מבוא לבינה מלאכותית - תרגיל תיאורתי 2

רון יצחק 311604938, עמית בסקין 312259013

6 ביוני 2020

חלק I
Resolution

1. נתחיל בלהעביר את הנתונים לפסוקים לוגים:

$$\text{Club}(\text{Athos}),\ \text{Club}(\text{Aramis}),\ \text{Club}(\text{Porthos})$$

$$\forall x\,(\text{Club}(x) \Rightarrow \text{Skier}(x) \vee \text{Climber}(x))$$

$$\forall y\,(\text{Climber}(y) \Rightarrow \neg\text{Likes}(y, \text{Rain}))$$

$$\forall z\,(\text{Skier}(z) \Rightarrow \text{Likes}(z, \text{Snow}))$$

$$\forall j\,(\text{Likes}(\text{Athos}, j) \Rightarrow \neg\text{Likes}(\text{Porthos}, j))$$

$$\forall i\,(\neg\text{Likes}(\text{Athos}, i) \Rightarrow \text{Likes}(\text{Porthos}, i))$$

$$\text{Likes}(\text{Athos}, \text{Rain})$$

$$\text{Likes}(\text{Athos}, \text{Snow})$$

נעביר את הנתונים ל-CNF:

(א)

$$\text{Club}(\text{Athos})$$

(ב)

$$\text{Club}(\text{Aramis})$$

(ג)

$$\text{Club}\,(\text{Porthos})$$

(ד)

$$\neg\text{Club}\,(x) \vee \text{Skier}\,(x) \vee \text{Climber}\,(x)$$

(ה)

$$\neg\text{Climber}\,(y) \vee \neg\text{Likes}\,(y, \text{Rain})$$

(ו)

$$\neg\text{Skier}\,(z) \vee \text{Likes}\,(z, \text{Snow})$$

(ז)

$$\neg\text{Likes}(\text{Athos}, j) \vee \neg\text{Likes}\,(\text{Porthos}, j)$$

(ח)

$$\text{Likes}(\text{Athos}, i) \vee \text{Likes}\,(\text{Porthos}, i)$$

(ט)

$$\text{Likes}\,(\text{Athos}, \text{Rain})$$

(י)

$$\text{Likes}\,(\text{Athos}, \text{Snow})$$

אנו מחפשים:

$$\exists w\,(\text{Club}\,(w) \wedge \text{Climber}\,(w) \wedge \neg\text{Skier}\,(w))$$

נוסיף את התנאי בשלילתו ל־KB וננסה למצוא סתירה:

$$\forall w\,(\neg\text{Club}\,(w) \vee \neg\text{Climber}\,(w) \vee \text{Skier}\,(w))$$

נפשט ל־CNF

$$\neg\text{Club}\,(w) \vee \neg\text{Climber}\,(w) \vee \text{Skier}\,(w)$$

ולכן לנקבל את ה־KB הבא:

(א)

$$\text{Club}\,(\text{Athos})$$

(ב)

$$\text{Club}\,(\text{Aramis})$$

(ג)

$$\text{Club}\,(\text{Porthos})$$

(ד)

$$\neg\text{Club}\,(x) \vee \text{Skier}\,(x) \vee \text{Climber}\,(x)$$

(ה)

$$\neg\text{Climber}\,(y) \vee \neg\text{Likes}\,(y, \text{Rain})$$

(ו)

$$\neg\text{Skier}\,(z) \vee \text{Likes}\,(z, \text{Snow})$$

(ז)

$$\neg\text{Likes}(\text{Athos}, j) \vee \neg\text{Likes}\,(\text{Porthos}, j)$$

(ח)

$$\text{Likes}(\text{Athos}, i) \vee \text{Likes}\,(\text{Porthos}, i)$$

(ט)

$$\text{Likes}\,(\text{Athos}, \text{Rain})$$

(י)

$$\text{Likes}\,(\text{Athos}, \text{Snow})$$

(יא)

$$\neg \text{Club}\,(w) \vee \neg \text{Climber}\,(w) \vee \text{Skier}\,(w)$$

נשים לב ש־Porthos יביא לסתירה בצורה הבאה:

$$(c)\,,(d)\,,(k) \rightarrow$$

$$\text{Club}\,(\text{Porthos})$$

$$\neg \text{Club}\,(\text{Porthos}) \vee \text{Skier}\,(\text{Porthos}) \vee \text{Climber}\,(\text{Porthos})$$

$$\neg \text{Club}\,(\text{Porthos}) \vee \neg \text{Climber}\,(\text{Porthos}) \vee \text{Skier}\,(\text{Porthos})$$

לכן נקבל ש־

$$\text{Skier}\,(\text{Porthos})$$

בנוסף, נתבונן ב־

$$(g)\,,(j) \rightarrow$$

$$\neg \text{Likes}(\text{Athos}, \text{Snow}) \vee \neg \text{Likes}\,(\text{Porthos}, \text{Snow})$$

$$\text{Likes}\,(\text{Athos}, \text{Snow})$$

לכן:

$$\neg \text{Likes}\,(\text{Porthos}, \text{Snow})$$

כעת נחבר את זה עם (f):

$$\neg \text{Likes}\,(\text{Porthos}, \text{Snow})$$

$$\neg \text{Skier}\,(\text{Porthos}) \vee \text{Likes}\,(\text{Porthos}, \text{Snow})$$

ונקבל:

$$\neg \text{Skier}\,(\text{Porthos})$$

אבל נשים לב כעת שקיבלנו סתירה, שכן (לפי טאוטולוגיה):

$$\neg \text{Skier}\,(\text{Porthos}) \wedge \text{Skier}\,(\text{Porthos})$$

$$\{\}$$

ולכן הטענה המקורית נכונה.
השתמשנו ב־Linear Resoultion לאורך כל הדרך.

2. (א)

"Horses are animals"

$$\forall x \left(\text{Horse}\left(x\right) \Rightarrow \text{Animal}\left(x\right)\right)$$

$$\neg\text{Horse}\left(x\right) \vee \text{Animal}\left(x\right)$$

"The head of a horse is the head of an animal"

$$\forall y, z \left(\text{Horse}\left(y\right) \wedge \text{HeadOf}\left(z, y\right) \Rightarrow \text{Animal}\left(y\right) \wedge \text{HeadOf}\left(z, y\right)\right)$$

(ב)

$$\text{Premise: } \neg\text{Horse}\left(x\right) \vee \text{Animal}\left(x\right)$$

$$\text{Conclusion: } \neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \neg\text{HeadOf}\left(z, y\right) \vee \left(\text{Animal}\left(y\right) \wedge \text{HeadOf}\left(z, y\right)\right)$$

$$\left(\neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \neg\text{HeadOf}\left(z, y\right) \vee \text{HeadOf}\left(z, y\right)\right) \wedge \left(\neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \neg\text{HeadOf}\left(z, y\right) \vee \text{Animal}\left(y\right)\right)$$

$$\left(\neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \cancel{\neg\text{HeadOf}\left(z, y\right)} \vee \cancel{\text{HeadOf}\left(z, y\right)}\right) \wedge \left(\neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \neg\text{HeadOf}\left(z, y\right) \vee \text{Animal}\left(y\right)\right)$$

$$\neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \neg\text{HeadOf}\left(z, y\right) \vee \text{Animal}\left(y\right)$$

שוללים את ההנחה:

$$\neg\left[\neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \neg\text{HeadOf}\left(z, y\right) \vee \text{Animal}\left(y\right)\right]$$

$$\text{Horse}\left(y\right) \wedge \text{HeadOf}\left(z, y\right) \wedge \neg\text{Animal}\left(y\right)$$

(ג)

$$\text{Horse}\left(y\right) \wedge \text{HeadOf}\left(z, y\right) \wedge \neg\text{Animal}\left(y\right) \wedge \left(\neg\text{Horse}\left(y\right) \vee \text{Animal}\left(y\right)\right)$$

$$\text{Horse}\left(y\right) \wedge \text{HeadOf}\left(z, y\right) \wedge \neg\text{Animal}\left(y\right) \wedge \left(\cancel{\neg\text{Horse}\left(y\right)} \vee \text{Animal}\left(y\right)\right)$$

$$\text{Horse}\left(y\right) \wedge \text{HeadOf}\left(z, y\right) \wedge \neg\text{Animal}\left(y\right) \wedge \text{Animal}\left(y\right)$$

$$\{\}$$

קיבלנו סתירה כנדרש.

חלק II

Planning

```
Variables:
n block variables
for i from 1 to n:
    at-Block-i at {table, crane, on Block-j}

Operators:
pick(Block-i)
    pre: at-Block-i at table
         for all Block-j:
            not at-Block-j(crane)
    eff: at-Block-i(crane)
drop(Block-i)
    pre: at-Block-i(crane)
    eff: at-Block-i(table)
stack(Block-i, Block-j)
    pre: at-Block-i(crane)
         for all Block-k:
            not at-Block-k(on Block-j)
    eff: at-Block-i(on Block-j)
unstack(Block-i, Block-j)
    pre: at-Block-i(on Block-j)
         for all Block-k:
            not at-Block-k(crane)
         for all Block-k:
            not at-Block-k(on Block-i)
    eff: at-Block-i(Crane)

Init:
for i from 1 to n-1:
    at-Block-i(on Block-(i+1))
at-Block-n(table)

Goal:
for i from 1 to n-3:
    at-Block-i(on Block-(i+1))
at-Block-(n-2)(on Block-n)
at-Block-n(on Block-(n-1))
at-Block-(n-1)(table)
```