מבוא לבינה מלאכותית ממ"ן 12

שאלה 1:

א. נתחיל בתיאור של המצבים ומצב המטרה ונסביר:

$Node = \{suggment_{int}, speed(m)_{int}, laps_{int}\}$

כל מצב (צומת) היא שלשה שמכילה את מספר הקטע בו נמצאת המכונית, המהירות הנוכחית ומספר ההקפות שכבר בוצעו. כאשר פעולה לצומת הבאה תיצור צומת חדשה. כל צומת יכולה לייצר לכל היותר 3 בנים בחוקיות הבאה:

צומת האט

- $\{(father + m)_{modn}, m - 1, (father_{sugg} > Son_{sugg})? Flaps + 1 : K\}$
  - נוצר אמ"מ המהירות של הצומת הנוכחית שונה מ0
  - מהירות זהה למהירות אבא -1
  - מצב הוא מצב אבא +m (מהירות אבא) מודולו n (כדי שלא נפתח סגמנטים לא קיימים)
  - Laps זהה לאבא אם אבא+m קטן ממצב האבא אז הוא 1+k
-

צומת הישאר באותו מהירות

- $\{(father + m)_{modn}, m , (father_{sugg} > Son_{sugg}) ? Flaps + 1 : K\}$
  - מהירות זהה למהירות אבא
  - מצב הוא מצב אבא +m (מהירות אבא) מודולו n
  - Laps זהה לאבא אם אבא+m קטן ממצב האבא אז הוא 1+k

צומת "האץ"

- $\{(father + m)_{modn}, m + 1, (father_{sugg} > Son_{sugg}) ? Flaps + 1 : K\}$
  - מהירות זהה למהירות אבא +1
  - מצב הוא מצב אבא +m (מהירות אבא) מודולו n
  - Laps זהה לאבא אם אבא+m קטן ממצב האבא אז הוא 1+k

$Goal\ state = \{0,0,K\}$

מצב מטרה יהיה מצב בו מספר ההקפות תואם למספר ההקפות הרצוי (K) במידה והוא ניתן וגדול מ0 במידה ואנו מחפשים K כללי ובנוסף המהירות היא 0 והמקטע בו המכונית נמצאת הוא מקטע 0

ב. חיפש לעומק איננו שלם עבור בעיה זו מאחר ויכול להתרחש מצב בוא נמשיך לפתח רק צמתי האץ ובכך נמשיך להכניס צמתים לחזית שאף אחד מהם לא יהיה בעל מהירות 0 ולכן אף אחד מהם לא יהיה מצב מטרה.
כמובן שנוכל להוסיף חוקיות בה לא נפתח מצבים מצומת שהK שלה שווה לk כלשהו רצוי אבל זה בהנחה שאנחנו יודעים מה מספר ההקפות שאנו מעוניינים בו, במצב זה העץ עצמו יהיה סופי לכן בשלב מסוים נוכל למצוא פתרון (קרי נגיע לשלמות) אבל גם אז לא מובטח לנו שהפתרון יהיה אופטימלי אלא אם נסרוק את העץ כולו.

ג. אכן מובטח לנו ש BFS יחזיר פתרון ויתרה מזה שהפתרון יהיה אופטימלי זאת מכיוון שמנכונות BFS נובע כי אם הגענו למצב מטרה זו היא הדרך הקצרה ביותר למצב מטרה. ומובטח לנו שנגיע למצב מטרה כי אנו סורקים צמתים מ3 הסוגים ומאחר וידוע כי קיים פתרון לבעיה מובטח לנו מנכונות BFS כי הוא שלם גם לבעיה זו.

ד. נבדוק האם ההיוריסטיקה המוצעת קבילה או עקבית

קבילות?

נפריך באמצעות דוגמא נגדית, נניח שאנחנו נמצאים במצב שנמצא 3 מקטעים ממצב מטרה כאשר המכונית נמצאת מהירות של 2. אז על ידי 2 פעולות האט נוכל להגיע למצב מטרה (כי תחילה ננוע 2 מקטעים ונרד למהירות 1 ואז נתקדם מקטע 1 ונרד למהירות 0 כשאר אנו במצב מטרה) ולכן היוריסטיקה גבוהה מהמרק הממשי למצב מטרה ולכן היא איננה קבילה. ובכתיב פורמלי:

והגענו לסתירה $3 = h(n-3) < h^*(n-3) = 2$

עקבית?

נניח בשלילה שהיוריסטיקה עקבית לכן נוכל להסיק כי היוריסטיקה קבילה אבל הראנו שההיוריסטיקה איננה קבילה ואם כן הגענו לסתירה ולכן היא איננה עקבית.

שאלה 2:

א. ראשית נבחן האם ההיוריסטיקה קבילה ונשים לב שעבור צומת D קיים מסלול שעלותו 3 לצומת 2G אבל ההיוריסטיקה שלו היא 5 לכן ההיוריסטיקה לא קבליצה ולכן כפי שהראנו בשאלה הקודמת גם לא עקבית.

נציג עבור כל אחת מהאסטרטגיות החיפוש לאילו מצבי מטרה ניתן להגיע את סדר ההכנסה וההוצאה מהחזית למען הנוחות של מעבר בן שימוש באותיות לועזיות נכתוב את התשובה באנגלית:

1. BFS: reach only G1
   i. Insert order: S A C ‖ B G1
   ii. Explore order: S A once we explore A we will add G1 to the frontier and return it since it's a goal state.

2. Iterative Deepening: reach only G1
   i. Insert order: S ‖ A C ‖ B G1
   ii. Explore order: S ‖ A ‖ B G1

3. UCS: push both Goal states but will return G2
   i. Insert order: S A C ‖ D F J ‖ B G1 ‖ E F ‖ G2 ‖ G1 J ‖ F G2
   ii. Explore order: S ‖ C ‖ A ‖ D ‖ F ‖ B ‖ E ‖ G2

4. Greedy best First Search: reach only G2
   i. Insert order: S ‖ C A ‖ D F J ‖ E F ‖ G2
   ii. Explore order: S ‖ C ‖ D ‖ F once we explore F we will add G2 to the frontier and return it.

5. A* : push both Goal states but will return G2
   i. Insert order: S ‖ A C ‖ D F J ‖ E F ‖ G2
   ii. Explore order: S ‖ C ‖ D ‖ F ‖ G2

6. Hill Climbing: reach only G1
   i. The rout will be S->C->J->G1 since we always search for smallest heuristics.

7. Local Beam Search: reach only G1
   i. Insert order: S ‖ A C ‖ D F ‖ B G1 ‖ G1 J
   ii. Explore order: S ‖ C ‖ A ‖ B ‖ G1

ב.

1. נבחין כי $h(C)=2$ וגם $h(J)=1$ לכן נקבל כי $\Delta E=h(C)-h(J)=2-1=1>0$ לכן נקבל p=1 כלומר ב100% נבחר את J להיות next.
2. נבחין כי $h(C)=2$ וגם $h(D)=5$ לכן נקבל כי $\Delta E=h(C)-h(D)=2-5=-3<0$ לכן נחשב $e^{\frac{\Delta E}{T}}=e^{\frac{-3}{100}}=0.9704$ לכן ב97.04% נבחר את D להיות next.

שאלה 3:

א. נבחר את היוריסטיקה הבאה: $\{\forall State\ n \mid h(n) = \left||V_1| - |V_2|\right| + x\}$ כאשר x היא כמות הקשתות בין שתי קבוצות הצמתים.

ב. ע"פ הפונקציה המוצעת כל מצב הוא: $Node = \{V_1, V_2, x, h(n)\}$ המצבים השכנים הם מצבים בהם יש החלפה של צומת אחת בין שתי הקבוצות. אלגוריתם טיפוס הגבעה ייבחר בכל פעם לקחת את השכן בעל ערך היוריסטיקה הנמוך ביותר.

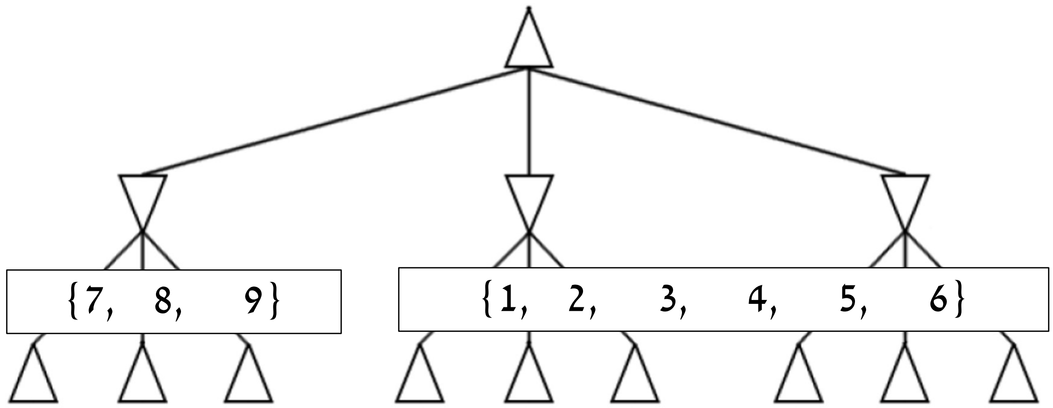
ג. נקודד את הבעיה לאלגוריתם גנטי בצורה הבאה:

- כל פריט (individual) ייוצג ע"י מספר בינארי באורך K כאשר K הוא מספר הצמתים וכל ביט מייצג צומת ייחודי. בה"כ נחליט שביט דולק (1) מציין כי הצומת הנ"ל שייכת לקבוצה 1 וביט כבוי (0) מציין כי הצומת שייך לקבוצה 0 בנוסף יוחזק ערך ההיוריסטיקה.
- פונקציית ההתאמה (fitness) תהא ערכה השלילי של ההיוריסטיקה בצורה זו נבחר את הפריט שערכו קרוב ככל הניתן ל0.
- הצלבה הינה בחירת שני (individual) ובחירה של n ביטים בייצוג האב והחלפת ערכם לערכם של הביטים במקבילים בייצוג האם.
- מוטציה תהייה החלפתם של w ביטים רנדומליים ממצב כבוי לדלוק או להפך.

ד. בשאלת בחירת האלגוריתם אין תשובה חד משמעית אך ככל הנראה שנרצה להימנע משימוש באלגוריתם טיפוס גבעה מאחר ואנו עלולים להגיע למינימום לוקאלי דיי מהר ולכן לא למצוא פתרון אופטימלי בסבירות גבוה. לעומת זאת שימוש בהדמיית חישול יניב תוצאה אופטימלית בהסתברות גבוה יותר אך כתלות בגודל הקבוצות יעילות זמן הריצה עלולה להיות מושפעת. שימוש באלגוריתמים גנטיים אם כן נראה כפתרון המוביל אך אופן בחירת הצאצאים וכמות הצאצאים שנבחר לפתח יכול להשפיע על מהירות ההגעה לפתרון וכן סיבוכיות המקום. בנוסף, העובדה ש2 האלגוריתמים (חישול וגנטי) מתירים ביצוע של פעולות שלא נראות מיטביות בהתחלה מעלות את הסיכויים לכך שנגיע למינימום אבסולוטי ולא לוקאלי.

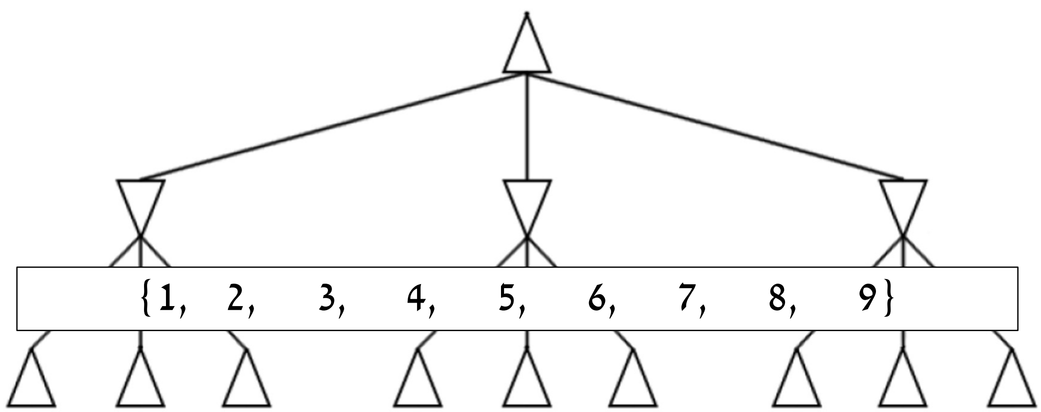
שאלה 4:

א. באופן זה נגזור מספר מקסימלי של צמתים



באופן כללי חשוב ש3 המספרים הגבוהים ביותר יהיו ב3 בצמתים השמאליים ביותר כי שלושת הצמתים הללו בוודאות ייסרקו. לאחר מכן כל ערך שימצא באחד מ6 התאים הנותרים יהיה קטן ממש מ7 לכן שני הענפים הימניים (ברמת היריב) יצטמצמו לאחר סריקה של הצומת הראשון בהם ללא תלות בערכות .

ב. באופן זה נגזור מספר מינימלי של צמתים (0 צמתים ייגזרו)



ג. במשחק שחמט ניתן להגיע למצב זהה ע״י סדרה שונה של מהלכים ניקח מצב v כמתואר בשאלה, ונראה כי במידה והשתמשנו באלגוריתם הגיזום והגענו למצב v' זהה למצב v האלגוריתם בהכרח יגזום את העוקבים של v'.

נניח כי התקיים גיזום בתת העץ של v, אזי אחד מבניו של v שנחקרו החזיר ערך val

כך ש $val \ge \beta_v$ או $val \le \alpha_v$. נניח בה״כ כי מדובר בצומת min אזי מתקיים $val \le \alpha_v$

בנוסף מאופן פעולתו של האלגוריתם נוכל לקבוע כי $\alpha_v \le \alpha_{v'}$

בנוסף מכך שהצמתים זהה נסיק כי יוחזר מאחד מבניו של v' הערך val והרי שיתקיים $val \le \alpha_{v'}$

ומשני אלו נוכל לקבוע כי הבנים העוקבים גם בצומת v' ייגזמו באופן זהה והרי שהוכחנו את הטענה.