

האוניברסיטה העברית בירושלים
ביה"ס להנדסה ומדעי המחשב

בחינה סופית ב -- מבוא לבינה מלאכותית -- קורס מס' 67842

תאריך: 6.3.2002
זמן: 3 שעות

מועד: א' תשס"ב
המורה: פרופ' לאו יוסקוביץ

הוראות:

- יש לענות על 4 מתוך 5 השאלות הבאות. יש לסמן לאילו שאלות בחרתם לענות ברשימה.
- תכתבו **בקצרה** את תשובותיכם לשאלות ישירות בדפי המבחן במקום המיועד לכך. אין לצרף דפים או מחברות נוספים. ניתן להשתמש במחברות מבחן לטייטה.
- הבחינה תתקיים ללא חומר פתוח. מומלץ להקדיש זמן שווה לכל שאלה!
- אם יש צורך בהנחות או הגדרות שלא ניתנו בשאלות, נא לרשום אותם.

ב ה צ ל ח ה !

שם: _____

מספר סטודנט: _____

שאלה	נבחרה?	ציון	מתוך
1	_____	_____	25
2	_____	_____	25
3	_____	_____	25
4	_____	_____	25
5	_____	_____	25
ציון כולל			100

ציון: _____/25

שאלה 1 (25%): חיפוש (SEARCH)

א. (6%) נתון אץ חיפוש בעל התכונות הבאות:

- מספר ממוצע של בנים לכל קודקוד b : (average branching factor)
- עומק בו נמצא הפתרון d : (average solution depth)
- עומק הענף הארוך ביותר באץ m : (maximum tree depth)

(האץ הוא מלא אך יתכנו ענפים אין-סופים)

עבור כל אחת מהשיטות חיפוש ללא מידע (חיפוס לרוחב, חיפוס לעומק, חיפוס הדרגתי לעומק, חיפוס דו-כיווני רוחבי), ציין את הסיבוכיות זמן ומקום הממוצעת, אם הם מחזירות תמיד פתרון כאשר הוא קיים ואם הוא אופטימלי. יש למלא את הטבלה הבאה (אין צורך בלנמק את תשובתכם):

Property תכונה	Breath First חיפוס לרוחב	Depth First חיפוס לעומק	Iterative depth first חיפוס הדרגתי לעומק	Bidirectional BFS חיפוס דו-כיווני רוחבי
Time זמן	b^d			
Space מקום				
Optimal? אופטימלי?				
Complete? מלא?				

ב. (8%) חיפוש MIN-MAX:

- תנו שלוש תנאים שחייבים להיתקיים עבור משחק של שני שחקנים בכדאי שניתן יהיה להשתמש בשיטת הערכת מצב MIN-MAX לבחירת מהלך הבא. יש לתת הסבר קצר על כל אחד

1

2

3

- תנו תנאי נוסף בכדאי שניתן יהיה להשתמש בשיטת גיזום alpha-beta pruning

ג. (11%) משחק מטבעות: (Nickel and dime game)

במשחק של שחקן יחיד, נתונה שורה של מטבעות גדולות L ומטבעות קטנות s אם רווח אחד ביניהם. בתחילת המשחק, כל המטבעות הגדולות בצד שמאל, וכל המטבעות הקטנות בצד ימין:

$$[L, L, L, ,s ,s] \rightarrow [s, s, , L, L, L]$$

מתרת המשחק היא להביא את כל המטבעות הגדולות לצד ימין וכל המטבעות הקטנות לצד שמאל. חוקי ההזזה הם כדלקמן:

$$[\dots, L, , \dots] \rightarrow [\dots, , L, \dots] \quad 1. \text{ הזז מטבע גדול ימינה לתוך רווח}$$

$$[\dots, , s, \dots] \rightarrow [\dots, s, , \dots] \quad 2. \text{ הזז מטבע קטן שמאלה לתוך רווח}$$

3. דלג עם מטבע גדול על מטבע (קטן או גדול) לתוך רווח בצד ימין

$$[\dots, L, X, \dots] \rightarrow [\dots, X, , L, \dots]$$

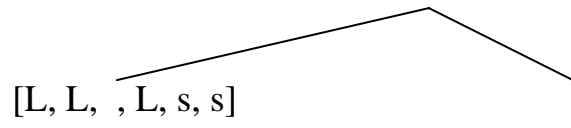
4. דלג עם מטבע קטן על מטבע (קטן או גדול) לתוך רווח בצד שמאל

$$[\dots, X, , s, \dots] \rightarrow [\dots, , s, X, \dots]$$

נסחו את הבעיה כבעיית חיפוש עם מידע.

1. הגדירו מצב, מהלכים חוקיים, ובדיקת סיום.

2. ציירו את אץ החיפוש עבור הדוגמא [L, L, L, , s, s]



3. תנו פונקציה היוריסטית המקיימת את הדרישות של אלגוריתם חיפוש A
(best first search with heuristic function) להנחיית החיפוש לפתרון. האם הפונקציה היא
מונוטונית? האם הפונקציה היא A*? נמקו בקצרה.

ציון: 25/___

שאלה 2 (25%): לוגיקה והיסק

א. היסק בלוגיקה מסדר ראשון (First Order Logic) (12%):

בעולם של אנשים וּשפות, נתונים הפרדיקטים הבאים:

person(P), language(L)	unary type predicates
	domain(person(P)) = {joe, moshe}
	domain(language(L)) = {english, hebrew}
speaks(X, L)	person X speaks language
commnicate(X, Y)	persons X and Y can communicate
interpreter(W, X, Y)	person W can interpret between X and Y

א. תרגמו את המשפטים הבאים למשפטים בתחשיב הלוגיקה מסדר ראשון:

1. joe speaks english

2. moshe speaks hebrew

3. if two people both speak a language L, they can communicate

4. if a person can communicate with two other people, the she/he can serve as an interpreter between them.

5. for any two languages, there is someone that speaks both of them

6. there is someone that can interpret between joe and moshe

ב. הראו שניתן להסיק שמשפת ממשפתים ע" רזולוציה לאחור

(backward chaining resolution)

עליכם להראות את הצורה הנורמלית לאחור

skolemization

לכל משפט ואת הפעלת חוק הרזולוציה. אין צורך בלחראות את שלבי הביניים של העברה לצורה הנורמלית או שלבי רזולוציה שאינם חיוניים להשגת המסקנה הסופית. הוכחה שאינה רזולוציה לאחור לא תקבל נקודות כלל.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

הוכחה:

ב. (13%) לוגיקה לא מונוטונית (Non-monotonic logic)

1. (6%) כתבו משפט לוגי או חוק ברירת מחדל למשפטים הבאים:

1. all 21 year olds are adults

2. typically all adults are married

• איזה מסקנה ניתן להסיק מ 1 ו 2? העם היא הגעיונית?

• תנו שני חוקים שונים עבור משפט 2 שמונעים את המסקנה הלא רצויה והסבירו מה ההבדל ביניהם.

חוק 1 _____

הסבר:

חוק 2 _____

הסבר:

ההבדל ביניהם:

ציון: ____/25

שאלה 3 (25%): PROLOG

א. (6%) ציינו האם כל אחד מהמשפטים הבאים אמת או שקר ונמקו בקצרה (תשובה ללא נימוק לא תחשב. כל השאלות שוות).

• PROLOG משתמש ב"כשלון בשלילה" (negation as failure) כדי לפתור את בעיית הנחת העולם הסגור (closed world assumption).

תשובה: ____

נימוק.

• PROLOG משתמש ב"אחוד ליטרלים" (literal unification) שאינן מטעמי יעילות.

תשובה: ____

נימוק.

ב. (7%) שימוש באופרטור "!" :

נתונה תכנית ב PROLOG לבחירת עיבר מרשימה:

```
select(X,[X|Rest],Rest).
select(X, [Y|Yrest], [Y|Zrest]) :- select(X,Yrest,Zrest).
```

תארו את התוצאה של ביצוע השאילתות הבאות (תשובה ראשונה):

?- select(X,[1,2,3],L).

___ תשובה:

?- select(2,[1,2,3],L).

___ תשובה:

?- select(3,L,[1,2]).

___ תשובה:

?- select(X,[1,2,3,2,4],L).

___ תשובה:

נתונות התכניות הבאות:

```
select1(X,[X|Rest],Rest) :- !.
select1(X, [Y|Yrest], [Y|Zrest]) :- select1(X,Yrest,Zrest).
```

```
select2(X,[X|Rest],Rest).
select2(X, [Y|Yrest], [Y|Zrest]) :- !, select2(X,Yrest,Zrest).
```

```
select3 (X,[X|Rest],Rest).
select3(X, [Y|Yrest], [Y|Zrest]) :- select(X,Yrest,Zrest), !.
```

תארו את התוצאה של ביצוע השאילתות הבאות כאשר דרושים כל הפתרונות:

?- select1(X,[1,2,3],L).

_____ תשובה:

?- select2 (X,[1,2,3],L).

_____ תשובה:

?- select3 (X,[1,2,3],L).

_____ תשובה:

הסבירו מה ההבדל שלושת התכניות ולמה הן יכולות לשמש.

ג. (12%) עבוד שפה טבעית (Natural language parsing)

כתבו תכנית ב- PROLOG לפענוח (parsing) משפטים פשוטים המוגדרים לפי הדקדוק BNF הבא:

SENTENCE	→ NOUN-PHRASE, VERB-PHRASE
NOUN-PHRASE	→ NOUN DETERMINER, NOUN NAME
VERB-PHRASE	→ INTRANSITIVE-VERB TRANSITIVE-VERB, NOUN-PHRASE
DETERMINER	→ a, the, all, every, some
NOUN	→ man, men, woman, women, dog, cat, flowers
TRANSITIVE-VERB	→ like, likes, love, loves, is, are,
INTRANS-VERB	→ run, runs,

משפטים נתונים כרשימה של מילים [every,man,loves,a,women]. הפענוח מראה את מבנה המשפט:

```
sentence(nounphrase(determiner(every),noun(man)),
         verbphrase(transitiveverb(loves)),
         nounphrase(determiner(a),noun(women))))
```

הקפידו להתאמת יחיד ורבים בין ה- NOUN-PHRASE ל- VERB PHRASE

ציון: 25/____

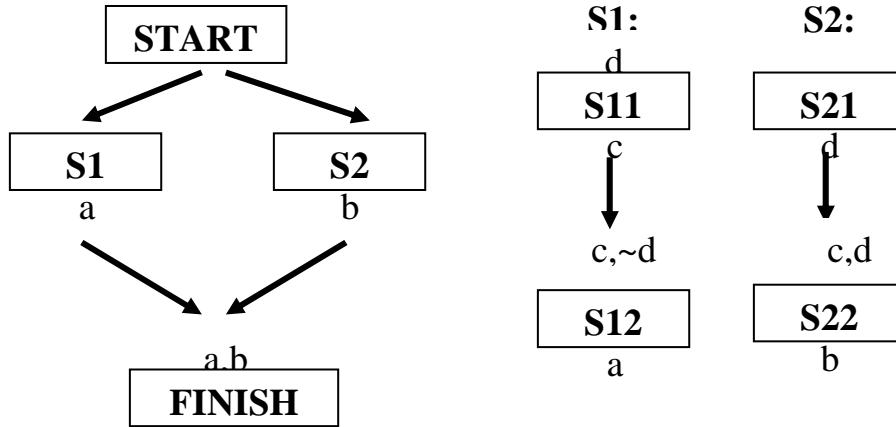
שאלה 4 (25%): תכנון (Planning)

1. (6%) ציינו האם כל אחד מהמשפטים הבאים אמת או שקר ונמקו בקצרה (תשובה ללא נימוק לא תחשב. כל השאלות בעלות משקל שווה).

- האלגוריתם לתכנון STRIPS פותר את "בעיית המסגרת" (frame problem) ע"י חוקים שמציינים רק מה שמשתנה בעולם.
תשובה: _____
נימוק.

- עקרון "בהתחייבות מינימום" (least commitment principle) בתכנות בסדר חלקי (partial order planning) תמיד מבטיח פתרון כאשר ישנו אבל עלול לגרום לחיפוש שדרוש יותר זמן.
תשובה: _____
נימוק.

ב. (7%) תכנון בסדר חלקי הירארכי (Hierarchical partial order planning):
 נתונה תכנית הירארכית בסדר חלקי (Hierarchical partial order plan))



תיבה היא פעולה (Action), פסוקים מעל פעולות הם תנאי קדם (Precondition), ומתחת תוצאות (Effect), קו חזק הינו קשר סיבתי וגם קשר סדר (Causal and Order Link). הפעולות S1 ו S2 הן פעולות אבסטרקטיות שניתן לממש בעזרת הפעולות הפרימיטיביות S11, S12, S21 ו S22.

- פתחו את הפעולות האבסטרקטיות בתכנית ונסו לסדר אותה כך שהיא תהיה קונסיסטנטית.

ג. 12% תכנון בסגנון STRIPS

נתון סוכן שמנקה מטבח בו נמצאים מקרר, תנור אפיה, מדף להכנת אוכל, וכיור. מטרת הסוכן היא לבנות תכנית לנקות את המטבח לפי האלוצים הבאים:

- ניקוי המקרר והתנור מלכלך את הריצפה.

- ניקוי המקרר מלכלך את המדף.

- ניקוי המדף והכיור מלכלך את הריצפה.

במצב ההתחלתי הכיור נקי אך כל השאר מלוכלך. במצב הסופי הכל נקי.

1. תכנון יצוג לבעיה בסגנון חוקי STRIPS. תכנונו חוקים לתכנון ותארו את מרחב החיפוש.

2. תארו תוכנית סדרתית (Sequential Plan) ותוכנית מסדר חלקי (Partial Order Plan) שונות ממצב התחלתי למצב סופי בעזרת החוקים שתכננתם. אין צורך להראות את הפעלת האלגוריתם בכדי לקבל את התוצאה הסופית.

ציון: 25/____

שאלה 5 (25%): למידה (Learning)

1. (6%) ציינו האם כל אחד מהמשפטים הבאים אמת או שקר ונמקו בקצרה (תשובה ללא נימוק לא תחשב. כל השאלות בעלות משקל שווה).

- הרווח בכושר הסיווג של אחוד של שני פרמטרים a ו b , $\text{Gain}(a \vee b)$ עבור קבוצת תצפיות O תמיד שווה או גדול מהרווח בכושר הסיווג של כל אחד מהפרמטרים לחוד: $\text{Gain}(a)$, $\text{Gain}(b)$, עבור אותה קבוצת תצפיות:

$$\text{Gain}(a \vee b) \geq \text{Gain}(a) \text{ and } \text{Gain}(a \vee b) \geq \text{Gain}(b),$$

תשובה: ____

נימוק.

- כאשר הזמן והזכרון מוגבל, עדיף להשתמש באלגוריתם ללמידה מודרכת עם רשימות הכרעה (DLL: decision list learning) על אלגוריתם ללמידה מודרכת עם עצי הכרעה (DTL: decision tree learning) אפילו עם הפסוק שלומדים יותר ארוך.

תשובה: ____

נימוק.

ב (8%) עבור למידה במרחב הגרסאות (Version Space Learning):

- הסבר מה הרעיון המרכזי של למידה במרחב הגרסאות. הסבר מה קבוצת ההשערות הכללית ביותר (most general boundary set) וקבוצת ההשערות המפורטת ביותר (most specific boundary set) עבור קבוצת ההשערות Hypotheses.

- בנה דוגמא שלא ניתנה בשיעור כדי להדגים את המושגים הנ"ל.

ג (11%) עליכם לבנות מודל של לקוח המבקש מהבנק הלוואה לפי שלושה פרמטרים:
 הכנסה (income), מועסק (employed), ואיכות הלקוח (quality):

attributes: income = {low, medium, high}

employed = {yes, no}

quality = {poor, medium, high}

conclusion: loan? = {yes, no}

נתונה קבוצת אימון (Training Set) הבאה עבור שלושה פרמטרים::

	A T T R I B U T E S			CONCLUSION
EXAMPLE	INCOME	EMPLOYED	QUALITY	LOAN?
x ₁	low	yes	medium	Yes
x ₂	medium	yes	poor	No
x ₃	high	no	high	Yes
x ₄	high	yes	poor	No
x ₅	medium	no	medium	No
x ₆	medium	no	high	Yes

lg is the base 2 log. $\lg(a*b) = \lg(a) + \lg(b)$; $\lg(1) = 0$; $\lg(2) = 1$; $\lg(3) = 1.58$; $\lg(4) = 2$; $\lg(5) = 2.32$; $\lg(6) = 2.58$

$$I(p/N, n/N) = -p/N \log p/N - n/N \log n/N, \quad \text{Reminder}(A) = \sum_{i=1}^V N_i/N \cdot I(p_i/N_i, n_i/N_i),$$

$$\text{Gain}(A) = I(p/N, n/N) - \text{Reminder}(A)$$

בנו רשימת החלטה (Decision list) לפי האלגוריתם. תאר בכל שלב את כושר הסיווג של כל פרמטר, ואת הרשימה הסופית.