכניון החלה בשנת 1974. קורנפלד הצעיר, אז רק בן 11, הזמן ללמוד קורסי מבוא למחשבים עבור ילדים מחוננים. לדבריו, כבר אז ידע שיהיה מהנדס תוכנה. "כבן למשפחה ממעמד הפועלים בקריית אתא, ספגתי את הרעיון שלהיות מהנדס זה הישג מקצועי מרשים ביותר", הוא אומר בחינך.

בגיל 16, לאחר שהשלים את הבגרות בתיכון בשנה אחת, החל קורנפלד באופן רשמי את לימודי התואר הראשון במדעי המחשב בטכניון. את היום הראשון ללימודים בפקולטה הוא זוכר היטב. "הגעתי ולא היה לי מושג לאיזו כיתה עליי לגשת. פניתי לכמה סטודנטים שחלפו מולי וביקשתי את עזרתם – רק אז הבנתי שהייתי אמור להירשם מראש לקורסים. בבוקר שלמחרת התייצבתי במשרד הרישום למאחרים, ואני זוכר שדי התחננתי שיכניסו אותי, כי מרבית הקורסים כבר היו סגורים".

דמויות מפתח

מארבע שנות לימודיו בפקולטה קורנפלד זוכר במיוחד שלושה מרצים: פרופ' מיכאל יואלי, פרופ' משה ישראלי ז"ל ופרופ' שמואל זקס. "אצל פרופ' יואלי למדתי רשתות חישוביות, אבל בעצם הייתי מוכן להגיע לכל קורס אחר שהוא לימד, כי זו הייתה הנאה צרופה לצפות בו ולהרגיש בתשוקה שלו לידע". את פרופ' ישראל, שלימד אנליזה נומרית, הוא זוכר כמי שלימד אותו שבגישה שיטתית וסבלנית ניתן להתגבר על בעיות מסובכות. את פרופ' זקס מוקיר קורנפלד על לימודי המערכות המבוזרות. "האלגוריתמים המקביליים והמבוזרים שלימד פרופ' זקס שימשו אותי לצורך המערכות שפיתחתי בהמשך".





ד"ר יורם רומם. צילום: אסתי רומם



1977

השמים הם הגבול

לכל אורך הקריירה הארוכה, המעניינת ורבת האירועים שלו, הן בצבא והן בחיים האזרחיים, הפגין ד"ר יורם רומם נחישות ומחויבות מלאה לכל משימה. "הכיוון הנכון הוא חיפוש הדבר המיוחד אותך והשקעת מאמץ בפילוס הדרך להשגת ההצלחה" ■ רן מירון

מבצעי בחיל האוויר, וזו בהחלט הייתה פריצת דרך. המערכת מיכנה את תוכנית האימונים הכוללת של כל הטייסות, והכניסה שיטה מתקדמת, מבוססת מחשב לתכנון תוכנית האימונים. גם הפרק האזרחי של חייו שופע התנסויות מעניינות ותפקידים בכירים. "יצא לי להתנסות במגוון מהלכים כמנהל וכאיש מקצוע בתחום. בעת ששימשי כמנכ"ל חברת הטכנולוגיה Sapiens יצאה החברה להנפקה בנאסד"ק; כמנכ"ל חברת ESI מקבוצת פורמולה, דורגה החברה על ידי האנליסטים של חברת גרטנר בין המובילות בעולם בתחום מערכות המומחה; כיו"ר חברת אומני-וי הובלתי תהליך רכישה כאשר החברה נמכרה לחברה אמריקנית; במסגרת היותי יו"ר של חברת פרופיטקט ניהלתי גיוסי השקעות של מיליוני דולרים שהתקבלו מקרנות הון סיכון שונות."

סגירת מעגל

רומם (59) מתגורר בהרצליה. הוא נשוי, אב לשניים וסב לשני נכדים. בשנים האחרונות משמש רומם כיו"ר של מספר חברות הייטק צעירות. נוסף על כך הוא הספיק לסיים עבודת דוקטורט באוניברסיטת בראילן. "עבודת הדוקטורט בוחנת את תחום מערכות המומחה ממספר היבטים: טכנולוגי, חברתי ופילוסופי, תוך ניסיון לנתח את מה שקרה בתחום ולומר משהו גם על מה שאולי יקרה. הדוקטורט שאותו סיימתי בשנה שעברה סוגר עבורי מעגל סביב נושא מערכות המומחה, שליווה אותי לאורך חיי המקצועיים. ללימודים בטכניון הייתה לדבריו השפעה חשובה על הקריירה המעניינת ורבת האירועים שלו: "הגעתי לחיל האוויר עם התשתית והידע שניתנו לי בטכניון, ותוך תקופה קצרה כבר הובלתי פיתוח מערכות תוכנה מתוחכמות ואף ניהלתי חברות שפיתחו מוצרים חדשניים. גם בחיים האזרחיים ובשוק הבינלאומי; הרקע הטכני החזק שלי היווה תמיד יתרון."

עבור הסטודנטים בפקולטה רומם מבקש להעביר מסר: "השמים הם הגבול כשאתה נכון להאמין בעצמך ולעבוד קשה. בכל אדם יש משהו שמייחד אותו, על כן אל לו לחשוש שאחרים טובים יותר. כמפקד בצה"ל, כמנהל וכמנכ"ל נהגתי תמיד לומר לאנשי פתגם ידוע: 'מעולם לא פגשתי אדם שלא היה נעלה ממני לפחות בדבר אחד'. הכיוון הנכון הוא חיפוש הדבר המייחד אותך, היצמדות לאמונה בעצמך והשקעת מאמץ בפילוס הדרך להשגת ההצלחה."

ב-3 באוגוסט 1970, במלחמת ההתשה, באחת הגיחות המבצעיות שלו, טס יורם רומם, אז סג"ם ונווט צעיר, במטוס "פנטום" מעל מצרים. טיל שנורה לעברו פגע במטוס וגם הטייס נפצע בכף ידו השמאלית, ולכן התקשה להטיס את המטוס בכוחות עצמו. אף על פי שהדבר חרג מתחום הכשרתו וידיעותיו, נטל רומם על עצמו להטיס את המטוס ולהנחיתו. על התושפיה, קור הרוח והדבקות שגילה במשימה הוענק לו צל"ש הרמטכ"ל.

לקראת השחרור החל רומם בחיפוש אחר מוסד שבו יוכל ללמוד לתואר ראשון במדעי המחשב. הבחירה "נפלה" על הטכניון, הן בשל רמת הלימודים בפקולטה והן בשל היותו חיפאי. הכול היה מוכן ללימודים, אולם ב-6 באוקטובר 1973 פרצה מלחמת יום הכיפורים, ורומם שב מיד ליחידתו. בתום המלחמה הרגיש כי זו עת בנייה והתחזקות בחיל אוויר ולא יכול היה להרשות לעצמו לעזוב. בחיל הבטיחו כי כעבור שנה יישלח ללימודים מטעמם.

בהצטיינות יתרה

בשנת 1974 החל רומם את מסלול הלימודים הארבע-שנתי בפקולטה למדעי המחשב, אולם סיים אותו כעבור שלוש שנים בלבד, ובהצטיינות יתרה. אחת החוויות המשמעותיות מתקופה זו אירעה לקראת תום הלימודים, עת רומם ושלוש מחבריו עבדו על פרויקט מורכב בקורס של פרופ' אלן רייטר. "הוא היה כל כך מרוצה מהתוצאה", נזכר רומם, "שהציע לכולנו להצטרף אליו לחברה שהקים אז. זה היה מאוד מחמיא ומסקרן, אבל אני הייתי מחויב לצבא."

עם שובו לצבא הוצב ביחידות מחשב שונות של חיל האוויר. שנתיים אחר כך הוצע לו לטוס לחו"ל כדי להיות אחראי לפיתוח מערכת מבצעית משובצת מחשב. "הייתי צעיר בתחום, והאחריות שהוטלה עליי הייתה גדולה - הרבה מעבר לניסיון שהספקתי לרכוש. מצד שני, הייתה זו הזדמנות נפלאה להתפתח מהר תוך התמודדות עם דברים גדולים באמת."

כשחזר ארצה עבד על פרויקטים שונים והתקדם לתפקידים בכירים במערך המחשוב של חיל האוויר, עד אשר מונה למפקד יחידת המחשב 180 של חיל האוויר בדרגת אלוף משנה. אחד הפרויקטים שפיתח בתקופה זו זיכה אותו ואת הצוות שלו בפרס השנתי של אילא (האיגוד הישראלי למערכות מידע) ובפרס מפקד חיל האוויר. "פיתחנו את מערכת המומחה (Expert system) הראשונה בארץ שנכנסה לתפעול



שולט במשחק

אמיר באן, מפתח הדיסק און קי ותוכנת משחק השחמט "דיפ ג'וניור", מספר על נקודות מרכזיות בקריירה האקדמית והמקצועית ומגלה מה חשוב לזכור לאורך הדרך ■ רן מירון



אמיר באן

לשוק אני כבר הייתי מחוץ ל־"M-Systems", מספר באן. "כמה מדענים ידועים בארץ הטילו ספק במה שהטכנולוגיה הייתה אמורה לאפשר. בהמשך, כשהטכנולוגיה יצאה ואומצה במהירות על ידי השוק, ואף גרמה למתחרה ידוע להיות לא רלוונטי, אלו שפקפקו נאלצו לאכול את הכובע". כמה חודשים אחרי ההשקה המוצלחת של טכנולוגיית X4 (ביולי 2006) הודיעה SanDisk האמריקנית כי היא רוכשת את M-Systems תמורת 1.55 מיליארד דולר בעסקה של החלפת מניות.

בסיס להתשן

לדברי באן, הלימודים בטכניון היוו בסיס לקריירה המפוארת שבנה. "רמת הסגל האקדמי בטכניון הייתה מעולה והחומר התיאורטי והיישומי הניח עבורו תשתית טובה להתפתחות שבאה בהמשך. גם היום יש בי תחושה של שייכות לטכניון ובהזדמנויות שיש לי אני גאה לספר שלמדתי שם", אומר באן.

הוא נזכר בדמות מרצה נערץ מסגל הפקולטה: "פרופ' שמעון אבן, שהלך לעולמו לפני כמה שנים, היה מורה בחסד וחוקר בעל שם בתחום הקומבינטוריקה ותורת הגרפים. השילוב של הנושא המורכב הזה וההוראה המעולה והנלהבת של פרופ' אבן הפכו את השיעורים האלו למרתקים".

באן מתגורר כיום ברמת השרון ולומד לדוקטורט בפקולטה למדעי המחשב באוניברסיטה העברית, במסגרת המכון לחקר הרציונליות. נושא מחקרו הוא תיאוריה כלכלית שמנסה לבחון את התחרות הקיימת בין מומחיות ובין מוניטין. "המומחיות היא יכולת אובייקטיבית לעשות משהו כהלכה. לעומת זאת, מוניטין הם מה שהציבור חושב עליך. מי מבין שני הגורמים קובע את מה אנשים חושבים עליך - זו לדעתי שאלה מעניינת מאוד ולא מובנת מאליה".

עם קצת מזל

"צריך מזל בחיים, והמזל הולך לרוב עם הטובים", מאמין באן. לדבריו, סיפור ההצלחה של חברת M-Systems, שעברה עליות ומורדות משמעותיים, הוא עדות טובה לכך. "צריך להציב מטרות, לשאוף, להשקיע, אולם חשוב גם להכיר בכך שהקו להצלחה אינו ישר. רק הטובים והמתמידים זוכים להבין זאת".

אמיר באן הגיע לטכניון בגיל 18 כעתודאי. השנה הייתה 1974, ובימים ההם ההזדמנות לבחור צעיר ונלהב לשבת מול מחשב ולתפעל אותו הייתה נדירה למדי. בשנה השנייה לתואר הראשון בשלו התנאים שאפשרו לבאן (54) להוציא לפועל את התוכנית שרקם זמן רב לפני שנכנס בפעם הראשונה בשערי הטכניון. "כנער שאהב מאוד את משחק השחמט היה לי ברור שכשתהיה לי גישה קבועה למחשב אכתוב תוכנית למשחק, וכך היה. את הגרסה הראשונה התחלתי לכתוב באמצעות טכנולוגיית הכרטיסים המנוקבים". מאז חלפו שנים רבות ובאן הספיק בינתיים להשיק את הגרסה ה־11 של "דיפ ג'וניור", תוכנית בעלת שם עולמי למשחק שחמט. במהלך השנים זכתה התוכנה חמש פעמים באליפות העולם בשחמט למחשבים.

נקודות פתיחה

עם סיום התואר הראשון בשנת 1977 חזר באן לצבא ושירת במרכז מיכון כוח אדם (ממכ"א) בשלישות הראשית ברמת גן. הוא התמקד אז בפיתוח חלוצי של מערכות מידע גדולות בתחום השכר והרישום האישי.

בתחילת שנות ה־80 שב באן לפקולטה למדעי מחשב בטכניון כדי ללמוד לתואר השני. התזה שלו, בהנחיית פרופ' יוהן מקובסקי, עסקה במערכת לעיבוד ולסינתזה של צלילים בשם מיוזישין. "התזה התבצעה ברובה במעבדה למוזיקה אשר הוקמה באופן משותף על ידי הפקולטה למדעי המחשב והפקולטה להנדסת חשמל, ונוהלה תחת שרביטו של פרופ' אורי שמעוני", נזכר באן.

גולת הכותרת

במקביל ללימודיו לתואר השני, השתלב באן בתעשיית ההיי־טק המקומית. הוא קיבל הצעה מאלטינט - שהייתה בשנות ה־80 אחת מחברות הטכנולוגיה המובילות בישראל - להשתלב בתחום הדימות הרפואי. בשנים שלאחר מכן עבד באן בכמה חברות טכנולוגיות, אולם גולת הכותרת של הקריירה המקצועית והעסקית שלו הייתה ללא ספק חברת M-Systems, שייסד בתחילת שנות ה־90 עם חברו הקרוב דאז, דב מורן. כ־CTO של החברה באן היה אחראי לרוב ההמצאות והפיתוחים הטכנולוגיים ובהם הדיסק און קי המפורסם.

הפיתוח השאפתני ביותר של M-Systems היה למעשה המצאת ה־FFS (Flash File System), טכנולוגיה שאפשרה כתיבה וניהול של נתונים על פלאש. ההמצאה פתרה בעיה שלדברי באן הייתה אז מורכבת במיוחד. ברבות הימים אומצה טכנולוגיית ה־FFS על ידי העולם הטכנולוגי כולו.

שנים אחר כך, בשנת 2002, פיתח באן את ה־X4, טכנולוגיה שאפשרה לאחסן 4bits של מידע על גבי תא NAND פלאש אחד, בניגוד ל־bit אחד שהתאפשר לאחסון עד אז. "כשהטכנולוגיה יצאה





ד"ר יעקב אייזיקוביץ'. צילום: XMPie



1977

מוסיף צבע לחיים

ד"ר יעקב אייזיקוביץ', בוגר תואר ראשון בפקולטה למדעי המחשב בטכניון, הוא אחד המייסדים והמנכ"ל של XMPie, שנרכשה בשנת 2006 על ידי זירוקס תמורת כ-54 מיליון דולר. לאור ניסיונו רב השנים, אייזיקוביץ' מדגיש את חשיבותם של הלימודים התיאורטיים במדעי המחשב בדך להתקדמות מהירה בתעשייה ■ רן מירון

פרסונליזציה – או שימוש במסמכים מותאמים אישית בתוכן ובעיצוב, נחשבה לתחום מפתח עבור הדפוס הדיגיטלי, בעיקר בהקשרים של שיווק ישיר ותקשורת לקוחות. בה בעת היא הפכה גם לאבן יסוד בשימוש המסחרי באינטרנט. אולם על אף מרכזיותה לא היה שום קשר – טכנולוגי או מערכתי – בין פרסונליזציה בדפוס לבין פרסונליזציה באינטרנט. יחד עם שני עובדים, ובברכת סאיטקס, הוקמה חברת XMPie (Xross Media Personalization in E-Business). לאחר כתשעה חודשים הם הצליחו לגייס את Jerusalem Venture Partners כמשקיעים. החברה צלחה את ימי הקריסה של בועת ה"דוט קום", והפכה למותג מוביל בתחום. יחסי המסחר ההדוקים שהתפתחו עם Xerox Corporation הפכו בהמשך להצעת רכישה, וזו התממשה בסוף 2006 תמורת כ-54 מיליון דולר. היום XMPie היא יחידה עסקית של Xerox שמשרתת יותר מ-4,000 לקוחות, ונמצאת בחזית התנופה של Xerox בתחום הפתרונות לניהול השיווק בתאגידים.

הכול נשאר נמשפחה

ללימודים בטכניון הייתה השפעה חשובה על הקריירה של אייזיקוביץ': "בתחום המקצועי, השילוב בין הבסיס המדעי לבין ההתנסות הפרקטית מערכתית שאותה רכשתי בטכניון, אפשר לי להתקבל למקום יוקרתי כמו מיני מערכות, ולעבוד מול ענק כמו פנואלי. בתחום האישי, לשתי סטודנטיות במדעי המחשב הייתה השפעה מכרעת על החלטותיי והצלחותיי. האחת היא נאווה, שאותה הכרתי בטכניון, שהפכה ליועצת הסתרים שלי' בדרכי האקדמית והמקצועית. האחרת היא תמר, בתנו הבכורה, הלומדת היום לדוקטורט במדעי המחשב בטכניון. כסטודנטית הצטרפה תמר ל-XMPie ועזרה בפיתוח תוכניות ההדרכה הראשונות שלנו, ולאחר מכן יזמה והובילה פריצת דרך בתחום ה-Image Personalization, מהלך שהוביל לפיתוח אחד המוצרים החשובים שלנו". אייזיקוביץ' מבקש להעביר לסטודנטים בפקולטה את המסר כי התחום התיאורטי במדעי המחשב חשוב ביותר. "רבים בתעשייה וגם בקרב הסטודנטים נוטים להמעיט בחשיבותו, ומתעניינים בעיקר בניסיון התכנות של מועמדים לעבודה. כתוצאה מכך יש יותר מדי מקרים של המצאת הגלגל מחדש, וכמעט תמיד באופן חלקי, ולעתים אף שגוי. חשוב שסטודנטים יתמודדו עם האתגר של שילוב תיאוריה עם פרקטיקה, וחשוב שבוגרים ידרשו לידע תיאורטי ולא רק תכנותי בעבודתם המסחרית".

בתחילת שנות ה-70, לקראת סיום שירותו הצבאי, נחשף יעקב אייזיקוביץ' (58) למחשבי הירי הראשונים בחיל התותחנים. העניין הלהיב אותו ביותר והוא החליט להצטרף לחברו הטוב, משה גרין, שבחר אז ללמוד בפקולטה למדעי המחשב בטכניון. עם סיום לימודיו בהצטיינות (1977), הוא הצטרף ל"מיני מערכות", חברה קטנה ועצמאית שעסקה בפיתוח מערך התוכנה עבור חברת סאיטקס והובלה בידי האחים עידו וחגי לחובר ופרופ' אמיר פנואלי ז"ל. "שפר מזל, ואולי בשל הרקע הטכניוני שלי – נבחרתי לעבוד בהנחייתו של פנואלי על פיתוח מערכת הפעלה חדשה עבור המערכות העתידיות של סאיטקס. משימה טובה מזו לא יכולתי לדמיין, ובמיוחד כשגיליתי עד כמה אני מכור לתחום".

ביקור גורלי

חיידק הלימודים שב אליו לאחר כחמש שנות עבודה ב"מיני מערכות" ובסאיטקס, ובמיוחד לאחר ביקור שערך ב-Xerox PARC, שהייתה אז מעבדת המחקר המובילה בעולם המחשוב. "אפי ארזי, המייסד והמנהל האגדי של סאיטקס, התבדח: 'תקשרו את יעקב בחבל אחרת הוא לא חוזר'. חזרתי, אבל לא לזמן רב. בקיץ 1983 כבר הייתי באוניברסיטת קורנל, בארצות הברית, בתוכנית לדוקטורט במדעי המחשב. המחקר שלי, בהנחיית פרופ' פרד שניידר, היה בתחום התיאורטי של מערכות מבוזרות". לקראת סיום הדוקטורט הוזמן על ידי ארזי להצטרף למיזם חדש שהקים בקליפורניה – (EFI) Electronics For Imaging. "לאפי לא מסרבים", הוא אומר. וכך, בסוף 1989, כבר היה חלק מצוות ההקמה של EFI. שם ליווה את החברה כשהשיגה פריצת דרך בתחום הדפוס הדיגיטלי המקצועי ובתחום ניהול הצבע במערכות תוכנה לעיצוב והפקה בדפוס. בשלהי 1992 החליט אייזיקוביץ' לשוב לארץ. "רצינו שהבת שלנו תמר, שהחלה ללמוד בחטיבת הביניים, ובננו אלעד, שהיה עדיין בגיל הגן, יגדלו בישראל. נאווה, אשתי, שאותה הכרתי בטכניון, התקבלה למעבדת המחקר של IBM בחיפה, וכך חזרנו לעיר שבה הכרנו ובה התחלנו את חיינו המשותפים". אייזיקוביץ' הצטרף גם הוא למעבדת המחקר של IBM, אך בשנת 1996 החליט "לחזור הביתה" – לתחומים המוכרים של טכנולוגיות מחשוב, לעולם ההוצאה לאור, הדפוס וההדמיה ולסאיטקס.

תגלית טכנולוגית ועסקית

"בשלהי 1999 הגעתי לתובנה שיש אתגר והזדמנות עסקית בחיבור עולם הדפוס הדיגיטלי לאמצעי המדיה החדשים כמו האינטרנט, הדוא"ל והסלולר.



פרופ' ספי נאור

קריאת קיוון

פרופ' ספי נאור מצא דרך לשפר מכירות פרסום מקוונות בשיטת המכירה הפומבית ולהגיע לאחוזים מרשימים – עד 75% מההכנסה המקסימלית ■ ישראל בנימיני, צילום: אלינה ליבשיץ

הטובה ביותר בין לקוחותיו. אפשרות זו אינה קיימת בתחום שחוקר נאור: פרסום באינטרנט על ידי "מכירה פומבית של מילות חיפוש". בפרסום כזה מעורבים אתר אינטרנט שבו מופיעות הפרסומות (כמו גוגל) ומספר רב של מפרסמים. כל מפרסם מודיע לאתר אילו מילות חיפוש הוא מעוניין "לקנות", מה התקציב היומי הכולל שלו וכמה הוא מוכן לשלם עבור כל מילת חיפוש. כאשר גולש מקליד מילות חיפוש כלשהן, האתר מציג לצד תוצאות החיפוש גם פרסומות, שנבחרו מבין המפרסמים המעוניינים באותן מילות חיפוש: זו הסיבה להגדרת התהליך כמכירה פומבית.

בפרסום כזה קיים אתגר זהה לזה העומד בפני סוחר היין: לפעמים משתלם יותר לבחור את המפרסם שהציע מחיר נמוך במקצת, כדי שבסוף היום נוכל לנצל ככל הניתן את התקציב שהקצו כל המפרסמים.

נאור (52) סיים את התואר הראשון במדעי המחשב בטכניון, ואת התארים השני והשלישי באוניברסיטה העברית. הוא המשיך לפוסט דוקטורט באוניברסיטאות דרום קליפורניה וסטנפורד, ומשנת 1991 מכהן כחבר סגל בפקולטה, שם הוא מתמקד בתחום תורת האלגוריתמים, ובפרט אלגוריתמים מקוונים, אלגוריתמי קירוב ותורת המשחקים האלגוריתמית. על בעיית הפרסום המקוון עבד נאור במסגרת שבתון במעבדת המחקר של מיקרוסופט ברדמונד בארצות הברית, עם תלמידו לשעבר ד"ר ניב בוכבינדר ועם ד"ר קמל ג'יין (Kamal Jain). שנתיים קודם כבר הוצג לבעיה פתרון המשיג יחס תחרותי זהה, אך הפתרון החדש פשוט הרבה יותר וניתן להרחבה למקרים נוספים, שבהם המפרסמים מתחרים גם על המיקום של מודעותיהם בדף.

איזון טוב

כדי להשיג את הפתרון החדש משתמשים בטכניקות שמקורן בתכנון ליניארי, אך העיקרון ניתן לתיאור פשוט: במקום השיטה החמדנית שבה בכל פעם שיש להציג פרסומת מחפשים את הרווח המקסימלי שניתן להשיג עבורה, המחקר מראה כי עדיף לבחור את

בעולם המוזר של מכירות מקוונות לא תמיד משתלם למכור במחיר הגבוה ביותר. כדי להבין מדוע, נדמיין סוחר יינות המקבל שתי הזמנות: לקוח א' מעוניין בעשרה בקבוקים לכל היותר מסוג מרלו או קברנה, ומוכן לשלם 100 דולר עבור כל בקבוק. לקוח ב' מעוניין בעשרה בקבוקים לכל היותר מסוג מרלו, ומוכן לשלם 99 דולר עבור כל אחד. הסוחר מחפש אצל הספקים שלו ומוצא בקבוק מרלו. הוא מחליט לשלוח את הבקבוק ללקוח א', שהציע את התשלום הגבוה יותר. בהמשך הוא מוצא עוד תשעה בקבוקי מרלו ושולח את כולם ללקוח א'. רק לקראת סוף היום מוצא הסוחר עשרה בקבוקי קברנה, אך כבר אין לו לקוח עבורם והוא מסיים את היום עם סך מכירות של 1,000 דולר. אם היה מוכר את בקבוקי המרלו ללקוח ב' ואת הקברנה ללקוח א' הוא היה מוכר באותו יום יין ב-1,990 דולר. כאשר התקבלו ההחלטות לא יכול היה הסוחר לדעת כי בסוף היום ימצא את עשרת הבקבוקים הנוספים. רק לאחר המכירה היה אפשר לדעת איזו החלטה הייתה מביאה להכנסה המקסימלית. בעיות שבהן נדרשות להתבצע החלטות לפני שהתקבלו כל הנתונים נקראות בעיות מקוונות. בבעיות אלו כל החלטה עשויה להתגלות כלא אופטימלית לאור מידע שיתקבל לאחר ההחלטה.

בכל זאת, אומר פרופ' ספי נאור מהפקולטה למדעי המחשב בטכניון, קיימת דרך שבה הסוחר יכול להשיג תמיד הכנסה שהיא לכל הפחות 63% (ליתר דיוק, $1 - 1/e \approx 0.632$) מההכנסה המקסימלית שאליה היה יכול להגיע לו היה מקבל מראש את כל הנתונים. מספר זה נקרא היחס התחרותי של שיטה זו: היחס בין תוצאותיה של השיטה המקוונת לבין התוצאות הטובות ביותר שבדיעבד מתברר כי היו ניתנות להשגה. שיטתו החמדנית של הסוחר שלנו הביאה אותו להכנסות של 1,000 דולר במקום 1,990 דולר, כלומר ליחס תחרותי של כ-50%.

אי אפשר לחכות

חלק מהקוראים היו אולי מציעים לסוחר לא להעביר מיד את הבקבוקים לקונה, אלא לחכות לסוף היום, כדי שיוכל לבחור בחלוקה



Ad-auctions – Linear Program

I - Set of buyers. $B(i)$ – Budget of buyer i
J - Set of items. $b(i,j)$ – bid of buyer i on item j

$y(i, j) = 1 \Rightarrow j$ -th adword is sold to buyer i .

$$\max \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} b(i, j) y(i, j)$$

s.t.

$$\text{For each item } j: \sum_{i \in I} y(i, j) \leq 1$$

Buyers do not exceed

מתברר שגם הגבלת התכיפות יוצרת מצבים שבהם החמדנות אינה משתלמת. לדוגמה, עשרה מפרסמים מוכנים לשלם דולר בכל פעם שהפרסומת שלהם מוצגת, אך התקציב שלהם מספיק רק להצגת פרסומת אחת בכל יום. נקרא למפרסמים אלה "קבוצה A". מפרסם נוסף מוכן לשלם 0.99 דולר בכל פעם שהפרסומת שלו מוצגת, ותקציבו מספיק להצגת עשר פרסומות בכל יום, אך הוא דורש כי אם הפרסומת הוצגה לגולש מסוים, היא לא תוצג לו שוב באותו יום. נקרא למפרסם זה "מפרסם B".

נניח כי ראשית מגיעים עשרה גולשים שונים. השיטה החמדנית תבחר עבור כל אחד מהם פרסומת של אחד מהמפרסמים מקבוצה A, שכן הם מוכנים לשלם סנט אחד יותר מאשר המפרסם האחרון. עתה מגיע גולש חדש ומבקש לראות את אותו דף עשר פעמים. בפעם הראשונה תוצג לו הפרסומת של מפרסם B, בפעמים הבאות לא נוכל להציג לו פרסומת כלשהי, שכן הוא כבר ראה את הפרסומת של מפרסם זה, ואילו המפרסמים האחרים כבר מיצו את התקציב שלהם. כך נגיע להכנסות של 10.99 דולר. אם היינו יכולים לדעת מראש באיזה סדר יגיעו הגולשים, היינו יכולים להציג את מפרסם B לעשרת הגולשים הראשונים, ואת קבוצה A לעשרת הביקורים של הגולש האחרון, ולהגיע להכנסות של 19.9 דולר – כמעט פי שניים.

אלגוריתם חמדן אך חכם

כמובן, אף אתר אינו יודע מראש מה יהיה סדר הגעת הגולשים: זוהי בעיה מקוונת שבה נדרש להחליט ברגע הגעתו של כל גולש. מאמרם של בוכבינדר, פלדמן, גוש ונאור מציג אלגוריתם חמדן אך חכם יותר, המשיג יחס תחרותי של 3/4 כאשר כל המפרסמים מוכנים לשלם אותו סכום עבור כל הצגת פרסומת, ומוכיח כי תוצאה זו היא הטובה ביותר האפשרית. עבור המקרה הכללי, בעזרת השיטה הכללית פיתחו ארבעת החוקרים אלגוריתם המגיע ליחס תחרותי של כ-0.63, והם משערים כי ניתן להגיע גם ליחס טוב יותר.

עד כמה מתאימות תיאוריות מתמטיות כאלה לחיים האמיתיים? "הפתרון המתמטי הוא נקודת התחלה, לא נקודת סיום", אומר נאור, "העולם האמיתי הוא יותר מורכב מההנחות שבבסיס המודל המתמטי, אך אפשר להרחיב את האלגוריתם כדי להתמודד עם המורכבויות הנדרשות לשימוש מעשי".

המפרסם שיש לו האיזון הטוב ביותר בין התקציב שנותר לו לבין המחיר שהוא מוכן לשלם עבור מילת החיפוש.

אם סוחר היין היה נוקט שיטה זו, גם הפעם הוא היה מוכר את בקבוק המרלו הראשון ללקוח א', אך זה היה גורם לתקציב הפנוי של לקוח א' להצטמצם, והבקבוק הבא היה נמכר ללקוח ב', שנשאר עם תקציב פנוי גבוה יותר. נכון שגם כך לא היה מושג הסכום שניתן להשגה בדיעבד, אך ודאי יותר ממה שתשיג השיטה החמדנית. אם היו נמכרים חמישה בקבוקי מרלו ללקוח א' וחמישה ללקוח ב', כאשר בקבוקי הקברנה היו נמצאים עדיין היה אפשר למכור חמישה מהם ללקוח א', וההכנסה הייתה מגיעה ל-1,495 דולר: יחס תחרותי של 75%. קיימים מקרים שבהם היחס התחרותי ירד ל-63%, אבל לעולם לא פחות מכך.

"האלגוריתם שהוצג במחקר זה מתבסס על שיטה כללית שפיתחתי יחד עם ניב בוכבינדר במסגרת עבודת הדוקטורט שלו, לקבוצה גדולה של בעיות מקוונות בעלות מאפיינים משותפים", אומר נאור. "השיטה משתמשת בטכניקות מתחום התכנון הליניארי כדי ליצור מתכון לפיתוח אלגוריתמים מתאימים. כוחה של השיטה הכללית הוכח כאשר פתרנו בעזרתה בעיות שכבר נחקרו בעבר והשגנו אלגוריתמים פשוטים יותר ויעילים יותר מאלה שהיו ידועים לפני כן".

בעיית הגבלת התכיפות

לאחרונה השתמשו בוכבינדר ונאור בשיטה זו כדי לפתור את בעיית הגבלת התכיפות (Frequency Capping). זוהי בעיה מקוונת אחרת בתחום הפרסום באינטרנט, שנחקרה קודם לכן בשיתוף עם הדוקטורנט מורן פלדמן מהטכניון וד"ר ארפיטה גוש (Arpita Ghosh) ממרכז המחקר של חברת Yahoo!. גם בבעיה זו יש לבחור איזו פרסומת להציג כדי שההכנסות עבור האתר המציג את הפרסומת יהיו הגבוהות ביותר, אך הצורך כאן הוא טיפוסי יותר לאתר תוכן, דוגמת אתר חדשות.

אתר תוכן מציג עמודים זהים למספר רב של גולשים, וחלקם נכנסים לאתר פעמים רבות במשך היום. מחקרים הראו כי לאחר שהגולש ראה פרסומת מסוימת כמה פעמים בתקופה קצרה הוא הפסיק לשים לב אליה – תופעה הנקראת "עיוורון פרסומות". מפרסמים רבים מעדיפים לכן להגביל את מספר הפעמים שהפרסומת שלהם תוצג לאותו גולש.





ד"ר דן צפירי. צילום: איתמר רותם

עלייתו של החישוב המקבילי

כיצד לאפשר לתוכניתן הממוצע לנצל ביעילות מאות ואלפי ליבות? ד"ר דן צפירי, חבר סגל חדש בפקולטה, מסביר את אחת השאלות המרכזיות כיום במדעי המחשב ■ ישראל בנימיני

מהותי, חוצה שכבות, כדי שההימור יצליח". דוגמה אחת מרבות הממחישה את חוסר המוכנות למקביליות היא העובדה שרוב מערכות ההפעלה "מתקתקות" (מתעוררות כל כמה מילישניות). צפירי ושותפיו הראו שהשלכות התקתוק הרסניות בעבור כל תוכנית מקבילית שתהליכה מסתכרנים לעתים קרובות. תהליך סדרתי בודד כמעט ואינו מושפע מה"רעש" של מערכת ההפעלה. אבל כאשר מספר תהליכים מסתכרנים זה בזה נוצרת העצמה של הרעש: ככל שיותר תהליכים מעורבים, כך גדלה ההסתברות שאחד מהם יתעכב בשל הרעש, וכל האחרים ייאלצו לחכות לו בנקודת הסכרון הבאה. צפירי כימת את התופעה וניסח את "חוק הרעש", החוזה את היקף ההאטה בהינתן מספר פרמטרים מצומצם הקשורים בתוכנית המקבילית ובטיב הרעש. חוק הרעש הצליח להסביר תצפיות אמפיריות שנעשו על מחשבים מקביליים מהחזקים בעולם. לתקתוק מערכות ההפעלה יש השלכות שליליות נוספות. צפירי ושותפיו הראו למשל כי כל משתמש מהשורה יכול בקלות להשתלט על cluster שלם של מחשבים, ובתוך כך למנוע מתוכניות של אחרים לרוץ, מבלי שתהיה אפשרות לגלות מה קרה, מפני שכלי הניטור במערכת יראו שהכול כביכול כשורה. צפירי ושותפיו תכננו ומימשו מנגנון חלופי לתקתוק הפותר את הבעיות הללו.

הבחירה בטכניון

צפירי (נשוי+2) סיים ב־2006 את הדוקטורט במדעי המחשב באוניברסיטה העברית והמשיך לפוסט דוקטורט במרכז המחקר ע"ש ווטסון של IBM בניו יורק, כחבר בקבוצת מערכות הפעלה מתקדמות ובקבוצת התוכנה של Blue Gene. במהלך לימודי הפוסט דוקטורט קיבל צפירי כמה הצעות, ובחר להצטרף לסגל הטכניון. הוא מנמק: "תחום ה-systems בטכניון מוביל במספר מובנים: ההכרה בחשיבות התחום, מוכנות הפקולטה להשקיע משאבים ולגייס חברי סגל נוספים, איכות הסטודנטים ותחומי העניין שלהם, והמיקום הסמוך למרכזי מחקר של חברות כגון IBM, גוגל, אינטל ומיקרוסופט". צפירי, שהצטרף לפקולטה למדעי המחשב בסוף שנת 2009, מתעתד להשתתף במאמץ לגרום לכך שההימור על חישוב מקבילי יצליח.

"עולם המחשבים עובר מהפכה", מעיד ד"ר דן צפירי (38), "שכן יצרני המחשבים אינם מסוגלים עוד לייצר מיקרו-מעבדים המהירים באופן משמעותי מאלו שכבר קיימים".

חוק מור (Moore) מתאר טרנד בעולם החומרה שלפיו מדי שנתיים לערך ניתן לארוז פי שניים יותר טרנזיסטורים במיקרו-מעבד. "עד תחילת שנות האלפיים הצליחו ארכיטקטים של חומרה לנצל את החוק כדי לייצר מעבד מהיר כפליים בערך כל שנתיים", אומר צפירי. "אולם עידן זה הסתיים כאשר ב־2004 זנחה אינטל את מאמצייה לפתח עד סוף העשור מעבד בעל מהירות שעון של 10GHz, וכמו Sun, IBM, ו-AMD לפניו, הודתה כי לא תהיה מסוגלת להגדיל בהרבה את מהירות השעון הקיימת. זאת למרות שחוק מור בתוקף ואף יישאר בתוקף עוד זמן רב".

הימור בעל השלכות מרחיקות לכת

"לפיכך", מסביר צפירי, "יצרניות המעבדים החליטו להמר על פתרון פשוט יחסית: להשאיר את המהירות כפי שהיא, ולנצל את המספר הכפול של הטרנזיסטורים כדי לשים שתי ליבות על אותו מעגל משולב. להימור יש השלכות מרחיקות לכת על כלל התעשייה, מפני שיצרני תוכנה שזקוקים לכוח חישוב נוסף אנוסים להסתגל לחוק מור בגרסתו המודרנית: כל שנתיים, פי שניים ליבות".

לדבריו, "הבעיה היא שהצלחת ההימור מבוססת על ההנחה שהתוכנה תדע לנצל את מקביליות החומרה. הנחה זו נחלה בעבר כישלונות רבים, וקיים קונסנזוס שלפיו מערכות מחשבים במתכונתן הנוכחית אינן מאפשרות את ניצול המקביליות, משום שזה מסובך מדי בעבור התוכניתן הממוצע. אם נאפשר לתוכניתנים לנצל ביעילות מאות אלפי ליבות, אז נחלנו הצלחה; אחרת ניאלץ להתרגל למערכות מחשב שביצועיהן נשארים פחות או יותר קבועים". צפירי מספר שרבים גורסים כי זו הבעיה החשובה ביותר הניצבת בפני מדעי המחשב בעת הנוכחית. "רבים גם מסכימים שהפתרון מצריך את פירוק המחיצות המסורתיות בין תחומי ה-systems השונים, בכללם המיקרו-ארכיטקטורה, מערכות ההפעלה, שכבות הווירטואליזציה, הקומפילרים, שפות התכנות והמודל התכנותי. על פי תפיסה זו, אף שכבה אינה יכולה לחולל את השינוי הנדרש, ומתחייב שינוי



NEXT IS NOW

**צרו קשר עוד היום,
אצלנו המחר כבר כאן.**

Jobs@elbitsystems.com ■ www.elbitsystems.com



פרופ' רון קימל, צלם: עמוס צוקרמן



תמונה מקורית, בעלת גודל לא מספק ואיכות נמוכה



הגדלה סטנדרטית, כפי שתקבל בנגן מדיה טיפוסי



תוצאת אלגוריתם סופר רזולוציה - תמונה חדה ונעימה לעין



ממד נוסף לחדשנות

המעבדה לעיבוד גיאומטרי של תמונה בפקולטה למדעי המחשב חוגגת עשור להיווסדה. פרופ' רון קימל והמהנדס ירון חונן מספרים על המחקר המגוון המתבצע במעבדה, על הפיתוחים המרתקים ועל שיתופי הפעולה הרבים עם התעשייה ■ רן מירון

ממשלתיים וביטחוניים. בפרויקט שנעשה עבור חברת ג'נרל מוטורס הותקנה מצלמת תלת־ממד המאבטחת את הרכב באמצעות זיהוי פני הנהג. רק לאחר זיהוי הנהג מתאפשרת התנעת הרכב, ואף מותאמים לו אביזרי הנסיעה (סידור המראה או המושב).

בפרויקט נוסף, פרי יוזמתו של פרופ' ריבלין, פיתחה קבוצת סטודנטים מערכת המותקנת במכונית ומתעדת עבירות תנועה בעת התרחשותן, תוך שהיא מזהה את מספר הרכב ושולחת אותו לכל דורש.

המעבדה עוסקת בפיתוח תשתיות הנדסיות בתחום עיבוד גיאומטרי של תמונות אשר משמשות ליישומים רבים ומגוונים, המרכזיים שבהם עוסקים בתחום הווידיאו והתמונה. תחום הייצוגים הדלילים של תמונות, שאותו חוקר פרופ' אלעד, הפך יישומי ביותר עם חדירת מסכי HD לשוק הטלוויזיות הביתיות ועם הפיכת איכות התמונה לרכיב קריטי. במעבדה פותח אלגוריתם המאפשר השבת סרטים (סופר־רזולוציה), המביאה לשיפור איכות התמונה והעברת סרטים מאיכות SD (איכות של שידורי טלוויזיה רגילים) לאיכות HD.

מימושם של אלגוריתמים הנמצאים בחזית הטכנולוגיה הביא את המעבדה ליצירת קשרים עם חברות מובילות בתחום המחשוב. "חברת NVIDIA העבירה לידינו כרטיס גרפי חזק שפיתחה, כדי שנבדוק אפשרויות האצה של אלגוריתמים מתקדמים. כלים אלו שימשו בין היתר למימוש מהיר של אלגוריתם הסופר־רזולוציה", מספר חונן.

חברת אינטל, אשר תומכת במעבדה, הייתה שותפה בפרויקט לתיקון החדות בסרטי וידיאו, והיא אף בוחנת שימוש בטכנולוגיה של המעבדה לעיבודים גיאומטריים־גרפיים על גבי השבבים המהירים

פרופ' רון קימל הקים את המעבדה לעיבוד גיאומטרי של תמונה בשנת 2000, כשנה לאחר שהגיע לטכניון. לדבריו, המעבדה החלה את דרכה בחדר קטן שצר היה מלהכיל את אנשי המעבדה והמחשבים החשופים, מהם יצאו חוטים שונים שחוברו למצלמות ולעזרים נוספים. "לאורך השנים גדלנו בקצב יפה, הצטרפו אלינו חברי סגל רבים, בהם פרופ' מיכאל אלעד, פרופ' פרדי ברוקשטיין, פרופ' עירד יבנה, פרופ' אהוד ריבלין ופרופ' משה ישראלי (ז"ל), וכיום המעבדה מעסיקה לא מעט סטודנטים לתואר שני ושלישי".

על קו התפר

"המעבדה עומדת בקו התפר שבין התעשייה ובין המחקר האקדמי", מעיד ירון חונן, מהנדס המעבדה. "מטרתנו להקנות ידע מתקדם בעיבוד תמונה לסטודנטים באמצעות ביצוע פרויקטים חדשניים המגיעים מהתעשייה, ותוך שיתוף פעולה עם מעבדות אחרות. הסטודנטים נחשפים לפרויקטים ייחודיים ומעניינים, ולאחר סיום הפרויקט מבינים את גודל הניסיון והידע שרכשו".

אחד התוצרים המרכזיים של המעבדה הוא מצלמת תלת־ממד חדשנית, שלדברי חונן, אין לה מתחרים בעולם בהיבטי דיוק ומהירות. "זו מצלמה מתקדמת ביותר שפותחה ביוזמתם של פרופ' קימל, ד"ר מיכאל ברונשטיין וד"ר אלכס ברונשטיין, ומהווה תשתית טכנולוגית למחקרים רבים בתחום התלת־ממד. חלקם מבוצעים באופן עצמאי במעבדה, וחלקם מבוצעים תוך שיתוף פעולה עם חברות ענק כמו אינטל וג'נרל מוטורס, מוסדות רפואיים בארץ ובעולם ואפילו פרויקטים





ד"ר דן וייסמן מבית החולים כרמל, מתנסה במצלמת התלת-ממד. צילום: ירון חונן

היא הקושי באיסוף המידע יקר הערך שאותו נדרשים אנשי המעבדה לעבד. "לרופאים בארץ, ובעיקר בצפונה, עניין רב אך משאבים מעטים לעסוק במחקר שאינו קליני ממש, ולכן אנו נמצאים בעמדת נחיתות מול הקולגות בעולם המערבי", הוא אומר.

תוקים את הרעש

לדברי קימל, המעבדה שותפה יחד עם חברי הסגל שלה במאגדים ישראלים ואירופאים. לאחרונה לקחה המעבדה חלק בקונסורציום רפואי שנקרא BMP, שעסק באבחון סרטן המעי הגס. במסגרת זו עבדו אנשי המעבדה בשיתוף עם חברת Given Imaging, בניסיון לשפר את התמונה שמספקת גלולת המצלמה הייחודית.

פרויקט מעניין נוסף בוצע עם חברת הציוד הרפואי MediGuide, אשר שיבצה סנסור התמצאות הנפוץ בקסדת הטייסים שפיתחה אלביט, בתוך קטטר המוחדר לגוף. באמצעות החיישן יכול הרופא המנתח להוביל את הקטטר בדיוק רב בדרכו פנימה והחוצה. "תרומתנו בפרויקט זה התמקדה בניית תמונות Intra-Vascular Ultra Sound (IVUS). הרעיון הוא להפוך תמונת אולטרסאונד תוך עורקי 'רועשת' לתמונה המכילה אך ורק מידע רלוונטי נדרש". קימל מוסיף כי המעבדה מתגאה בכמה דוקטורנטים שעשו דרכם לתעשייה והקימו, בסיוע תשתית הידע שרכשו במעבדה, חברות מצליחות בתחום. "ד"ר רומן גולדנברג, לדוגמה, הקים במעבדה את חברת ארכדיה, שמאפשרת לבצע עיבוד מתקדם לצילום CT של הלב, לצורך זיהוי מדויק יותר של מוקדי הסתיידות בכלי הדם."

ההפכה נתלת-תמד

"מומחים בתחום אומרים שאנו עומדים בפתחו של עידן התלת-ממד", אומר קימל, "אנחנו במעבדה מתחילים להרגיש זאת - יותר מאי פעם אנו מקבלים הצעות לשיתופי פעולה, ומגיעים אלינו יזמים שמגלים עניין בטכנולוגיות שאנו מפתחים כאן כתשתית ליישומים בתחומים מגוונים: רפואה, ביטחון, תרבות ופנאי. זה בהחלט מרגש לראות את זה קורה, וזו הזדמנות מצוינת להזמין למעבדה סטודנטים שיש להם משיכה לתחום ושרוצים לקחת חלק במהפכה המתהווה."

שהם מפתחים. חברת TI (Texas Instruments) העמידה לרשות המעבדה פלטפורמה משובצת מחשב חדישה וכן מקרן זעיר שנועדו לבדוק את האלגוריתמים בסביבות מחשבי כף יד וטלפונים סלולריים. הסטודנטים הנחשפים לטכנולוגיה העתידית הם הנהנים העיקריים, מעיד חונן, ומציין כי הנאה גדולה נתונה גם למפגש עם מבקרים מחוץ לקמפוס - "תלמידי תיכון המעוניינים בלימודים גבוהים בטכניון, או נציגים בכירים מהתעשייה ואנשי ציבור. כולם נחשפים להדגמות ולתמונות, פרי המעבדה, ומיד מתעוררת אצלם הסקרנות."

זיהוי תסמונות בקרב יילודים

חלק ניכר מהמוטיבציה לעסוק בבעיות מתחום עיבוד תמונות נובע מהרלוונטיות של הבעיות שאותן פותרים במעבדה, וחלק חשוב ממכלול המניעים של אנשי המעבדה תופסים גם היישומים הרפואיים. אחד הפרויקטים המרתקים שבהם שותפה המעבדה מתבצע בבית החולים כרמל. "ד"ר דני וייסמן ממחלקת היילודים בכרמל עובד איתנו שנים מספר על זיהוי מוקדם של תסמונות אצל יילודים, זאת תוך שימוש במצלמת התלת-ממד שפיתחנו וכלי עיבוד העושים שימוש באלגוריתמים גיאומטריים מתקדמים. בשלב הנוכחי אנו מנסים להשיג הוכחות לקשר כללי בין בעיות גנטיות לשונות גיאומטריות, ובשלב הבא אולי אף מציאת תבנית גיאומטרית אופיינית לכל סינדרום. היעד הסופי של המחקר הוא לקבוע על סמך צילום אולטרסאונד תלת-ממדי את קיומן של תסמונות שונות אצל העוברים. זו כבר תהיה פריצת דרך היסטורית", אומר חונן, וממשיך לספר על שיתופי פעולה בתחום: "עם פרופ' אורנשטיין, ראש מחלקת פלסטיקה בתל השומר, אנו בוחנים את נושא אבחון סרטן העור; עם ד"ר יקי כהן, מנתח מאיכילוב, אנו משתפים פעולה בנושא אבחון פתולוגיות במיתרי הקול; עם הרדיולוגים ד"ר נתי פלד מכרמל וד"ר דורית גולדשייר מרמב"ם בדקנו הפרדת נימים ועורקים בצילומי MRI, ועם הפתולוג ד"ר אדמונד סבו מרמב"ם ניסינו לסווג רקמות."

שיתוף פעולה נוסף שמציין חונן הוא עם החברה הטכניונית אמיס, שעימה משתפים פעולה כמה פלסטיקאים, בבניית מערכת להמחשת תוצאות השתלות וניתוחים פלסטיים (דוגמת השתלת סיליקון בחזה). לדבריו, הנקודה החלשה ביותר בסוג זה של מחקר





רועי אדדי. צילום: עמוס צוקרמן



קירה ריינסקי. צילום: עמוס צוקרמן

שוחים בריכה של הגדולים

עד כמה חשוב לסטודנטים להתמחות בתעשייה תוך כדי הלימודים? לדברי מי שהספיקו להתנסות ב"עולם האמיתי", זוהי הזדמנות לא רק להכיר אנשי מפתח, אלא גם להיחשף לסוגיות מהותיות בשטח. גם בצד השני מרוצים: "אנחנו זוכים להכיר אנשים צעירים ומוכשרים, והסטודנטים זוכים לחוות כיצד זה מרגיש ליצור, לפתח ולהשפיע" ■ רן מירון

על ידי מנהלת הצוות לקחת חלק בכתיבת מאמר שהוגש לפרסום בכנס מחשוב בינלאומי. הקליטה בסביבת העבודה החדשה הייתה לדבריו מהירה. "תוך תקופה קצרה התחלתי להרגיש חלק מהקבוצה - הזמנתי לאכול ארוחות צהריים עם חברי הצוות, יצאתי ליום כיף של החברה, לקחתי חלק בישיבות הקבוצה, ובישיבה אחת אף הצגתי בפני כולם את חלקי בפרויקט. "למדתי המון במהלך החודשים וזכיתי להתנסות במסגרת עבודה יומיומית בחברה", אומר אדדי, ומסכם: "אני מקווה שהותרתי ב־IBM רושם טוב, כי הם השאירו עליי רושם טוב ואולי עוד ארצה לחזור לשם בעתיד".

בועז כרמלי, מנהל קבוצת מערכות מידע בתחום הבריאות, שהיה אחראי על אדדי במהלך התמחות הקיץ, אומר כי התמחויות הקיץ נושאות יתרונות רבים הן עבור הסטודנטים והן עבור מעבדת IBM בחיפה. "אנו מעניקים לסטודנטים מסגרת המאפשרת להקדיש זמן רב לנושא מסוים ולעסוק באופן ממוקד במחקר וביישום, בד בבד עם חשיפה לנושאים חשובים בעבודה בשטח. רועי, במסגרת ההתמחות, תרם לנו רבות בקידום נושא מידול המערכת הגנטית והקלינית, בניית מערכת אחסון, ביצוע אינטגרציה של מידע המגיע ממקורות רבים ועריכת אנליזות מתקדמות על מידע זה".

מתאימים זה לזה

התמחות הקיץ שעשה **איגור קביאטקובסקי** (28) במעבדת המחקר של מיקרוסופט בחיפה הובילה להעסקתו במשרה חלקית בחברה, במקביל ללימודיו. קביאטקובסקי, שמתגורר בחיפה, מסיים השנה תואר שני בפקולטה למדעי המחשב, והתזה שלו עוסקת בעיבוד תמונה, תוך מיקוד בזיהוי אנשים במצלמות אבטחה בעלות רזולוציה נמוכה, המותקנות במקומות ציבוריים ובקניונים. במסגרת זו קביאטקובסקי שותף לפיתוח אלגוריתם שנועד לסייע לזהות אדם

מדי שנה, לקראת חודשי הקיץ, מפרסמת הפקולטה למדעי המחשב הצעות להתמחות בתעשייה עבור סטודנטים לתואר שני ושלישי. החברות, הנמנות עם חוג ידידי הפקולטה, רואות בכך דרך להיחשף מול סטודנטים לתארים מתקדמים להתנסות הדדית קצרה. הסטודנטים מצידם רואים את רעיון ההשתלבות בפרויקט טכנולוגי בחברה כמרתק ומרחיב אופקים וכהזדמנות חשובה להתנסות, ללמוד באופן ישיר על "העולם שבחוץ" ולקשור קשרים עם דמויות מפתח בתעשייה. ארבעה סטודנטים מהפקולטה למדעי המחשב מספרים את סיפורם האישי על התמחות הקיץ.

חלק מהקבוצה

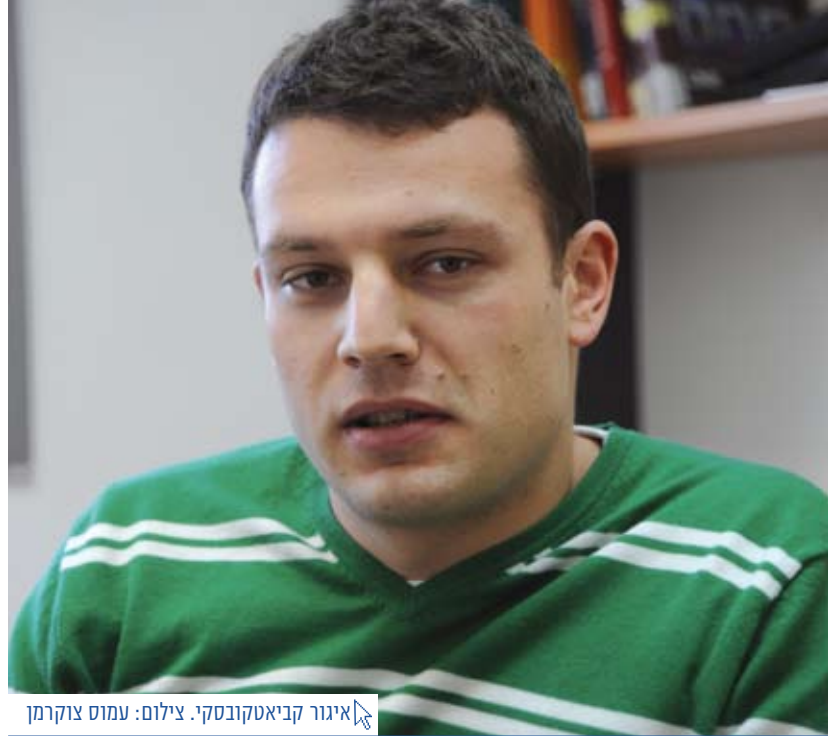
רועי אדדי (26) עשה את התמחות הקיץ שלו במעבדת IBM בחיפה. אדדי לומד לתואר שני בביודאינפורמטיקה בפקולטה למדעי המחשב, ומתמקד במודלים מתמטיים של תהליכים מטבוליים. מחוץ לשעות הלימודים מטפח אדדי, המתגורר בחיפה, מגוון תחביבים, בהם גלישת סנואובורד, טיולי אופניים ומוזיקה ישראלית.

כאשר פרסמה הפקולטה את רשימת התמחויות הקיץ, שם לב אדדי להצעה מעניינת במחלקת Healthcare במעבדת IBM. לאחר תהליך קבלה קצר הוא שולב בפרויקט 'רימון', שבמסגרתו מפותחת מערכת המאפשרת לאסוף ולנהל מידע קליני ורפואי מגוון במחסן ייעודי גדול, המבוסס על בסיס הנתונים IBM DB2, כולל יצירת מנגנוני גישה נוחים ומהירים עבור מגוון רחב של צרכני מידע רלוונטיים בעלי הרשאות שונות. החלק של אדדי בפרויקט התמקד בפיתוח ממשק המשתמש, כלומר בהגדרת המשתמש את רצונו מהמערכת בשפה פשוטה שנקראת RDF (Resource Description Framework), שתחת תשתית Web 3.0, ניתן לממש באמצעותו סמנטיקה בין משאבים שונים ברשת. הצלחת ההתמחות נמדדת בין השאר בעובדה שאדדי אף התבקש





ורג'א ג'יריס. צילום: נועה מור



אייגור קביאטקובסקי. צילום: עמוס צוקרמן

האחרונות היא משתתפת בבחירת קרטה נשים של הטכניון, אלופת המוסדות האקדמיים בישראל.

המחקר של רדינסקי בפקולטה עוסק בלמידה תלוית זמן. "זה קשור לתחום רחב יותר של בינה מלאכותית עם התמקדות ספציפית בלמידה. המחקר מתמקד בלמידה תלוית זמן, שבה האובייקטים משתנים בזמן והמטרה היא חיזוי אירועים, כמו רעידות אדמה, מניות ומסחר בין מדינות". עתה מתכננת רדינסקי לעבור למסלול ישיר לדוקטורט ולהמשיך להעמיק את המחקר בנושא Machine Learning וחיזוי אירועים.

גם במיקרוסופט עוסקת רדינסקי בלמידה, אולם בתחום אבטחת המידע, בעיקר לצרכים ארגוניים. "הרעיון הוא שבהינתן עמוד מסוים ברשת ניתן יהיה לקבוע לאיזו קטגוריה הוא שייך - כדי לאפשר חסימת אתרים מזיקים לגולש (כגון עמודי תוכן למבוגרים, אתרי phishing ועוד). המערכת שפיתחנו יודעת לסווג עמודים ברשת לקטגוריות ברמת דיוק של מעל 97%", היא אומרת, ומוסיפה כי במסגרת עבודתה במיקרוסופט היא שותפה למשימות נוספות, כמו חיפוש אנומליה במרחב רשת מסוימת כדי לקבוע אם היא נפרצה על ידי גורם כלשהו. רדינסקי אף משמשת בתפקיד "Innovation", שבמסגרתו היא בודקת כיצד אפשר להביא חדשנות למוצרים קיימים של מיקרוסופט. "לא מעט נושאים שעליהם עבדתי עברו לתהליך של רישום פטנט", היא מספרת. "זו הרגשה נפלאה ללוות את התהליך עד למימושו בגרסת מוצר עתידית. זה כמו להרים סטארט-אפ. זה מתחיל בפיתוח של רעיון, עובר לפרזנטציה להנהלה ושכנוע גורמים רלוונטיים - חלקם בארץ וחלקם בחו"ל - שכדאי לשלב את הפיתוח בגרסה הבאה של המוצר, וכלה בהעברת המודל לידי צוות הפיתוח - שלב שטרם קרה, אך אני מקווה להגיע אליו בהמשך דרכי בחברה.

רדינסקי מסכמת את חוויית העבודה כ"התנסות מרתקת וחווייה מעולה". לדבריה, מידת האמון, התמיכה שהיא מקבלת מהממונים עליה במיקרוסופט ורשת הקשרים שהיא יצרה בחברה היא מרשימה ביותר. "מעבר לזה", היא מוסיפה, "המחקר בטכניון והעבודה במיקרוסופט משתלבים זה בזה, מפרים ומעצימים זה את זה".

ירון זכאי-אור, מי ששימש כאחראי להגדרת המוצר בקבוצת מיקרוסופט (Threats Management Gateways) TMG והמנחה של רדינסקי בהתמחות הקיץ במיקרוסופט, מספר כי רדינסקי היא בחורה יצירתית ומבריקה, בעלת מוטיבציה ורצון עז ליצור ולהשפיע. "קירה הביאה עמה נקודת מבט רעננה על תחום ה-Security וגם רוח של התלהבות וחדשנות לקבוצה במיקרוסופט. יש לה יכולת

על בסיס צבעי בגדיו, כפי שנקלטו במצלמות אבטחה המוצבות במקומות שונים באתר. "למזלי חיפשו במיקרוסופט סטודנט לצורך התמחות הקיץ, אשר יוכל לסייע בפיתוח כלי לזיהוי אנשים, בדומה לעבודת המחקר שלי בפקולטה. כבר בריאיון שערכו לי בחברה התברר ששני הצדדים מתאימים זה לזה", הוא מספר.

במיקרוסופט עוסק קביאטקובסקי בפיתוח אלגוריתם לזיהוי פנים. "האלגוריתם יאפשר בעתיד לבעל אלבום מסוים לגשת למאגר תמונות כלשהו ולבקש איתור והצגה של כל התמונות שבהן מופיעים אנשים שמופיעים גם אצלו באלבום. באופן זה יכול אדם לגשת למאגר תמונות של חבר בפייסבוק ולקבל את התמונות שרלוונטיות לגביו". לדבריו, העבודה במעבדת המחקר של מיקרוסופט מעשירה אותו ומסייעת לו בעבודת המחקר שלו בפקולטה.

מעבר לעבודה וללימודים, קביאטקובסקי נהנה להתאמן בסייף, לטייל בארץ ולצלם. בעתיד הוא רואה עצמו ממשיך כחוקר בתחום זיהוי פנים באקדמיה או בתעשייה, תוך יישום הטכנולוגיות שעליהן הוא עובד עתה וטכנולוגיות נוספות במוצרים חדשניים המשמשים ציבור רחב.

אייל קרופקה, מנהל תוכנית מחקר במעבדות החדשנות של מיקרוסופט בחיפה והרצליה, ומי שמשמש כמנחה של קביאטקובסקי במיקרוסופט, מספר כי מעבדות החדשנות רואות עצמן כמעין 'סטארט-אפ' רזיז וחכם בתוך מיקרוסופט הגדולה, השואף להביא לשוק את הדבר הגדול הבא. "השילוב של מחקר, פיתוח תוכנה וידע שמגיע מהאקדמיה מוכיח עצמו במגוון תוכניות שאנו עושים בשיתוף הטכניון. לגבי איגור - הוא הביא עמו ידע בעל ערך רב מלימודיו בפקולטה, והשילוב עם הידע שהוא רכש אצלנו במעבדה יצר סינרגיה שתוצאתה התקדמות משמעותית בפרויקט זיהוי הפנים באלבומים ובסרטי וידיאו".

הזדמנות נפלאה

קירה רדינסקי (23) עשתה אף היא את התמחות הקיץ שלה במעבדות המחקר של מיקרוסופט בחיפה, ועתה היא ממשיכה לעבוד במשרה חלקית במיקרוסופט במקביל ללימודי התואר השני בפקולטה. רדינסקי החלה ללמוד בתוכנית המצוינים בפקולטה למדעי המחשב בהיותה בת 15, ומיד עם סיום התואר הראשון החלה בלימודי התואר השני. רדינסקי, נשואה טרייה, מתגוררת בזיכרון יעקב. תחביביה הם טניס, ריצה וקרטה; בזה האחרון היא מתאמנת מאז גיל 5. היא בעלת חגורה שחורה, ובשנתיים





רג'א ג'ריס (שני מימין) והצוות בצ'ק פוינט. צילום: צ'ק פוינט

לייצר רעיונות שגם אם עדיין לא עברו לשלב פיתוח, אין ספק לאחראים בקבוצה שמדובר ברעיונות מעניינים וחשובים", אומר זכאי'אור, ומבקש להדגיש את חשיבותה של תוכנית התמחות הקיץ. "זו הזדמנות נפלאה עבור שני הצדדים. אנחנו בתעשייה זוכים להכיר אנשים צעירים, מוכשרים ומבטיחים, והסטודנטים זוכים להתנסות של ממש בתעשייה עם יכולת אמיתית לחוות כיצד זה מרגיש ליצור, לפתח ולהשפיע".

התנסות רחנת תמיד

רג'א ג'ריס (23) עשה את התמחות הקיץ בחברת צ'ק פוינט, בפרויקט שהתמקד בזיהוי פרצות בקובצי אופיס. ג'ריס, שהחל לפני חודשים מספר את לימודי הדוקטורט בפקולטה למדעי המחשב, הגיע לטכניון ללימודי תואר ראשון בפקולטה להנדסת חשמל בגיל 17. במהלך הלימודים גבר העניין שגילה במדעי המחשב, כך שבשלב מוקדם יחסית הוא עבר למסלול הנדסת מחשבים, המשותף לפקולטות להנדסת חשמל ולמדעי המחשב. בהמשך לימודיו לתואר הראשון הצטרף לתוכנית המצטיינים של הפקולטה למדעי המחשב. במסגרת זו הוא זכה למלגת לימודים מלאה, משרד ומשרה כמתרגל. את התואר השני הוא סיים בפקולטה למדעי המחשב, בהנחה משותפת של פרופ' מיקי אלעד ממדעי המחשב ופרופ' יונינה אלדר מהפקולטה להנדסת חשמל. עתה, במסגרת לימודי התואר השלישי, מתמקד ג'ריס בנושא "ייצוגים דלילים", בהנחייתו של פרופ' אלעד. ג'ריס מתגורר במעונות הטכניון ובסופי שבוע הוא נוסע אל משפחתו בכפר יאסיף. מעבר לעיסוק האינטנסיבי במחקר, ג'ריס, כדאם מאמין, כפי שהוא מכנה עצמו, אוהב לקרוא להנאתו בתנ"ך ובברית החדשה. "דרך פתרון של אתגרים קשים במחקר אני נחשף ליופי הבריאה, והאמונה שלי באלוהים הולכת ומתחזקת", הוא מספר.

בקיץ האחרון נותר לו מספר מצומצם של חובות לסיום המאסטר, והוא חש שבשלו התנאים - לאחר שש שנים של התמקדות בעולם האקדמי - להתנסות קצרה בתעשייה לפני שהוא חוזר ללימודים במסגרת הדוקטורט. לדבריו, היה חשוב לו להתנסות בעשייה בתחום שונה מתחום מחקרו, ולכן הוא הגיש בקשה להצטרף לפרויקט זיהוי פרצות בקובצי אופיס בקבוצת

עמי חביב, מנהל הקבוצה בצ'ק פוינט האחראית להתמודדות עם התקפות תוכנה ברמת הרשת, מעיד: "מדובר בבחור קואופרטיבי, סקרן, מעניין ונעים לשיחה; מבחינה מקצועית הוא הפגין יכולת גבוהה ללמוד את הבעיות הרלוונטיות בתחום באופן יסודי. רג'א הצליח להתמודד עם בעיה מורכבת ביותר וליצור פתרון עובד בתוך תקופה קצרה של חודשיים וקצת. אבל הוא הלך אף מעבר לכך - והביא בפנינו רעיונות מקוריים שסייעו לנו לחזק את ביצועי המוצר והקלו את היכולת להוסיף מרכיבים לתוכנה. אני בטוח שגם עבורו ההתנסות אצלנו הייתה משמעותית, ושהוא למד דברים חשובים שישירתו אותו בדרכו המחקרית בעתיד".

פרופ' דני רז, סגן דיקן ללימודי מוסמכים בפקולטה, מסכם כי התמחויות הקיץ מאפשרות לסטודנטים לתארים מתקדמים להיחשף לנעשה בתעשייה, להבין את הבעיות והצרכים ולראות את המוטיבציה מאחורי חלק מהמחקרים שנעשים. "אנו מאוד מעודדים פעילות זאת", הוא מצייין, ומסייג מעט באומרו: "יש להיזהר כי הפעילות בחברה לא תסיט את תשומת הלב מהמחקר. לכן המלצתי לסטודנטים: נצלו הזדמנות זו להרחבת אופקים וליצירת קשרים בזמן הקיץ, והמשיכו להתמקד במחקר במהלך השנה".





פרופ' איתי שפירא. צילום: אלינה ליבשיץ



סטודנטים בסמסטר חורף תש"ע. צילום: איתמר רותם



פרופ' אלי ביהם. צילום: אלינה ליבשיץ

הטוב משני העולמות

המסלול הכפול והמאתגר של מדעי המחשב ומתמטיקה, המעניק בו זמנית שני תארים, הנו הבחירה האידיאלית למי שנמשכים במידה שווה אל שני התחומים ואינם מוכנים להתפשר ■ ישראל בנימיני

הקיימים בטכניון ובמוסדות אחרים, מסלול זה הוא ייחודי בכך שהוא מעניק לבוגריו שני תארים. הפקולטה למתמטיקה גם מעניקה תואר ראשון תלת-שנתי במתמטיקה עם מדעי המחשב, אך סטודנטים רבים נרתעים ממנו מכיוון שתחום מדעי המחשב מקבל בו חשיבות פחותה מחשיבותה של המתמטיקה, וזה אינו מתאים לאלה המעוניינים בהעמקה שווה בשני התחומים או לאלה המאמינים כי תואר מלא במדעי המחשב ישפר את סיכויי ההעסקה שלהם.

צורת חשינה אחרת

גדי אלכסנדרוביץ', שסיים את המסלול ב-2006, מספר: "מלכתחילה רציתי ללמוד מדעי המחשב, אך מכיוון שממילא יש ללמוד במסלול זה מתמטיקה, העדפתי שלא להתפשר וללמוד מתמטיקה ברמה הגבוהה". לאחר מכן גילה אלכסנדרוביץ' כי מתמטיקה אינה רק תחום יפה בפני עצמו: "ככל שמגיעים לשלבים מתקדמים יותר בתחומים רבים במדעי המחשב, נדרשת מתמטיקה ברמה גבוהה כדי להבין את הבסיס לאותו תחום, בצורה שאינה נלמדת במסלולים האחרים". אלכסנדרוביץ', כיום דוקטורנט בפקולטה למדעי המחשב, מתמקד בכיוונים תיאורטיים של אלגוריתמים קומבינטוריים, שניתוחם כולל לעיתים שימושים בתחום האנליזה המרוכבת, אשר לכאורה אינו קשור לנושאי מדעי המחשב.

בוגר נוסף של המסלול, **גיל כהן**, יסיים בסוף השנה את התואר השני בפקולטה למדעי המחשב ומתכוון להמשיך לדוקטורט במכון ויצמן. כהן מרצה מהבחירה בתואר הכפול: "הבחירה חסכה לי את הצורך להתמודד עם הדילמה אם ללמוד מתמטיקה או מדעי המחשב – שני התחומים האהובים עליי. במהלך הסמסטר התברר לי שהידע וצורת החשיבה שרכשתי בפקולטה למתמטיקה חיוניים להצלחה בקורסים המתקדמים במדעי המחשב, ולא פחות חשוב – למחקר, בעיקר בתיאוריה של מדעי המחשב. זו בהחלט הייתה הבחירה האידיאלית בשבילי".

מדוע כדאי ללמוד במסלול זה? שפירא וביהם שותפים לאותה דעה: המסלול מעניק "שני תארים במחיר אחד", כמו גם הזדמנות להצטיין, להשיג הבנה מעמיקה בשני התחומים ולשמור את האופציות פתוחות.

לימודי מדעי המחשב בטכניון דורשים היקף בלתי מבוטל של קורסים במתמטיקה, אך מתברר כי יש סטודנטים למדעי המחשב הצמאים לטעום יותר תחומים של המתמטיקה, ובצורה המעמיקה ביותר האפשרית: "מתמטיקה לשם מתמטיקה". שתי הפקולטות נענו לביקוש, וייסדו לפני שבע שנים מסלול משותף לסטודנטים נבחרים, המעניק בארבע שנים שני תארים – תואר מכל פקולטה. מכיוון שהמסלול הוא מאתגר ותובעני, הוא מיועד לסטודנטים נבחרים וסף הקבלה שלו גבוה. רבים מהבוגרים ממשיכים לתארים גבוהים או למשרות נחשבות בתעשייה.

ייחודיות המסלול

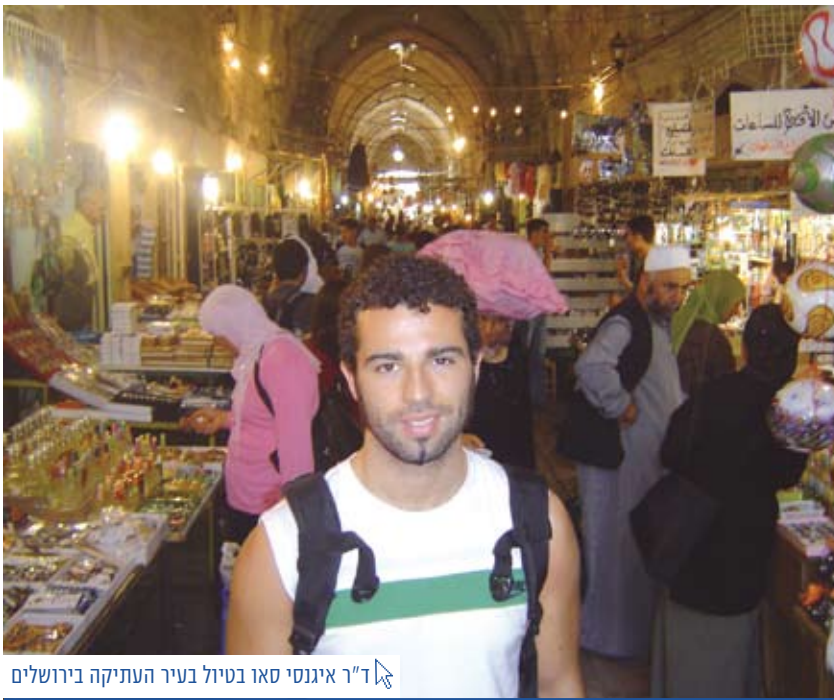
"מהיום הראשון לומדים במסלול את הקורסים הטובים ביותר בשתי הפקולטות", אומר **פרופ' אלי ביהם**, דיקן הפקולטה למדעי המחשב, וממקימי המסלול. "זאת במקום ללמוד קורס במדעי המחשב שהותאם עבור מתמטיקאים או להפך, ואז לחפש הזדמנות להשלים".

כמות הלימודים לאו דווקא רבה יותר מהלימודים לתואר אחד במסלול ארבע-שנתי, אך הלימודים קשים ומאתגרים יותר, כי הסטודנטים לוקחים את הקורסים המתקדמים ביותר בכל פקולטה. "המטרה היא לחשוף את הסטודנטים לתחומים מתמטיים כמו טופולוגיה או מרחבי בנך גם אם אין להם שימושים ישירים במדעי המחשב", אומר ביהם. הוא מזכיר כי נושאים מתמטיים שבעבר נחשבו כחסרי כל שימוש מעשי נמצאים כיום בליבת מדעי המחשב, דוגמת השימושים הרבים של תורת המספרים בקריפטוגרפיה.

פרופ' איתי שפירא, מרכז לימודי הסמכה בפקולטה למתמטיקה, מסביר את הסיבה להקמת המסלול מצד ה"כלה": "שנים חיפשנו בפקולטה למתמטיקה דרך להגיע לסטודנטים שאוהבים מתמטיקה אך חוששים כי תואר כזה עלול להקשות עליהם למצוא עבודה לאחר הלימודים". הפתרון הוא מסלולים משולבים עם פקולטות אחרות: "במיוחד טבעי השילוב עם מדעי המחשב. זהו מסלול יוקרתי, מעין 'סיירת מטכ"ל' של הסטודנטים למתמטיקה".

ביגוד למסלולים אחרים המשלבים מתמטיקה ומדעי המחשב





ד"ר איגנסי סאו בטיול בעיר העתיקה בירושלים



ד"ר איגנסי סאו בים המלח

נפל ברשת

ד"ר איגנסי סאו הספרדי שב לישראל זו הפעם השלישית, כדי לקדם את מחקריו בתחום רשתות התקשורת. למרות הלו"ז העמוס שלו, הוא עדיין מוצא זמן לטיולים ולכדורגל ■ ישראל בנימיני

שניתן להשיג בכל ערוץ הוא גבוה בהרבה מהקצב הנדרש על ידי משתמשי הרשת. יש לשלב את תשדורותיהן של כמה תחנות כך שישתמשו באותו ערוץ, ולהקצות עבור כל זוג תחנות המעוניינות לתקשר ביניהן את הערוץ שישמש אותן לצורך כך.

התחום של Traffic Grooming הוא דוגמה טובה לאתגר מעשי המצריך שימוש בנושאים מתקדמים בתיאוריה של מדעי המחשב. המחקרים שבהם השתתף סאו כבר הניבו מאמרים המוכיחים כי הבעיה היא בעלת סיבוכיות גבוהה, אפילו כאשר נדרש רק פתרון מקורב, אך גם הניבו אלגוריתמים המראים את הדרך ליצירת פתרונות מעשיים. חלק מתוצאות אלה פותחו במהלך פרויקט GRAAL ופורסמו בספר המסכם את הפרויקט, בפרק שבין מחבריו זקס, סאו ושלום.

זקס מספר כי העבודה עם סאו היא מהנה וחיובית. "מעבר לתרומתו המחקרית הוא פרטנר חברותי ופתוח ומתערה בצורה נפלאה בקמפוס". כדוגמה מציין זקס את הצטרפותו של סאו לחוג כדורגל בטכניון, שבו לא קיימים מחסומי שפה.

חולם בקטלנית

סאו נולד בברצלונה, שפת האם שלו היא קטלנית (Català) והוא מדבר גם ספרדית, פורטוגזית, צרפתית ואנגלית. האם ילמד גם עברית? מומחיותו באופטימיזציה מתבטאת בתשובה. "הייתי מעוניין מאוד ללמוד עברית, ואולם בהתחשב בכך שאהיה כאן רק תשעה חודשים, השקעת זמן בלימוד עברית איננה כנראה הפתרון האופטימלי האפשרי", הוא אומר.

אכן, פעילויות המחקר שלו והעיסוק בספורט (בעיקר שחייה וכדורגל) אינם מותירים לו כמעט זמן פנוי. בכל זאת, הוא תמיד ימצא זמן לדבר על "בארסה", קבוצת הכדורגל מברצלונה שהוא אוהד. "זה הצד הלא רציונלי שלי", הוא מתייך, "חבל רק שמכבי חיפה לא העפילה לשלב שהיה מאפשר לי לראות את ברצלונה משחקת כאן בחיפה".

כשד"ר איגנסי סאו (27) מספר מספר כיצד מצא דירה ליד הטכניון ניכר שהוא כבר נחשף לכמה מאפיינים של הרוח הישראלית. למרות מה שהובטח לו, הדירה השכורה עדיין לא הייתה פנויה כשהגיע, אך המשכירים התנצלו והזמינו אותו לגור בביתם כמה שבועות עד שהתאפשר לו להיכנס לדירה. בדיעבד היו אלה שבועות נעימים שהקלו עליו את ההתאקלמות.

זה אינו ביקורו הראשון של סאו בארץ. הוא שהה בישראל במשך שלושה שבועות ב־2007 ושבעים ב־2008. בשתי הפעמים הביאה עבודתו עם חוקרים בפקולטה למדעי המחשב בטכניון להתקדמות במחקריהם המשותפים. הקשר עם מארחיו, פרופ' שמואל זקס וד"ר מרדכי שלום, נוצר כתוצאה משיתוף פעולה בפרויקט האירופי GRAAL (GRAPhs and ALgorithms in communication networks) - גרפים ואלגוריתמים ברשתות תקשורת). בפרויקט זה השתתפו כשלושים גופים אקדמיים, ובהם הטכניון ומרכז המחקר INRIA Sophia Antipolis בעיר ניס בצרפת, שבו למד סאו. בעקבות שיתוף פעולה זה הוצעה לו מלגה לצורך השתלמות פוסט דוקטורט בטכניון. סאו קיבל את ההצעה בשמחה: "העבודה עם מובילים בתחום, כמו פרופ' זקס וד"ר שלום, מקדמת את הלמידה שלי".

בביקוריו הקודמים של סאו בארץ הוא כבר הספיק לטייל בכנרת, בירושלים, בים המלח, באילת וגם בפטרה. כקטלני, שגדל בתרבות ים תיכונית, הוא מצא בתרבות הישראלית צדדים דומים, וזוהי סיבה נוספת לכך ששמח לקבל את ההצעה לחקור בטכניון. "נראה לי שהיה לי יותר קשה להסתגל לחיים במדינה סקנדינבית, למשל", הוא אומר.

מתערה בקמפוס

עבודתו של סאו משלבת נושאים תיאורטיים באלגוריתמים, תורת הגרפים, סיבוכיות ואופטימיזציה, ויש לה שימושים מעשיים בצמצום עלויות השימוש ברשתות תקשורת. התחום העיקרי שבו הוא עוסק הוא Traffic Grooming. ברשתות תקשורת אופטיות קצב התקשורת



Windows®. החיים ללא חומות.
HP ממליצה על Windows 7.



יכולות מתקדמות ועיצוב יחודי, התמורה הטובה ביותר לעסק שלך.

HP ProBook 4510s Notebook PC – החל מ 3,999 ₪

Intel® Core™ 2 Duo processor • גרסה מקורית של Windows® 7 Professional • מסך 15.6 אינץ' HD

hp.co.il/bnb
09-8304828

THE
COMPUTER
IS
PERSONAL
AGAIN.





כנס בוגרי שנות ה־70 של הפקולטה למדעי המחשב

שגרירים של כבוד

במלאות 40 שנה לייסוד הפקולטה למדעי המחשב בטכניון ערכה הפקולטה כנס לבוגרי שנות ה־70. מאות בוגרים הגיעו אל האירוע, פגשו חברים ותיקים, העלו זיכרונות והקשיבו להרצאות שסקרו את היסטוריית הפקולטה ואת ההתפתחויות המחקריות המשמעותיות שנעשו לאחרונה ■ רן מירון. צילומים: יואב בכר

מהפקולטה לכימיה. המחלקה שכנה אז בבניין טאוב הישן, משם עברה לבניין פיישבר, ובשנת 2000 עברה למשכנה החדש, הנוכחי. היוזם והמניע להקמת המחלקה שצמחה לפקולטה היה פרופ' אברהם (אברשה) גינזבורג, אשר בהמשך שימש כמשנה לנשיא הטכניון ולאחר מכן ייסד את האוניברסיטה הפתוחה וכיהן כנשיאה במשך עשור. גינזבורג סיפר לאחר הכנס כי הוא גאה להשתייך לקבוצת המורים הראשונה של הפקולטה. "היה זה מחזה יפה לראות קבוצות של תלמידים שלמדו יחד, יושבים בצוותא ומעבירים חוויות מהימים ההם, צוחקים ונהנים. ניתן היה לחוש באירוע באווירה טובה של קרבה, כזו שמרגישים בקרב משפחה. מלבד הבוגרים, נהייתי לפגוש שם לא מעט אנשי סגל לשעבר, שכמוני - כולם יצאו זה מכבר לפנסיה". "התוכניות המיוחדות של הפקולטה", ציין הנשיא בנאומו, "מכשירות בעצם את הדור הבא של המנהיגות והכלכלה בתעשייה הישראלית. לפקולטה למדעי המחשב, כמו גם

"המוסד האקדמי החשוב הזה הפך למוטג בעיקר בזכותכם - הבוגרים המצוינים שלו, וכל הצלחה שלכם היא הצלחה שלנו - הטכניון", אמר פרופ' חיים גוטסמן, סגן דיקן לקשרי חוץ לשעבר, בפתיחת כנס בוגרי שנות ה־70, שנערך ב־30 בדצמבר, לרגל ארבעים שנה לייסוד הפקולטה למדעי המחשב בטכניון. באירוע, שנערך בחסות החברות: אינטל, מיקרוסופט ו־SAP, לקחה חלק צמרת הטכניון: פרופ' פרץ לביא, נשיא הטכניון; פרופ' צבי כוכבי, מנכ"ל הטכניון, ולשעבר דיקן הפקולטה; פרופ' עודד שמואלי, המשנה לנשיא למחקר ולשעבר דיקן הפקולטה; ופרופ' רפי רום, סגן הנשיא ליחסי ציבור ופיתוח משאבים.

נקודת ההתחלה

הפקולטה נוסדה לפני 40 שנה, ב־1 באוקטובר 1969, כמחלקה קטנה בטכניון, עם חמישה חברי סגל ועשרה סטודנטים. המחזור הראשון כלל שישה סטודנטים שעברו מהפקולטות להנדסת חשמל ומתמטיקה וארבע סטודנטיות



המחזור הראשון - 1972



בוגרי מחזור '74 משיקים ספלים





מימין: ד"ר אנדרי ברודר, פרופ' אלי ביהם, פרופ' פרץ לוי ופרופ' אברהם גינזבורג



בוגרי מחזור '78 מצטלמים

כמו לפני ארבעים שנה. **רות אלון**, חברה בוועד המנהל ובחבר הנאמנים של הטכניון, בוגרת מחזור '75, לא הסתירה את התרגשותה: "מאוד נהנית לפגוש אנשים שלא ראיתי מאז שסיימתי את התואר הראשון. רבים מחברי המחזור שלי שאלו אותי להיכן נעלמו הלק הירוק על הציפורניים, מגפי העור הארוכים וחצאית המיני, שנהגתי ללבוש כשהייתי סטודנטית". לדבריה, "מעבר לכיף שיש באירוע שכזה, כנסי הבוגרים יכולים לסייע להדק את הקשר בין הבוגרים לפקולטה. באופן זה, הבוגרים - שרבים מהם יושבים במקומות השפעה שונים בארץ ובחו"ל - יכולים לתמוך בפקולטה בדרכים רבות".

"היה מרגש וכיף לפגוש אנשים שלא ראיתי 40 שנה", ציינה **פרופ' ארנה גרימברג**, בוגרת מחזור '76 וכיום חברה סגל בפקולטה. לדבריה, מחזורי הבוגרים של תחילת שנות ה־70 זכו לאווירת לימודים משפחתית וחמה. "היינו כ־40 סטודנטים בכל הפקולטה; כולם הכירו זה את זה - היה כיף ללמוד". לדבריה, השאלה השכיחה שנשאלה בכנס הייתה "מה עשית כל השנים הללו?"; והתשובה השכיחה הייתה "הייטק כמובן". האירוע המרגש ביותר עבורה היה לפגוש בפרופ' גינזבורג. "נהדר לגלות שלפרופ' גינזבורג יש אותו קסם ייחודי מאז. הוא היה מרצה נפלא שלימד באופן מעניין ביותר. שנים לא רבות אחר כך היה לי הכבוד להיות המתרגלת שלו בקורסים ללוגיקה. כיום אני מלמדת לוגיקה, מבוא לאימות וקורסים מתקדמים באימות, וכך נסגר המעגל".

הנבואה של פרופ' גינזבורג

בתחילת שנות ה־70 כבר היה **פרופ' אלן רייטר** מרצה ידוע בקליפורניה בתחום מדעי המחשב. הוא לימד בכמה אוניברסיטאות ושימש כחוקר במעבדות מחקר, כל זאת עד שהוצע לו להצטרף למחלקה החדשה למדעי המחשב שהוקמה בטכניון. "הייתי בן 33, צעיר ונאיבי כשהגעתי מארצות הברית לטכניון. התכונן שלי היה ללמד כמרצה אורח ואחר כך לחזור לענייני בקליפורניה. כשחלפה השנה הראשונה וסיפרתי לפרופ' גינזבורג על כוונתי לעזוב, הוא אמר לי בסגנון הכריזמטי האופייני לו - 'אתה נשאר פה לכל החיים'. וכך היה". לדבריו, הוא היה המרצה היחיד באותם ימים עם ניסיון קונקרטי בתכנות. "אני זוכר שהטילו עליי לכתוב סילבוסים של קורסים מעשיים, אז לקחתי לי נייר ועט והתחלתי לרשום - זה לא מובן מאליו, אבל כנראה שפגעתי בול, כי 15 שנה אחר כך עוד לימדו קורסים באופן שאני התווייתי. הכול היה אז כל כך חלוצי. למדתי יחד עם הסטודנטים שלי, אבל הקפדתי להיות לפחות חצי דף לפניהם". רייטר מספר כי כבר שנים שהוא לא נמצא בקשר עם עמיתיו מהטכניון, כך שהכנס היווה הזדמנות נפלאה עבורו לפגוש חברים ותיקים מהשנים הראשונות של הפקולטה. "שמחתי במיוחד לפגוש את פרופ' גינזבורג. אחרי כל השנים הרבות, זה עדיין מרגש לדבר איתו. הוא מנהיג אמיתי שנתן לי המון השראה בחיי. קשה לדמיין את הפקולטה המפוארת הזו ללא פועלו".

לפקולטות נוספות בטכניון, יש חלק חשוב בתופעת היזמות והחדשנות של מדינת ישראל. אני רק מקווה שקובעי המדיניות במדינת ישראל ישכילו להבין שהתופעה הזו עלולה להיות תופעה חולפת אם לא יתעשתו ויעבירו להשכלה הגבוהה את המשאבים הדרושים לה".

פרופ' אלי ביהם, הדיקן הנוכחי של הפקולטה, אמר בפתח נאומו לבוגרים: "כאשר אתם למדתם, המחלקה הייתה קטנה ועסקה בהיבטים תיאורטיים של מדעי המחשב. כיום זו פקולטה גדולה שמהווה אחת משלוש הגדולות של הטכניון. מ־10 סטודנטים במחזור הראשון גדלנו לכ־1,300 סטודנטים הלומדים כיום לתואר ראשון, ועוד כ־200 לתארים שני ושלישי. עד היום הכשירה הפקולטה כ־6,000 בוגרים בעלי תואר ראשון, כרבע מהם נשים - רבים מהם נמצאים כיום בעמדות מפתח בתעשייה ובאקדמיה, ועל כך גאווה רבה. היינו רוצים לראות את הבוגרים כשגרירים שלנו, ואנו מקווים שתסכימו למלא תפקיד זה", סיכם ביהם.

כמעט כמו לפני 40 שנה

ד"ר אנדרי ברודר, בוגר הפקולטה, מחזור '77, העניק הרצאה מרתקת על תחום הפרסום הממוחשב באינטרנט. ברודר עלה מרומניה בשנת 1973, ולאחר שהחל ללמוד בפקולטה להנדסת חשמל בטכניון, החליט לעבור ולסיים את התואר הראשון בפקולטה למדעי המחשב. את המאסטר והדוקטורט השלים באוניברסיטת סטנפורד בארצות הברית. ב־1999, לאחר 15 שנה במרכז המחקר של חברת קומפקט, ועם הופעתו הראשונה של מנוע החיפוש באינטרנט, הצטרף ברודר לחברת אלטה ויסטה כמדען ראשי. שנתיים לאחר מכן עבר לתפקיד מחקר במעבדות IBM, ומשנת 2005 הוא משמש כסגן נשיא ומדען ראשי של Yahoo! העולמית. ברודר, שהגיע במיוחד לכנס מארצות הברית, סיפר כי ההשפעה המשמעותית ביותר עבורו בימיו בטכניון הייתה זו של **פרופ' שמעון אבן ז"ל**. "במהלך הקורס שהעביר אבן הבנתי שאלגוריתמים הם הדבר המעניין ביותר שנתקלתי בו אי פעם. מאז עסקתי אך ורק בזה". בהרצאתו ציין ברודר כי "מתפתח כאן מדע חדש העוסק בתמחור ובהקצאות אופטימליות של פרסומות באתרי חדשות ומידע, וחברת Yahoo! משקיעה רבות בפיתוח תחום זה".

פרופ' עודד שמואלי, המשנה לנשיא הטכניון למחקר, סגר את פרק ההרצאות בסקירת הישגי המחקר של הטכניון ובהם: אלגוריתם ZIP, שפותח בפקולטה, וכן הלוויין ששוגר על ידי הטכניון. "זהו הלוויין השני ששיגרנו. הראשון, להזכירכם, הפך ללוויין תת־מימי", אמר בחיך. בהמשך עבר לספר על התפתחויות מחקר חמות מהשנים האחרונות, כגון: הפרוטוקול הקריפטוגרפי הייחודי שפיתח ד"ר בני אפלבאום בעת היותו דוקטורנט בפקולטה למדעי המחשב, ואשר זכה על כך בפרס התזה הטובה ביותר מטעם ACM. בתום ההרצאות הזמנו הבוגרים לארוחת ערב חגיגת בליווי הרכב ג'אז. ממש לפני שהתפזרו לביתם, עמדו הבוגרים הוותיקים, כל מחזור בנפרד, לתמונת מחזור נוספת, כמעט





המחשב החדש (מסוג - PDP-11/70) מונס לבנין "יעד מחשבים"

מחנה הקרוונים בחוות יבור. צילום: משפחת גל

מימשו את היעד

הם הגשימו את רעיון הסטארט-אפ הרבה לפני שבארץ בכלל שמעו על המונח, וזכו לראות את חזונם לייסוד מושב שיתופי מושתת היי-טק קורם עור וגידים והופך להצלחה גדולה. כמה מחברי גרעין יעד, יוצאי הפקולטה למדעי המחשב, נזכרים ברוח החדשנות ובהתלהבות שאפיינו את הקמת הכפר התעשייתי הראשון בישראל ■ רן מירון

לארבעת ילדיה ולארבעת נכדיה. "גרעין יעד התהווה מחבורה שנהגה ללמוד ולבלות יחד. חשבנו שזה יהיה נחמד להמשיך לעבוד ולגור יחד. המונח סטארט-אפ עוד לא היה בלקסיקון, אבל בהחלט היינו מעין סטארט-אפיסטים חלוצים באופן שהעלנו רעיונות וניסינו לממשם. לאחר שלב הרעיונות הראשוניים לא ממש ידענו כיצד להתקדם הלאה. התחלנו להסתובב בארץ מהבקעה ועד הגליל כדי לחפש מקום פוטנציאלי להתיישבות. הארץ הייתה אז ריקה בהשוואה להיום, וראינו כמה פינות חמד שמאוד מצאו חן בעינינו. בשלב מסוים יצרנו קשר עם המוסדות המיישבים, ובמיוחד עם הסוכנות היהודית, ומכאן החלו הדברים להתגלגל בנתיב יותר פורמאלי", היא מספרת. "אחת הפגישות שלנו עם המוסדות המיישבים", מספר ברוק, "התקיימה עם פרופ' רענן וייץ, מנכ"ל המרכז לחקר ההתיישבות. ישבנו מולו משלחת מחברי הגרעין וסיפרנו לו על החזון שלנו. בתגובה לדברינו הוא שלף: "זה בדיוק הכפ"ת שאני מדבר עליו". שאלנו פה אחד מה זה כפ"ת? והוא הסביר שזה כפר תעשייה, ושזה בדיוק מה שנחוץ כי כבר אז עלו החששות מפני מחסור במים ואדמות לחקלאות. אני חשבתי על זה באופן תיאורטי, והנה אתם מגיעים עם כוונת ביצוע, הוא אמר לנו בהתלהבות". ברוק מבקש לציין גם את פרופ' אברהם גינזבורג, הדיקן הראשון של הפקולטה למדעי המחשב, ופרופ' אלן רייטר, שתמכו בחברי גרעין יעד כבר בשלבים הראשונים של גיבוש הגרעין. בפגישות הבאות של חברי גרעין יעד ונציגי הסוכנות היהודית הוצעו להם כמה מקומות פוטנציאליים להתיישבות בגליל. בסופו של דבר

מושב יעד שבגוש שגב - הכפר התעשייתי הראשון בישראל - הוקם על ידי קבוצת סטודנטים מהפקולטה למדעי המחשב וכמה חברים נוספים מהטכניון. המושב החל את דרכו ביישוב זמני שהוקם בסוף שנת 1974, בצמוד לחוות יבור, ולאחר ארבע שנים עלו חברי גרעין יעד למקום המשכן הקבוע שהכשירו עבורם מוסדות ההתיישבות דאז, בגוש שגב שבגליל.

"היינו ואיביים"

מנחם ברוק, כיום מנהל אזורי בחברת ההייטק Attunity, הוא בוגר מחזור '74 בפקולטה למדעי המחשב, ונמנה עם החברים הראשונים שהקימו את גרעין יעד. "בשנת 1970, כאשר התחלתי את לימודי בטכניון, הפקולטה הייתה אז מחלקה קטנה שמנתה מספר מצומצם של אנשים. בנסיבות אלו התפתחה חברות בין הסטודנטים, ומכיוון שכולנו היינו בוגרי תנועות נוער וצבא, וציונות באותה תקופה לא הייתה מילה גסה - עלה בשנת 1972 הרעיון להתארגן יחד ולהקים גרעין שיחתור להקמת יישוב שיתופי שיתבסס על הייטק במקום על חקלאות. היינו נאיביים ביותר. כסטודנטים צעירים ראינו את הדברים בצורה פשוטה - נקים גרעין, נמצא מקום להתיישב ונתפרנס מפעילות הייטק שנקים יחד. וזה אכן עבד".

יעל גל, אף היא בוגרת מחזור '74 וממקימי גרעין יעד, עבדה עד לפני חודשים מספר בסניף הצפוני של חברת מודו, שהקים דב מורן, וכיום היא "בעיקר נחה ובודקת כיוון פעילות חדש", ומקדישה את זמנה





גן משחקים, יעד 2010. צילום: ארנון לאובר



טקס העלייה לקרקע. צילום: משפחת גל

מחשוב רשות הדואר ההוגרית", הוא אומר, ומוסיף, "עבדנו, יצרנו והקמנו מתוך התלהבות, בתחושה של חדשנות. זה מה שלימדו אותנו בטכניון - חדשנות ודבקות במשימה. אני לא חושב שהסגל בפקולטה חשב על התיישבות, אבל, הנה, אנחנו ידענו לקחת את זה למקומות אחרים ומפתיעים".

התנהלות קהילתית שווה לכל

צורת החיים השיתופית, ביחידה מבודדת ואוטונומית למדי, הציבה לא מעט אתגרים בפני חברי יעד. גל: "באותם ימים לא היה זה מחזה מוזר לראות מישהו מאיתנו קם לפתע ועוזב, בעיצומה של עבודה אינטנסיבית על פרויקט חשוב בחברת התוכנה - בדרך כלל משום שנקבעה לו תורנות בפעוטון או כל פעילות אחרת שהיה על כולנו לבצע לפי סבב, ללא יוצא מן הכלל. זה מה שנדרש אז, והתייחסנו לכך באופן מקובל וטבעי. הכול התנהל באופן קהילתי ומשותף. גם הכסף שנכנס מהפרויקטים והמכירות של בתי התוכנה מיעד עבר לקופה משותפת וחולק לפי החלטה באופן שווה בין חברי הקבוצה".

בשנת 1978 עלתה הקבוצה ליישוב הקבע. בשנים שלאחר מכן יעד שגשג והתרחב, וכך גם בית התוכנה "מיעד מחשבים" ומפעל "ליעד אלקטרוניקה", שהקימו חברי יעד במקום. עסקים נוספים הוקמו ביישוב ומשפחות רבות הצטרפו, תהליך שאותו עודדו חברי היישוב, אולם במקביל פגעה ההתרחבות בתחושת השותפות. בשנת 1990 החליטו החברים לפתוח בתהליך הפרטת היישוב ועסקיו, וקליטה מוגברת יותר של תושבים חדשים ביישוב, שהפך עתה לקהילתי. "היינו פורצי דרך בכך שהקמנו את הכפ"ת הראשון ופורצי דרך גם ביוזמת תהליך ההפרטה, צעד שסלל את הדרך ליישובים רבים אחריו", מספר ברוק. לדבריו, תהליך ההפרטה שהתנהל למופת, רק חיזק את היישוב. "יעד, שהוא לטעמי אחד היישובים עם הנוף הכי יפה בארץ, מונה כיום יותר מ-120 משפחות. הוא מהווה מודל ודוגמה ליישוב מוצלח ולקליטה מוצלחת של תושבים חדשים", מסכם ברוק, ומוכן להודות שעל אף ההתפתחות הטבעית והברוכה של היישוב, הוא לפעמים מוצא את עצמו מתגעגע מעט לימי השיתוף של חברת יעד המלוכדת שהחלה את דרכה בפקולטה למדעי המחשב בטכניון.

בחרה החבורה בגבעה באזור גוש שגב, שכלל אז רק יישוב יהודי אחד - יודפת. "שמחנו על ההחלטה ואהבנו את המקום המיועד. הבעיה היחידה הייתה שהכנת התשתית ליישוב אורכת כמה שנים, וחששנו שבמשך תקופה זו יאבד הגרעין מהתלהבותו ויתפרק", מספרת גל. כפתרון למצב הציעה הסוכנות היהודית להקים יישוב זמני. וכך, מיד עם סיום התואר בפקולטה בשנת 1974, פנו חברי יעד להתיישב באתר הקרוואנים שהוקם עבורם על אדמות חוות יבור שליד קיבוץ יסעור. לאחר ההתאקלמות הראשונית ביישוב הזמני החלו החברים לעבוד במקומות שונים בתעשייה, במטרה לצבור ניסיון ולממש אותו ברגע שיבשילו התנאים להקמת בית התוכנה השיתופי הראשון בישראל.

ליצור ולהקים מתוך התלהבות וחדשנות

"הערכתי מאוד את חברי גרעין יעד. אהבתי את הרעננות, את המוטיבציה הגבוהה והציונות שהפגינו. חשבתי שמושב שיתופי שמתבסס על הייטק זה רעיון ייחודי ונפלא", מספר פרופ' אלן רייטר. "בהמשך, בשלב שבו הרעיון עבר לפסים אופרטיביים, אני הייתי בשנת שבתון בארצות הברית. יום אחד הגיע אליי למקום מגוריי בוויסקונסין מכתב שבו התבקשתי על ידי חברי הגרעין לכתוב עבורם מכתב המלצה לסוכנות היהודית ולסייע בגיבוש תוכנית עבודה ומודל עסקי עבור בית התוכנה שהם ביקשו להקים ביישוב. נעתרתי לבקשות בשמחה. מאוחר יותר הם הודיעו לי כי הסוכנות היהודית אישרה את בקשתם להקים יישוב שיתופי ושהתוכנית העסקית שבניתי עבורם אף היא אושרה. בעת העלייה ליישוב הזמני נערך טקס שאליו הוזמנו כל אנשי הפקולטה למדעי המחשב. זכור לי שאני ואברשה (גינזבורג) דיברנו בהתרגשות בטקס על כך שהקמת היישוב היא מעין שלוחה של הפקולטה למדעי המחשב בטכניון".

את חברת התוכנה "מיעד מחשבים" החלו חברי יעד להקים עוד בזמן שהתגוררו ביישוב הזמני. ברוק: "עבדנו על פיתוח תוכנה בנישה הנקראת כיום - מערכות ERP. המוצר שפיתחנו, ששמו מנכ"ל, היה למעשה, מערכת הנהלת החשבונות המקוונת הראשונה בארץ. בין הלקוחות שלנו יש כאלה שעדיין עושים באופן חלקי שימוש במערכת, בהם: רשות הדואר, ויזה כאל, עיריית אילת ומספר מועצות מקומיות ברחבי הארץ. פרויקט הדגל שלנו היה





בית גידול לחדשנות

HP Labs ישראל, הממוקמת בטכניון, משמשת מרכז ידע בתחום עיבוד תמונה, בינה מלאכותית וטכנולוגיות אוטומציה. "פה במעבדה אנחנו עוסקים בליבה של המוצר", מציין המנכ"ל דורון שקד, "החוקרים כאן מודעים לכך שלא רק שהם שותפים למשהו גדול, אלא שחלקם בפיתוח מוצרים חדשניים הוא החלק המשמעותי ביותר ■ רן מירון

השפעתה על השוק רבה וכל חיידוש מקבל הד משמעותי. כך אתה זוכה לראות את הרעיון שלך קורם עור וגידים והופך למוצר שהמוני אנשים משתמשים בו בכל רחבי העולם. פה במעבדה אנחנו עוסקים בליבה של המוצר, והחוקרים כאן מודעים לכך שלא רק שהם שותפים למשהו גדול, אלא שחלקם בפיתוח מוצרים חדשניים הוא החלק המשמעותי ביותר – זה מקור לגאווה ולסיפוק עבורנו. אולם כדי שהמעבדה הזו על חוקריה תוכל לשאת תרומה קריטית דרושים לנו אנשים איכותיים במיוחד, ובגלל זה אנחנו כאן, בטכניון. החינוך וההוראה באוניברסיטאות בארץ בכלל ובטכניון בפרט הוא שמכשיר אותם להיות האנשים שאנו מחפשים."

לדבריו, HP Labs אינה מחפשת חוקרים בנושאים ספציפיים דווקא. "אנחנו קולטים לכאן אנשים שיש להם יכולות גבוהות ואיכות אישיותית מיוחדת – שילוב המאפשר להם בסופו של דבר לנהל מחקר בצורה עצמאית, ללמוד ללא הרף, לנוע באופן גמיש בין נושאים ודיסציפלינות. אנחנו עוקבים באופן הדוק אחרי המתווה העסקי של HP – היום אנחנו מתרכזים באוטומציה של תהליכים הקשורים לדפוס, ומחר אנחנו כבר באוטומציה של מערכות IT גדולות", מספר שקד.

לסיכום מציין שקד כי HP תופסת מקום מרכזי בתעשיית ההייטק העולמית באמצעות השקעה רבה בחדשנות ובמחקר. "התפקיד החשוב שלנו בתעשייה הישראלית נשמר במידה מכרעת באמצעות ההון האנושי הייחודי שמגיע אלינו, רובו מהפקולטה למדעי המחשב ומפקולטות נוספות בטכניון. לנוכח זאת נמשיך לפתח ולהעשיר את הקשרים עם הפקולטה למדעי המחשב – אנו מתכוונים לקדם תוכניות שיתוף פעולה, כמו למשל תמיכה בסטודנטים לתואר ראשון ובתארים מתקדמים, ועבודה משותפת על פרויקטים מחקריים. הרעיון הוא שתוכניות תמיכה אלו ונוספות יסייעו בידי הטכניון לגדל ולטפח חוקרים מוכשרים ברמה מובילה בעולם."

שיתוף פעולה מחקרי עם הטכניון

סיוור במעבדת HP Labs מפגיש אותנו עם שלושה חוקרים בוגרי הפקולטה: **צחי קרני** סיים את הדוקטורט שלו בטכניון ב-2004, ולמעבדה הוא הצטרף ב-2008. בין לבין הוא עשה פוסט



רן מירון, מייסד HP Labs ישראל

חברת HP משקיעה מדי שנה כ-3.5 מיליארד דולר במחקר ובפיתוח ברחבי העולם. נתח ניכר מסכום זה מופנה למעבדות המחקר של החברה, הנחשבות למוקדי מחקר חשובים ביותר בתעשייה הטכנולוגית. מעבדת המחקר של HP, הממוקמת בטכניון, היא אחת מ-6 מעבדות מחקר הפרוסות ברחבי העולם: מרכז מעבדות המחקר נמצא בפאלו-אלטו, לצד הנהלת החברה, ומעבדות נוספות נמצאות בבריסטול, בבנגלור, בבייג'ינג ובסן פרנסיסקו.

הפעילות של HP Labs בחיפה מתמקדת בשני תחומים: יצירת אוטומציה בדפוס המסחרי ופיתוח אלגוריתמים שהופכים נתונים גולמיים לידע המסייע בייעול שירותים שונים בעולם טכנולוגיית המידע.

את מעבדת המחקר של HP בטכניון הקים לפני 15 שנה **פרופ' אברהם למפל**, ששימש כמנכ"ל HP Labs ישראל במשך 13 שנה, עד סמוך לפרישתו מ-HP בתחילת שנת 2008. למפל שימש כדיקן הפקולטה למדעי המחשב בין השנים 1981 ל-1984. בשלהי שנות ה-70 פיתח יחד עם **פרופ' יעקב זיו** את אלגוריתם "למפל-זיו" לדחיסת נתונים, אשר מהווה בסיס למרבית שיטות הדחיסה המודרניות והפופולריות במחשוב ותקשורת.

התרחשות נדירה ומיוחדת

הקשר של למפל עם חברת HP החל בשנת 1984, עת שהה שם בשנת שבתון. "מאותה שנה התחלתי בפעילות להקמת מעבדה של החברה בקמפוס הטכניון", אומר למפל. הרציונל, לדבריו, טמון באיכות החומר האנושי הקיים בטכניון. למפל הצליח לשכנע בכך את בכירי HP, ובי-7 בינואר 1994 יצא לדרך פרויקט ההקמה של סניף HP Labs בקמפוס הטכניון. חודש לפני כן הפך למפל לעובד מן המניין של HP. בהמשך הוא החל להציע לבוגרי דוקטורט צעירים מהטכניון משרה קבועה במעבדה. החוקר הראשון היה **דורון שקד**, אשר לאחרונה נכנס לתפקיד מנכ"ל HP Labs ישראל. "ייחודה של המעבדה", מדגיש למפל, "בכך שהיא פועלת מתוככי קמפוס של אוניברסיטה. מלבד מעבדה נוספת של HP בסין, המקיימת קשרים קבועים עם אוניברסיטה סמוכה, HP Labs ישראל היא בבחינת התרחשות נדירה ומיוחדת בכל העולם", הוא מציין.

מהרגע שהמעבדה החלה להעסיק צוות קבוע, עודד למפל את החוקרים שלו להתגייס לטובת העברת הרצאות לסטודנטים בטכניון. "שלושת הצדדים נהנו מהיחזמה. הטכניון, שמשווע לכוח אדם, שמח לקבל אנשי שטח איכותיים ומנוסים, החוקרים מהמעבדה הוסיפו שורה משמעותית ברזומה שלהם כמורים נספחים בטכניון, ומעבדת HP יצאה נשכרת בכך שחוקריה נדרשו להכיר היטב את החומר כהכנה להרצאות מול הסטודנטים. היחסים ההדוקים עם הטכניון הובילו במהלך השנים לתרומות ציוד בשווי של למעלה מ-2.1 מיליון דולר, ובהמשך מיליון דולר נוספים לכינון הקתדרה להנדסת מחשבים ע"ש HP, שאותה מאייש כיום **פרופ' חיים גוטסמן**.

השפעה רחבת טווח

האתגרים שמציעה המעבדה בתחום המחקר הם רבים ומגוונים, מציין שקד, ומוסיף: "מכיוון שמדובר בחברת ההייטק מהגדולות בעולם,





ד"ר רון שקר, מנכ"ל HP Labs ישראל.
צילום: כריס וויליס

צוות HP Labs ישראל. צילום: HP Labs

אודות HP

HP מיוצגת בישראל באמצעות מספר יחידות עסקיות: HP ישראל, מעבדות HP; חטיבת הדפוס הדיגיטלי - אינדיגו, חטיבת דפוס פפורמט רחב מאוד - סאיטקס, ומרכז הפיתוח העולמי של חטיבת התוכנה - מרקורי לשעבר. בישראל מועסקים כ-5,500 עובדים במגוון תחומים. לצד מעבדות המחקר בטכניון נמצאים גם מפעלי ייצור, מרכזי מחקר ומרכז הפיתוח העולמי של חטיבת התוכנה, ומרכזי מכירות, שירות ושיווק. במהלך שש השנים האחרונות השקיעה HP העולמית בטכנולוגיה הישראלית כ-6 מיליארד דולר - השקעה המבטאת את ההכרה של HP בפוטנציאל הטמון בהון האנושי הישראלי, ומשקפת פתח להזדמנויות ולהשקעות נוספות בארץ.

עשייה מגוונת

שגיא שיינ, גם הוא בוגר הפקולטה למדעי המחשב בטכניון, סיים את התואר הראשון בשנת 1999, ואת הדוקטורט בתחום הגרפיקה הממוחשבת בשנת 2006. בין לבין הוא יצא לעבוד בתעשייה במשך שלוש שנים. ב-HP Labs הוא עוסק בכמה פרויקטים: עיבוד תמונה, הנדסת תוכנה ומדידת ביצועים, תוך שיתוף פעולה עם חברות אחרות בתעשייה. "יש לנו שיתוף פעולה פורה עם אינטל, תוך ניצול יתרון הקרבה היחסית בין המרכזים של החברות בישראל. בעבודה המשותפת הזו מול ה-Software Solutions של אינטל נבחנו כמה ארכיטקטורות עתידיות של החברה, במטרה לבדוק כיצד HP יכולה לפתח על בסיס ארכיטקטורות אלו מוצרים מתקדמים בעלי יתרון התחלתי יחסי בשוק".

דוקטורט ולאחריו עבד בחברה טכנולוגית בחיפה. "המעבר שלי מהאקדמיה למעבדה היה חלק, היות ואני ממשיך לעסוק בקו מחקרי דומה. עובדה זו אפשרה את שיתוף הפעולה שקיימתי עם פרופ' גוטסמן, חבר סגל בפקולטה למדעי המחשב. המחקר עסק בשיטות גיאומטריות לשינוי גודל תמונה, תוך שמירת יחסי הגודל של החלקים החשובים בה. העבודה המשותפת התנהלה באופן חלק ומהיר, בין היתר הודות לעובדה ששנינו נמצאים במרחק הליכה זה מזה בתוך מתחם הטכניון", מספר קרני. לדבריו, העבודה המשותפת אף הולידה פרסום אחד שהוצג בכנס בינלאומי יוקרתי. פרסום נוסף שלחו השניים זה מכבר, ועתה הם מצפים לאישורו.

נקודת האיזון שבין האקדמיה לתעשייה

לאחר שסיים **עומר ברקול** את התואר השני בפקולטה למדעי המחשב בטכניון בשנת 2000, הוא יצא להתנסות מעשית בתעשייה, ובשנת 2004 החליט לחזור לטכניון ולפקולטה כדי להמשיך לדוקטורט. ברקול מתקשה לקבוע היכן הוא מרגיש יותר בבית. "במהלך הדוקטורט חשבתי על קריירה אקדמית, אבל תוך כדי כך הבנתי שזה בעצם לא בדיוק מה שאני מחפש; כשהגעתי לבסוף ל-HP Labs ידעתי שמצאתי את השילוב הנכון עבורי - מצד אחד פן תעשייתי, יישומי, שמאפשר לעסוק בדברים שקרובים למוצרים, ומצד שני יש במעבדה עיסוק בעל אופי אקדמי - ביצוע מחקרים, פרסום מאמרים ושיתופי פעולה עם אנשים מהאקדמיה". במעבדה עוסק ברקול בשני תחומים, אחד קשור בנושא עיבוד תמונה והאחר קשור בפיתוח תוכנה לעולם ה-IT. "שני הנושאים אינם דברים שעליהם עבדתי במהלך הדוקטורט. חלק מהעניין פה הוא להיות מסוגל לעבוד על דברים חדשים, וזה דווקא מוצא חן בעיני - אני אוהב את אפשרויות הגיוון המוצעות כאן".





דור ארד



בשיעור לוגיקה, סמסטר חורף תש"ע

החופש להצטיין

בית הספר שבו למדה דור ארד לא ידע להתמודד עם כישרונותיה הבלתי רגילים. המורים הקשו עליה כשהצטרפה לתוכנית מיוחדת המשלבת תלמידי תיכון בטכניון, והכשילו אותה בכל המקצועות. היום, בגיל 15 בלבד, היא גאה להיות סטודנטית מן המניין בפקולטה למדעי המחשב, ובטוחה שמצאה את מקומה ■ ישראל בנימיני, צילומים: איתמר רותם

עזבתי את בית הספר ועברתי ללימודים מלאים בטכניון, היא אומרת. האם היא ממליצה על המהלך לצעירים מצטיינים אחרים? "אני אוהבת עומס ואתגרים ופחות מנוחה. אבל אני מניחה שזו בחירה אישית של כל אחד".

ללמוד ולהעמיק

ארד מרוצה מאוד ממסגרת הלימודים החדשה. בטכניון היא כבר אינה חשה במגבלות ובמחסומים: "בבית הספר חָסַר לי החופש לבחור לעצמי אתגרים בקצב שמתאים לי. כאן קיבלתי את החופש הזה". לכן היא איננה שואפת לסיים את לימודיה בטכניון במהירות, כפי שסיימה את לימודיה בתיכון: "באתי לכאן לא כדי לצאת מהר ככל האפשר עם תואר. אני רואה את הערך של ללמוד ולהעמיק". היא שמחה על החופש הנוסף שלו זוכים המשתתפים בתוכנית המצוינים, שכולל דיוור במעונות, בו היא משתמשת לעתים בין השיעורים, וקבלת אישור ללמוד קורסים גם כאשר היא אינה עומדת בדרישות הקדם. "אפשר לראות בכך איך הטכניון, בניגוד לבית הספר התיכון שבו למדתי, יודע להתאים את המסגרת והחוקים כדי להתחשב במצטיינים", היא אומרת.

קשרים חברתיים אינם מהווים בעיה. בשלושת הסמסטרים שבהם למדה בטכניון, במקביל ללימודיה בתיכון, היא הכירה סטודנטים רבים שאותם היא ממשיכה לפגוש בקורסים שהיא לומדת עתה. עם זאת, היא אוהבת לעבוד לבד, וגם כאשר יש להגיש עבודות בזוגות היא מוצאת דרכים לחלק את העבודה. הסטודנטים והמרצים מקבלים אותה בטבעיות, והיא לעתים קרובות מוצאת את עצמה עוזרת לסטודנטים אחרים בהבנת חומר הלימוד ופתרון תרגילים.

חייה של ארד אינם נסובים רק סביב לימודים. היא אמנם רואה רק מעט טלוויזיה, כי אינה מוצאת עניין ברוב התוכניות הפופולריות, אך היא מנגנת כבר שבע שנים בפסנתר, מצוירת ואוהבת לקרוא ("קצת מדע בדיוני"). עם זאת, הלימודים נשארים במרכז תוכניתה לעתיד – היא חושבת על תואר שני ושלישי "אולי בתחומי רובטיקה או בינה מלאכותית". כך או כך, נראה כי ארד מצאה בטכניון את המסגרת שתספק לה את האתגרים שבהם חפצה.

הסטודנטית הצעירה ביותר בטכניון לומדת בפקולטה למדעי המחשב. האם זה מקום לא צפוי לפגוש בו נערה בת 15? אולי, אך נראה כי עבור **דור ארד** ההפך הוא הנכון, והיא מצאה סוף סוף את מסגרת הלימודים המתאימה ביותר עבורה.

ארד אובחנה כמחוננת בגיל צעיר, ולמדה בכיתות מחוננים, אך עדיין הרגישה שקצב הלימודים אינו מספיק מהיר עבורה וכי מסגרת הלימודים אינה מאפשרת לה להתפתח לכיוונים המעניינים אותה. בחטיבת הביניים צוינה הגבוהים ומהירות הלימוד שלה הביאו להחלטה להקפיץ אותה כיתה. השלמת החומר ברוב המקצועות לא היוותה בעיה עבור ארד, אך הכיתה שאליה עברה למדה מתמטיקה בקצב מוגבר, כך שנדרשה השלמת חומר רב. דרישה זו התבררה ככבדה כאשר נכנס לתמונה **ד"ר שוקי ארוש**, שעזר לארד להשלים את החומר. ארוש, המכהן גם כמרצה מן החוץ בטכניון, לא הסתפק בהשלמת לימודי המתמטיקה של ארד: לאחר שזיהה את הפוטנציאל שלה, הוא הציע לה להצטרף לתוכנית שילוב תלמידי תיכון של הטכניון כבר בכיתה ט'. "ד"ר ארושס ליווה, קידם וחשף אותי לתוכנית של הטכניון", מספרת ארד.

נלי בגרות ונלי פסיכומטרי

ארד המשיכה להשיג ציונים גבוהים בתיכון ("הכול מאיות חוץ מספורט", היא אומרת), ובמקביל ללמוד בטכניון. כדרכה, גם כאן היא לא העניקה לעצמה הנחות: בתוכנית שילוב תלמידי תיכון מומלץ ללמוד בקצב איטי, אך ארד בחרה ללמוד מהר יותר וסיימה 21 נקודות בשלושה סמסטרים. גם בקורסים אלה היא השיגה ציונים גבוהים, אך נאלצה להיעדר לעתים קרובות מבית הספר התיכון. בית הספר לא הסכים לכך: אף שארד השלימה את כל החומר והמשיכה לקבל "רק מאיות", היעדרויותיה הביאו להחלטה להכשיל אותה בכל המקצועות. "מערכת החינוך נועדה לספק צרכים של כל התלמידים, ולכן מספקת מענה בעיקר לתלמידים 'רגילים' – קשה לבית הספר להתמודד עם חריגים", מציינת ארד. הפתרון לבעיה היה תוכנית המצוינים של הטכניון. ארד עברה את שלבי המיון, כולל הרצאה קצרה בפני חברי סגל, והתקבלה לתוכנית. "ברגע שהתקבלתי כסטודנטית, לא היה לי כבר צורך בבגרות או בפסיכומטרי, ולכן



פרס אמדוקס לזוכים בתחרויות התכנות והפרויקט המצטיין 2009

פרסים לזוכים בתחרות הפרויקט המצטיין ע"ש אמדוקס לשנת 2009, הוענקו בטקס חגיגי שנערך בפקולטה ב־24 בנובמבר 2009. בטקס ניתנו פרסים לזוכי תחרות התכנות הפקולטית ע"ש אמדוקס, אשר גם זכו במדליית כסף בתחרות התכנות ACM ICPC האירופית, שהתקיימה במדריד. הטקס נערך בהשתתפות מר רם יונת, הממונה על תחום המחקר והפיתוח באמדוקס, ובנוכחות בני משפחה ואורחים רבים.



בתמונה מימין לשמאל: רם יונת, פרופ' אלי ביהם ובידיו בנו של אורן ברק, אורן ברק, פרופ' רועי פרידמן, פרופ' רן אלייניב ופרופ' מיכה לינדנבאום. צילום: יואב בכר

נשיא קרואטיה מבקר בפקולטה למדעי המחשב

ב־21 באוקטובר 2009 ביקר בפקולטה למדעי המחשב נשיא קרואטיה, סטפן מסיץ', בליווי שרים מממשלתו וראש עיריית חיפה, יונה יהב. הנשיא הוזמן למעבדה לעיבוד גיאומטרי של תמונה (GIP), שם קיבלו את פניו הדיקן, פרופ' אלי ביהם, וצוות המעבדה. מהנדס המעבדה, ירון חונן, סקר את הפרויקטים המבוצעים במעבדה, והציג בפני הנשיא הקרואטי את מצלמת התלת־ממד הייחודית, שהודגמה בין השאר על ידי צילום והצגת תמונת תלת־ממד של הנשיא.



בשורה הראשונה משמאל לימין: סטפן מסיץ', נשיא קרואטיה, פרופ' אלי ביהם, דיקן הפקולטה, ומר יונה יהב, ראש עיריית חיפה – מתבוננים בתמונות תלת־ממד. צילום: יואב בכר



הלפידים החדשים

חמישה סטודנטים וחבר סגל אחד הצטרפו השנה לתוכנית המצוינות לפידים. הנה הפרופילים שלהם ■ צילום: איתמר רותם

דנה דוקטלר

גיל: 21
מגורים: חיפה
צבא: מתכנתת ב־8200
למה לפידים? עולם ההייטק והעשייה בו מעניינים אותי, ותוכנית לפידים היא שער טוב להכיר את העולם הזה בזמן הלימודים.
אוהבת ופחות אוהבת בטכניון: אוהבת את הלימודים ואת האנשים פה, פחות אוהבת לרוץ בין הפקולטות בגשם.
בשעות הפנאי: קריאה, סרטים, סלסה.

קרש קפיצה ליזמים צעירים

ד"ר אלי בן ששון הצטרף כמוביל תוכנית המצוינות לפידים משנת הלימודים תש"ע. מבחינת תחומי המחקר, לדבריו "קשה למצוא מישהו הנמצא רחוק יותר ממני מתחומי היזמות וה'הייטק'". בן ששון חוקר נושאים ביסודות מדעי המחשב שאופק הזמן הדרוש למימוש נמדד בעשרים. אך את התמיכה בתוכנית לפידים ואת ההתלהבות ירש בן ששון מפרופ' עירד יבנה, שאותו החליף בתפקיד. מבחינתו מדובר בשירות חשוב שהטכניון מעניק לתעשיית ההייטק, אשר מהווה קרש קפיצה מבטיח ליזמים צעירים, ואף מחזק את ממד המצוינות המאפיין את הפקולטה.

אייל שולמן

גיל: 23
מגורים: תל אביב
צבא: מפקד בחיל המודיעין
למה לפידים? נראה שבתוכנית ארכוש כלים נוספים שיעזרו לי לממש את שאיפותיי.
אוהב ופחות אוהב בטכניון: אוהב את הנוף. פחות אוהב את המאבק היומיומי במעבר בין הכיתות.
בשעות הפנאי: כדורסל, צלילה וכמה שיותר חברים.



מאור בר אשר

גיל: 22
מגורים: גדרה
צבא: דסקאי הערכת מודיעין
למה לפידים? התוכנית עוזרת להרחיב את הידע בתחומי עניין נוספים.
אוהב ופחות אוהב בטכניון: עוד לא החלטתי.
בשעות הפנאי: שחייה, כדורגל וקריאה.

נדיר יזרעאל

גיל: 24
מגורים: חיפה
צבא: ראש צוות תוכנה בחיל המודיעין.
למה לפידים? כי זה שילוב אדיר בין לימודי מדעי המחשב לבין קורסים ניהוליים והעשרה בתכנים נוספים. בנוסף התוכנית מאפשרת ללמוד בראש שקט בלי לדאוג לשכר לימוד ומימון מחיה. חוץ מזה ממש כיף עם האנשים בתוכנית - הם באמת קבוצה מוצלחת מאוד.
אוהב ופחות אוהב בטכניון: אוהב מאוד את האנשים. פגשתי כאן כמה חברים שלא האמנתי שאני אפגוש, ובעיקר לא מתאימים לסטריאוטיפ הטיפוסי של אנשים מהטכניון. פחות אוהב את מצב הרוח הקודר של מקצת מהאנשים, שמושפע מהלחץ.
בשעות הפנאי: אוהב מאוד לטייל, לשחות ולצפות בסדרות טלוויזיה. בינתיים אני אפילו מספיק לעשות קצת מאלה בזמן הלימודים בטכניון.

עומר טבח

גיל: 22
מגורים: מעונות סנאט. תל אביב בסופי שבוע.
צבא: תותחנים
למה לפידים? תוכנית המספקת עניין בכלכלה ובמקביל במחשבים.
אוהב ופחות אוהב בטכניון: אוהב את המגוון האנושי והאתגר האינטלקטואלי ואת היעדר התחרותיות. פחות אוהב את העומס.
בשעות הפנאי: אילו שעות פנאי?



מרוץ הלפיד

קסדת טייסים עתידנית במטוסי F-35, בעיות מיסוי בחברה גלובלית והמצאת אופני כושר ייחודיים הם רק חלק מהפרויקטים שבהם עסקו השנה הסטודנטים בתוכנית המצוינות לפידיים. ואף מילה על מערכות ספרתיות וחדו"א ■ ישראל בנימיני

בהיקף שנתי של כ-3 מיליארד דולר. "מדהים לראות את המכונה הגלובלית הזו שעובדת 24 שעות ביממה, ומדהים עוד יותר להיחשף להיבטים הניהוליים שאיתם נדרשים להתמודד - אין פרט שאינו זוכה לתכנון - החל בתכנוני מיסוי וכלה בהפסקות חשמל".

ארי ציגלר אף השתתף בשבוע Out of the Box, שיזמה חברת מיקרוסופט. במסגרתו מתארגנים צוותים כדי לבחור רעיון ולבנות לו אבטיפוס בפעילות מרוכזת בת שבוע אחד. "בנינו מערכת המשלבת אופני כושר עם מסך המציג מסלולים אמיתיים ומשנה את המאמץ הנדרש לפי הקטע המתאים במסלול. בסוף אותו שבוע הצגנו את הטכנולוגיה בפני קבוצה מכובדת של נציגים מהתעשייה, שבין משתתפיה היה יוסי ורדי".

ציגלר ועציון מרוצים מהייחוד של התוכנית: "משתדלים לחשוף אותנו כמה שיותר לדברים שמחוץ למסגרת, ומעודדים אותנו להתרומם מעל לימודי היומיום. ההרצאות והפעילויות בתוכנית שלנו, כמו גם במועדון ההשקעות, במועדון היזמות ובתחרות BizTEC של הטכניון, מאפשרות לנו לראות את התעשייה מזווית שונה וייחודית, שלא ניתן ללמוד עליה במסגרת קורס או דרך התבוננות מהצד", מסכמים השניים.

"ריסקתי את המסוק", מספרת בחיך ענת עציון, כאשר היא מתארת את הביקור בחברת אלביט, הנמנית עם מעניקות החסות לתוכנית המצוינות לפידיים. את עלילותיה של תוכנית לפידיים גוללנו במגזינים הקודמים. ולמי שהחמיץ - מדובר בתוכנית שמטרתה להכשיר בוגרים בעלי פוטנציאל למנהיגות ובעלי כישורים מעולים בתחום היזמות והניהול. הסטודנטים בתוכנית מקבלים מלגת מחיה ושכר לימוד, מחשב ומשרד בפקולטה, וכן חשיפה לדמויות מפתח ולאסטרטגיות בחברות התומכות - אינטל, אלביט ומיקרוסופט. כינסו שניים מהסטודנטים - ענת עציון וארי ציגלר - לשיחה על החוויות שצברו בשנה שחלפה.

חשיפה אל מחוץ למסגרת

"נחשפנו לפרויקטים חדשים כמו קסדת טיס עתידנית המיועדת למטוס F-35, שעליה מוקרן המידע הנדרש לטייס, כך שנוצר רושם של תצוגה יציבה שאינה זזה כשהטייס מסובב את ראשו. פרויקט אחר שהוצג באלביט היה סימולטור טיסה במסוק", מתארת עציון.

הקבוצה ביקרה במפעל הייצור של אינטל בקריית גת, המייצא

הגך מוזמן להיות "שומע חופשי" (ללא תשלום)
בהרצאות הפקולטה למדעי המחשב בטכניון
בסמסטר אביב תשי"ע (2 במרס-24 ביוני)
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 בסיס מקום פנוי,
כתוקף לסמס' אביב תשי"ע
ומותנית כרישום ואישור הפקולטה

ההשתתפות בקורס לא כוללת
הגשת תרגילי בית ומכתבים
אפשרות לחנייה במקום



מתגעגע לטכניון?

ראויים לשבח

הדירוג האקדמי של האוניברסיטאות לשנת 2009 מיקם את תחום מדעי המחשב בטכניון במקום ה-17 בעולם. הישג זה, והישגים נוספים, נובעים מהשאיפה המתמשכת למצוינות שאותה מובילים סטודנטים, בוגרים, חברי סגל וצוות הפקולטה

עובדים מצטיינים תשס"ט

ירון חונן - מהנדס המעבדה לעיבוד גיאומטרי של תמונה
מיקה שפירא - מזכירת הוראה

הצטיינות בהוראה לסמסטר אביב תשס"ט

ד"ר עמיר תומר - שיטות בהנדסת תוכנה - מרצה מצטיין טכניוני

מתרגלים מצטיינים לסמסטר אביב תשס"ט

תמר אייזיקוביץ - אוטומטיים ושפות פורמליות - מתרגלת מצטיינת טכניונית מתמידה
ליאוניד רסקין - מבוא למערכות הפעלה - מתרגל מצטיין מתמיד
תאמר סלמאן - את"מ - מתרגל מצטיין מתמיד
דוד בן-דוד - אוטומטיים ושפות פורמליות
דוד ינאי - קומבינטוריקה
יונתן יניב - מבני נתונים
גיל כהן - אלגוריתמים
אלכסנדר לנדאו - מבוא למערכות הפעלה
איליה נודלמן - מבוא לרשתות מחשבים

זוכי פרסים ומלגות לסמסטר אביב תשס"ט

שחר פפיני - תחרות התכנות הפקולטית ע"ש אמדוקס לשנת 2009; ומדליית כסף בתחרות התכנות של ACM, במדריד
יניב סבו - תחרות התכנות הפקולטית ע"ש אמדוקס לשנת 2009; ומדליית כסף בתחרות התכנות של ACM, במדריד
אושרי אדלר - תחרות התכנות הפקולטית ע"ש אמדוקס לשנת 2009; ומדליית כסף בתחרות התכנות של ACM, במדריד
איתי לוי - תחרות התכנות הפקולטית ע"ש אמדוקס לשנת 2009; ומדליית כסף בתחרות התכנות של ACM, במדריד

פרופיל מצטיין: מיקה שפירא



מיקה שפירא. צילום: ישראל שפירא

- גיל: 58
- מצב משפחתי: נשואה לישראל, אם לאפרת (24) ואיריס (19).
- מגורים: חיפה.
- לימודים: תואר ראשון בגיאוגרפיה ולימודי ארץ ישראל באוניברסיטת חיפה.
- תפקיד: מזכירת הוראה בפקולטה.
- אהבת בעבודה: הקשר היומיומי עם המלגאים/המתרגלים בפקולטה.
- פחות אהבת: השמרנות של מערך לימודי ההסמכה בטכניון.
- כשאהיה גדולה: אלמד לרקוד.
- קריירה חלופית: תרומה לקהילת הקשישים.
- מסר לפקולטה: זה שנים מספר שמנשבות רוחות חדשות בפקולטה. המשיכו ליזום פעילויות חברתיות כמו מסיבות פורים וטוילים.
- עוד משהו: גם אחרי 30 שנה אני שמחה להגיע כל בוקר לעבודה בטכניון.



איתן יעקובי

איתן יעקובי, בוגר הפקולטה, נמנה עם חמשת החוקרים הצעירים והמבטיחים של אגודת מרקוני היוקרית

איתן יעקובי, בוגר תואר ראשון ושני בהצטיינות יתרה בפקולטה למדעי המחשב בטכניון, וכיום דוקטורנט ב־Jacobs School of Engineering באוניברסיטת סן דייגו, קיבל את פרס החוקר הצעיר מטעם אגודת מרקוני היוקרית, במשותף עם צוות חוקרים. יעקובי זכה בפרס בשל הישגיו בתחום התקשורת ותורת המידע, ובמיוחד עבור מחקרו Error Correcting Coding ביזכרונות פלאש.



פרופ' חגית עטיה. צילום: אלינה ליבשיץ

פרופ' חגית עטיה נבחרה לעמיתה באגודת ACM

פרופ' חגית עטיה נבחרה לעמיתה באגודת ACM (Association for Computing Machinery). האגודה, שהינה הגדולה והחשובה ביותר בתחום המחשוב, הכריזה השנה על בחירת 47 מדענים ברחבי העולם כעמיתים. תוכנית העמיתים של אגודת המחשוב העולמית נוסדה כדי לציין תרומות יוצאות דופן של מנהיגים בעולם המחשוב. בחירתה של עטיה התבססה על תרומתה למחשוב מבוזר ומקביל.



פרופ' אמריטוס אברהם למפל. צילום: עמוס צוקרמן

פרס רוטשילד 2010 יענקל לפרופ' אמריטוס אברהם למפל

פרופ' אמריטוס אברהם למפל הוא זוכה פרס רוטשילד לשנת 2010 בתחום ההנדסה. למפל כיהן כדיקן הפקולטה בין השנים 1981 ל-1984. בשנת 1977 פיתח יחד עם פרופ' יעקב זיו את אלגוריתם למפלי-זיו לדחיסת נתונים, המהווה את הבסיס לכל טכנולוגיית דחיסת הנתונים, ובפרט לפורמטי הייצוג של תמונות מסוג GIF ו-PNG ואלגוריתם הנמצא בשימוש הנפוץ ביותר בתוכניות דחיסה בפורמט ZIP.



קול קורא

מאת: עירד יבנה. צילום: שאול מרקוביץ

”בְּאֶרֶץ הָעֵזְרִים, אוֹמְרִים, צִיקְלוֹפּ מְשׁוּל לְמִלָּה, הַשְּׁבִיל אָמְנָם אֲלֵם, אָבֵל חֲכָם הוּא מִן הַהֵלֶךְ, טוֹבָה צְפוּר אַחַת בְּיַד מְשִׁתִּים עַל אֵילָן, וְאִין מָה לְמַהֵר - הַחֲפָזוֹן מִן הַשָּׁטָן.”

אָז אִם אַתָּה בְּרַנֵּשׁ שְׁנוֹן וְרִב־טִמְפֶּרְמֵנוֹט, אִם אִין כְּמוֹךְ בְּרִדְעָה מִהוֹדוּ עַד טִשְׁקֵנוֹט, מְבָרִיק, נִלְהֵב, אִינְטֵלִיגֵנוֹט, מְצַלִּיחַ וְנִבּוֹן, מְזִל־טוֹב, גָּבֵר, הַתְּקַבְּלֵת, בּוֹא לְטַכְנִיּוֹן!

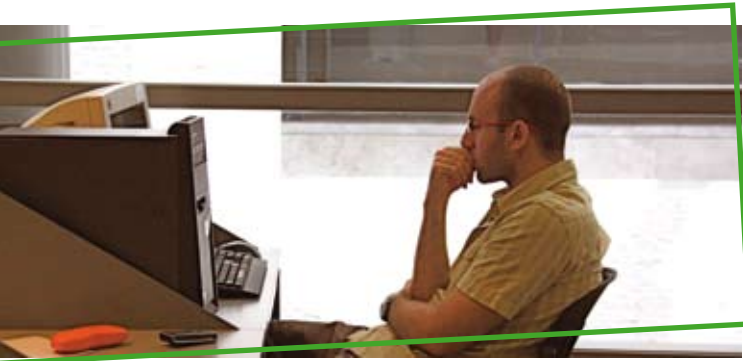
לְטַכְנִיּוֹן - שְׁאִין כְּמוֹתוֹ בְּכָל הַמְּדִינָה, מְשִׁכֵּן לְאֵלּוֹפֵי חֲכָמָה וּמְאֲלָפֵי בֵּינָה, אָז אִם אַתָּה גָּאוֹן שֶׁל אֲמָא - בּוֹא אָמֹר נָא כֵּן, כִּי הַטּוֹבִים בְּטַכְנִיּוֹן, וְהַטּוֹבוֹת אַרְף הֵן!

וְאֵת - הַמְּתַעֲלָה בְּנִתּוּחִים וְאִבְחָנוֹת - אִם אִין כְּמוֹךְ מְכַשֶּׁרֶת בְּבָנִים וּבָנוֹת, עֲזָבִי אוֹתָךְ מִ”הַעֲבָרִית”, דְּלָגִי עַל ”בֵּן-גּוּרִיּוֹן”, אֲמַרִי שְׁלוֹם לִ”תַּל-אָבִיב” וּבּוֹאִי לְצַפּוֹן,

לְטַכְנִיּוֹן - שְׁאִין כְּמוֹתוֹ בְּכָל הַמְּדִינָה, מְשִׁכֵּן לְאֵלּוֹפוֹת חֲכָמָה וּמְאֲלָפוֹת בֵּינָה, אָז אִם מוֹחֵךְ צָלוּל וְחָד - תְּכַבֵּל לָךְ עַל הַזְּמַן, כִּי הַטּוֹבוֹת בְּטַכְנִיּוֹן, וְהַטּוֹבִים עִמּוֹ!

וְאִם אַחַת לְפָרְקֵךְ זְמַן אַתָּה מְרַגֵּשׁ רִפְּהָ - אִם טַעוּנֵךְ הַמְּלַמֵּד אִינוֹ עוֹלָה יָפָה - הֶסֶר מוֹרָא מְלַבְבָּךְ - אֵל תִּשְׁקַעִי בְּשַׁחוּר, מְחַר תִּזְרַח הַשְּׁמֶשׁ שׁוֹב, וְאִישׁ כְּבָר לֹא יִזְכֵּר,

בְּטַכְנִיּוֹן - שְׁאִין כְּמוֹתוֹ בְּכָל הַמְּדִינָה, מְשִׁכֵּן לְאֵלּוֹפוֹת חֲכָמָה וּמְאֲלָפֵי בֵּינָה, אָז אִם אַתָּם כְּאֵלֶּה מְצַלְחִים - אֲמַרוּ כְּבָר כֵּן, כִּי הַטּוֹבִים בְּטַכְנִיּוֹן, וְהַטּוֹבוֹת אַרְף הֵן!





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, פתח תקווה וירושלים יש מגוון משרות להציע לך. דרושים מהנדסי תוכנה וסטודנטים לתואר ראשון (סמסטר שני ומעלה) או לתארים מתקדמים במדעי המחשב 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

