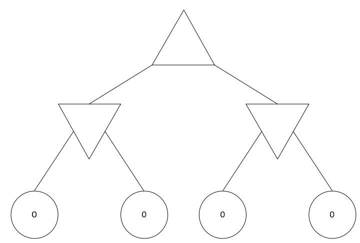
אביב תשע"א

מבוא לבינה מלאכותית 236501

מועד א' – קווים לפתרון

שאלה 1

א. לא יתבצע גיזום מלא. דוגמא:



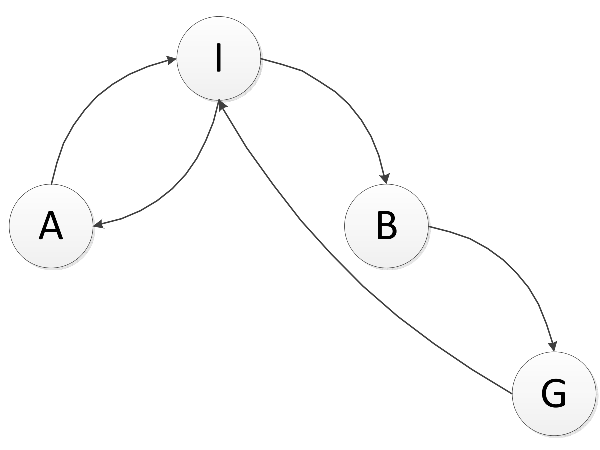
במקרה זה, אלפא-ביתא היה גוזם את העלה הימני ביותר, אך האלגוריתם המוצע לא.

ב. התיקון הוא ע"י העברת הערך הטוב ביותר בתור אלפא:

```
value = minValue(next_state, best_value, INFINITY, 1)
```

שאלה 2

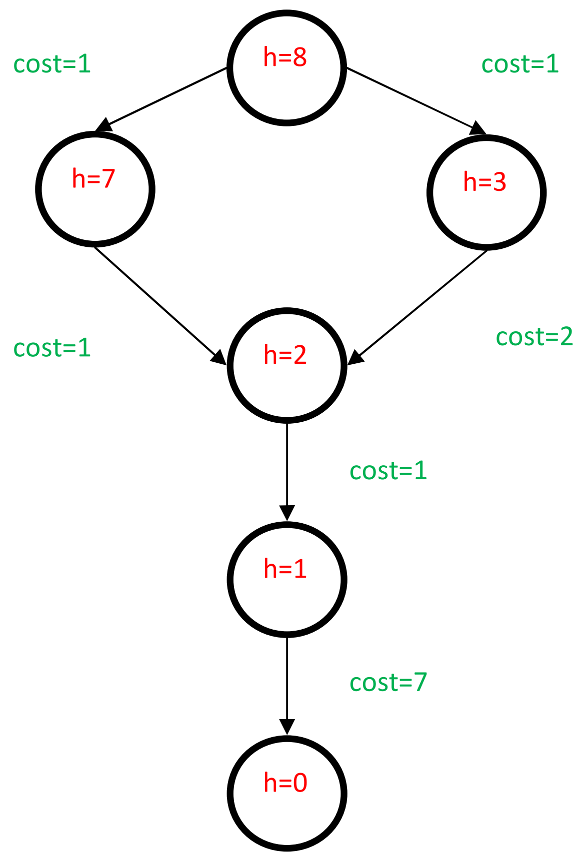
הטענה איננה נכונה, בין אם הגרף קשיר היטב ובין אם לא. האלגוריתם עלול להכנס ללולאה, שבסופה לא יוותרו לו צמתים ב-OPEN. למשל, במקרה שבו עובי האלומה הוא 1, וההיוריסטיקה מעדיפה את A על פני B, האלגוריתם ייכשל לאחר שיפתח את צומת A, אף על פי שקיים פתרון:



שאלה 3

נתון מרחב מצבים ויוריסטיקה קבילה h (לא בהכרח מונוטונית).

א. נראה גרף ויוריסטיקה שבו A* מפתח את אותו המצב פעמיים, אך בשתי דרכים שונות (ובעלות מחירים שונים):



ב. כל מצב שנמצא ב-CLOSED (כלומר, פותח ע"י האלגוריתם), היה בעל ערך ה-f הנמוך ביותר ב-OPEN. לפי הוכחת האופטימליות של A*, בכל שלב בריצתו, קיים צומת s' ב-OPEN עבורו $f(s') \leq OPT$, ולכן כל צומת s שפותח בהכרח יקיים $f(s) \leq f(s') \leq OPT$. כלומר, אם צומת נמצא ב-CLOSED, הוא בהכרח היה בעל ערך f קטן או שווה ל-OPT בזמן t או מוקדם יותר.

שאלה 4

א. נתאר את בעיית החיפוש באופן הבא:
מצבים (S) – מרחב כל עצי ההחלטה מעל התכונות.
אופרטורים (O) – פיצול של עלה בעץ לפי תכונה. ניתן להגדיר שתכונות שלפיהן פוצלו צמתי-אב של אותו עלה אינן נכללות. מחיר כל אופרטור הוא מספר העלים החדשים שנוצרים; משום שמדובר בתכונות בינאריות, מחיר זה יהיה תמיד 1.
מצב התחלתי (I) – עץ בעל צומת יחיד.
מצבים סופיים (G) – כל העצים הקונסיסטנטיים, כלומר, כל העצים שבהם העלים הומוגניים.

ב. חיפוש Hill-Climbing המשתמש ב-h_2 ייתן את אותה תוצאה כמו ID3.

ג. נשתמש ב-h_1 משום שהיא שולטת על h_2. הוכחה:
במצבים סופיים: $h_1 = 0 = h_2$ (אפס אנטרופיה, אפס עלים הטרוגניים).
במצבים לא סופיים: $h_2 \leq 1 \leq h_1$ (כי קיים לפחות עלה הטרוגני אחד).
לכן, $h_2 \leq h_1$ לכל עץ.

ניתן להוכיח גם כי מספר המצבים שיפתח A* עם h_1 חסום מלעיל ע"י מספר המצבים שיפתח A* באמצעות h_2:

נניח שלעץ ההחלטה העקבי הקטן ביותר יש OPT עלים.
עבור h_2, A* יפתח **את כל** עצי ההחלטה שלהם מספר עלים קטן ממש מ-OPT. נסמן מספר עצים זה בתור $\#T(N, OPT)$. בנוסף, יפתח האלגוריתם עץ אחד בדיוק שגודלו OPT, ואותו יחזיר. מספר הצמתים שיפותחו סה"כ הוא $\#T(N, OPT) + 1$.
(טענה זו שגויה רק כאשר לכל עצי ההחלטה מלבד עץ המטרה יש אנטרופיה ממושקלת 1, כלומר, כל העלים הטרוגניים במידה שווה.)

עבור h_1, A* יפתח **לכל היותר** $\#T(N, OPT) + 1$ עצים, משום שלעץ המטרה וכן לעצים קטנים ממנו ייתכן אותו ערך f, ובנוסף, ייתכנו עצים קטנים מ-OPT שיהיה להם ערך f גדול ממש מ-OPT (למשל, אם נעשה בהם פיצולים מיותרים).

ד. נבצע חיפוש A* עם h_1, כפי שעשינו בסעיף ג', ובנוסף, נשתמש ב-h_2 בתור שובר שוויון. ראשית, ניתן להוכיח כי כאשר עץ המטרה נכנס ל-OPEN, הוא יפותח מיד באיטרציה הבאה. בנוסף, ניתן לטעון ששיפור זה יתעדף פיצולים "מבטיחים" יותר. בדוגמא הבאה, שיפור זה חוסך פיתוח של מצבים:

F1	F2	F3	Class
+	+	+	+
+	+	+	+
+	+	-	+
+	-	-	-
-	-	-	+
-	+	-	-

-	+	+	-
-	+	+	-

ה. יש הרבה פתרונות אפשריים. למשל, *Weighted-A כאשר מתחילים בחיפוש חמדני, ועם הזמן, מתכנסים ל-*A.