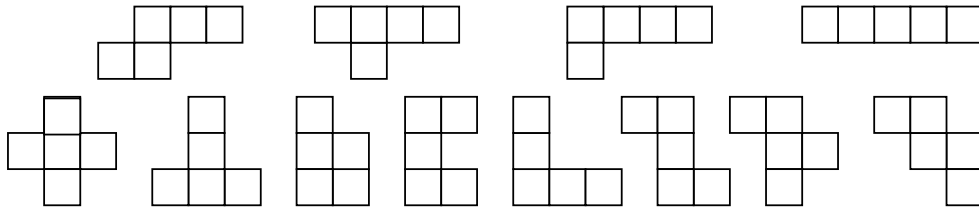


בחינה בבינה מלאכותית - 096210 - מועד א', 7.2.01

1. (25 נק) מחמישה ריבועים זהים ניתן ליצור 12 צורות גיאומטריות שונות, כפי שמתואר באיור. למרות שהדבר קשה למדי, ניתן לסדר את 12 הצורות כך שיווצר מלבן ששטחו 60 ריבועים. מסתבר שניתן ליצור כל אחד מן המלבנים ששטחם 60, כלומר 20×3 , 15×4 , 12×5 , ו 10×6 . (מומלץ לא לבדוק נכונותה של טענה זו במהלך הבחינה). לצורך יצירת המלבן, מותר לסובב כל צורה וכן להופכה. מובן שעקב שיקולי סימטריה, חלק מן הצורות נותרות ללא שינוי לאחר סיבוב, הפיכה או שניהם (למשל צורה מס. 1). נניח שברצוננו להגיע לסיזור 20×3 , ולצורך כך להפעיל אלגוריתם חיפוש.

- א. תאר את בעיית החיפוש באופן פורמלי.
- ב. נניח שהחיפוש הוא Uninformed, מהו ה Branching Factor של עץ החיפוש? מהו עומק העץ?
- ג. אם רוצים להבטיח שהחיפוש אמנם יגיע לפתרון, באיזה אלגוריתם חיפוש אסור להשתמש, ומדוע?
- ד. ידוע שלבעיית החיפוש שלעיל יש מספר קטן מאוד של פתרונות. כיצד ישפיע מידע זה על בחירת אלגוריתם החיפוש?
- ה. מעונינים להאיץ את הפתרון ע"י שימוש במידע האופייני לבעיה. מצא יוריסטיקה קבילה (Admissible). על היוריסטיקה לשפר את ה Branching Factor האפקטיבי. מהי מידת השיפור (מהירות, או לחלופין, זיכרון) שהיוריסטיקה מאפשרת?
- ו. האם היוריסטיקה שהצעת מתאימה גם למלבנים במידות האחרות (למשל 10×6)? מדוע?



2. (25 נק) ידועים הפרטים הבאים:
 - א. כל הספרים שבספרייה עשויים מנייר
 - ב. קיימים ספרים העשויים מעור
 - ג. קיימים ספרים שאינם בספרייה
 - ד. בראשית הוא ספר
 - ה. בראשית עשוי מעור
 - ו. לא ניתן לשאול ספרים שאינם בספרייה
 - ז. קיים בספרייה (בדיוק) ספר אחד בצבע אדום

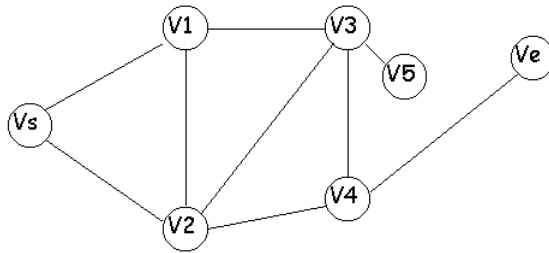
בטא א-ז ב FOL.

בצע forward chaining ל א-ה.

נתונות השאלות הבאות:

- א. האם ניתן לשאול ספרים מעור?
- ב. האם קיימים ספרים מנייר בצבע אדום? הסק תשובות (אם ניתן).
3. (15 נק) נתון המשחק נים (NIM). במשחק זה נתונות שורות של גפרורים (ניתן, במקום גפרור, לקחת יחידה בדידה ואחידה אחרת). כל שחקן בתורו צריך לסלק משורה כלשהי (אך משורה אחת בלבד) מספר גפרורים כרצונו (לפחות 1, ולכל היותר כל הגפרורים בשורה). המפסיד הוא זה המסיר את הגפרור האחרון מן הלוח. נהוג לשחק את המשחק עם 10 שורות של 10 גפרורים כל אחת. לצורך פשטות, אנו נדון תחילה במקרה של 2 שורות של 2 גפרורים כל אחת.
 - א. צייר את עץ המשחק בשלמותו (צמצם מקרים סימטריים).
 - ב. לניצחון של השחקן שהתחיל ערך 1 ולהפסד ערך -1. ציין ערכים אלה בעץ. בצע minimax. האם ניתן לקטום ענפים?
 - ג. נניח משחק שבו N שורות ו M גפרורים בכל שורה. תן הערכה ל branching factor של עץ המשחק (אין צורך בביטוי מדויק).

7. בונוס: מצא אסטרטגיה מנצחת. (נא לשמור לסוף הבחינה!)
 4. (20 נק) שאלה זו עוסקת בהרצת DFS 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
Vs	V1,V2
V1	Vs,V2,V3
V2	Vs,V1,V3
V3	V1,V2,V4,V5
V4	V2,V3,Ve
V5	V3
Ve	V4

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

```
(setf (get 'Vs 'neighbors) '(V1 V2)
      (get 'V1 'neighbors) '(Vs V2 V3)
      (get 'V2 'neighbors) '(Vs V1 V3)
      (get 'V3 'neighbors) '(V1 V2 V4 V5)
      (get 'V4 'neighbors) '(V2 V3 Ve)
      (get 'V5 'neighbors) '(V3)
      (get 'Ve 'neighbors) '(V4))

(get 'V3 'neighbors) => (V2 V4 V5)
```

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.

נתון מימוש DFS:

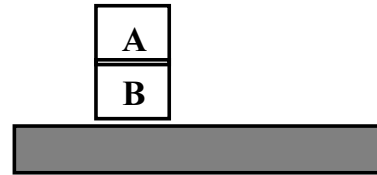
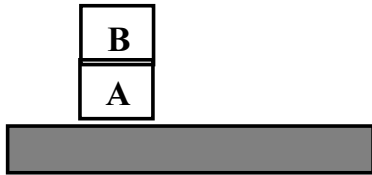
```
(defun dfs (start fin &optional (queue (list (list start))))
  (cond ((endp queue) nil)
        ((eq fin (first (first queue))) (reverse (first queue)))
        (t (dfs start
                 fin
                 (append (expand (first queue)) (rest queue)))))

  (defun expand (state)
    (mapcar #'(lambda (new-node) (cons new-node 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)

1. מהם המצבים במרחב? כלומר מהו state, מה נשמר ב queue? (6 נק')
2. מהו ה bug ב expand? (6 נק')
3. כתוב מחדש ב lisp את expand ללא ה bug שמצאת ב 2. (8 נק')

5. (15 נק) נתונים שני מצבי עולם (ראה איור) ושני רובוטים המסוגלים לבצע את שני האופרטורים הרשומים מטה וכן $Lift(x)$.
- א. כתוב את האופרטור $Lift(x)$. התוצאה הנה $Holds(y,x)$ כאשר y הוא הרובוט שביצע את הפעולה האם האופרטורים למטה מתאימים לבעיה? שנה אם יש בכך צורך.
- ג. שני הרובוטים מעונינים להביא את העולם מהמצב הימני למצב השמאלי. הרובוטים אינם מתקשרים זה עם זה, אולם הם רואים את מצב העולם בכל רגע. קצב ביצוע הפעולות של כל רובוט אינו ידוע, אולם ניתן להניח שאין בוזמניות. כתוב PLAN שיתאים לכל אחד מן הרובוטים לצורך הגעה ליעד.



$Clear(x) On(x,z) Clear(y)$
 $PutOn(x,y)$
 $\neg On(x,z) \neg Clear(y)$
 $Clear(z) On(x,y)$

$Clear(x) On(x,z)$
 $PutOnTable(x)$
 $\neg On(x,z) Clear(z)$
 $On(x,Table)$