**עבודע עם מערכת הסבר.**

**לקוח מהפרוייקט של גיא לב 2007 - DICEWARS**

**פרק חמישי – תיאור מנגנון ההיסק.**

הסבר כללי:

מערכת ההיסק היא מנגנון המסוגל להסיק מסקנות ע"פ הידע הקיים בבסיס הידע. תפקידה, בדומה למומחה אנושי לנתח את הידע הקיים ולהגיע בעזרתו למסקנות הנכונות.

על מערכת ההיסק להשתמש בחוקים ובעובדות הקשורות ליעדה על מנת להגיע למסקנה. מערכת ההיסק בדומה למערכת ההסבר אינה תלויה בבסיס הידע ולכן שייכת למעטפת הכללית של המערכת המומחית. ישנם שינויים קלים אשר יכולים להתאים מערכות היסק שונות בצורה טובה יותר למומחיות מסוימת, אך באופן כללי, המערכת אמורה לפעול על כל בסיס ידע.

מהי מערכת ההיסק ומטא אינטרפטר?

מערכת ההיסק היא למעשה מטא אינטרפטר,דהיינו תכנית העוברת ועוקבת אחר תוכנית אחרת, מנגנון מפרש. המיוחד במנגנון זה הוא עצם כתיבת המפרש באותה שפה בה כתובה התכנית עצמה. המערכת פועלת ע"פ שיטת **Backward Chaining**, כאשר בשיטה זו ההיסק מתחיל מן המטרה עצמה ומסתיים בעובדות הקיימות בבסיס הידע. מנגנון ההיסק משתמש בחוקים על מנת למצוא עובדות המוכיחות את הצלחת המטרה.

המטרה:

מטרת מנגנון ההיסק היא להוכיח יחסים בין חוקים ועובדות על ידי חיקוי הפעולות של התכנית בפרולוג, ולבסוף להציגן למשתמש.

מרכיבי מערכת ההיסק:

המערכת מבוססת על החוק **הוכחה/2** המשתמש בחוק **פסוק/2.**

הסבר לחוק פסוק/2:

המתאר **פסוק( \_ראש\_החוק, \_גוף\_החוק )** מקבל ראש חוק ומחזיר את גופו.

לדוגמא אם קיים החוק:

**ניסיון(\_ניסוי,\_ניסוי2):-**

**\_ניסוי<5,**

**\_ניסוי2>40.**

עבור הפעלת החוק  **פסוק(ניסיון, \_ביצוע\_ניסוי)** נקבל

\_ביצוע\_ניסוי = ( \_ניסוי<5, \_ניסוי2>40).

הסבר החוק **הוכחה/2**

**הוכחה מטרה, הסבר( \_מטרה, \_גוף, \_הסבר\_גוף ) ):-**

**פסוק( \_מטרה, \_גוף ),**

**המשך\_הוכחה( \_גוף, \_הסבר\_גוף ).**

החוק **הוכחה/2** יקבל את המטרה לה אנו רוצים לקבל הסבר, יפרק אותה **לראש וגוף** בעזרת המתאר **פסוק/2**, לאחר מכן ימשיך את החוק, את ההוכחה על הגוף ויחזיר הסבר בהתאם, הסבר זה יכנס לתוך רשימת ההסבר שתתורגם לשפה טבעית דרך מנגנון ההסבר.

טיפול בעובדה:

**המשך\_ההוכחה( true, [] ):-!**

במקרה שהוחזר True סימן שההוכחה הגיעה לעובדה.

טיפול במטרה חסומה:

**המשך\_הוכחה(\_מטרה\_בודדת,[]):-**

**מטרה\_חסומה(\_מטרה\_בודדת),!,**

**\_מטרה בודדת.**

חוק זה מטפל במקרה שישנו חלק בתוכנית **שאין אנו רוצים להציג את ההסבר שלו**.

החוק יחזיק רשימה ריקה. שרשרת ההיסק תסתיים אבל המטרה תתבצע.

דוגמא:

מטרה\_חסומה(!).

מטרה\_חסומה(אקראי(\_)).

טיפול בתנאי לוגי,בביטויים חשבוניים ובמתארי רשימות:

**הוכחה( \_מטרה, הסבר(\_מטרה, \_מסוג, \_ההסבר ) ):-**

פסוק\_מסוג(\_מטרה, \_מסוג, \_הסבר),!,

\_מטרה.

חוק זה מטופל במתארי רשימות, ביטויים חשבוניים וביטויים לוגיים אשר מוגדרים עם הסבר מראש ואשר אין צורך לכלול את הסברם ברשימת ההסבר. סימן ה- ! מונע מן החוק למצוא את המטרה בדרך אחרת.

המתאר **פסוק\_מסוג/3** יכיל את כל הביטויים הלוגיים החשבוניים ומתארי הרשימה והסברם.

דוגמאות:

**טיפול בביטוי חשבוני.**

**פסוק\_מסוג(\_תוצאה הוא \_חישוב, חשבוני, ['מחישוב מקבלים ש',\_תוצאה1,' הוא ',\_חישוב1]):-**

**\_תוצאה הוא \_חישוב,**

זו התוספת שלי להוכחה.

**תרגם\_מספר\_לערך\_תווי(\_תוצאה,\_תוצאה1),**

**תרגם\_ביטוי\_לערך\_תווי(\_חישוב,\_חישוב1).**

ביתר פירוט:

**תרגם\_ביטוי\_לערך\_תווי(\_חישוב,\_חישוב1):-**

מספר(\_חישוב),

תרגם\_מספר\_לערך\_תווי(\_חישוב,\_חישוב1).

**תרגם\_ביטוי\_לערך\_תווי(\_חישוב,\_חישוב1):-**

פנקטור(\_חישוב,\_פעולה,2),

תרגם\_פעולה\_לערך\_תווי(\_פעולה,\_פעולה1),

ארגומנט(1,\_חישוב,\_חלק\_ראשון),

תרגם\_ביטוי\_לערך\_תווי(\_חלק\_ראשון,\_חלק\_ראשון1),

ארגומנט(2,\_חישוב,\_חלק\_שני),

תרגם\_ביטוי\_לערך\_תווי(\_חלק\_שני,\_חלק\_שני1),

שרשר\_מחרוזות(['( ',\_חלק\_ראשון1, \_פעולה1 ,\_חלק\_שני1,' )'],\_חישוב1),!.

תרגם\_פעולה\_לערך\_תווי(+,' + ').

תרגם\_פעולה\_לערך\_תווי(-,' – ').

תרגם\_פעולה\_לערך\_תווי(\*,' \* ').

תרגם\_פעולה\_לערך\_תווי(/,' / ').

תרגם\_פעולה\_לערך\_תווי(\_,' # ').

**טיפול בביטויים לוגיים.**

פסוק\_מסוג(\_א = \_ב,בהשוואה,[\_א,'שווה ל',\_ב]).

פסוק\_מסוג(\_א \= \_ב,בהשוואה,[\_א,'שונה מ',\_ב]).

פסוק\_מסוג(\_א =< \_ב,בהשוואה,[\_א,'קטן או שווה ל',\_ב]).

פסוק\_מסוג(\_א < \_ב,בהשוואה,[\_א,'קטן מ',\_ב]).

פסוק\_מסוג(\_א > \_ב,בהשוואה,[\_א,'גדול מ',\_ב]).

פסוק\_מסוג(\_א >= \_ב,בהשוואה,[\_א,'גדול או שווה ל',\_ב]).

פסוק\_מסוג(\_א =:= \_ב,בהשוואה,[\_א,'ו',\_ב,'בעלי אותו ערך']).

**טיפול במתארי רשימה**

פסוק\_מסוג(חבר(\_איבר,\_רשימה),מתארי\_רשימה, ['האיבר',\_איבר,'חבר ברשימה' \_רשימה]).

פסוק\_מסוג(שרשר(\_א,\_ב,\_רשימה),מתארי\_רשימה, ['משרשור עולה ש',\_א,'ו',\_ב,'בונים את',\_רשימה])

פסוק\_מסוג(ראשון\_ברשימה(\_א,\_רשימה),מתארי\_רשימה,['האיבר',\_א,'נמצא במקום הראשון ברשימה' \_רשימה]).

פסוק\_מסוג(מספר\_איברים(\_מ,\_רשימה),מתארי\_רשימה, [\_מ,'הוא מספר האיברים ברשימה',\_רשימה]).

פסוק\_מסוג(מצא\_כל(\_מ,\_תנאי,\_רשימה),מתארי\_רשימה,['מהפעלת מצא\_כל מתקבלת הרשימה',\_רשימה]).

**טיפול בטענת שלילה:**

פסוק\_מסוג(לא (\_מטרה),שלילה,['אי אפשר להסיק ש',\_מטרה]).

טענת השלילה תטופל ביחד עם החוק האחראי לטיפול במתאר פסוק\_מסוג/3 כאשר ההסבר יהיה "לא ניתן להסיק ש" ולאחר מכן הסבר הוכחת המטרה.

**חוק המטפל במתארי מערכת:**

פסוק\_מסוג(\_מטרה,מערכת,[\_מטרה,'היא פועלת מערכת']):-

\_מטרה\=(\_,\_),

לא (פסוק(\_מטרה,\_)).

כאשר פסוק אינו מצליח לפרק חוק לראש וגוף אזי החוק הינו פעלת מערכת. לדוגמא "קרא", "כתוב", "פתח\_חלון" וכו'

(גם !).

**טיפול בגוף חוק מורכב:**

המשך\_הוכחה((\_מטרה\_מבודדת,\_שאר),\_הסבר\_שאר):-

מטרה\_חסומה(\_מטרה\_מבודדת),!,

\_מטרה\_מבודדת,

המשך\_הוכחה(\_שאר,\_הסבר\_שאר).

המשך\_הוכחה((\_מטרה\_מבודדת,\_שאר),[\_הסבר\_מטרה|\_הסבר\_שאר]):-

הוכחה(\_מטרה\_מבודדת,\_הסבר\_מטרה),

המשך\_הוכחה(\_שאר,\_הסבר\_שאר).

המשך\_הוכחה(\_מטרה\_מבודדת,[\_הסבר\_מטרה]):-

הוכחה(\_מטרה\_מבודדת,\_הסבר\_מטרה).

טיפול בגוף חוק מורכב מקבל **רשימה עם סוגריים עגולים** כאשר **הפסיק ברשימה עם הסוגריים העגולים משמש כהפרד (ברשימה רגילה)**, כלומר מוציא מטרה אחת מבין כל המטרות, לאחר מכן בודק אם נמצאת בעבודה **מטרה\_חסומה/1** במקרה שכן לא מוחזר הסבר ושרשרת ההיסק תמשיך על שאר המטרות, במקרה שהמטרה אינה נמצאת באסורים, תמשך ההוכחה עליה דרך **המשך\_הוכחה/2** וישורשר ההסבר שלה בהתאם.

**פרק שישי – תיאור מנגנון ההסבר.**

**כתוב\_יפה(\_מטרה):-**

מילול(\_מטרה,\_מילולי),!,

כתוב\_רשימה(\_מילולי).  
  
חוק זה אחראי לתרגם את המטרה בצורה טבעית, כאשר התרגום יהיה באמצעות מילול/2.

דוגמא **למילול/2:**  
**מילול(אחזר\_תור(\_,\_תור),['כעת תורו של השחקן ה',\_צבע]):-**

תרגם\_מספר\_לצבע(\_תור,\_צבע).

לאחר הפעלת חוק זה יוחזר תורו של איזה שחקן (צבע השחקן הנוכחי).

**%הצג\_הוכחה( הסבר( \_מטרה, \_גוף\_או\_סוג, \_הסבר )).**

**הצג\_הוכחה(הסבר(\_עובדה,true,[]),\_תשובה):-**

כתוב\_יפה(\_עובדה),

כתוב\_בחלון(' נתון כעובדה'),

שורה\_בחלון,

כתוב\_בחלון('חזור/סוף'),שורה\_בחלון,

קרא\_בחלון(\_תשובה),

!.

חוק זה מטפל במקרה של עובדה, תחילה תיבדק העובדה אם קיים מילול עבורה ולאחר מכן יודפס אוטומטית בחלון "נתון כעובדה".

**הצג\_הוכחה(הסבר(\_פסוק\_מסוג,\_סוג,\_הסבר),\_תשובה):-**

פסוק\_מסוג(\_פסוק\_מסוג,\_סוג,\_הסבר),

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה (\_הסבר),

שורה\_בחלון,

כתוב\_בחלון('חזור/סוף'),שורה\_בחלון,

קרא\_בחלון(\_תשובה),!.

במידה וזהו פסוק הסבר מסוג מסוים יודפס ההסבר לאותו סוג.

**הצג\_הוכחה(הסבר(\_מטרה,\_גוף,\_הסבר),\_תשובה\_מוחזרת):-**  
 חזור,

כתוב\_יפה(\_מטרה),

כתוב\_בחלון(' כי:'),שורה\_בחלון,

כתוב\_תת\_מטרות(\_הסבר,1),

כתוב\_בחלון('מספר/חזור/סוף'),שורה\_בחלון,

קרא\_בחלון(\_תשובה),

המשך\_הצג\_הוכחה(\_תשובה,\_הסבר,\_תשובה\_מוחזרת),!.

במקרה של הסבר מורכב יודפס ראש החוק ואחריו הגוף בצורה מסודרת, החוק כתוב\_תת\_מטרות אחראי למיספור וסידור החוקים הנמצאים בגוף.

כתוב\_תת\_מטרות([],\_):-שורה\_בחלון.

כתוב\_תת\_מטרות([הסבר(\_תת\_מטרה,\_,\_)|\_שאר],\_מספר):-  
 כתוב\_בחלון(\_מספר),

כתוב\_בחלון(') '),

כתוב\_יפה(\_תת\_מטרה),

שורה\_בחלון,

\_מספר\_פלוס הוא \_מספר + 1,

כתוב\_תת\_מטרות(\_שאר,\_מספר\_פלוס).

חוק זה אחראי לכתיבת כל החוקים של גוף הוכחה בצורה מסודרת וממוספרת.

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה([]).

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה([סמן\_מיוחד(שורה)|\_שאר]):-

שורה\_בחלון,

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה(\_שאר).

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה([סמן\_מיוחד(רווח(\_רווח))|\_שאר]):-

רווח\_בחלון(\_רווח),

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה(\_שאר).

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה([\_מילה|\_שאר]):-\_מילה \= סמן\_מיוחד(\_),

לא מספר(\_מילה),

כתוב\_בחלון(\_מילה),

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה(\_שאר).

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה([\_מילה|\_שאר]):-\_מילה \= סמן\_מיוחד(\_),

תרגם\_מספר\_לערך\_תווי(\_מילה,\_מילה\_תווי),

כתוב\_בחלון(\_מילה\_תווי),

כתוב\_רשימה\_של\_הוכחה(\_שאר).

חוק הכותב רשימה של מילול בחלון על ידי פירוק כל מילה והדפסתה.

המשך\_הצג\_הוכחה(ח,\_,ח).

המשך\_הצג\_הוכחה(ס,\_,ס).

המשך\_הצג\_הוכחה(\_מספר,\_הסבר,\_תשובה):-

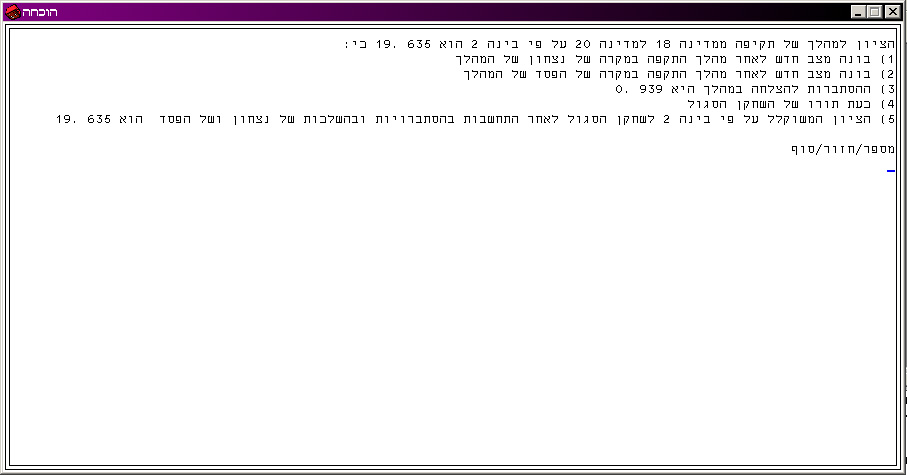
מיקום\_איבר(\_מספר,\_תת\_הסבר,\_הסבר),

הצג\_הוכחה(\_תת\_הסבר,\_תשובה),

\_תשובה = 'ס'.  
חוק האחראי להמשך הדפסת התפריט בהתאם לבחירתו של המשתמש.

**דוגמא למנגנון ההסבר בפרוייקט שלי:**

זוהי דוגמא לחלון ההוכחה/הסבר במשחק שלי:

בדוגמא זו רואים איך המשחק הגיע למתן ציון למהלך.