

אביב תשע"א

מבוא לבינה מלאכותית 236501

מועד א'

הוראות כלליות

- משך הבחינה 3 שעות. לא תינתן הארכה.
- אין לעשות שימוש בחומר עזר.

שאלה 1 (20 נק')

אלגוריתם אלפא-ביתא (כפי שמוצג בדף הנוסחאות) מחזיר את ערך המינימקס של מצב נתון, אך אינו מציע את המהלך הכדאי ביותר. סטודנט הציע את האלגוריתם הבא לבחירת המהלך:

```
selectMove(self, current_state):
    best_value = -INFINITY
    for action, next_state in current_state.getSuccessors():
        value = minValue(next_state, -INFINITY, INFINITY, 1)
        if value > best_value:
            best_value = value
            best_action = action
    return best_action
```

הניחו שהחיפוש מוגבל בעומק מסוים d , קבוע מראש.

- מה הבעייתיות באלגוריתם שהציע הסטודנט? הסבירו בעייתיות זו ע"י דוגמה מפורשת. (10 נק')
- הציעו תיקון לבעייתיות שהצגתם בסעיף א'. (10 נק')

שאלה 2 (20 נק')

אלגוריתם חיפוש "שלם" מקיים את הטענה: אם קיים פתרון, האלגוריתם ימצא פתרון.

נתון מרחב מצבים סופי ויוריסטיקה h .

- הוכח\הפרך: לכל עובי אלומה w , חיפוש אלומה הינו שלם. (10 נק')
- כיצד תשתנה תשובתכם לסעיף א' אם נתון שמרחב המצבים קשיר היטב? (10 נק')

שאלה 3 (20 נק')

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

א. הפרך ע"י דוגמה נגדית: במהלך חיפוש A^* , לכל מצב $s \in S$, קיים ערך f יחיד. (10 נק')

עבור כל נקודת זמן t במהלך חיפוש A^* , נסמן את קבוצת ערכי f של מצב s באמצעות $F(s, t)$.

ב. הוכח: לכל נקודת זמן t במהלך חיפוש A^* מתקיים:

$$\forall s \in \text{Closed}, \exists f \in F(s, t): f \leq OPT$$

כאשר OPT הוא אורך הפתרון האופטימלי. (10 נק')

שאלה 4 (40 נק')

ברצוננו לפתח אלגוריתם חיפוש המוצא עץ החלטה קטן שעקבי (קונסיסטנטי) עם הדוגמאות הנתונות. הניחו כי נתונה קבוצת דוגמאות X , ובה n תכונות, כולן בינאריות, וכן מחלקה בינארית. בנוסף, נמדוד את גודלו של עץ החלטה לפי מספר העלים בו. נתונות שתי יוריסטיקות:

- מספר העלים הלא הומוגניים בעץ:

$$h_1(\text{Tree}) = \sum_{l \in \text{leaves}(\text{Tree})} I(l \text{ is impure})$$

כאשר $I(l \text{ is impure})$ מחזיר 1 כאשר העלה l אינו הומוגני, ומחזיר 0 אחרת.

- אנטרופיה ממושקלת:

$$h_2(\text{Tree}) = \sum_{l \in \text{leaves}(\text{Tree})} \frac{|X_l|}{|X|} \cdot \text{Entropy}(l)$$

כאשר X_l היא קבוצת הדוגמאות בעלה l . שימו לב כי במקרה של מחלקה בינארית, ערכי האנטרופיה נעים תמיד בין 0 לבין 1.

- תארו באופן פורמלי את בעיית החיפוש כמרחב מצבים. (5 נק')
- באיזה אלגוריתם חיפוש ובאיזו יוריסטיקה הייתם משתמשים על מנת לקבל תוצאות זהות לאלגוריתם ID3? (5 נק')
- ברצוננו להריץ A^* עם אחת מהיוריסטיקות הנ"ל. באיזו יוריסטיקה עלינו לבחור? (10 נק')
- הצע שיפור לסעיף ג' שלא יפגע באופטימליות, אך עם זאת, כנראה יקטין את מספר הצמתים שיפותחו. (10 נק')
- הציעו פתרון Anytime לבעיה זו, שיבטיח עץ החלטה קטן יותר ככל שיינתן יותר זמן ריצה. האלגוריתם חייב להתכנס בסופו של דבר לעץ ההחלטה הקטן ביותר, ועליו תמיד להחזיר עצים עקביים. (10 נק')

נוסחאות

אלגוריתם אלפא-ביתא

```
alphaBeta(state):
    return maxValue(state, -INFINITY, INFINITY, 0)

maxValue(state, alpha, beta, depth):
    if cutoffTest(state, depth):
        return utility(state)

    value = -INFINITY
    for successor in state.getSuccessors():
        value = max(value, minValue(successor, alpha, beta, depth + 1))
        if value >= beta:
            return value
        alpha = max(alpha, value)

    return value

minValue(state, alpha, beta, depth):
    if cutoffTest(state, depth):
        return utility(state)

    value = INFINITY
    for successor in state.getSuccessors():
        value = min(value, maxValue(successor, alpha, beta, depth + 1))
        if value <= alpha:
            return value
        beta = min(beta, value)

    return value
```

אנטרופיה

בהנתן קבוצת דוגמאות E , האנטרופיה היא:

$$Entropy(E) = -\frac{|E_+|}{|E|} \log\left(\frac{|E_+|}{|E|}\right) - \frac{|E_-|}{|E|} \log\left(\frac{|E_-|}{|E|}\right)$$

בהצלחה!