חורף תש"ע

מבוא לבינה מלאכותית 236501

מועד ב' – קווים כלליים לפתרון

שאלה 1

סעיף א'

<<<הוכחה>>>

הסבר קצר ללא הוכחה זוכה בניקוד חלקי (2 מתוך 7).

סעיף ב'

משום שכל פיתוח של צומת יניב לפחות צומת אחד בעל ערך היוריסטי קטן יותר (ניתן להראות שזה נובע מהגדרת ההיוריסטיקה), GBFS תמיד ייבחר בצומת כזה, ויתקדם מבלי "להתחרט" (כלומר, מבלי לפתח צמתים שאינם בנים ישירים של הצומת האחרון שפותח). מסקנה: GBFS יפתח בדיוק את הצמתים שעל המסלול המוחזר.

משום ש-GBFS מחזיר במקרה זה את המסלול האופטימלי (סעיף א'), הרי ש-GBFS פיתח d (d עומק הפתרון האופטימלי) צמתים. כל פיתוח עולה $O(b)$, ולכן, זמן הריצה יהיה $O(b \cdot d)$.

סעיף ג'

ידוע כי *A עם היוריסטיקה קבילה מחזיר מסלול אופטימלי. נוכיח שההיוריסטיקה קבילה.
אם $v \in F$ אזי $h(v) = 0 = h^*(v)$ מהגדרת ההיוריסטיקה.
אם $v \notin F$ אזי $0 < h(v) < 1 \leq h^*(v)$ מהגדרת ההיוריסטיקה, ומהנתון שמחיר כל קשת הינו 1.
מסקנה: $\forall v \in V: h(v) \leq h^*(v)$ ולכן ההיוריסטיקה קבילה.

תשובות שלא התייחסו למצבים סופיים בנפרד קיבלו ניקוד חלקי (5 מתוך 7).

סעיף ד'

משום שמחיר כל קשת הוא 1, ומשום שנתון $\forall v \in V: h(v) < 1$, *A מיודע (עם h) יאלץ לפתח $d-1$ רמות במלואן, בדיוק כמו *A לא מיודע (עם h_0, שכידוע, שקול ל-BFS בגרפים עם מחיר אחיד). ההבדל בין האלגוריתמים יהיה בפיתוח הרמה האחרונה: *A המיודע יפתח מיד את צומת המטרה, ואילו *A הלא-מיודע עלול לפתח את כל הצמתים האחרים בעלי עומק d, ורק לבסוף לפתח את צומת המטרה.

$$Average\ Complexity\ Ratio = \frac{A^*(h_0)}{A^*(h)} = \frac{b^{d-1} + \frac{b^d}{2}}{b^{d-1} + 1} \approx \frac{b}{2}$$

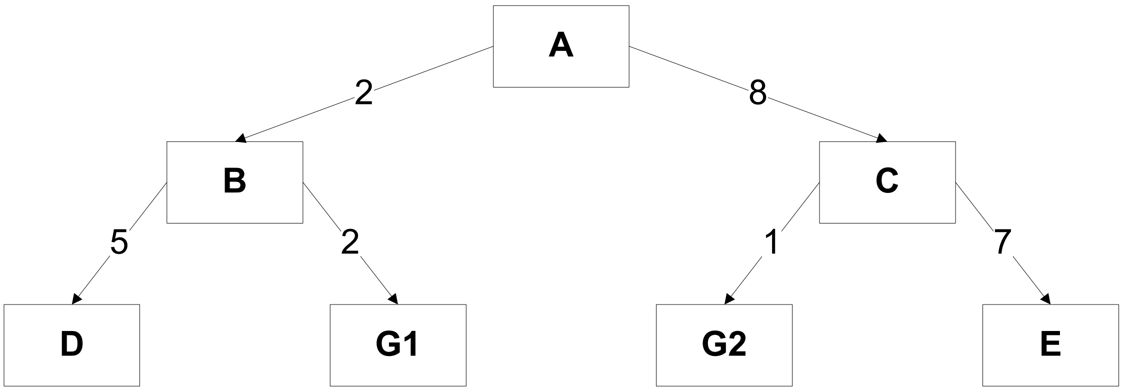
$$Worst\ Complexity\ Ratio = \frac{A^*(h_0)}{A^*(h)} = \frac{b^{d-1} + b^d}{b^{d-1} + 1} \approx b$$

ניתן לראות שהשימוש בהיוריסטיקה המיודעת משפר פי $\frac{b}{2}$ במקרה הממוצע, ופי b במקרה הגרוע ביותר.

תשובות ללא חישוב מדויק של השיפור קיבלו ניקוד חלקי (5 מתוך 7).

סעיף ה'

המסלול המוחזר לאו דווקא יהיה אופטימלי. דוגמא:



לפי הגדרת ההיוריסטיקה, $h(C) < h(B)$, ולכן GBFS ייבחר בצומת C, ויחזיר מסלול באורך 9, כאשר קיים מסלול באורך 4.

שאלה 2

סעיף א'

בהינתן מסווג C, המחזיר 1 במקרה של ספאם או 0 אחרת, הספאמר ירצה **למזער** את הפונקציה:

$$\sum_{e \in M} C(e)$$

סעיף ב'

ידוע לנו שהשרת מסווג באמצעות עץ קונסיסטנטי עם N הדוגמאות. לא ידוע לנו דבר מעבר לכך, ולכן עלינו **לדגום** את מרחב העצים הקונסיסטנטיים עם N הדוגמאות. ניתן לדגום באמצעות גרסא אקראית של ID3. עבור כל עץ כזה, נריץ את פונקציית התועלת מסעיף א', ונחשב את הממוצע התועלות על פני כל העצים שבדגימה. כך נוכל לשערך את התועלת בעץ השרת, מבלי לדעת באיזה עץ הוא משתמש.

תשובה שדגמה גם עצים שאינם קונסיסטנטיים קיבלה ניקוד חלקי (3 מתוך 5).

סעיף ג'

צמתים – כל בחירה של K שינויים מתוך N הדוגמאות.
קשתות – החלפה של דוגמא משובשת עם דוגמא נקייה.
מצב התחלתי\מצב סופי – כל מצב; זוהי בעיית אופטימיזציה.

הורדו 2 נקודות לפתרונות שלא אכפו את הגבלת מספר השינויים (K).

סעיף ד'

כל חיפוש לוקאלי שמקיים את הסעיפים הבאים (ונאמר בפירוש כי הוא מקיים אותם) קיבל ניקוד מלא:

- Anytime – החיפוש נמשך לילה אחד.
- מתחשב במקדם הסיעוף (branching factor).
- משתמש בסעיף ב' בתור הפונקציה ההיוריסטית.

סעיף ה'

משום שהחיפוש חסום בזמן (לילה אחד), קיים trade-off בין מספר העצים בדגימה (איכות ההיוריסטיקה) לבין מספר הצמתים שניתן לפתח בחיפוש.

שאלה 3

סעיף א'

הרעיון הוא להשתמש במינימקס, אך במקום להעביר במעלה העץ ערכים היוריסטיים, נעביר צמתים. צמתים אלו הם בהכרח עלים, וניתנים להשוואה (מינימום\מקסימום) באמצעות הפונקציה הנתונה.

סעיף ב'

גם במקרה זה נתחקה אחר אלפא-ביתא, אך במקום לשמור ערכים היוריסטיים בתור אלפא וביתא, נשמור עלים.

סעיף ג'

במקרה זה, תוחזר קבוצה של עלים מינימליים\מקסימליים (לפי הגדרת מינמלי\מקסימלי ביחס סדר חלקי) במקום עלה מינימלי\מקסימלי בודד. בסוף התהליך, נצטרך לבחור את אחד העלים שבקבוצה המוחזרת (למשל, באופן אקראי).

שאלה 4

למעשה, הבעיה בבאג שהוכנס היא שניתן להראות ברזולוציה: $\forall x \exists y: P(x,y) \vdash \exists y \forall x: P(x,y)$.

דוגמא:

$$Domain = \{1,2,3\}$$

$$DB = \{P(1,1), P(2,1), P(3,2), \forall x \exists y: P(x,y)\}$$

ניתן לחשוב על היחס P בתור היחס "אבא של", כאשר 1 הוא אבא של עצמו. אינטואיטיבית, לכל אדם יש אבא, אבל אין אבא אחד לכל בני האדם. נראה כי את הטענה $\exists y \forall x: P(x,y)$, שאינה נגררת לוגית ממאגר המידע, ניתן להוכיח בעזרת הבאג.

המרה לפורמט CNF:

$$DB = \{P(1,1), P(2,1), P(3,2), P(x, c_0)\}$$

המרת השלילה של הטענה אותה נרצה להוכיח לפורמט CNF:

$$CNF(\sim\phi) = CNF\big(\sim\exists y \forall x: P(x,y)\big) = CNF\big(\forall y \exists x: \sim P(x,y)\big) = \sim P(c_1, y)$$

את הפסוקיות $\sim P(c_1, y), P(x, c_0)$ ניתן לאחד באמצעות ההצבה $x = c_1; y = c_0$, ולהגיע לפסוקית הריקה באמצעות רזולוציה.