

העתידין דר' דוד פסיג מדווח מעמק הסיליקון

<http://faculty.biu.ac.il/~passig>

קצב ההתפתחות הטכנולוגית

מספר טכנולוגים מושבעים החלו לאחרונה לפזר ספקות לגבי עתידו של המין האנושי אם וכאשר הוא ימשיך לפתח את הטכנולוגיות שלו בקצב ובכוון בו הם נעים עתה. הבה נארגן את הנתונים הידועים לנו על קצב השינויים הטכנולוגיים כדי שלא נגיד "לא ידענו". ונסיים בטענה מדוע עתידו של המין האנושי נראה מבטיח יותר מהגל העכור העובר על כמה הוגים בתחילת המאה העשרים ואחת.

Bill Joy – No Joy

ביל ג'וי, המדען הראשי ואחד ממייסדיה של חברת Sun, הפך לדמות נביא הזעם הטכנולוגי התורן מאז פרסם את [מאמרו](#) על הסכנות המאיימות על המין האנושי. ביל הוא אחת הדמויות המבריקות בעולם המחשבים ומאבותיהם של הרבה טכנולוגיות מבריקות כדוגמת Java ו-[Jini](#). הטענות כנגד המשך פיתוחם של טכנולוגיות רבות שהוא העלה הכו גלים בעיקר בגלל שהם באו מפי אחד הטכנולוגים המסמלים יותר מכל את מהפכת המידע. ביל העלה את החרדות העמוקות ביותר המקננות בלב כל אחד מאתנו. הוא טען כי טכנולוגיות רבות מתפתחות בקצב מסחרר ובכיוונים בלתי צפויים עד כי אם לא נתחיל להסדיר, לכוון, ולווסת את המחקר והפיתוח של טכנולוגיות, כדוגמת הבינה המלאכותית, הנווטכנולוגיה והביוטכנולוגיה, המין האנושי עלול לחדול מלהתקיים.

מאז שפורסם המאמר באפריל 2000 ב-[Wired](#) הוא הפך לנושא הדיון [החם](#) ביותר בכנסים, בשיחות פרטיות, [ובפורומים](#) מקוונים רבים. הרבה נאמר ועוד יאמר כנגד ובעד הטענות שהוא העלה. לא משנה מה תהיה הדעה של כל אחד מאתנו, דבר אחד אסור שיקרה לנו—מה שקרה לבייל ג'וי. ביל מבסס את עיקר הפאניקה שלו על הטענה כי הוא לא היה מודע לקצב של ההתפתחויות. וכי ברגע שהוא החל להיוודע לנתונים זה גרם לו להטיל ספק ביכולתו של האדם לשלוט בכיוון ההתפתחות. מה שהביא אותו למסקנה כי עלינו להאט את הקצב על ידי רגולציות.

אנחנו יכולים לחלוק האחד על רעהו בדבר אם צריך, כמה צריך, ואם בכלל אפשר לחוקק חוקים כדי להגביל ולכוון את ההתפתחות הטכנולוגית. אבל אסור שנהיה מופתעים ונבסס את דעתנו תחת השפעת ההלם. זהו חלק מתפקידם של העתידינים. ברשותכם, אני רוצה למלאות את חובתי כלפיכם. להבא אשתדל להביא בפניכם בטור זה התפתחויות רבות, לכן חשוב להציב את נתוני קצב השינויים על השולחן. בהיותנו מודעים לקצב יקל עלינו לעסוק בסוגיות האתיות הקשות שהטכנולוגיות מעלות.

אל תגיד יותר "לא ידעתי"!

הנה בפניכם מספר דפוסים המתארים את קצב השינויים:

- בתחילת המאה ה-20 הפיק המין האנושי מידע שהכפיל את עצמו כל 80 שנה. ואילו בתחילת המאה ה-21, מחקר שנעשה ב-MIT מציין כי המין האנושי מכפיל את המידע המתפרסם בפרסומים מקצועיים כל 18 חדשים.
- חוק מור (Moore's Law) הידוע טוען כי מעבדי מחשבים (chips) מכפילים את כוח החישוב שלהם כל 18 חדשים. קורצוויל בספרו [Age of Spiritual Machines](#) טוען שקצב זה עומד כיום על 12 חדשים בלבד, וכי חוק מור היה תקף כ-100 שנה ותיאר את קצב ההתפתחות בחמש טכנולוגיות שונות: מכניות, אלקטרו מכניות, שפופרות ואקום, טרנזיסטורים, ומובילים למחצה (semiconductors). קצב זה יכול להמשיך להיות תקף גם בטכנולוגיות עתידיות כמו ביו-מחשבים ומחשבי קוואנטים. בקצב זה, יש לצפות כי בשנת 2020 מחשב בעוצמת חישוב של המוח האנושי יעלה כ-\$1000. ואילו בשנת 2040 מחשב בעוצמות חישוב של כל המוחות האנושיים בארה"ב גם הוא יעלה רק \$1000. הרבה אנשים רואים במגמה זו סיבה מספקת לחשוש לסופו של המין האנושי. למה? משום שקצב השינויים לא מפסיק בחוק מור. יש חוקים נוספים.
- חוק Metcalfe טוען כי על כל n משתמשים המשתמשים ברשת ערך הרשת מבחינה כלכלית עולה פי n^2 .
- חוק Ruetzger טוען כי צרכי אחסון מידע של חברות מכפילים עצמם כל שנה.
- חוק Gene טוען כי האנרגיה הדרושה להפעלת semiconductors הולכת ומצטמצמת באופן ניכר כל שנה.
- חוק Gilder באחת הצורות שלו טוען כי רוחב הפס (bandwidth) משלש את עצמו כל שנה. וכי מספר הביטים העוברים ברשת מכפילים עצמם כל 100 ימים.
- חוק Oliver טוען כי באמצע שנות ה-70, עוד בתחילת התפתחותם של הביו-טכנולוגיות, המידע התעשייתי—כפי שהוא נמדד בפטנטים שאושרו אז—הכפיל את עצמו כל 8 שנים. כיום, בתחילת שנות האלפיים, קצב הכפלת המידע המשתקף בפטנטים עומד על כשנה אחת בלבד. ואילו לקראת 2005 המידע הביו-טכנולוגי יכפיל את עצמו **כל יום**. בדקות אלו ממש כשאני כותב שורות אלו מתקיימת מסיבת עיתונאים בה מכריזים על סיום מיפוי פרויקט הגנום. עד לפני כשנתיים ב-1998 ההערכה הייתה כי פרויקט הגנום האנושי יסתיים בשנת 2005. לפני כשנה וחצי ההערכה הייתה עד שנת 2003. לפני כשנה התפללו לשנת 2001. הנה לנו אמצע שנת 2000 (26 ביוני, ליתר דיוק – יום שייזכר בהיסטוריה של המין האנושי) והמדענים עושים את ההכרזה הרשמית בפני קהל עם ועדה. אפילו הם לא האמינו שזה יהיה קצב המיפוי.

מה ביל שוכח

זה מחזיר אותנו לביל ג'וי הטוען שבהכרח עלול הקצב הזה להוביל להכחדתו של המין האנושי משום שבני אדם מתפתחים בקצב מזערי לעומת התפתחותם של הטכנולוגיות שלו. חשוב לזכור, שום טענה שביל העלה אינה חדשה. הכל כבר נאמר ונכתב בשלושת העשורים האחרונים. הוא התעורר כטענתו בדקה ה-89. וודאי, מי שמתעורר מאוחר יש לו נטייה לנסות לבטל את ההתפתחות ולו רק משום שהוא לא מוכן לה. אבל זה לא יצלח כי אי אפשר לעצור את השעון. העצירה תהייה יקרה יותר למין האנושי מאשר המשך ההתפתחות.

מה שכן ניתן וצריך לעשות הוא להתכונן טוב יותר. יש להגביר את המודעות של שכבות חברתיות, כלכליות, ומדעיות רחבות ככל שניתן להשלכות של ההתפתחות. יש לחנך דורות חדשים בהכרה כי מה שהיה הוא לא מה שיהיה. וכי הדילמות שאנו צריכים לתת את דעתנו עליהן הן בממדים אחרים. אי אפשר לברוח או לדכא את האבולוציה האנושית. מה גם שאין לנו עדיין מושג מה על החכמה הטבועה בטבע והמובילה את ההתפתחות. אין לנו כל מושג בעיקר במשמעות של האבולוציה ולאן זו חותרת. מה שכן יש לנו עליו מידע מבוקר הוא העובדה שנביאי הזעם לאורך כל ההיסטוריה של המין האנושי נכשלו בנבואותיהם. והמין האנושי, בתחילת המאה העשרים, יחסית להיסטוריה הקצרה שלו ביקום, כקולקטיב הוא נבון יותר, בריא יותר, שבע יותר, עשיר יותר, ועוד. יש לו עוד הרבה חסרונות והרבה במה להשתפר—הוא צריך להיות אחראי יותר לסביבתו, לאהוב יותר, לדאוג לחלוקה צודקת יותר של משאביו, ועוד. רגע, מי אמר שהכל מושלם? מאז ומתמיד ידענו שהמלאכה מרובה, ושהפועלים עצלים. אבל מעולם לא הרפינו ידיים או ויתרנו. אל תזלזל מר ג'וי בתבונה ובאחריות של הדור או הדורות הבאים. מי היה מאמין שאתה ואני נחיה כל כך בביטחה בסוף המאה העשרים ותחילת המאה העשרים ואחת. הרבה נביאי זעם תעשייתיים חזו שלונדון תתמלא בצואת סוסים, שהדלק יאזל בעולם, שמיליארדים ימותו מרעב כי לא יהיה מספיק מזון ל 3-4 מיליארד בני אדם. היום הדלק יותר זול מאשר לפני 30 שנה ויש די והותר מזון ל-6 מיליארד בני אדם (את האשמה על אלו שעדיין מתים מרעב יש להטיל על מנהיגות מושחתת או על ניהול כושל ולא על מחסור).

איפה ה-joy (שמחה) בילי ג'וי?