

הערכה חילופית בלשון ~ על החשיבות והיכולות של Generative AI ~ מאמר

שחר פרץ

22 במרץ 2025

תוכן העניינים

2	1	מבוא
2	1.1	הגדרת הנושא והטיעון
2	1.2	מטרה
2	1.3	רקע לוגי ותיאור המתודות להוכחת טענות
2	1.4	טרמינולוגיה
3	2	רקע היסטורי
3	2.1	בועת הדוט-קום
4	3	רקע טכני ותיאורטי
4	3.1	על המושגים
4	3.2	מבוא קצר לפעילות מש"ג
4	3.2.1	קשב
4	3.2.2	קר"ש
4	3.3	יכולות מודלי במ"מ
5	4	רקע כלכלי
5	4.1	מבוא לפרק
5	4.2	על ההכנסות של חברות העוסקות בבינה מלאכותית
5	4.3	על השווי של חברות העוסקות בבינה מלאכותית
5	4.4	על השוק
5	4.5	על הייתרונות המחקריים של בינה מלאכותית
6	5	קישור הרקע לטענה המרכזית
6	5.1	מסקנות ממצב הכלכלה
6	5.2	מסקנות על יכולות עתידיות
6	5.3	צפי
7	6	קישור הרקע להפרכת טענות נגד
7	6.1	מי אתה להתווכח עם אנשים שחכמים ממך?
7	6.2	"זה העתיד"
7	6.3	אז אתה אומר שצריך להפסיק להשקיע ב-AI?
7	7	סיכום הדברים
8	8	ביבליוגרפיה
9	9	דברים נוספים
9	9.1	כלים עיקריים
9	9.2	ניגוד עניינים
9	9.3	אודותי

המשך בעמוד הבא

מבוא

1.1 הגדרת הנושא והטיעון

בטיעון זה ארצה להדגים מדוע יש יותר מדי "הייפ" והתלהבות מיותרת ולא פורפוציונלית סביב נושא הבינה המלאכותית (AI). לשם כך, אתעסק עם השאלות הבאות:

- מה בינה מלאכותית מסוגלת לעשות היום, ומה תהיה מסוגלת לעשות בעתיד?
- כיצד נעריך "הייפ" והתלהבות, בצורה מדידה שתאפשר לנו להראות שאכן מדיתה אינה פורפוציונית למציאות?
- מה כן ההשפעות של בינה מלאכותית, בהשוואה לאירועי עבר? הטיעון יבנה בצורה הבאה:
- סיפוק רקע נרחב שיאפשר לנו להבין את הנושא לעומק. נגדיר "רקע" כנושא שלא מתעסק ישירות באחד או יותר מהנושאים לעיל. פרקים 1-4.
- קישור הרקע לנושא, והסקת מסקנות – פרקים 5-6.
- סיכום והוכחת הטענה – פרק 7.
- ביבליוגרפיה – פרק 8.

1.2 מטרה

מטרת הטיעון הזה היא להוכיח באופן בלתי ניתן לערעור את הטענה. לכן, לא אפעל באופן רטורי בשביל רטוריקה, כי אין זה עוזר למטרה זו. זאת בניגוד למצגת שאציג בכיתה, שמטרתה לשכנע בדבר הנכונות. המצגת תהיה משכנעת ומתומצתת, בניגוד למאמר הזה המהווה להיות מסמך טכני, מפורט ופורמלי.

1.3 רקע לוגי ותיאור המתודות להוכחת טענות

לפנות כל, ארצה להציג רעיונות תיאורטיים גרידא. הם חיוניים על מנת להגדיר (ואף באופן מקוצר) את כללי ההסק שימשו כחוקים.

ב-28 במרץ 2024, הורשע סם בנקמן-פריד (מעתה ואילך יקרא "SBF") בהונאות משקיעים בעולם הקריפטו בסכומים של מיליארדי דולרים, ונאסר ל-25 שנה [1]. לאורך המשפט, SBF טען שהשתמש בכוחו

כדי להפוך את העולם למקום יותר טוב. מראיונות קודמים, הובן כי SBF תמך בגישות תועלתניות מסוימות שגרמו לו לחשוב כי הבעיה המרכזית של האנושות היא המקום בכדור"א והסיכון שהאנושות תשמיד אותו, וכי הוא מכיר בבעיה ועל כן מוסרי עליו לפעול בדרכים לא חוקיות, ששוללות את הזכות של אנשים לבחירה חופשית על כיצד ישתמשו בממונם, כדי להשקיע בפתרון הבעיה [2].

אחת מן הנקודות הרבות שנראות לוגיות-לכאורה במחשבה זו, אך למעשה מתבססות על כללים שבורים, היא ההנחה כי נוכל לבצע (באמצעות כלים סבירים חישובית) היסק באמצעות כלים דטרמיניסטיים על מערכת **כיאוטית** כדוגמת האנושות והיקום כולו – הלוא דברים "פשוטים" כמוגז האוויר, או שלוש מטוטלת, מתנהג באופן לא ליניארי וכאוטי. כמעט ולפי הגדרה, ניאלץ להעזר בקירובים למערכת האמיתית (שמטבעם יהיו לא מדויקים), או, במקרה העדיף – לחזות את התקדמות המערכת באופן **היורסטי** (נסיוני) על בסיס התנהגותה בעבר.

על כן, בטיעון זה, רעיונות תיאורטיים-גרידא יחשבו כחסרי משמעות, אלא והינם מתארים מערכת מתמטית סופית דטרמיניסטית (כדוגמת מחשבים). נקראם **טיעונים מסוג ראשון**. על פניהם, נעדיף מחקרים המראים נתונים סטטיסטיים, או התבוננות באירועי עבר מוכרים היסטורית. נקראם **טיעונים מסוג שני**. מהסיבות שראינו בפרק זה – טיעונים מסוג ראשון תמיד יוכלו להיות מופרכים ע"י טיעונים מסוג שני. נפריד טיעונים מסוג שני לשני סוגי טיעונים – כאלו המתבססים על מחקרים על טווח זמן קצר (בהתחשב באופי הנושא שעלה רק בשנים האחרונות – כל טיעון מחקרי שיובא כאן) וכאלו המתבססים על היסטוריה ארוכת טווח. מנימוקים דומים טיעונים היסטוריים יחשבו כחזקים מטיעונים מחקריים.

1.4 טרמינולוגיה

במהלך העבודה אשתמש במספר מושגים שלא מן העברית – ולכן, שום שזו עבודה בעברית, בעבור אלו שאשתמש בהם הרבה, אגדיר מקבילה עברית (והאמת, אולי גם קצת כדי לצחוק על האקדמיה ללשון העברית, שכן באמת ובתמים קשה לקרוא את המשפט 'מש"ג מורכב מקשבים וקר"שים'). באופן דומה אגדיר תעתיק של שמות:

קיצור עברית	עברית	קיצור אנגלי	אנגלית
ב"מ	בינה מלאכותית	AI	Artificial Intelligence
במ"מ	ב"מ מחולל	GenAI	Generative AI
-	אנבידיה	-	Nvidia
מש"ג	מודל שפה גדול	LLM	Large Language Model
-	הערכת יתר	-	Overvaluation
קר"ש	קולטן רב-שכבתי	MLP	Multilayer Perceptron
-	קשב	-	Attention
-	ביון	-	Interpolation
-	נטאי	-	Bias

רקע היסטורי

2.1 בועת הדוט־קום

בסוף שנות ה-90 (ליתר דיוק, אמצע 2000) רווחי סיסקו גדלו בקצב מעריכי. השתמשתי באלגוריתם שכתבתי (ליתר דיוק, טור טיילור דיסקרטי מסדר 5) בשביל לחזות את הכנסות סיסקו במידה והיו ממשיכים בקצב בו המשיכו עד שנת 2000.

התפוצצות הבועה, והקריסה הכלכלית של החברות מהסוג הראשון (שכן הן לא ייצרו כסף והסתמכו על כסף ממשקיעים בשביל להישאר באוויר) שהיו לקוחותיהם העיקריים שלהם, הובילו לירידה חדה במכירות.

מספר החברות מהסוג השני לרוב מועט, כי בעולם הטכנולוגיה, לרוב למספר קטן של חברות יש מונופול על סיפוק תשתית לחברות אחרות (נאמר, בתחום המעבדים הגרפיים – אנבידה בלבד. בתחום בענן – גוגל, אמזון ומיקרוסופט בלבד. בתחום ה־virtualization – בעיקר VMWare, וכו'). לכן, נוכל לנצל את ההסתכלות על מחיר המנייה והרווח של חברה מסדר שני בזמן בועה כלכלית בשביל להסיק מה השוק צופה בעבור העתיד בתחום (פול' של מחיר המנייה) ומה גודל השוק עכשיו (פול' של ההכנסות). תחת ההנחה שכל חברה מסוג 1 תצטרך תשתיות מחברה מסוג 2 ביחס ישר להשקעתה בתחום, אותה הפול' תהיה ליניארית.

נותר לנו דבר אחד שחסר להשלמת הפאזל – ההבנה אם אותן חברות מסוג 1 באמת יצליחו לייצר הכנסות בעתיד, או שרק יתפסו נתח שוק. נדבר על כך בהרחבה בהמשך.

יש לציין, שבמקרים מסוימים נוכל למצוא חברות הן מסדר 1 והן מסדר 2, מה שיקשה על בידוד משתנים. נתעסק גם עם בעיה זו בהמשך.

לסיכום, כדי לקבוע אם אנו מצויים בבועה כלכלית, נתייחס לנקודות הבאות:

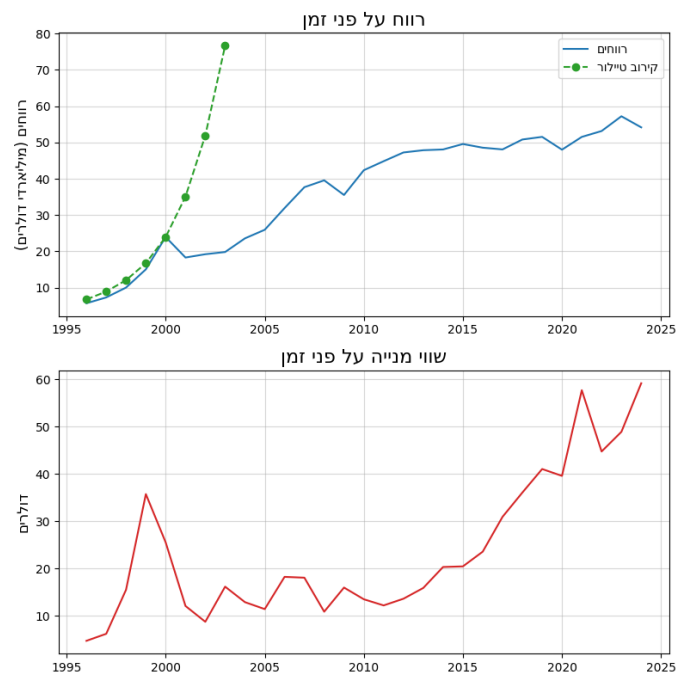
- מה גודל השוק (מה גודל הבועה) – באמצעות המתודות לעיל. לא דרוש להוכחת קיום, אלא רק להבנת גודל הבעיה.
- מה הצפי לגדילת השוק – באמצעות המתודות לעיל.
- כמה השוק באמת שווה, וכמה כסף יוכל להכניס – נתעסק בבעיה זו בהמשך.

בשנים 1995 ל-2001 התפתחה בועה כלכלית שנקראה בועת־קום. משמעותה של בועה כלכלית היא שאנשים קונים קניין בערך יותר גבוה מהערך האמיתי שלו, במחשבה שערכו גבוה יותר [3]. לדוגמה, אם תצפה שחברה תשלש את הכנסותיה בשנתיים הקרובות, תקנה את מנייתה ע"פ ההנחה הזו במחיר משולש ממה שהיה ללולא קצב גידול הכנסותיה היה נותר אותו הדבר.

בועת הדוט־קום התאפיינה בהערכת יתר של חברות העוסקות באינטרנט, שהיה חדש בתקופה. נפרד בין שני סוגים של חברות:

- חברות "מסוג 1" שמרוויחות כסף ממשי מהתקיימות הבועה, לדוגמה, באמצעות מכירת שירותים במחירים גבוהים לחברות ואנשים פרטיים אחרים;
- חברות "מסוג 2", שלא עם הכנסות נמוכות, ועדכן נקבע ע"פ הצפי שיגדילו הכנסות בקרוב.

דוגמה לחברה מסוג 2 יכולה להיות וואטסאפ (טרם נקנתה) – מטא ציפתה שתוכל להפוך את מיליארדי משתמשיה לרווחיים (שכן באותה התקופה לא היה מודל כלכלי) ועל כן קנתה אותה ב-22 מיליארד דולר, בציפייה שתוכל לנצל את בסיס משתמשים זה. דוגמה לחברה מסוג 1 היא סיסקו, בזמן בועת הדוט־קום – היא סיפקה את תשתיות האינטרנט לכל העולם, עם מונופול חסר עוררין באותה התקופה. נתבונן בגרף הבא ביחס לסיסקו באותה התקופה:



איור 1: מניית ורווחי סיסקו בשנים 1996-2024 [4][5]

המשך בעמוד הבא

רקע טכני ותיאורטי

3.1 על המושגים

נסביר בקצרה את המושגים שהובאו בפרק 1.4. ניעזר במילון אוקספורד [6].

- בינה מלאכותית – מחקר ופיתוח מערכות מחשב שמדמות התנהגות אנוש.

- בינה מלאכותית מחוללת – בינה מלאכותית שמחקה התנהגות אנושית, ויוצרת חומרים חדשים.

להגדרה הרחבה יותר של בינה מלאכותית, נופלים אלגוריתמים פרימיטיביים יחסית רבים. בפרט, כל סוג של אינטרפולציה (ביון) או אפילו טור טיילור (כמו זה שכתבתי והשתמשתי בו בפרק 2.1). להגדרה הצרה יותר של ב"מ נכנסים מודלים כמו GPT, Dall-E, Claude וכו'. כבר כאן נבחין בבעיה – איזה תוכן נחשב "חדש"? נתעסק בה רבות בפרק זה, כדי להבין לעומק את הבעיה ב"מ.

3.2 מבוא קצר לפעילות מש"ג

יש לציין שטכנולוגיה הב"מ"מים השונות עבודות באופן טיפה אחר. כדוגמה, נתבונן במש"ג – מודל ב"מ שמטרתו לחזות טקסט. (מבוסס על סרטונים של 3Blue1Brown).

[מעובד קונספטואלית באופן שקול, כדי לא להכנס למימושים של דברים באלגברה ליניארית. וגם כי זה חרא קורס]

במש"ג מילים מיוצגות באמצעות סדרה סופית של מספרים כלשהם, נקראם "וקטורים". נוכל להפריד את פעולת מש"ג לשני שלבים עיקריים:

3.2.1 קשב

הראשון, קשב. בהקשר הזה, תפקידה לקשר בין חלקים שונים במשפט. נרצה להשוות כל וקטור v_i במשפט לוקטור v_j אחר, בעבור איזשהו פרמטר Q (לצורך הדוגמה, כמה "אדומות" שתי מילים או כמה "יפות" הן, Q ינסה לקדד). נעביר את v_i ו- v_j דרך טרנספורמציות של Q , ונשווה את שני הוקטורים החדשים שקיבלנו מהטרנספורמציה. ככל שהשינוי יותר קטן, ו- v_i יותר דומה ל- v_j , נחבר ל- v_i יותר מה"ערך" של Q . סה"כ קיבלנו v'_i כלשהו, שהוא למעשה v_i בתוספת השינוי של Q ביחס לוקטור v_j .

נחזור על התהליך בעבור מספר רב של ערכי Q (כמו להשוות את v_i ל- v_j במספר פרמטרים שונים), ועבור v_i נשווה אותו לכל וקטור v_j : $\forall 1 \leq j \leq i$ (כלומר, לכל המילים הקודמות).

בכך המש"ג יוכל להבין מילים עם קונטסט – כלומר, כל מילה תהפוך לאחר שלבי הקשב למילה חדשה, עם קונטסט ביחס למילים קודמות. כל טרנספורמציה וערך בתוך המודל לא ידועים, עד שמתחילים לאמן את המודל – שם כל ערך Q (על הטקנספורמציות והערכים שלו) מתכיל להיות משהו שנושא משמעות.

משום שמודלים כמו LLaMA 3.1 יכולים לדרוש כיוול של חצי טריליון מספרים (פרמטרים) שונים, תהליך האימון ארוך, ודורש כוח מחשוב רב. המספרים האלו כוללים את הפרמטרים של שלב נוסף במש"ג – הקר"ש.

3.2.2 קר"ש

השלב הזה נמצא בין כל "בלוק" של קשבים. בעבור כל וקטור שקיבלנו, נעביר גם אותו דרך טרנספורמציה (שכמו בשלב הקשב, יש לכייל אותה בזמן אימון המודל) שלאחריו תזרוק את כל הערכים מתחת לערך מסוים (יש לכייל גם אותו) הנקרא נטאי,

3.3 יכולות מודלי ב"מ

בהתחשב בנאמר לעיל, ב"מ הוא "תיקון אוטומטי על סטראידיס" [7] (ציטוט של לינוס טורבאלדס, המתחזק הראשי של לינוקס, מערכת ההפעלה הפופולארית בעולם) – יש לב"מ את היכולת "להבין" קונטקסט (קשב) ולהשוואות אותו לדברים שראה בעבר (קר"ש). אפשר להתסכל עליו באל ביון רב-ממדית ענקית, שמכילה בתוכה חלק ניכר מהידע האנושי. אך, אין לו כל יכולת לייצר באמת משהו חדש לחלוטין

רקע כלכלי

4.1 מבוא לפרק

לדבר על המשמעות של דברים, על בסיס מה קובעים שווי וכו'.

4.2 על ההכנסות של חברות העוסקות בבינה מלאכותית

4.3 על השווי של חברות העוסקות בבינה מלאכותית

4.4 על השוק

4.5 על הייתרונות המחקריים של בינה מלאכותית

המשך בעמוד הבא

קישור הרקע לטענה המרכזית

- 5.1 מסקנות ממצב הכלכלה
- 5.2 מסקנות על יכולות עתידיות
- 5.3 צפי

המשך בעמוד הבא

..... (6)

קישור הרקע להפרכת טענות נגד

6.1 מי אתה להתווכח עם אנשים שחכמים ממך?

6.2 "זה העתיד" AI

6.3 אז אתה אומר שצריך להפסיק להשקיע ב-AI?

..... (7)

סיכום הדברים

המשך בעמוד הבא

ביבליוגרפיה

- ~ [Link](#)
- [5] companiesmarketcap.com ~ *Revenue for Cisco (CSCO)*
~ [Link](#)
- [6] Oxford English Dictionary ~ [Link](#)
- [7] linux.slashdot.org ~ *Linus Torvalds on 'Hilarious' AI Hype* ~ [Link](#)
- [1] U.S. department of justice (2025) ~ *Samuel Bankman-Fried Sentenced to 25 Years for His Orchestration of Multiple Fraudulent Schemes.* ~ [Link](#)
- [2] CONTEMPORARY UTILITARIANS ~ *Sam Bankman-Fried* ~ [Link](#)
- [3] Nasdaq ~ *Economic bubble* ~ [Link](#)
- [4] macrotrends.net ~ *Cisco - 35 Year Stock Price History*

המשך בעמוד הבא

דברים נוספים

9.1 כלים עיקריים

- יצירת המסמך: L^AT_EX
- עריכת המסמך: T_EXStudio
- יצירת גרפים: Matplotlib, Numpy, Python 3.13
- עורך קוד: PyCharm
- חיפוש מאמרים: Google Scholar
- דפדפן: FireFox, Zen
- קרנל: The Linux Kernel
- הפצה: Arch^{btw} Linux
- כלים אקראיים של גנו בשביל שסטלמן יהיה שמח: CoreUtils ("אבל זה מקומפל ב-GCC!!")
- ניהול חלונות: Hyprland
- כלים גנריים לסביבת העבודה: Kitty Console, Okular, Dolphin, Wofi, NeoVim, GwenView
- מלחינים שהחזיקו אותי בחיים במהלך הכתיבה של הדבר הזה: Prokofiev, Mahler, Schönberg, Richard Strauss, Nielsen, Liszt

תודה לקהילת הקוד הפתוח והחופשי שגרמה לשני שלישי מהתוכנות למעלה להתקיים

9.2 ניגוד עניינים

אין ניגוד עניינים כי אני ילד בן 15 בלי כסף אישי ובלי השקעות. אני אפילו לא עובד.

9.3 אודותי

אני שחר פרץ, סטודנט למדעי המחשב באוניברסיטת תל-אביב, חבר בקבוצת הרובוטיקה "GreenBlitz", ותלמיד בכפר הירוק.

שחר פרץ, 2023

קומפל ל-L^AT_EX ~ נוצר (בעיקר) באמצעות תוכנה חופשית