מבוא לבינה מלאכותית ממ"ן 14

שאלה 1:

נציין ראשית שקיים פתרון לבעיה והוא כאשר סדר היציאה של הרכבות הוא B ואחריה C ואחריה A.

א. נציג את בעיית הרכבות כבעיית CSP

קבוצת המשתנים היא קבוצת הרכבות $\{T_A, T_B, T_C\}$

התחום של כל רכבת הוא זמן היציאה שלה קרי $\{\{A_{08:00}, B_{09:00}, C_{10:00}\ \}$

האילוצים:

a. ALLDIFF

b. שתי רכבות לא יכולות לשהות בצומת באותה יחידת זמן לכן:

ניתן גם להסיק את האילוצים הבאים אבל ניתן לאלגוריתם להגיע אליהן מאחר והם אילוצים שניתן להגיע אליהם רק לאחר בדיקת הצבות:

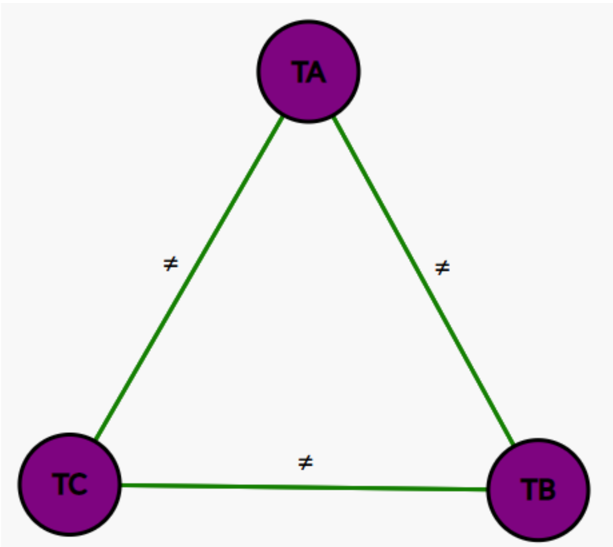
i. $T_A \neq T_B - 1$

ii. $T_A > T_C$

iii. $T_B \neq T_C + 1$

iv. $T_B \neq T_A + 1$

ב. נציג את גרם האילוצים:



ג.

לפני

$T_A = \{8,9,10\},$
$T_B = \{8,9,10\}$
$T_c = \{8,9,10\}$

אחרי

$T_A = 9$
$T_B = \{8,\cancel{9},\cancel{10}\}$
$T_C = \{8,\cancel{9},\cancel{10}\}$

ד. AC לפני הצבת משתנים :

עבור	קיים חוסר עקביות
$T_A = 8$	$T_C = \{8,9,10\} \rightarrow T_A = \{9,10\}$
$T_B = 8$	Φ
$T = 10$	$T_A = \{8,9,10\} \rightarrow T_A = \{9,10\}$
$T_B = 10$	$T_A = \{9,10\} \rightarrow T_A = \{10\}$
$T_B = 9$	$T_C = \{8,9,10\} \rightarrow T_C = \{10\}$
$T_C = 8$	$T_B = \{8,9\} \rightarrow T_B = \{8\}$
$T_A = 9$	$T_C = \{8,9\} \rightarrow T_C = \{8\}$

לבסוף נקבל: $T_A = \{\cancel{8},\cancel{9},10\}, T_B = \{8,\cancel{9},\cancel{10}\}, T_C = \{\cancel{8},9,\cancel{10}\}$

ה. לאחר הצבת $T_A = 9$ והפעלת עקביות קשת נקבל : $T_B = \{8,\cancel{9},\cancel{10}\}, T_C = \{\cancel{8},\cancel{9},\cancel{10}\}$ זאת מאחר ו 9 יורד מכלל alldiff וB הראשון לקבל ערך לאחריו אבל לא יכול להיות 10 בגלל שיתנגש עם סוף הרכבת A והרי שהגענו למצב בו אין פתרון.

ו. נתחיל בbacktracking ברכבת T_A מאחר ואנחנו נדרשים להשתמש בהיוריסטיקת LCV הרי שהערך הראשון שנציב יהיה $T_A = 10 \rightarrow T_B = \{8,9,\cancel{10}\}, T_C = \{8,9,\cancel{10}\}$ לאחר מכן מMRV נבחר את שרירותית בין T_B, T_C מאחר והתחום של שניהם הינו בגודל 2. נבחר אם כן T_B ונציב שרירותית מאחר ו8 ו9 שווים בפני ההיוריסטיקה קרי נבצע את ההצבה הבאה $T_A = 10\ , T_B = 8 \rightarrow T_C\{\cancel{8},9\}$ והרי שקיבלנו פתרון $T_A = 10\ , T_B = 8, T_C = 9$.

שאלה 2:

נבחר לעשות את שאלה זה באנגלית מטעמי אסטטיקה:

a. We will present the data in propositional logic:

WT(x) writing is true on the Box M(x) Money is in Box x

1. $M(1\ ) \vee M(2) \vee M(3)$ — "The money is under 1 of the boxes "Under the other 2 there is nothing"
2. $\left(M(1) \rightarrow \left(\neg M(2) \wedge \neg M(3)\right)\right)$
3. $\left(M(2) \rightarrow \left(\neg M(1) \wedge \neg M(3)\right)\right)$
4. $(M(3) \rightarrow (\neg M(2) \wedge \neg M(1)))$
5. $[WT(1) \rightarrow \neg M(1)] \wedge [\neg WT(1) \rightarrow M(1)]$ — "This box is empty"
6. $[WT(2) \rightarrow \neg M(2)] \wedge [\neg WT(2) \rightarrow M(2)]$ — "This box is empty"
7. $[WT(3) \rightarrow M(2)] \wedge [\neg WT(3) \rightarrow (M(3) \vee M(1)]$ — "This money is at box number 2"
8. $WT(1\ ) \vee WT(2) \vee WT(3)$ — "1 writing is true"
9. $(WT(1\ ) \rightarrow (\neg WT(2) \wedge \neg WT(3)))$ — "2 of the Box Writing is false and 1 is true"
10. $\left(WT(2) \rightarrow \left(\neg WT(1) \wedge \neg WT(3)\right)\right)$
11. $(WT(3\ ) \rightarrow (\neg WT(2) \wedge \neg WT(1))))$

b. CNF:

1. $M(1\ ) \vee M(2) \vee M(3)$
2. $\neg M(1) \vee \left(\neg M(2) \wedge \neg M(3)\right)$ *first step*
   a. $\neg M(1) \vee \neg M(2)$
   b. $\neg M(1) \vee \neg M(3)$
3.
   a. $\neg M(2) \vee \neg M(1)$
   b. $\neg M(2) \vee \neg M(3)$
4.
   a. $\neg M(3) \vee \neg M(2)$
   b. $\neg M(3) \vee \neg M(1)$
5.
   a. $\neg WT(1) \vee \neg M(1)$
   b. $WT(1) \vee M(1)$
6.
   a. $\neg WT(2) \vee \neg M(2)$
   b. $WT(2) \vee M(2)$
7.
   a. $\neg WT(3) \vee \neg M(3)$
   b. $WT(3) \vee M(1) \vee M(2)$
8. $WT(1\ ) \vee WT(2) \vee WT(3)$
9.
   a. $\neg WT(1) \vee \neg WT(2)$
   b. $\neg WT(1) \vee \neg WT(3)$
10.
   a. $\neg WT(2) \vee \neg WT(1)$
   b. $\neg WT(2) \vee \neg WT(3)$
11.
   a. $\neg WT(3) \vee \neg WT(2)$
   b. $\neg WT(3) \vee \neg WT(1)$

c. We will check for each of the following of it is inference able from the DB by using the resolution.

We need to prove $M(1)$ so we will add $\neg M(1)$

12. $\neg M(1)$
13. $(12,1): M(2) \vee M(3)$
14. $(12,7b):\ WT(3) \vee M(2)$
15. $(12,5b):\ WT(1)$
16. $(15,9a): \neg WT(2)$
17. $(15,9b): \neg WT(3)$
18. $(16, 6b): M(2)$
19. $(15\ , 14): M(3)$
20. $(18,13): M(3)$
21. $(20,19): \{\Phi\}$

And we have proven M(1).

We can't prove M(2) and M(3) since we have a model that satisfy both and in this modle the clames are false:

$M(1) = True,\qquad M(2) = M(3) = False$

$WT(1) = WT(3) = False,\qquad WT(2) = True$

<u>שאלה 3:</u>

נסביר מדוע רזולוציית הקלט **איננה** "שלמה להפרכה". ע"פ אחת הדרישות של רזולוציית הקלט ניתן להשתמש בכלל הרזולוציה אמ"מ לפחות אחת מהפסוקיות שייכת לDB המקורי. יהיה DB M בו לא קיימים פסוקים אלמנטריים $\neg p$ **או** p בשלב האחרון של הרזולוציה נדרש להשתמש בשני פסוקים אלמנטריים על מנת להגיע לסתירה ואולם לא קיימים פסוקים כאלו בM והרי שלפי הדרישה שציינו נקבל שלא ניתן להגיע לסתירה כלל בכל DB בו אין פסוקים אלמנטריים והרי שהפרכנו את "שלמות ההפרכה" של רזולוציית הקלט כנדרש.

שאלה 4:

1. נציג את הפסוקים הבאים בלוגיקה מסדר ראשון :

" יש סַפָּר שמספר את כל האנשים שאינם מספרים את עצמם"

$:::::::: \; hd(x) = \; x \; is \; a \; hair \; dresser \; , h(x) = x \; is \; a \; human, xcy(x,y) x \; cuts \; y \; hair \; :::::$

$\exists x[hd(x) \land \forall y(h(y) \land (\neg\big(xcy(y,y)\big) \to xcy(x,y)]$

"פוליטיקאים יכולים לרמות חלק מן האנשים כל הזמן, והם יכולים לרמות את כל האנשים חלק מהזמן, אך הם אינם יכולים לרמות את כל האנשים כל הזמן."

$: polit(x) = x \; is \; a \; politician \; , canCheat(x,y,t) \;\; x \; can \; cheat \; y \; at \; t \; time \; h(x) x \; is \; a \; human$

$allyas(t) \; t \; is \; allways \; sometims(t) t \; is \; sometims$:

$\forall x(p(x) \to \exists y \forall t[\big(h(y) \land allways(t) \land \; canCheat(x,y,t)\big) \land$

$[\forall z \; \exists t \; (h(z)(h(z) \land sometime(t) \land [(canCheat(x,z,t)]) \;\; \land$

$\exists w \; \exists t \; \big(h(w)\big) \land allways(t) \; (\neg(\; anCheat(x,w,t))$

2.

לכל זוג של פסוקים אטומים שלהלן, מצאו את המאחד הכללי ביותר	
$Q(One, Two, Two), Q(x, y, z)$	$x = one, y = two, z = two$
$R(x, F(A, B)), R(F(y, y), x)$	אין הצבה חוקית
$Younger(Mother(y), y), Younger(Mother\ (x), Hadar)$	$x = y = \; hadar$
$Likes(Mother\ (x), x), Likes(y, y)$	אין הצבה חוקית

חגי ארגמן

מפאת חוסר הזמן, לא הספקתי להסביר שאלה זו לדפוס.

שאלה 5

א) נחל בהמרת המשפטים ללוגיקה מסדר ראשון

נתחיל בהגדרת הקבועים והיחסים.

PR(x) x is profecor, St(X) x is a Student, AD(x,y) x addvise y, Meets(X,y) x meets with y for counsling. Sta(x,y) x stayde at y, Cam - Campus, Li - LiRan Had - Hadar.

1) כל פרופסור מייעץ לסטודנט אחד לפחות

$\forall x [PR(x) \to \exists y (St(y) \wedge AD(x,y))]$

2) לכל סטודנט יש יועץ, שהוא פרופ'

$\forall x [St(x) \to \exists y (PR(y) \wedge AD(y,x))]$

3) כל יועץ נפגש עם כל הנועצים שלו.

$\forall x \forall y [(AD(x,y)) \to (M(x,y))]$

4) פגישות הייעוץ מתקיימות בקמפוס.

$\forall x \forall y [(Meets(x,y) \to (Sta(x,Cam) \wedge Sta(y,cam))]$

5) לירן הוא סטודנט

$St(Li)$

6) הדר הוא פרופסור

$PR(Had)$

שאלה 5 סעיף ב'

נמיר את הפסוקים מהשאלה הקודמת לצורת CNF

1) $\forall x[PR(x) \to \exists y(St(y) \land AD(x,y))]$

$\forall x[\neg PR(x) \lor \exists y(St(y) \land AD(x,y))]$ — נמיר גרירות

$\forall x[\neg PR(x) \lor (St(A(x)) \land AD(x, A(x)))]$ — נבצע סקולמיזציה

$[\neg PR(x) \lor (St(A(x)) \land AD(x, A(x)))]$ — נשמיט כמתי לכל

$[\neg PR(x) \lor St(A(x))] \land [\neg PR(x) \lor AD(x, A(x))]$ — נשתמש בחוק הפילוג

נפריד לשני פסוקים

1. $\neg PR(x) \lor St(A(x))$
2. $\neg PR(x) \lor AD(x, A(x))$

$AD(y,x)$ *

2) $\forall x[St(x) \to \exists y(PR(y) \land AD(y,\cancel{x}))]$

$\forall x[\neg St(x) \lor \exists y(PR(y) \land AD(y,\cancel{x}))]$ — נמיר גרירות

$\forall x[\neg St(x) \lor (PR(VISOR(x)) \land AD(VISOR(x), x))]$ — נבצע סקולמיזציה

$[\neg St(x) \lor (PR(VISOR(x)) \land AD(VISOR(x), x))]$ — נשמיט כמתי לכל

$[\neg St(x) \lor PR(VISOR(x))] \land [\neg St(x) \lor AD(VISOR(x), x)]$ — חוק הפילוג

נפריד לפסוקיים

3. $[\neg St(x) \lor PR(VISOR(x))]$
4. $[\neg St(x) \lor AD(VISOR(x), x)]$

3) $\forall x \forall y[(AD(x,y)) \to (M(x,y))]$ — נבטל גרירות וכמתים יחד

5. $\neg(AD(x,y)) \lor (M(x,y))$

4) $\forall x \forall y[(M(x,y) \to (Sta(x,Cam) \land Sta(y,Cam)))]$ — נבטל גרירות וכמתים יחד

$[\neg(M(x,y)) \lor (Sta(x,cam) \land Sta(y,cam))]$ — חוק פילוג

$[\neg M(x,y) \lor Sta(x,cam)] \land [\neg M(x,y) \lor Sta(y,cam)]$ — נפריד לפסוקים

6. $\neg M(x,y) \lor Sta(x, Cam)$
7. $\neg M(x,y) \lor Sta(y, Cam)$

שני הפסוקים הבאים בצורת CNF וסיימנו.

המשך בעמוד הבא ←

שאלה 5 סעיף ג

אם כן מהשאלה הקודמת קיבלנו את בסיס הידע הבא: (1-9)

1. $\neg PR(x_1) \vee St(A(x_1))$
2. $\neg PR(x_2) \vee (AD(x_2, A(x_2))$
3. $\neg St(x_3) \vee PR(VISOR(x_3))$
4. $\neg St(x_4) \vee AD(VISOR(x_4), x_4)$
5. $\neg(AD(x_5, y_5)) \vee (M(x_5, y_5))$
6. $\neg M(x_6, y_6) \vee Sta(x_6, Cam)$
7. $\neg M(x_7, y_7) \vee Sta(y_7, Cam)$
8. $St(Li)$
9. $PR(Had)$
10. $\neg Sta(Had, Cam)$

נוכיח בעזרת רזולוציה את הפסוק

"הדר היתה בקמפוס"

נוסיף את שלילת משפט 10

11. $\neg M(Had, y_{11})$ (6,10)
12. $\neg AD(Had, y_{12})$ (5,11)
13. $\neg P(Had)$ (2,12)
14. $\emptyset$ (9,13)

והרי שהגענו לסתירה ולכן הוכחנו את הטענה

ד) נניח בשלילה כי ניתן ~~להוכיח~~ להגיע לסתירה משלילת הפסוק "הדר מייעצת ללירן". אזי נוסיף $\neg(AD(Had, Li))$ ונגלה כי על מנת להגיע לסתירה עלינו לבצע האחדה עם פסוק 2 או פסוק 3. אבל מכיוון שלא ניתן לבצע האחדה בין משתנה לפונקציה לא ניתן לבצע עמם האחדה ולכן אין אפשרות להגיע לסתירה ואם כן, אנו בעצמנו הגענו לסתירה לכך שניתן להגיע לסתירה ע"י הוספת שלילת הפסוק לבסיס הידע ולכן קיבלנו שלא ניתן להגיע לסתירה ולכן לא ניתן להוכיח את המשפט