

קבוצת מדעי המחשב  
המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

# מכון ויצמן למדע רחובות המחלקה להוראת המדעים

קבוצת מדעי המחשב

תיכנות לוגי

# צוות הפיתוח

פרופ' אהוד שפירא

ד"ר זהבה שרץ

נוע רגוניס

ד"ר ברוריה הברמן

שרה פולק

רונית בן-בסט לוי

משה פונטש

נורית רייך

# תחומי עיסוק

פיתוח תכניות לימודים



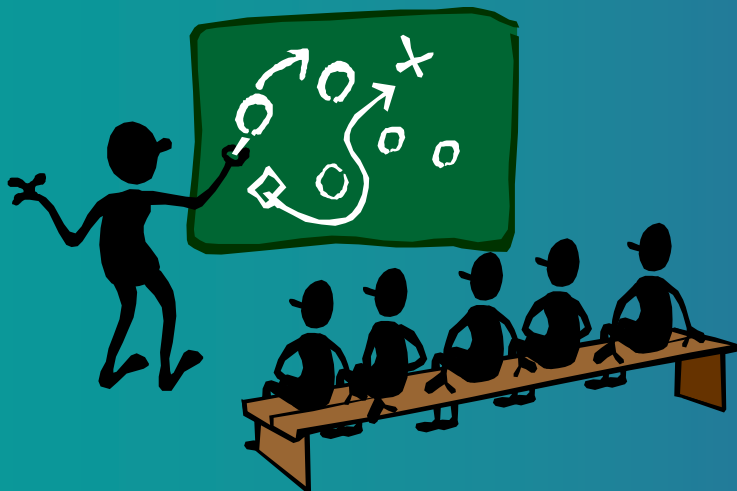
פיתוח חומרי למידה לתלמיד ולמורה



הכשרת מורים



מחקר הערכה



# יחידות לימוד שפותחו

תיכנות לוגי

מבוא לבינה מלאכותית

מבוא למערכות מומחות

אוגדן לפיתוח פרוייקטים



# מדעי המחשב

## תיכנות לוגי (פרולוג)

חלופה במסגרת יחידת הלימוד השלישית בתכנית הלימודים במדה"מ. ★

פותחה על פי הנחיית ועדת המיקצוע תוך מתן דגש על לימוד "פרדיגמת תיכנות נוספת" – תיכנות בלוגיקה. ★

מהווה בסיס להתמחות בינה מלאכותית ומערכות מומחות במגמה לטכנולוגיות מידע. ★

# מה מיוחד בשפת תיכנות בלוגיקה?

★ תיכנות המבוסס על לוגיקה  
אנושית/מתמטית.

★ שפה הצהרתית (דקלרטיבית).

★ שפה דמוית שפה טבעית.

★ קיים מנגנון היסק לוגי הבנוי בשפה  
בעזרתו בודקים היסקים.

# דוגמא:



היסק בלוגיקה:

כל החתולים מיללים ומיצי הוא חתול לכן  
מיצי מילל.

משמעות:

$X$  מילל אם  $X$  חתול.

מיצי חתול.

מי מילל?

מיצי מילל.

תכנית פרולוג מתאימה:

מילל ( $X$ ) :- חתול ( $X$ ).

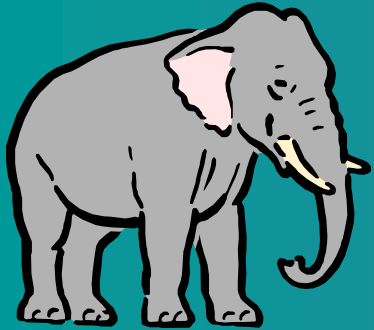
חתול (מיצי).

?- מילל ( $\_$  מי).

$\_$  מי = מיצי.

# דוגמא:

טענה בלוגיקה:



בעל חיים צמחוני הוא בעל חיים שאוכל  
צמחים ואינו אוכל בשר.

משמעות:

$X$  צמחוני אם  $X$  אוכל  
צמחים וגם  $X$  לא אוכל  
בשר.

טענת פרולוג מתאימה:

צמחוני ( $X$ ):-  
אוכל\_צמחים ( $X$ ),  
לא אוכל\_בשר ( $X$ ).



# שפת תיכנות בלוגיקה מתאפיינת בדברים הבאים:

★ משתמשת בלוגיקה להצגת מידע  
במחשב.

★ המידע מוצג כאוסף של הנחות – טענות  
בלוגיקה.

★ מנגנון ההיסק של השפה "יודע" להבחין  
בין טענות בלוגיקה שניתן להסיק אותן  
על פי חוקי הלוגיקה מתוך אוסף  
ההנחות לבין כאלה שלא ניתן להסיקן.

# דוגמא:



אוסף טענות בפרולוג:

אוכל\_צמחים(פרה).

אוכל\_צמחים(פיל).

אוכל\_צמחים(יוסי\_ילד\_שלי\_מוצלח).

אוכל\_בשר(יוסי\_ילד\_שלי\_מוצלח).

צמחוני(X):- אוכל\_צמחים(X), לא אוכל\_בשר(X).

?- צמחוני(מי).

מי = פרה;

מי = פיל;

לא.

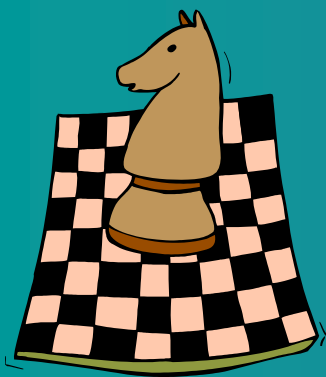
# שימושים בשפות תיכנות בלוגיקה

ייצוג ידע מתחומים שונים ומגוונים. ★

פתרון בעיות. ★

יישומים בבינה מלאכותית. ★

שפת תיכנות לכל דבר. ★



# פרולוג PROLOG

## (PROgramming in LOGic)

שפת תיכנות בלוגיקה



שפה פורמלית שניתן לבצע בעזרתה  
הצרנה של טענות בלוגיקה עליהם ניתן  
לבצע היסק.



פרולוג עברי – התאמה לשפה הטבעית  
שלנו.



# תהליך פתרון בעיה בסביבת פרולוג

הצרנת (תאור) הבעיה באמצעות אוסף הנחות – בסיס ידע (תכנית)



הצגת שאילתה – טענה בלוגיקה

מנגנון ההיסק הבנוי בשפה בודק האם ניתן להסיק את הטענה המוצגת בשאילתה על פי אוסף ההנחות המוצגות בבסיס הידע

מנגנון ההיסק מציג תשובה על השאילתה



# דוגמא:

בעל\_חיים(X) :- עוף(X).  
בעל\_חיים(X) :- זוחל(X).  
בעל\_חיים(X) :- יונק(X).  
יונק(X) :- כלב(X).  
יונק(X) :- קוף(X).  
כלב(בוני).  
קוף(קינג\_קונג).  
קוף(דודו).

?- בעל\_חיים(מי).



מי = בוני;  
מי = קינג\_קונג;  
מי = דודו;  
לא

אוסף טענות  
בלוגיקה  
=  
בסיס ידע  
=  
תכנית פרולוג

שאלתה

תשובות  
מנגנון ההיסק

# מה בין שפת תיכנות פרוצדורלית לשפת תיכנות הצהרתית?

תיכנות הצהרתי

ראש חוק  
מתקיים אם  
מרכיבי אופ  
החוק  
מתקיימים

תכנית היא אוסף  
טענות שיכולות  
להשתתף בהיסק

תיכנות פרוצדורלי

אם ... חלוק ...  
... צע  
... אם ... אלי ...  
... צע  
קרא -א ...

תכנית היא רצף  
של הוראות לביצוע

# תכנית פרוצדורלית מול תכנית בלוגיקה

## תכנית הצהרתית

### התכנית:

תיאור הצהרתי של הבעיה,  
אוסף טענות בלוגיקה –  
בסיס ידע.

### "הרצת" תכנית:

על ידי הצגת שאילתה.

### אופן פעולה:

על פי מנגנון היסק בלוגיקה.  
המנגנון בוחר את ההנחות  
שיכולות להשתתף בהיסק, כדי  
להוכיח את השאילתה.  
אין משמעות לסדר ההנחות.

## תכנית פרוצדורלית

### התכנית:

אלגוריתם המתאר איך לפתור  
את הבעיה.

### הרצת תכנית:

מתן הוראת ביצוע.

### אופן פעולה:

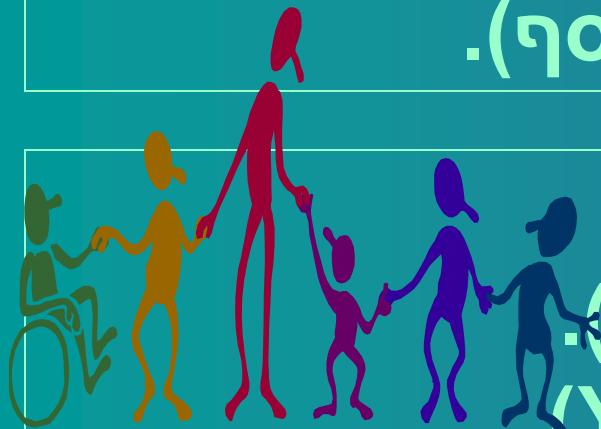
ביצוע סידרתי של ההוראות  
הכתובות בתכנית. כל משפטי  
התכנית מתבצעים על פי הסדר  
שמכתיב מראש האלגוריתם.



# דוגמא - משפחה

זכר(אברהם).  
נקבה(שרה).  
זכר(יצחק).  
זכר(יעקב).  
זכר(יוסף).

הורה(אברהם, יצחק).  
הורה(שרה, יצחק).  
הורה(יצחק, יעקב).  
הורה(יעקב, יוסף).



אב $(Y, X)$  :- הורה $(Y, X)$ , זכר $(X)$ .  
אם $(Y, X)$  :- הורה $(Y, X)$ , נקבה $(X)$ .  
סבא $(Y, X)$  :- אב $(Z, X)$ , הורה $(Y, Z)$ .  
אחים $(Y, X)$  :- הורה $(X, Z)$ , הורה $(Y, Z)$ ,  $Y = \setminus X$ .  
בני\_דודים $(Y, X)$  :- הורה $(X, 1X)$ , הורה $(Y, 2Y)$ ,  
אחים $(1Y, 1X)$ .

# דוגמא – משפחה רקורסיה טבעית !

% צאצא  $(Y, X)$  –  $X$  צאצא של  $Y$  מדור כלשהו

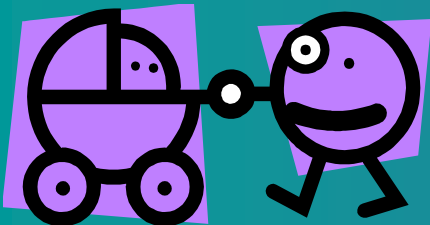
צאצא  $(Y, X)$  :-

הורה  $(X, Y)$ .

צאצא  $(Y, X)$  :-

הורה  $(X, Z)$ ,

צאצא  $(Y, Z)$ .



# דוגמא – משפחה

## שימוש בשלילה

% ילד-יחיד (X) – X הוא ילד יחיד להוריו.

ילד\_יחיד (X) :-

הורה (X, Z),

לא ( הורה (Y, Z),  $Y \neq X$  ).

המשמעות:

X הוא ילד יחיד אם

להורה של X (Z) אין ילד אחר מלבדו.

# דוגמא – מי הוא יהודי



אם(יעל, אסף).

אם(רחל, יעל).

אם(רחל, שמואל).

אם(צביה, רחל).

התגייר\_כהלכה(טל).

ידוע\_כיהודי(צביה).

יהודי(X) :- ידוע\_כיהודי(X).

יהודי(X) :- התגייר כהלכה(X).

יהודי(X) :- אם(X, Y), יהודי(Y).

# דוגמא – מספר מקסימלי

מספר(10).

מספר(20).

מספר(3).

מספר(90).

מספר(50).

מקסימלי(X) :- מספר(X),

לא ( מספר(Y),  $X < Y$  ).

המשמעות:

X הוא הגדול ביותר מבין המספרים אם

לא קיים מספר גדול ממנו.

# דוגמא – רשימות

נתונים  $([9, 1, 4, 8, 5, 3])$ .

נתון מינימלי  $(N)$  :- נתונים  $(L)$ , מינימלי  $(L, N)$ .

מינימלי  $(L, N)$  :-

חבר ברשימה  $(L, N)$ ,

לא ( חבר ברשימה  $(L, M)$  ,  $N > M$  ).



# דוגמא – רשימות

פורחים\_ בעונה(אביב, [כלנית, רקפת, אירוס, תורמוס]).

פורחים\_ בעונה(חורף, [רקפת, כדן, פרג]).

פורחים\_ בשתי\_ עונות( פרחים\_ , עונה\_1, עונה\_2):-

פורחים\_ בעונה( עונה\_1, פרחים\_1),

פורחים\_ בעונה( עונה\_2, פרחים\_2),

עונה\_1 = \\_ עונה\_2,

מצא\_ כל( פרח\_ ,

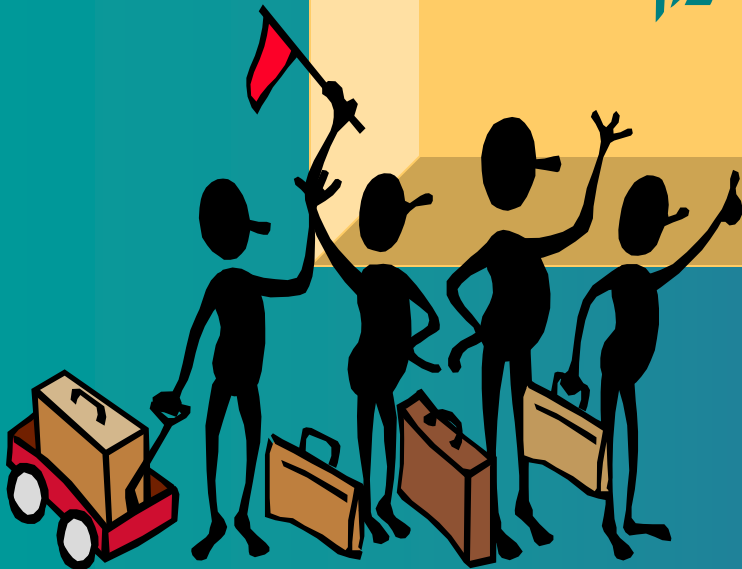
( חבר( פרח\_ , פרחים\_1), חבר( פרח\_ , פרחים\_2) ),

.\_( פרחים\_



# בחינת הבגרות

- פיתוח פרויקט אישי.
- הגשת תיק עבודה קטן המתאר ומתעד את התהליך והתוצר.
- תחום ידע הקרוב לליבו של התלמיד.
- הפרוייקטים בהקפים גדולים מן הנדרש – התלמידים נהנים.





# יתרונות התיכנות הלוגי



פשטות התיכנות -  
אנסיים חוקים  
כמו שאמרים  
אותם בשפה טבעית

# יתרונות התיכנות הלוגי

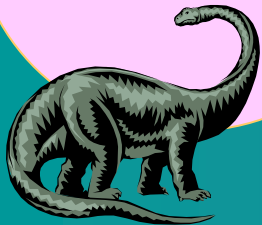
מתאים  
לרמות שונות  
של תלמידים

התכנים הכלולים  
בפרקי החובה של  
יחידת הלימוד  
מתאימים לתלמידים  
שנגשים ל 3 יח"ל.

תלמידים מתקדמים  
יכולים למצוא עניין  
מיוחד ומעורר חשיבה  
ולהתקדם בעצמם.

# יתרונות התיכנות הלוגי

דינוזאורים



ענפי ספורט



סוּאֵי הַבְּצִיּוֹת  
הַמְהוּוֹת בְּסִיס לְתַהַלִּיק  
פְּתָרוֹן בְּצִיָּה  
מְאוֹנָנוֹת מְאֵד -  
כֹּף תְּחוֹם אֲפִשְׂרֵי

משחקים

מוסיקה



שידוכים

ברכות  
בתלמוד

# יתרונות התיכנות הלוגי

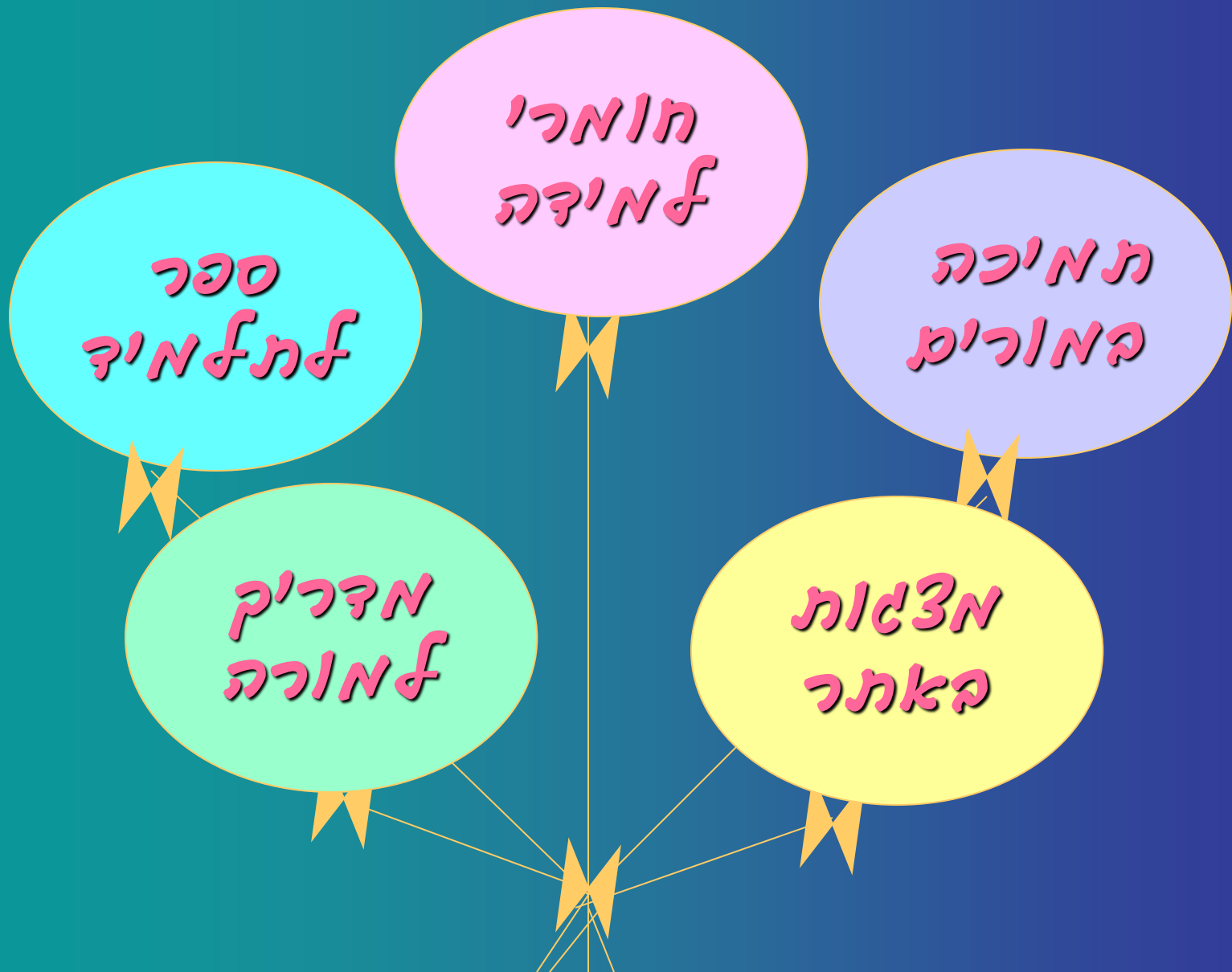
שיטות החשיבה  
המודולריות  
והפשטה

מהות  
בסיס f ...

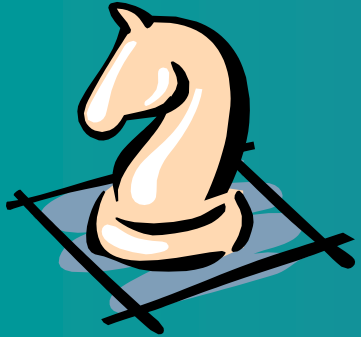
תיכנות  
מונחה  
עצמים

עיצוב תוכנה

# יתרונות התיכנות הלוגי

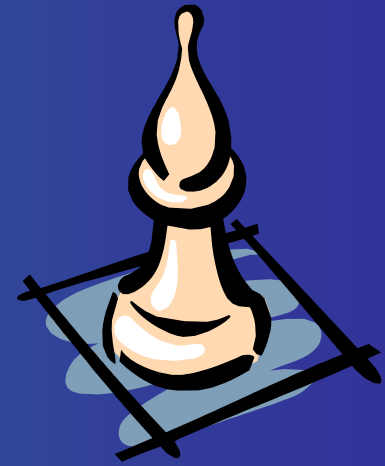
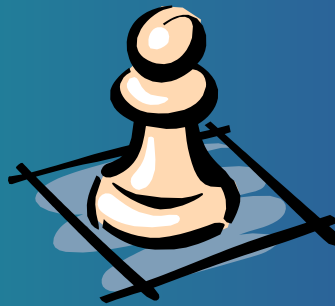


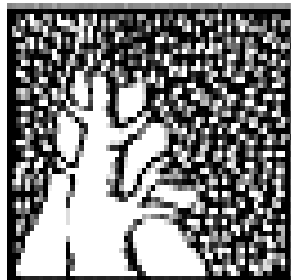
# יתרונות התיכנות הלוגי



פסים לַהתאַחות  
פינה מַלְאכותיית  
ומַערכות מוֹמחות

קיימים ספרי  
המשך למעמיקים  
ולמתעניינים





קבוצת מדעי המחשב  
המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

תורה

נשמח לענות על

שאלותיכם