

מבוא לבינה מלאכותית – סמסטר אביב תשפ"ד

עבודה מספר 2: חיפוש מקומי, חיפוש בתנאי יריבות, בעיות סיפוק אילוצים

חלק 1. חיפוש מקומי

1. [10] בבעיית הסוכן הנוסע, הסוכן מעוניין לערוך ביקור בכל הערים כאשר הוא מתחיל מעיר מסויימת נניח A, שם ביתו וחוזר אותה עיר A. עליך לתכנן עבורו את המסלול הקצר ביותר בהנתן המרחקים מעיר לעיר.

על מנת לפתור את הבעייה באמצעות אלגוריתם Hill climbing (טיפוס גבעה), מוגדר **מצב** כפרמוטציה של כל הערים המתארת **סיור שלם**. למשל אם יש שלוש ערים A,B,C מצב אפשרי הוא : $\langle ABC \rangle$ ומצבים עוקבים (שכנים או בנים) מתקבלים על ידי החלפת שתי ערים בסיור למשל $\langle ACB \rangle$ $\langle BAC \rangle$ $\langle CBA \rangle$.

פונקציית ההערכה למצב היא המרחק הכולל של הסיור (כולל החזרה מהמצב האחרון לראשון). אם יש שני שכנים עם אותו ערך הבחירה ביניהם רנדומלית.

1. האם אלגוריתם טיפוס גבעה מבטיח למצוא את הסיור הקצר ביותר? נמק את תשובתך
2. כמה מצבים עוקבים (שכנים) יש למצב (סיור) בן N ערים. נמק את תשובתך
3. נתונה טבלת המרחקים הבאה בין 4 ערים

	A	B	C	D
A	0	800	120	1600
B	800	0	700	2400
C	120	700	0	1700
D	1600	2400	1700	0

בהנחה שמצב ההתחלה הוא $\langle BACD \rangle$

- א. איזה מצב מבין המצבים העוקבים ייבחר על ידי אלגוריתם טיפוס גבעה הבסיסי בצעד הבא?
- ב. האם האלגוריתם יגיע למצב מינימום גלובלי? אם כן הראה את סדרת המצבים המובילה אליו, אם לא נמק מדוע.

2. [30] תרגיל תכנות: כתבו תכנית בג'אווה הפותרת את בעיית 8 המלכות באמצעות

אלגוריתם "חיפוש קרן מקומי" Local beam search.

כפונקצית הערכה השתמשו בהיוריסטיקה המחשבת את מספר הקונפליקטים שהודגמה בכיתה.

שכן הוא מצב הנבדל במיקום מלכה בעמודה אחת בלבד.

א. התכנית מקבלת כקלט את גודל הלוח n , את מספר האיטרציות X וכן את K מספר המצבים אחריהם היא עוקבת.

ב. בשלב ראשון התכנית מגרילה K לוחות שבכל לוח על כל עמודה מונחת מלכה אחת בלבד.

ג. התוכנה מדפיסה כותרת **ITERATION 0** ואחריה מדפיסה את מצבי הלוח שהוגרלו ואת הציון של כל אחד מהם על פי פונקצית ההערכה.

להלן דוגמא להדפסה של מצב לוח 4X4:

```
X X X Q
Q X X X
X Q X X
X X Q X
```

Score = 4

א. אם אחד המצבים הוא פתרון (ציון 0) התכנית מדפיסה את ההודעה SOLUTION + את סה"כ מספר הצעדים (איטרציות) שלקח להגיע לפתרון.
למשל :

SOLUTION (6 Iterations)

ב. אחרת התכנית מייצרת לכל מצב K מצבים בנים ובוחרת מתוכם את K הבנים הטובים ביותר. מדפיסה את מספר האיטרציה ככותרת **ITERATION i** ואחריה מדפיסה את המצבים שנבחרו על המסך באופן המתואר לעיל .

ג. התכנית נעצרת לאחר X איטרציות או אם נמצא פתרון.

ד. אם התכנית מסיימת ללא מציאת פתרון היא מדפיסה את ההודעה FAIL + את ציון הלוח הטוב ביותר שהושג בחיפוש (אם נמצא פתרון הציון יהיה 0).
למשל :

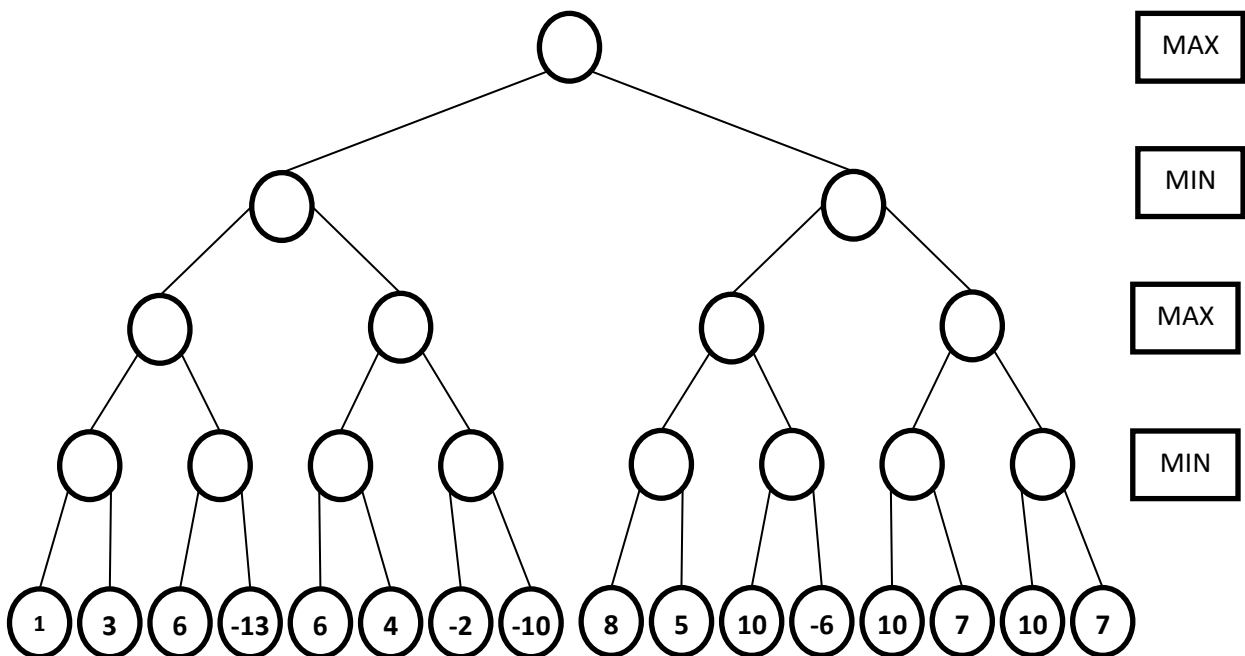
Fail (score = 4)

חלק 2. חיפוש בתנאי יריבות

1. [10] מינימקס ואלפא ביטא

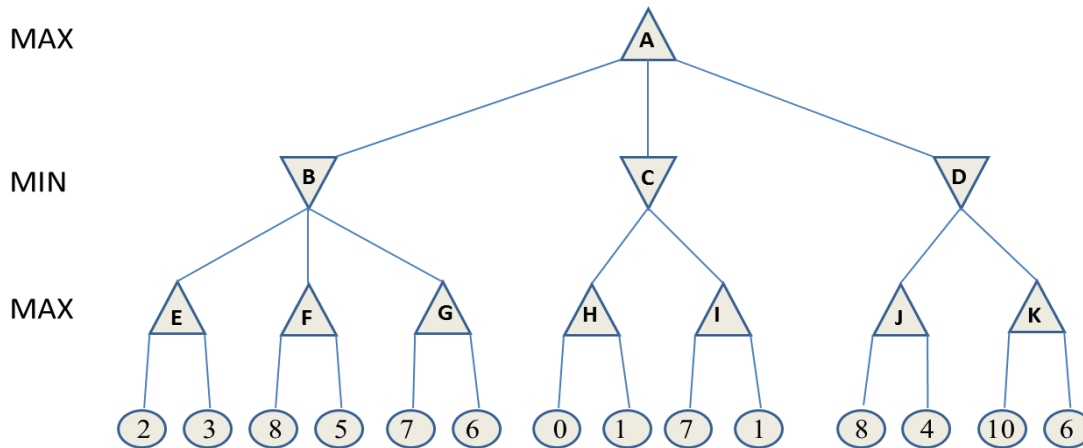
נתון עץ המשחק שבאיור.

א. הפעל את אלגוריתם הגיזום אלפא-ביטא כדי לחשב את ערכי האלפא והביטא בכל קודקד
אם יש ענף שנגזם בתהליך סמן אותו באיקס. בסעיף זה סריקת העץ הוא משמאל לימין.



2. [20] חיפוש בתנאי יריבות

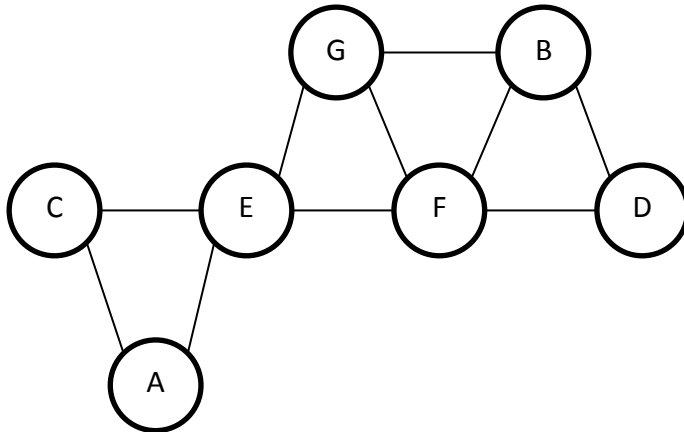
נתון גרף המשחק שבאיור. התור הוא תורה של MAX לשחק.
 הערכים בעלים מציינים את תוצאת המשחק לכל צעד אפשרי (תוצאות גבוהות יותר עדיפות עבור MAX).
 א. [5] רשום את הערכים על קדקודי העץ לצד המשולשים כפי שיתקבלו לפי אלגוריתם minimax. מהו הצעד הטוב ביותר עבור MAX בשורש העץ?



- ב. [5] ציין אלו קדקודים ייגזמו אם נבצע סריקה באמצעות אלגוריתם אלפא-ביתא (בהנחה שסדר הסריקה משמאל לימין)? נמק את תשובתך
 (את קדקדי העלים יש לציין לפי מיקומם משמאל לימין למשל העלים שמתחת לקדקד E1, E2 : E1, E2)
- ג. [5] האם סדור הקדקדים ברמה השנייה של העץ יכול להשפיע על הגיזום? אם כן הראה כיצד, אם לא הסבר מדוע.
- ד. [5] נניח ש MIN משחק באסטרטגיה שונה לפיה הוא בוחר את הצעד הבא בהסתברות שווה בין כל האפשרויות העומדות לפניו - לדוגמא אם יש ל MIN 3 אפשרויות E F G הוא יבחר כל אחת מהן בהסתברות שווה של 0.33. מה יהיו הערכים על קדקודי העץ במקרה זה?

חלק 3. בעיות סיפוק אילוצים

1. [30]



נתון הגרף המייצג 7 מדינות על מפה. כל קדקד הוא מדינה וכל קשת מסמלת גבול בין שתי המדינות. יש לצבוע את המפה בשלושה צבעים 1,2,3 כך ששתי מדינות סמוכות לא יצבעו באותו צבע.

נייצג את הבעיה כך שמשתנים הם מדינות וערכים אפשריים הם הצבעים. את השאלות הבאות בצע כאשר המשתנים מסודרים לפי א"ב והערכים מסודרים מקטן לגדול.

א. [10] הפעל את אלגוריתם backtracking עם היסק forward checking בהנחה שמתחילים עם מצב בו תחומי הערכים של כל המשתנים הוא $\{1,2,3\}$.

הדגם באמצעות עץ חיפוש שעוצר כאשר נמצא פתרון. בעץ החיפוש קדקד מראה את הערכים האפשריים לכל קדקוד ועל הקשת מסומנת ההשמה שבוצעה. אם נמצא פתרון (השמה קונסיסטנטית ושלמה) רשום אותה.

ב. [10] הפעילו את אלגוריתם AC-3 לבדיקת עקביות קשתות בהנחה שהקשתות מסודרות בתור ההתחלתי לפי סדר אלפאבתי (קשת $s \rightarrow t$ תבוא לפני קשת $x \rightarrow y$ אם $s < x$ או אם $s = x$ ו $t < y$) וכל קשת שחוזרת לתור נוספת לסופו.

הניחו שמתחילים עם מצב בו תחומי הערכים של כל המשתנים הוא $\{1,2,3\}$ למעט A B C שעבורם נתון: $D(A)=\{1\}$, $D(B)=\{1\}$, $D(C)=\{2\}$

מלאו את הטבלה הבאה:

הקשת שהוצאה מהתור	המשתנה הנבדק	ערכים שיוצאו מהתחום הערכים של המשתנה	קשתות שנוספו לתור

רשמו את תחומי הערכים של כל משתנה בסוף התהליך.

ג. [10] הפעילו את אלגוריתם backtracking עם היסק MAC בהנחה שמתחילים עם מצב בו לכל המשתנים יש את כל הערכים.

הדגם באמצעות עץ חיפוש שעוצר כאשר נמצא פתרון . בעץ החיפוש קדקוד מראה את הערכים האפשריים לכל קדקוד ועל הקשת מסומנת ההשמה שבוצעה. אם נמצא פתרון (השמה קונסיסטנטית ושלמה) רשום אותה.