הפקולטה להנדסה
המחלקה להנדסת מערכות מידע

<u>בינה מלאכותית – מטלה 2</u>

מגישים: **עידו סולומון ת"ז 308111160**
ליאור פרי ת"ז 203722814

שאלה 1

בהינתן המצב הבא בבעיית 8 המלכות, הריצו את אלגוריתם AC.
רשמו האם האלגוריתם מזהה מבוי סתום וכן רשמו אילו ערכים נשארים בתחום (domain) של כל משתנה (המשתנים הינם המלכות והתחומים הינם עמודה לכל מלכה)

8	x							
7								
6		x						
5								
4			x					
3								
2								
1				x				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

נגדיר 8 מלכות:

$.Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7, Q_8$

נגדיר: $(x_i\ , y_i)$ – המשבצת בה מוצבת המלכה ה-i.

נתונה השמה חלקית:

$$(x_8, y_8) = (1,8)$$
$$(x_6, y_6) = (2,6)$$

$$(x_4, y_4) = (3,4)$$
$$(x_1, y_1) = (4,1)$$

מכיוון שעל פי חוקי הבעייה 2 מלכות לא יכולות להיות בכל שורה, (וה-domain מורכב מעמודות) ונותרו 4 שורות פנויות, נוכל לחלק את 4 השורות הנותרות בין המלכות. נקבע ללא הגבלת הכלליות כי:

$$x_2 = 2$$

$$x_3 = 3$$

$$x_5 = 5$$

$$x_7 = 7$$

נגדיר את קבוצת האילוצים:

$$x_1 \neq x_2 \neq x_3 \neq x_4 \neq x_5 \neq x_6 \neq x_7 \neq x_8$$

$$y_1 \neq y_2 \neq y_3 \neq y_4 \neq y_5 \neq y_6 \neq y_7 \neq y_8$$

$$\forall i,j : i \neq j \ \rightarrow \frac{y_i - y_j}{x_i - x_j} \neq 1$$

$$\forall i,j : i \neq j \ \rightarrow \frac{y_i - y_j}{x_i - x_j} \neq -1$$

נחפש השמה ל- x_i, y_i כאשר $i = 2,3,5,7$

במצב ההתחלתי (המשבצות האפורות הן משבצות שנחסמות על ידי המלכות הנתונות):

$$D_{y_2} = (8)$$

$$D_{y_3} = (7,8)$$

$$D_{y_5} = (5,6,7,8)$$

$$D_{y_7} = (5,6,7,8)$$

1) מכיוון שה-domian של y_2 מורכב רק מ-8, אם יתר המשתנים יקבלו ערך זה, y_2 לא יוכל לקבל אותו, ולא יהיה ערך עבור y_2 שיספק את האילוצים. על כן ניתן להוציא את 8 מה-domain של כולם מלבד y_2:

$$D_{y_2} = (8)$$

$$D_{y_3} = (7)$$

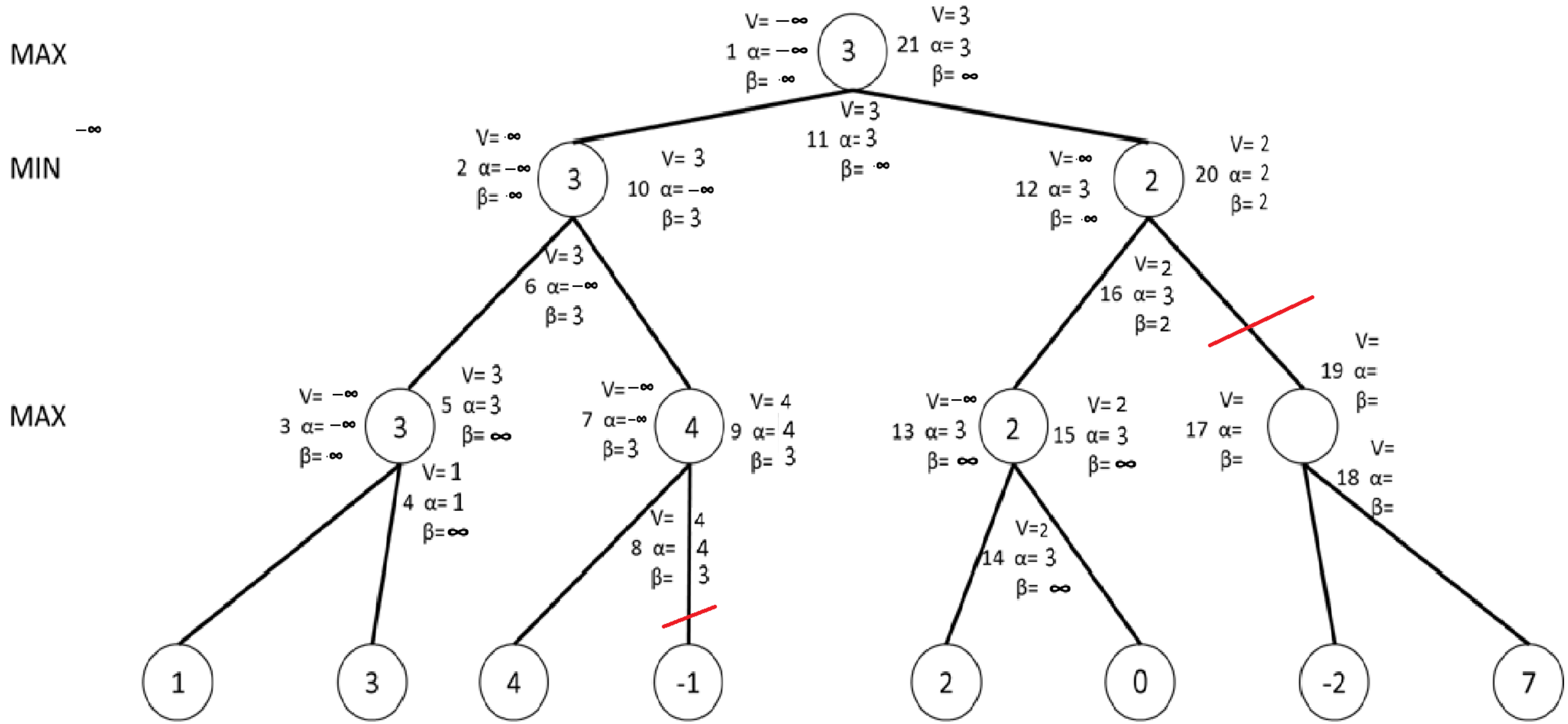
$$D_{y_5} = (5,6,7)$$

$$D_{y_7} = (5,6,7)$$

2) נשים לב שאם $y_2 = 8$, אז y_3 לא יכול לקבל את הערך 7 (אחרת הם יישבו על אותו האלכסון) ולא יהיה ערך של y_3 שיתמוך בו. לכן נוציא מה-domain של y_2 את 8, ובכך y_2 נותר ללא ערכים ב domain והגענו למבוי סתום.

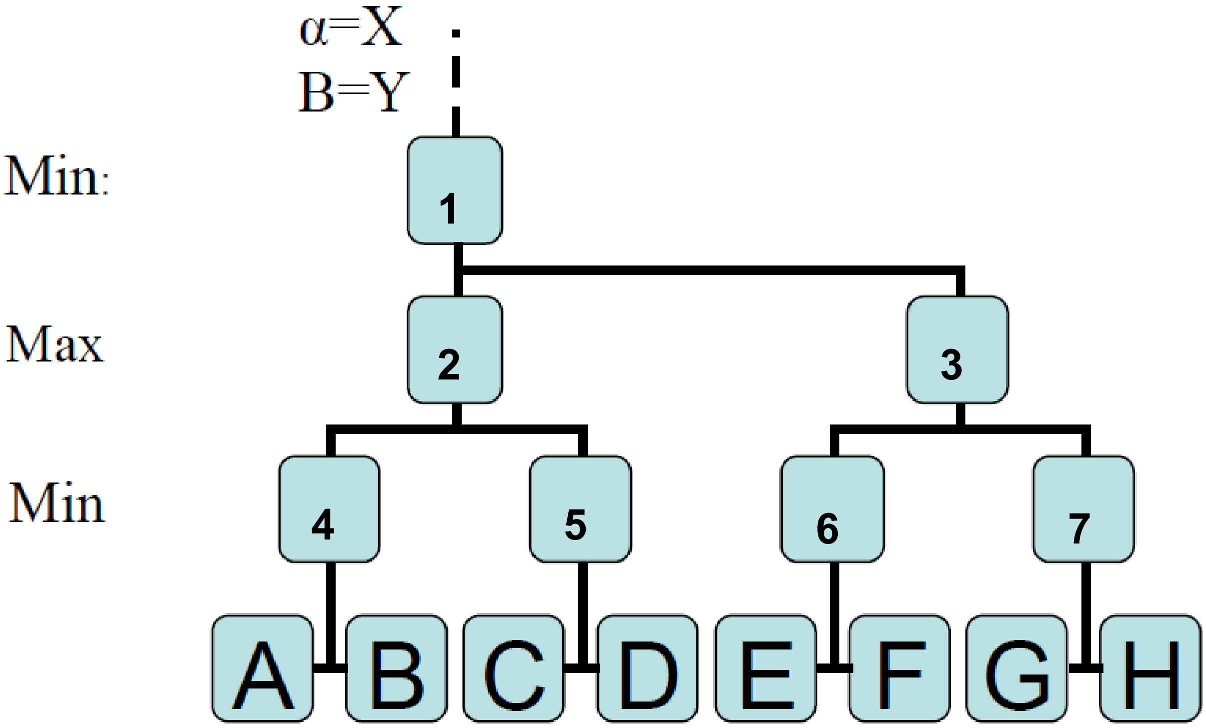
שאלה 2

הדגימו אלגוריתם גיזום אלפא-ביטא על העץ הבא (כתבו ערכי אלפא, ביטא ו-V: לפני ביקור בצומת, אחרי ביקור בבן שמאלי ולאחר ביקור בשני הבנים) הראו גם אילו ענפים נגזמים. בתוך הקודקודים רשמו את הערך הסופי בקודקוד (אם לא נגזם).



שאלה 3

נתון תת עץ המשחק הבא:_



א) נניח כי בהרצת אלגוריתם אלפא-ביטא קודקוד C לא יפותח, מה ניתן לומר על (בהתייחס ל-X ו-Y):

1) MAX(A,B)

2) MIN(A,B)

ב) עבור אילו ערכי E אלגוריתם אלפא-ביטא יגזום את הקודקודים F,G,H (הסבר עבור כל אחד משלושת הקודקודים בנפרד) לאחר בדיקת קודקוד E (E אכן נבדק)?

יש לבטא את ערך E ביחס לערכי שאר הקודקודים באופן הכללי ביותר.

יש להניח עבור סעיף זה כי X=-∞ ו- Y=∞.

א) נסמן את הקודקודים הפנימיים בתרשים ב1-7.

בהינתן שקודקוד C לא מפותח, אנו יודעים כי תת-העץ עם קודקוד 5 בשורשו נגזם.

נגדיר את ערך קודקוד 4 כ-$MIN(A,B)$.

1) קודקוד האב של A ו-B (4) הוא קודקוד MIN, לכן לא ניתן לומר כלום על $MAX(A,B)$.

2) גזימת תת העץ נעשית כאשר ערך הקודקוד 2 שווה ל-$MIN(A,B)$. לפי אלגוריתם אלפא-ביטא, גיזום בקודקוד MAX (קודקוד 2) ייעשה כאשר ערך הקודקוד גדול או שווה מבטא. כלומר $V(2) \geq \beta$, אזי $MIN(A,B) \geq Y$.

ב) F - X=-∞ ו- Y=∞ גוררים פיתוח של F עבור כל ערך של E ולכן F לעולם לא ייגזם.

G - $MIN(E,F) \geq MAX(MIN(A,B), MIN(C,D))$

H - $G \leq MIN(E,F)$ OR $MIN(E,F) \geq MAX(MIN(A,B), MIN(C,D))$

שאלה 4

ידוע כי:

מזגן הינו מכשיר מרעיש

לכל מי שיש טלוויזיה בבית אין רדיו

לסטודנטים אין מכשיר מרעיש

לאבי יש או מזגן או טלוויזיה

א) בטא את הידע בעזרת First order logic
ב) הוכח בעזרת רזולוציה (כולל כל השלבים) כי אם אבי סטודנט אז אין לו רדיו.

השתמש בפרדיקטים הבאים:
Student(x) – x הינו סטודנט
Loud(x) – x הינו מרעיש
Have(x,y) – ל-x יש ברשותו את y

ובקבועים הבאים:
AVI, TV, AC, RADIO

פתרון:

א.

1: $Loud(\ AC)$

2: $\forall x\ Have(x, TV) \rightarrow\ \neg Have(x, Radio)$

3: $\forall x \forall y\ Student(x) \cap Loud(y) \rightarrow\ \neg Have(x, y)$

4: $Have(AVI, TV) \cup Have(AVI, AC)$

ב. נעביר ל-Clausal form:

1: $Loud(\ AC)$

$\{\ Loud(\ AC)\ \}$ (שלב 7)

2: $\forall x\ Have(x, TV) \rightarrow\ \neg Have(x, RADIO)$

$\forall x\ \neg Have(x, TV) \cup\ \neg Have(x, RADIO)$ (שלב 1)

$\neg Have(x, TV) \cup\ \neg Have(x, RADIO)$ (שלב 5)

$\{\ \neg Have(x, TV)\ ,\ \neg Have(x, RADIO)\}$ (שלב 7)

3: $\forall x \forall y\ Student(x) \cap Loud(y) \rightarrow\ \neg Have(x,y)$

$\forall x \forall y\ (\ \neg\ (Student(x) \cap Loud(y)\ ) \cup\ \neg Have(x,y)\ )$ (שלב 1)

$\forall x \forall y\ (\ \ \neg Student(x) \cup \neg Loud(y) \cup\ \neg Have(x,y)\ )$ (שלב 2)

$\neg Student(x) \cup \neg Loud(y) \cup\ \neg Have(x,y)$ (שלב 5)

$\{\ \neg Student(x)\ ,\ \ \neg Loud(y)\ ,\ \ \neg Have(x,y)\ \}$ (שלב 7)

4: $Have(AVI,TV) \cup Have(AVI,AC)$

$\{Have(AVI,TV)\ \ ,\ \ Have(AVI,AC)\ \}$ (שלב 7)

נוסיף משפט 5 ונניח אותו בשלילה:

5: $\neg\ (Student(AVI) \rightarrow \neg Have(AVI,RADIO)\ )$

$\neg(\neg Student(AVI) \cup \neg Have(AVI,RADIO)\ )$ (שלב 1)

$Student(AVI) \cap Have(AVI,RADIO)$ (שלב 2)

$\{\ Student(AVI)\}\ \ ,\{Have(AVI,RADIO)\ \}$

שלב 8 :

1: $\{\ Loud(\ AC)\ \}$

2: $\{\ \ \neg Have(x,TV)\ \ ,\ \ \neg Have(x,RADIO)\}$

3: $\{\ \neg Student(z)\ ,\ \ \neg Loud(y)\ ,\ \ \neg Have(z,y)\ \}$

4: $\{Have(AVI,TV)\ \ ,\ \ Have(AVI,AC)\ \}$

5.1 $\{\ Student(AVI)\}$

5.2 $\{Have(AVI,RADIO)\ \}$

נפריד באמצעות רזולוציה:

6: $(1+3, y=AC)\ \{\ \neg Student(z)\ ,\ \ \neg Have(z,AC)\ \}$

7: $(4+6\ ,Z=AVI)\ \{Have(AVI,TV)\ ,\ \ \ \neg Student(AVI)\ \}$

8: $(2+7, x=AVI)\ \{\neg Have(AVI,RADIO)\ ,\neg Student(AVI)\ \ \}$

9: $(8+5.1+5.2)\ \{\}$

ולכן לסתירה להנחה בשלילה, כלומר הוכחנו שאם אבי סטודנט, אז אין לו רדיו.

שאלה 5

ידוע כי:

קיים סטודנט שלומד מתמטיקה

כל מי שאוהב ממתקים, לא לומד מתמטיקה

כל מי שלא אוהב ממתקים, אוהב גלידה

א) בטא את הידע בעזרת First order logic
ב) הוכח בעזרת רזולוציה (כולל כל השלבים) כי קיים סטודנט שאוהב גלידה.

השתמש בפרדיקטים הבאים:
Student(x) – x הינו סטודנט
Math(x) – x לומד מתמטיקה
Candy(x) – x אוהב ממתקים
Icecream(x) – x אוהב גלידה

א) נבטא את הידע (ואת השלילה לטענה בסעיף ב') ב-FOL

$$1: \exists x\ Student(x) \cap Math(x)$$

$$2: \forall x\ Candy(x) \rightarrow \sim Math(x)$$

$$3: \forall x \sim Candy(x) \rightarrow IceCream(x)$$

$$4: \sim[\exists x\ Student(x) \cap IceCream(x)]$$

ב) נבצע המרת FOL ל-CNF
שלב 1: Replace implications

$$1: \exists x\ Student(x) \cap Math(x)$$

$$2: \forall x \sim Candy(x) \cup \sim Math(x)$$

$$3: \forall x \sim\sim Candy(x) \cup IceCream(x)$$

$$4: \sim[\exists x\ Student(x) \cap IceCream(x)]$$

שלב 2: Distribute negations

$$1: \exists x\ Student(x) \cap Math(x)$$

$$2: \forall x \sim Candy(x) \cup \sim Math(x)$$

$$3: \forall x\ Candy(x) \cup IceCream(x)$$

$$4: \forall x\ [\sim Student(x) \cup \sim IceCream(x)]$$

Standardize variables :<u>שלב 3</u>

$1: \exists x1\ Student(x) \cap Math(x)$

$2: \forall x2 \sim Candy(x) \cup \sim Math(x)$

$3: \forall x3\ Candy(x) \cup IceCream(x)$

$4: \forall x4[\ \sim Student(x) \cup \sim IceCream(x)]$

Replace existential :<u>שלב 4</u>

$1: Student(x) \cap Math(x)$

$2: \forall x2 \sim Candy(x) \cup \sim Math(x)$

$3: \forall x3\ Candy(x) \cup IceCream(x)$

$4: \forall x4\ [\sim Student(x) \cup \sim IceCream(x)]$

Remove universals :<u>שלב 5</u>

$1: Student(x) \cap Math(x)$

$2: \sim Candy(x) \cup \sim Math(x)$

$3: Candy(x) \cup IceCream(x)$

$4: \sim Student(x) \cup \sim IceCream(x)$

Distribute disjunctions :<u>שלב 6</u>

$1: Student(x) \cap Math(x)$

$2: \sim Candy(x) \cup \sim Math(x)$

$3: Candy(x) \cup IceCream(x)$

$4: \sim Student(x) \cup \sim IceCream(x)$

Replace operators :<u>שלב 7</u>

$1.1: \{Student(x)\}$

$1.2: \{Math(x)\}$

$2: \{\sim Candy(x), \sim Math(x)\}$

$3: \{Candy(x), IceCream(x)\}$

$4: \{\sim Student(x), \sim IceCream(x)\}$

שלב 8: Rename variables

$$1.1: \{Student(x11)\}$$

$$1.2: \{Math(x12)\}$$

$$2: \{\sim Candy(x2), \sim Math(x2)\}$$

$$3: \{Candy(x3), IceCream(x3)\}$$

$$4: \{\sim Student(x4), \sim IceCream(x4)\}$$

נוכיח באמצעות רזולוציה:

$$1.1: \{Student(x11)\}$$

$$1.2: \{Math(x12)\}$$

$$2: \{\sim Candy(x2), \sim Math(x2)\}$$

$$3: \{Candy(x3), IceCream(x3)\}$$

$$4: \{\sim Student(x4), \sim IceCream(x4)\}$$

$$5: (2 + 3, x2 = x3)\{\sim Math(x3), IceCream(x3)\}$$

$$6: (4 + 5, x4 = x3)\ \{\sim Math(x3), \sim Student(x3)\}$$

$$7: (6 + 1.1, x11 = x3)\ \{\sim Math(x3)\}$$

$$8: (7 + 1.2, x12 = x3)\ \{\}$$

ולכן לסתירה להנחה בשלילה, כלומר הוכחנו שקיים סטודנט שאוהב גלידה.