

פרק 2

תחומי בינה מלאכותית

בינה מלאכותית ותחומים סביבה



למידת מכונה

תת־תחום הנפוץ ביותר של בינה המלאכותית הוא למידת מכונה (Machine Learning).³⁰ למידת מכונה מאפשרת לאלגוריתמים ללמוד ממידע ולפתח פתרונות באופן עצמאי,³¹ על ידי שימוש באלגוריתמים מבוססי סטטיסטיקה אשר "לומדים" ממאגרי מידע גדולים על מנת לשחזר יכולות קוגניטיביות אנושיות, וכך לבצע מטלות בסיטואציות בלתי מוכרות.³² למידת מכונה מאפשרת לאלגוריתמים ללמוד באמצעות אימונים חוזרים וליצור תוצאות המשתפרות בהתאם להיקף האימון והניסיון של האלגוריתם. זאת בשונה מתוכנה שנכתבת על ידי מתכנת אנושי. דוגמה לכך היא תוכנת בינה מלאכותית המקבלת מאגר מידע של אותיות שנכתבו בכתב יד, ולומדת להבחין בין אותיות הנכתבות בכתב יד גם על ידי אדם שכתב ידו לא הופיע במאגר הקיים. ישנן מספר גישות ללמידת מכונה, ביניהן למידה תחת הנחיה שבה המתכנת מבסס את הלמידה על מודל ראשוני קיים שאותו המכונה מטייבת; ולמידה ללא הנחיה, שבמסגרתה המערכות הלומדות מפתחות מודל משלהן, שאינו נשען על מודל קיים.³³ גישה נוספת היא למידת חיזוק, שבמסגרתה התוכנה לומדת מניסוי וטעייה³⁴ ולא ממאגר מידע קיים.

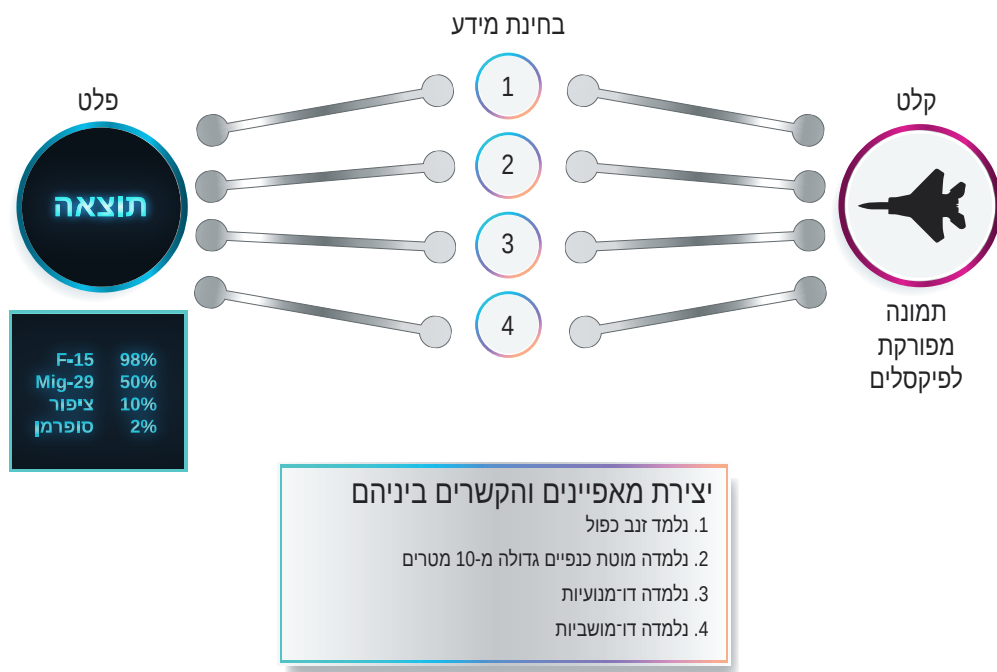
למידה עמוקה

למידה עמוקה (Deep Learning) היא תת־תחום של למידת מכונה, אשר עושה שימוש ברשתות נוירונים מלאכותיות (Artificial Neural Networks).³⁵ רשתות נוירונים אלו הן אלגוריתמים השואבים השראה מאופן הפעולה של רשת העצבים במוח האדם.³⁶ הרשת העצבית לומדת על ידי תיקון הקשרים הרבים בתוכה, שבהם היא עורכת תיקונים קטנים באמצעות בחינת מידע רב, על מנת לטייב את דיוקה,³⁷ וכך הפלט של נוירון אחד הוא הקלט של נוירון אחר. למידה עמוקה נקראת כך מכיוון שהיא מבוססת על שכבות רבות של רשתות נוירונים מלאכותיות.³⁸

בזכות הצלחות ראויות לציון, רשתות הנוירונים הפכו עם השנים לנפוצות ביותר מבין הגישות של למידת המכונה, והן אחראיות למגוון הישגים בתחום הבינה המלאכותית, ביניהם זיהוי פנים ברמה העולה על היכולת האנושית לזהות פנים; זיהוי עצמים בתמונות; שליטה בכלי רכב אוטונומיים וברחפנים; תמלול דיבור ברמה העולה על זו של מתמללים אנושיים מקצועיים; ותרגום שפות, לרבות אלו שהטכנולוגיה לא אומנה בהן.³⁹

פעולת רשת נוירונים פשוטה ביישום של "זיהוי תמונה"

הקופסה השחורה – השלב הסמוי



במסגרת גישות מרכזיות אלה מתקיימות יכולות בתחומים שונים, למשל:

עיבוד תמונה

יכולת עיבוד תמונה (Image Processing) עושה שימוש בלמידה עמוקה ומאפשרת לתוכנה לזהות עצמים בתוך תמונה ולסווג אותם.⁴⁰ לשם כך התוכנה מחלקת את התמונה לפיקסלים ומצמידה לכל פיקסל ערכים לפי צבעו. ניתוח זה של התמונה עובר במערכת רשתות הנוירונים המלאכותיות העמוקה של התוכנה, אשר אומנה בהתבסס על מאגר מידע גדול של תמונות ומסווגת את התמונה בהתאם. כיום חלק מהטכנולוגיות בתחום זה כבר נגישות לציבור הרחב כמוצר מדף, דוגמת תוכנת Vision AI של גוגל.⁴¹

ראייה ממוחשבת

ראייה ממוחשבת (Computer Vision) שונה מטכנולוגיות עיבוד תמונה בכך שהיא מאפשרת לתוכנה לזהות עצמים בזמן אמת ולהגיב להם בדומה ליכולת הראייה האנושית, אך ללא הצורך לסווגם. טכנולוגיות אלו משמשות למשל במכוניות סמי-אוטונומיות, שכן באמצעותן אפשר לזהות אדם המתפרץ לכביש ולהפיק צליל אזהרה לנהג הרכב.⁴² נושאים נוספים המתאפשרים על ידי ראייה ממוחשבת הם למשל הדמיית תלת-ממד, מדידת עצמים, ניווט אוטונומי ובקרת תנועות חריגות.

עיבוד שפה טבעית

עיבוד שפה טבעית (Natural Language Processing או NLP) הוא תת-תחום של למידת מכונה המאפשר לתוכנה לתמלל, לתרגם ולבצע פעולות בהתאם למשמעויות רחבות של שפה מדוברת וכתובה, וכן להפיק מילים ומשפטים חדשים בעלי משמעות לאדם.⁴³ בין היישומים של עיבוד השפה הטבעית קיימים Natural-language generation (NLG), המסייע לעבד כמויות גדולות של מידע ולהפיק ממנו נרטיבים ותובנות פשוטים וקלים להבנה, ו-Natural-language understanding (NLU), טכנולוגיית עיבוד שפה טבעית משמשת כבר כיום במגוון רחב של יישומי בינה מלאכותית, בכללם יישומי עוזרים אישיים כדוגמת סירי, אקו ו-Google Assistant, יישומי תרגום שפות, יישומים ממשלתיים ועסקיים המנתחים מאגרי מידע גדולים מבוססי טקסט, ואף יישומים ביטחוניים בתחום המודיעין.⁴⁵

בין הטכנולוגיות הנלוות, המושפעות מבינה מלאכותית והתפתחויותיה:

האינטרנט של הדברים

האינטרנט של הדברים (Internet of Things או IoT) מתאר עולם שבו מוטמעים מחשבים וחיישנים זעירים בחפצים שונים. חפצים אלה יכולים לייצר ולאגור מידע דיגיטלי ותוך כך לפקח על סביבתם, להציג אינפורמציה ולבצע פעולות ברמת אוטונומיות מסוימת או לפחות באופן אוטומטי. אותם חפצים גם מתחברים לרשת, מה שמאפשר להם לתקשר עם הסביבה, עם מכשירים אחרים ועם בני אדם.⁴⁶ מכיוון שטכנולוגיית הבינה המלאכותית נשענת גם על קיומו של מידע רב המאפשר הסקת מסקנות, לטכנולוגיית האינטרנט של הדברים חלק מרכזי בקידומה של הבינה המלאכותית.⁴⁷ זאת ועוד, שילוב טכנולוגיה זו עם יישומי בינה מלאכותית בזמן אמת מאפשר למערכת הבינה המלאכותית לקבל קלטות על המציאות בזמן אמת ולשפר דרך קבע את תגובותיהם. טכנולוגיה זו יכולה לאפשר למשל שירותים של ערים חכמות, כפי שהודגם בעיר הסינית הנגז'ו.⁴⁸ כמו כן, לטכנולוגיה זו יישומים ביטחוניים רבים כולל IoBT – האינטרנט של הדברים של שדה הקרב.

טכנולוגיות בשימוש כפול

אחד המאפיינים של טכנולוגיית בינה מלאכותית הוא היותה בעלת שימוש כפול, כלומר: אותו יישום יכול לשמש למטרות אזרחיות ולמטרות צבאיות או ביטחוניות.⁴⁹ הדבר אינו ייחודי רק לבינה מלאכותית וקיים בטכנולוגיות ובתחומים מדעיים נוספים. בתחום הבינה המלאכותית הוא בא לידי ביטוי, לדוגמה, בתוכנה המזהה באופן אוטומטי עצמים בלתי רצויים בסרטוני יוטיוב ומתריעה על כך. תוכנה כזו יכולה לשמש גם לזיהוי כלי נשק או דמויות חשודות בסרטוני אבטחה ולהתריע על כך.⁵⁰ דו־שימושיות זו מייצרת הזדמנות אך גם אתגר. מחד גיסא, תעשיות הביטחון יכולות לשתף פעולה עם המגזר העסקי ולפתח טכנולוגיות בעלות יישומים מגוונים המועילים לשני המגזרים. מאידך גיסא, פיתוחה של טכנולוגיה למטרה מסוימת במגזר העסקי יכולה באמצעות התאמות מינימליות לשמש למטרות לחימה, ולהקנות יכולות מתקדמות גם לגורמים עוינים מדינתיים או תת־מדינתיים.⁵¹ אתגר ביטחוני זה מצטרף לאתגר נוסף של מוצרי מדף או רכיבים טכנולוגיים שונים, שעשויים בהתאמות קלות להפוך לאמצעי לחימה עבור מי שאינו יכול לרכוש אותם מן התעשיות הביטחוניות.

הסוגים הרבים של יישומי בינה מלאכותית, שהם בעלי יכולות שונות המוטמעות כבר כיום בתחומי חיים רבים, מסוכמים בטבלה שמרכזת ממצאים של כתבות ומחקרים שונים מהשנים 2018–2019.

יישומי בינה מלאכותית בתחומי שימוש נפוצים כיום

התאמה אישית של שירותים	ראייה ממוחשבת ועיבוד תמונה	יכולות אוטונומיות	עיבוד שפה טבעית	עיבוד וידאו	ניתוח מאגרי מידע	
	✓	✓	✓	✓	✓	ביטחון לאומי 
		✓			✓	סייבר 
✓					✓	בנקאות ופיננסים 
✓	✓	✓	✓	✓	✓	תחבורה 
✓			✓	✓	✓	חינוך 
	✓	✓	✓	✓	✓	עבודה וייצור 
✓	✓	✓	✓	✓	✓	רפואה 