

בחינה בבינה מלאכותית - 096210 - מועד ב', 6.3.01

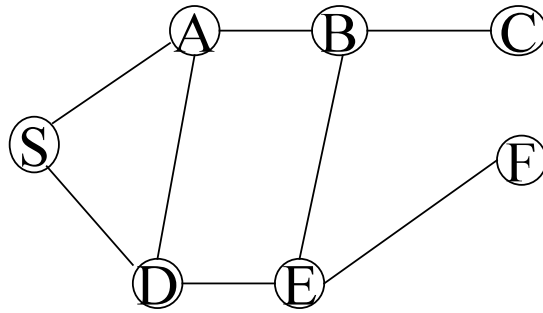
הערה: הבחינה נכתבה בלשון זכר אולם אין בלשון זו משום סווגה ליצור הפליה. הכתוב מסווג לשני המינים באופן שווה.

1. (25 נק) מדינת אוואזיסטן עשירה בנפט. מצויים בה מאגרי נפט רבים בעומקים שונים, בכמויות ובהספקים שונים. הפקת נפט ממאגר היא כלכלית רק אם הספקן עולה על 100 חביות ביום ורק אם הכמות הכוללת במאגר עולה על מליון חביות. כל חבית נמכרת, באתר ההפקה, ב \$20. מחיר קידוח הינו 10 מיליון \$ לכל קילומטר עומק. מחיר תחנת שאיבה 10 מיליון \$. מחיר זכויות השימוש בקרקע 10 מיליון \$ לקמ"ר. הדרך היחידה לדעת אם במקום מסוים קיים נפט בכמות מסחרית היא לבצע במקום קידוח עד להגעה לכמות כזו או עד לכשלון (10 ק"מ עומק ללא נפט יחשב כשלון). תוצאת כל קידוח הינה הספק וכמות כוללת של המאגר (0,0 במקרה של כשלון). שטחה של אוואזיסטן 1 מיליון קמ"ר. מחלקים שטח זה לריבועים שוים בגודל 1 קמ"ר כל אחד. ידוע שדי בקידוח אחד בכל משבצת בכדי לאשר או לפסול המצאות נפט בכמות כלכלית. באופן עקרוני, בכדי לגלות את כל הנפט הכלכלי להפקה, ניתן לקדוח בכל המשבצות עד לעומק 10 ק"מ. הבעיה היא שתהליך חיפוש זה יקר מדי. בנוסף, ידוע שסביב כל משבצת שבה נתגלה נפט בכמות מסחרית קיימות לפחות שלוש משבצות שכנות (כולל אלכסונים) שבהן נפט (לאו דוקא בכמות מסחרית). למשבצת שבה נפט בכמות לא מסחרית לפחות שתי שכנות שבהן נפט. חברת אוואזיס חיפשי נפט (אח"ן) מעונינת למצוא באוואזיסטן מאגרי נפט כלכליים. לצורך כך היא מעונינת להפעיל אלגוריתם חיפוש יעיל (חסכוני בהוצאות). החברה מחזיקה ברשותה מאגר נפט אחד, M, שבו כמות נפט מסחרית.
- א. תאר את הבעייה כבעיית החיפוש באופן פורמלי. האם הבעייה עונה להגדרה של בעיית חיפוש?
- ב. גניח שמיישמים חיפוש שהוא Uninformed לצורך גילוי נפט, מהו ה Branching Factor של עץ החיפוש? מהו עומק העץ?
- ג. ידוע שקיימים מאגרי נפט כלכליים רבים בכל עומקי הקידוח. כיצד ישפיע מידע זה על בחירת אלגוריתם החיפוש?
- ד. מעונינים להאיץ את הפתרון ע"י שימוש במידע האופייני לבעיה. הגח שניתן להסיק הסתברויות למציאת נפט מדיעת המבנה הגיאולוגי, ומידע גיאולוגי כזה מצוי בידי אח"ן. בפרט, ידוע כי קמר מכפיל את ההסתברות למציאת נפט, בעוד שבר מוריד את ההסתברות פי 2. הגח עוד כי בקידוח שבו נמצא נפט בכמות לא מסחרית בעומק של עד 5 ק"מ קיים סיכוי של 50% למציאת נפט בכמות מסחרית. מצא יוריסטיקה שתשפר את ה Branching Factor האפקטיבי במידה טובה ככל הניתן. מהי מידת השיפור (מהירות, או לחלופין, זיכרון) שהיוריסטיקה מאפשרת? האם היוריסטיקה קבילה (Admissible)? מדוע?

2. (25 נק) ידועים הפרטים הבאים (לפעמים בסתירה למקורות מידע אחרים):

- א. אם X אח של Y אז Y אח של X
 ב. אם X ו Y אחים אז יש להם אותו אב
 ג. ראובן אח של שמעון
 ד. שמעון אח של יהודה
 ה. יעקב הוא אביו של יהודה
 ו. ראובן, שמעון, יעקב ויהודה הם אנשים
 ז. לא קיימים אנשים פרט לראובן, שמעון יעקב ויהודה
 ח. קיים בדיוק איש אחד שלו כותונת
 ט. האיש בעל הכותונת הוא יתום
- I. בטא א-ט ב FOL.
 II. בצע forward chaining ל א-ה.
 III. נתונות השאילתות הבאות:
 א. מי אביו של יהודה?
 ב. מיהו בעל הכותונת?
 הסק תשובות (אם ניתן).

3. בשאלה זו יש לכתוב אלגוריתם חיפוש על גרף קשיר. נייצג את הגרף על ידי טבלת שכנים, כאשר כניסה I בטבלה מפרטת את השכנים של צומת I. להלן גרף והטבלה המייצגת אותו:



Node	Neighbors
S	A,D
A	S,B,D
B	A,C,E
C	B
D	S,A,E
E	B,D,F
F	E

ב lisp, כל שורה בטבלה תיוצג על ידי property list בצורה הבאה:

```
>(setf (get 'S 'neighbors) '(A D)      >(get 'D 'neighbors) => (S A E)
      (get 'A 'neighbors) '(S B D)
      (get 'B 'neighbors) '(A C E)
      (get 'C 'neighbors) '(B)
      (get 'D 'neighbors) '(S A E)
      (get 'E 'neighbors) '(B D F)
      (get 'F 'neighbors) '(E))
```

כאשר (`get <symbol> <property-name>`) הנה פונקציה המקבלת symbol ו property name, ומחזירה את ה property המשויך אליו. על מנת להציב property חדש יש "לעטוף" את ה get ב setf כפי שנעשה לעיל.

• נתונה פונקציית expand:

```
(defun expand (state)
  (mapcar #'(lambda (new-node) (cons new-node state))
          (remove-if #'(lambda (neighbor) (member neighbor state))
                    (get (first state) 'neighbors))
  )
)
```

כאשר (`mapcar <func> <list>`) מפעילה את func על כל אחד מאברי list ומחזירה את רשימת התוצאה. לדוגמא: (`mapcar oddp '(1 2 3)`) => (T NIL T).

• נתונה פונקציית (`edge-length node-1 node2`) המחזירה את אורך הקשת בין הצמתים.

1. כתוב ב lisp פונקציה (`path-length state`) המקבלת מצב במרחב ומחזירה את אורכו. (6 נק')
2. כתוב ב lisp פרדיקט (`shorter-p state-1 state-2`) המחזיר T אם state-1 קצר מ state-2. (3 נק')
3. כתוב ב lisp פונקציית חיפוש שחתימתה ומסלול הריצה שלה על הגרף הינם: (11 נק')

```
>(defun branch-bound (start finish &optional (queue (list (list start))))
  >( branch-bound 'S 'F)
  (S)
  (S D)
  (S A)
  (S D E)
  (S A B)
  (S D A)
  (S A D)
  (S A B C)
  (S D E F))
```

רמזים:
 <branch-bound צריכה לפתח את המצב הקצר ביותר שב queue.
 <ניתן להשתמש ב (sort list predcat). לדוגמה:
 > (sort '(3 5 1 2) #'<) → (1 2 3 5)

4. (15 נק) נתון המשחק איקס-מיקס-דריקס-פיקס, שהוא הרחבה של איקס-מיקס-דריקס. במשחק זה נתון לוח של 4×4 משבצות, ושני שחקנים שלהם 4 כלי משחק לכל אחד (בצבע יחודי לכל שחקן). כל שחקן רשאי בתורו להניח כלי שלו על אחת המשבצות הפנויות בלוח או להעביר את אחד הכלים שלו שכבר על הלוח למשבצת פנויה שכנה. מטרת כל שחקן היא ליצור שורה ישרה מארבעת כליו. הראשון שמצליח בכך מנצח.

- א. לאחר צמצום מקרים סימטריים, צייר עץ משחק שיכלול באופן מלא את הצעד הראשון של השחקן הראשון ואת (לפחות שלישי) מן האפשרויות של הצעד הראשון של השחקן השני.
- ב. תן הערכה מנומקת ל branching factor של עץ המשחק ולעומקו.
- ג. האם סביר "לפתור" את המשחק בעזרת MINIMAX? אם לא הצע אלטרנטיבה.
- ד. בנוס: האם קיימת אסטרטגיה מנצחת? נמק (נא לשמור לסוף הבחינה!)

5. (15 נק) נתון רובוט בחדר מלבני. בחדר מצויות, במיקומים לא ידועים, שתי קוביות, האחת אדומה והשנייה ירוקה. החדר מחולק למשבצות. הרובוט מסוגל לבצע את הפעולות הבאות: תנועה של משבצת אחת קדימה; סיבוב 90 מעלות בכיוון השעון; הרמת קובייה (כאשר הוא מצוי במשבצת שבה היא מצויה). כמו כן מסוגל הרובוט לזהות קירות וקוביות בשכנות מיידית למיקומו. הרובוט מצוי באחת מפינות החדר, ועליו להגיע לפינה הנגדית כאשר הקובייה הירוקה ברשותו. עליו להימנע מהזזת הקובייה האדומה.

- א. כתוב את האופרטורים שהרובוט מסוגל לבצע.
- ב. כתוב PLAN שיגרום לרובוט להגיע ל GOAL כנדרש.