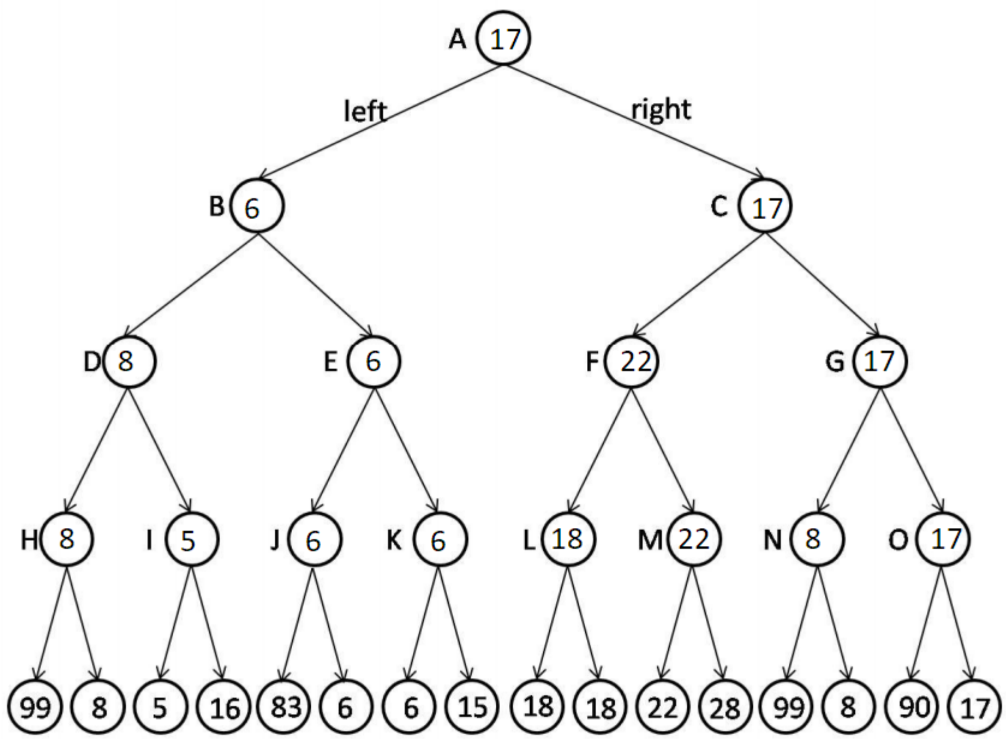
מבוא לבינה מלאכותית ־ תרגיל תיאורתי 2

רון יצחק 311604938, עמית בסקין 312259013

30 במאי 2020

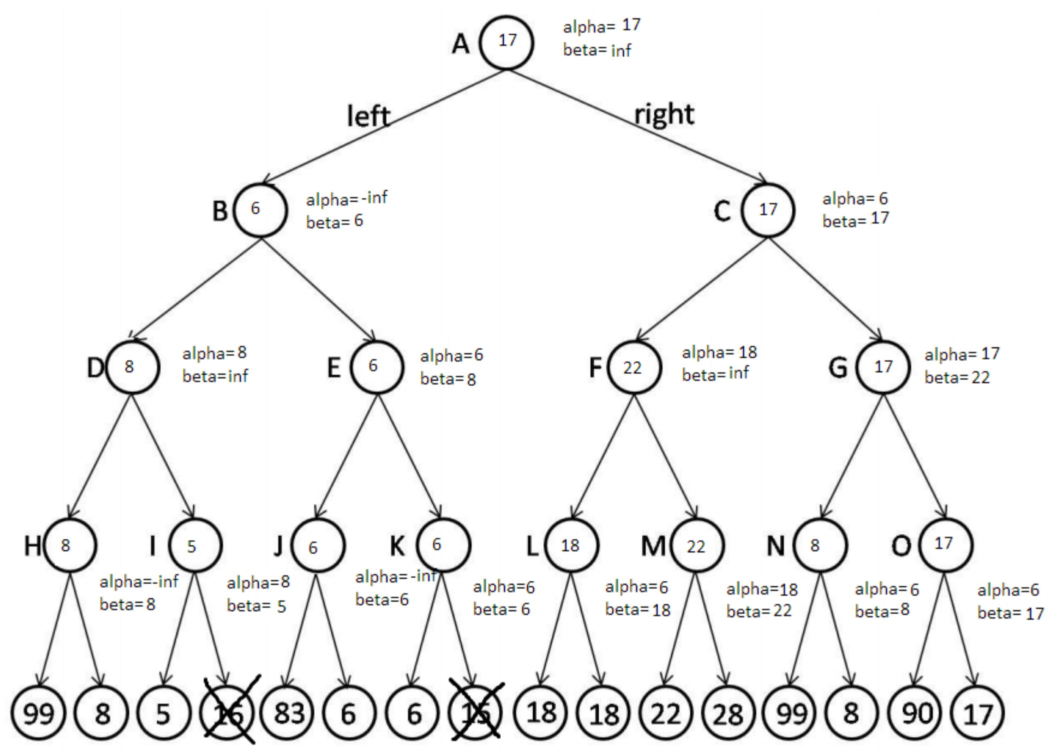
0.1 מינימקס על עץ



ולכן על האלגוריתם לבחור ב־right.

0.2 אלפא בטא על עץ

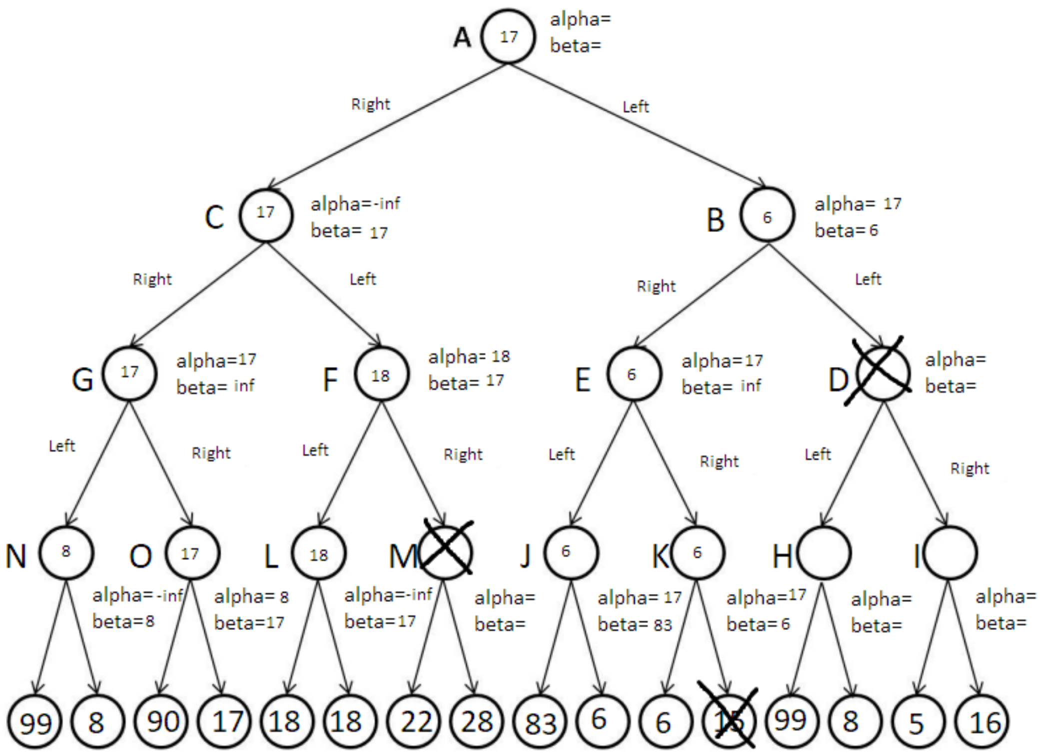
1. הרי הגרף:



2. ולכן על האלגוריתם לבחור ב־right. באופן כללי, האלגוריתם עובד באותה הצורה, הוא פשוט חוסך בדיקות מיותרות.

0.3 אלפא בטא אופטימיזאציה על עץ

1. הרי הגרף:



הפכנו גם את B, C וגם את G, F ואת E, D. זאת מכיוון שרצינו שהתור של MAX ייראה קודם את הענף שבו יש את הערך המקסימאלי,
ובאותה הצורה רצינו שהתור של MIN ייראה קודם את הענף שבו יש את הערך המינימאלי.

2. 11.

0.4 איקס עיגול

1. נחלק למקרים (מאחר שמדובר רק בהערכה, לא נחסר מצבים שבהם גם עיגול וגם איקס מנצחים (גורם יחסית זניח בחישוב)):

(א) איקס מנצח:

i. (חישוב זניח שנקזז בסוף עם מה שלא חיסרנו): איקס מנצח תוך 3 מהלכים: $8 \cdot \underset{X}{3} \cdot \underset{O}{6} \cdot \underset{X}{2} \cdot \underset{O}{5} \cdot \underset{X}{1} = 1,440$ (נקבע את רצף הניצחון של איקס. יש לכך 8 אפשרויות. ואז 3 אפשרויות למיקום הראשון של איקס, 6 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו').

ii. איקס מנצח תוך 4 מהלכים: $8 \cdot 6 \cdot \underset{X}{4} \cdot \underset{O}{5} \cdot \underset{X}{3} \cdot \underset{O}{4} \cdot \underset{X}{2} \cdot \underset{O}{3} \cdot \underset{X}{1} = 69,120$ (נקבע את רצף הניצחון של איקס. יש לכך 8 אפשרויות. כמו כן נקבע את המיקום של האיקס הנוסף. יש לכך 6 אפשרויות. ואז 4 אפשרויות למיקום הראשון של איקס, 5 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו').

נחסר את המשחקים שבהם איקס מנצח לפני המהלך האחרון: $8 \cdot \underset{X}{3} \cdot \underset{O}{6} \cdot \underset{X}{2} \cdot \underset{O}{5} \cdot \underset{X}{1} \cdot \underset{O}{4} \cdot \underset{X}{3} = 17,280$ (נקבע את רצף הניצחון של איקס. יש לכך 8 אפשרויות. ואז איקס קודם כול ממקם את הרצף, אז 3 אפשרויות למיקום הראשון של

איקס, 6 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו', ובסוף עוד 3 אפשרויות למיקום האחרון של איקס).
אז סה"כ:

$$69,120-17,280=51,840$$

iii. איקס מנצח תוך 5 מהלכים: $8\cdot 15\cdot \underset{X}{5}\cdot\underset{O}{4}\cdot\underset{X}{4}\cdot\underset{O}{3}\cdot\underset{X}{3}\cdot\underset{O}{2}\cdot\underset{X}{2}\cdot\underset{O}{1}\cdot\underset{X}{1}=345,600$ (נקבע את רצף הניצחון של איקס. יש לכך 8 אפשרויות. כמו כן נקבע את המיקום של שני האיקסים הנוספים. יש לכך $\binom{6}{2}=15$ אפשרויות. ואז 5 אפשרויות למיקום הראשון של איקס, 4 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו').
נחסר את המשחקים שבהם איקס מנצח לפני המהלך האחרון: $8\cdot \underset{X}{3}\cdot\underset{O}{6}\cdot\underset{X}{2}\cdot\underset{O}{5}\cdot\underset{X}{1}\cdot\underset{O}{4}\cdot\underset{X}{4}\cdot\underset{O}{3}\cdot\underset{X}{2}=138,240$ (נקבע את רצף הניצחון של איקס. יש לכך 8 אפשרויות. ואז איקס קודם כול ממקם את הרצף, אז 3 אפשרויות למיקום הראשון של איקס, 6 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו', ולאחר מיקום הרצף של איקס, ניתן למקם את שני האיקסים הנוספים בצורה חופשית).
אז סה"כ:

$$345,600-138,240=207,360$$

(ב) עיגול מנצח:

i. עיגול מנצח תוך 3 מהלכים:

$$8\cdot \underset{X}{6}\cdot\underset{O}{3}\cdot\underset{X}{5}\cdot\underset{O}{2}\cdot\underset{X}{4}\cdot\underset{O}{1}\cdot\underset{X}{3}=17,280$$

(נקבע את רצף הניצחון של עיגול. יש לכך 8 אפשרויות. ואז 3 אפשרויות למיקום הראשון של איקס, 6 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו').

ii. עיגול מנצח תוך 4 מהלכים: $8\cdot 6\cdot \underset{X}{5}\cdot\underset{O}{4}\cdot\underset{X}{4}\cdot\underset{O}{3}\cdot\underset{X}{3}\cdot\underset{O}{2}\cdot\underset{X}{2}\cdot\underset{O}{1}=138,240$ (נקבע את רצף הניצחון של עיגול. יש לכך 8 אפשרויות. כמו כן נקבע את המיקום של העיגול הנוסף. יש לכך 6 אפשרויות. ואז 4 אפשרויות למיקום הראשון של איקס, 5 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו').
נחסר את מספר המשחקים שבהם עיגול מנצח לפני המהלך האחרון: $8\cdot \underset{X}{6}\cdot\underset{O}{3}\cdot\underset{X}{5}\cdot\underset{O}{2}\cdot\underset{X}{4}\cdot\underset{O}{1}\cdot\underset{X}{3}\cdot\underset{O}{2}=34,560$ (נקבע את רצף הניצחון של עיגול. יש לכך 8 אפשרויות. ואז עיגול קודם כול ממקם את הרצף, אז 3 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול, 6 אפשרויות למיקום הראשון של עיגול וכו', ובסוף עוד 2 אפשרויות למיקום האחרון של עיגול).
אז סה"כ:

$$138,240-34,560=103,680$$

(ג) תיקו: נבחר את מיקומי האיקסים כך שאין רצף מנצח: $\binom{9}{5}-8\binom{6}{2}$: יש $\binom{9}{5}$ אפשרויות סה"כ. יש 8 מיקומים אפשריים לרצף, ולכל מיקום של רצף, צריך לבחור את המיקום של שני האיקסים הנוספים. ולבסוף יחד עם קביעת הסדר של האיקסים והעיגולים, נקבל:

$$\left(\binom{9}{5}-8\binom{6}{2}\right)5!4!=17,280$$

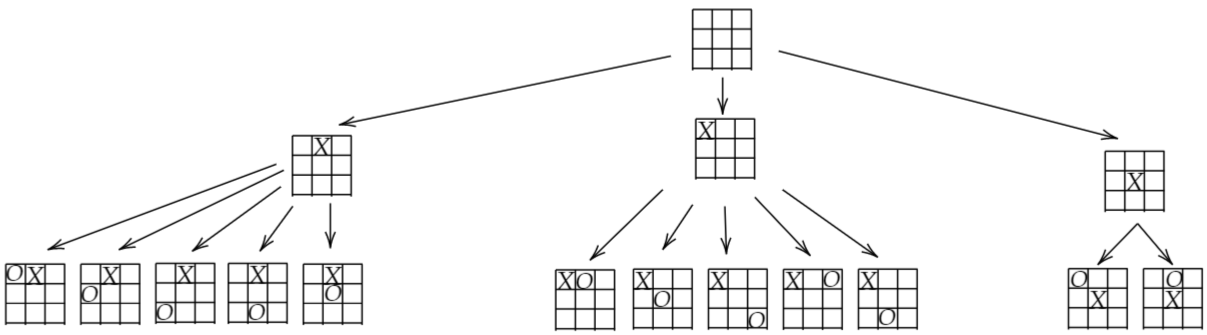
ולבסוף ההערכה היא (נעגל כלפי מטה כדי לקבל הערכה טובה יותר, הרי לא חיסרנו חלק מהמקרים שאינם קבילים):

$$\approx 50,000 + 200,000 + 17,000 + 100,000 + 17,000 \approx$$

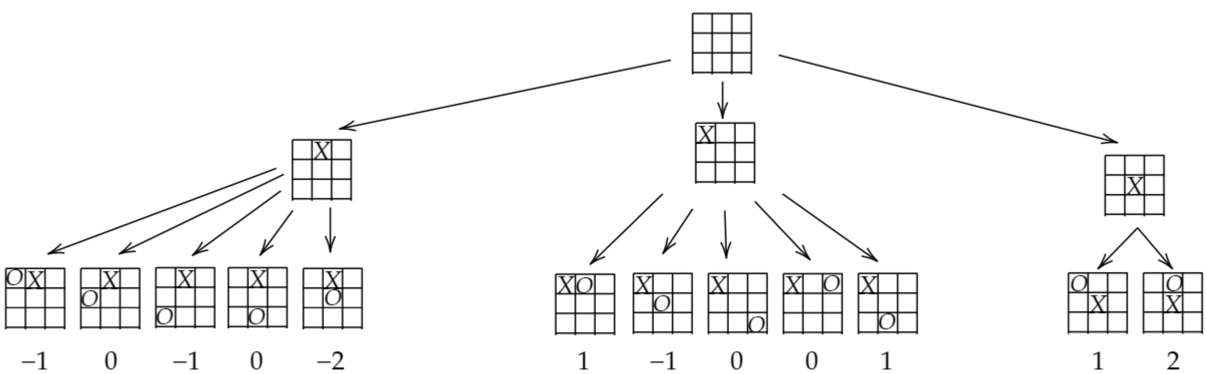
$$\approx 380,000$$

משחקים.

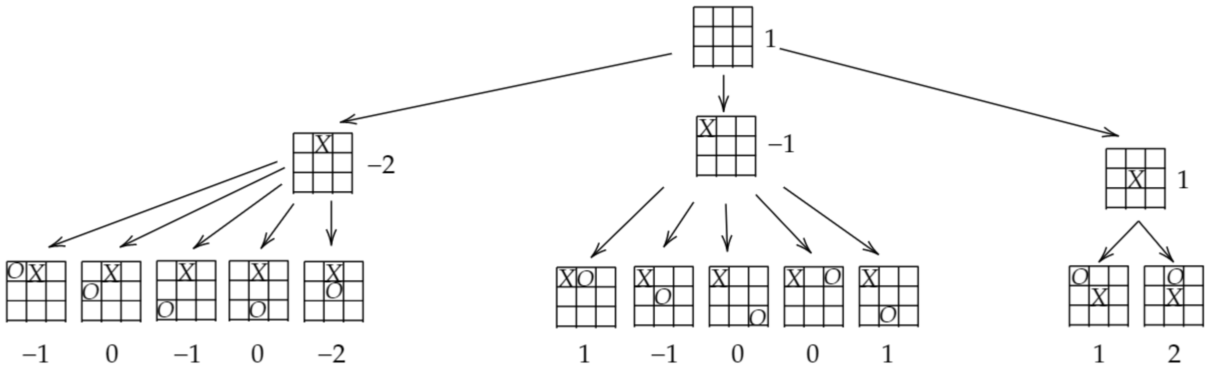
2. הרי העץ:



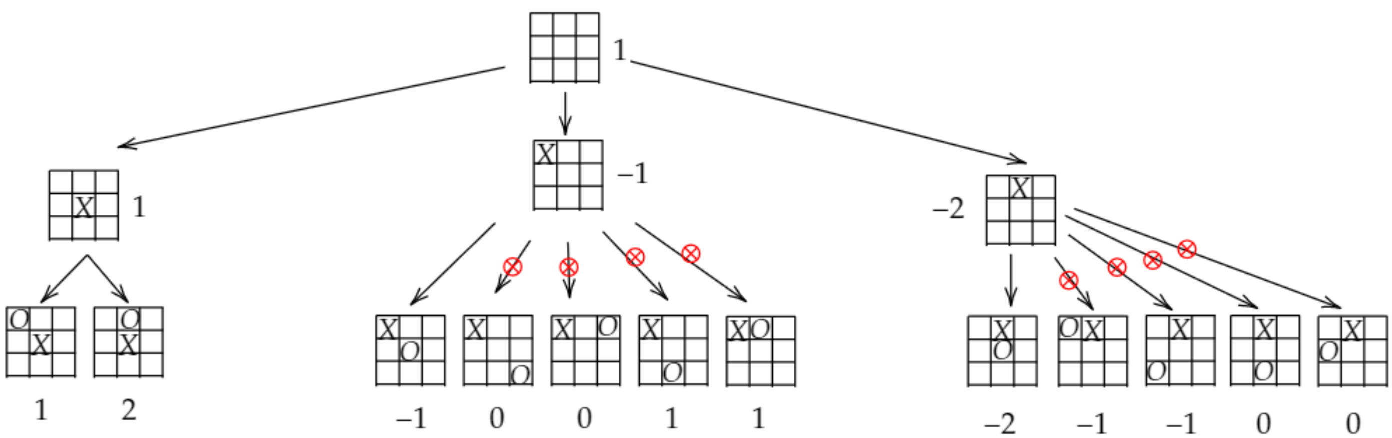
3. הרי העץ:



4. הרי העץ:



5. הרי העץ:



1 ייצוג ידע

1.1 המרה לצורת clause

.1

$$\forall x\ :\ [P_1(x) \wedge P_2(x,A)] \Rightarrow [P_3(x,B) \vee (\forall y\ :\ \exists z\ :\ P_3(y,z) \Rightarrow P_4(x,y))]$$

$$\forall x\ :\ [P_1(x) \wedge P_2(x,A)] \Rightarrow [P_3(x,B) \vee (\forall y\ :\ P_3(y,G(y)) \Rightarrow P_4(x,y))]$$

$$[P_1(x) \wedge P_2(x,A)] \Rightarrow [P_3(x,B) \vee (P_3(y,G(y)) \Rightarrow P_4(x,y))]$$

$$[P_1(x) \wedge P_2(x,A)] \Rightarrow [P_3(x,B) \vee (\neg P_3(y,G(y)) \vee P_4(x,y))]$$

$$[P_1(x) \wedge P_2(x,A)] \Rightarrow [P_3(x,B) \vee \neg P_3(y,G(y)) \vee P_4(x,y)]$$

$$\neg [P_1(x) \wedge P_2(x,A)] \vee [P_3(x,B) \vee \neg P_3(y,G(y)) \vee P_4(x,y)]$$

$$[\neg P_1(x) \vee \neg P_2(x,A)] \vee [P_3(x,B) \vee \neg P_3(y,G(y)) \vee P_4(x,y)]$$

$$\neg P_1(x) \vee \neg P_2(x,A) \vee P_3(x,B) \vee \neg P_3(y,G(y)) \vee P_4(x,y)$$

$$\{\neg P_1(x), \neg P_2(x,A), P_3(x,B), \neg P_3(y,G(y)), P_4(x,y)\}$$

.2

$$(P \Rightarrow Q) \Rightarrow ((Q \Rightarrow R) \Rightarrow (P \Rightarrow R))$$

$$(\neg P \vee Q) \Rightarrow ((\neg Q \vee R) \Rightarrow (\neg P \vee R))$$

$$(\neg P \vee Q) \Rightarrow (\neg (\neg Q \vee R) \vee (\neg P \vee R))$$

$$(\neg P \vee Q) \Rightarrow ((Q \wedge \neg R) \vee (\neg P \vee R))$$

$$\neg (\neg P \vee Q) \vee ((Q \wedge \neg R) \vee (\neg P \vee R))$$

$$(P \wedge \neg Q) \vee ((Q \wedge \neg R) \vee (\neg P \vee R))$$

$$(P \wedge \neg Q) \vee \big((Q \vee \neg P \vee R) \wedge \big(\cancel{\neg R} \vee \neg P \vee \cancel{R}\big)\big)$$

$$(P \wedge \neg Q) \vee (Q \vee \neg P \vee R)$$

$$\big(\cancel{P} \vee Q \vee \cancel{\neg P} \vee R\big) \wedge \big(\cancel{\neg Q} \vee \cancel{Q} \vee \neg P \vee R\big)$$

$$T \wedge T$$

$$T$$

1.2 אנגלית ← לוגיקה

.1

Neither the storm blast nor the flood did any damage to the house.

$$\exists x, y, z\left(Flood\left(x\right)\wedge Storm\left(y\right)\wedge House\left(z\right)\wedge\neg Damaged\left(z\right)\right)$$

.2

Drivers should neither drive over 65 miles per hour nor cross the red light, or they will get a ticket.

$$\forall x\left[\left(Driver\left(x\right)\wedge\left(FasterThan65\left(x\right)\vee CrossRedLight\left(x\right)\right)\right)\implies Ticket(x)\right]$$

1.3 המאחד הכללי ביותר

.1 (א) $Color\left(Hat\left(Postman\right), Blue\right)$

(ב) $Color\left(Hat\left(y\right), x\right)$

$$\text{Unify}(\left[Color\left(Hat\left(Postman\right), Blue\right)\right], \left[Color\left(Hat\left(y\right), x\right)\right]) = \{y/Postman, x/Blue\}$$

.2 (א) $R\left(F\left(y\right), y, x\right)$

(ב) $R\left(x, F\left(A\right), F\left(v\right)\right)$

$$\text{Unify}(\left[R\left(x, F\left(A\right), F\left(v\right)\right)\right], \left[R\left(F\left(y\right), y, x\right)\right])$$

$$\begin{cases}R\left(F\left(y\right), y, x\right)\\ R\left(x, F\left(A\right), F\left(v\right)\right)\end{cases}$$

$fail$ כי ב־b אי־אפשר להחליף x ב־ $F\left(y\right)$ כי אז גם ב־a יתבצע החילוף אבל $F\left(y\right)$ כבר נמצא שם וגם אי־אפשר להחליף $F\left(y\right)$ ב־x כי x כבר נמצא ב־a.

.3 (א) $Loves\left(x, y\right)$

ב) $Loves\left(y,x\right)$

$$\text{Unify}(\left[Loves\left(x,y\right)\right],\left[Loves\left(y,x\right)\right])$$

$fail$ כי ב־a אי־אפשר להחליף x ב־ y כי y כבר נמצא שם וגם אי־אפשר להחליף y ב־x כי x כבר נמצא שם. אחרת נקבל

$$Loves\left(x,x\right)$$

או

$$Loves\left(y,y\right)$$

1.4 רזולוציה

.1

$$\left\{p\left(a\right),q\left(a\right)\right\},\left\{\neg p\left(x\right),r\left(x\right)\right\},\left\{\neg q\left(a\right)\right\}$$

$$\left\{p\left(a\right),q\left(a\right)\right\},\left\{\neg p\left(a\right),r\left(a\right)\right\},\left\{\neg q\left(a\right)\right\}$$

$$\left\{r\left(a\right),q\left(a\right)\right\},\left\{\neg q\left(a\right)\right\}$$

$$\left\{r\left(a\right),q\left(a\right)\right\},\left\{\neg q\left(a\right)\right\}$$

$$\left\{r\left(a\right)\right\}$$

.2

$$\forall x\ p\left(x\right)\Rightarrow q\left(x\right)$$

$$\neg p\left(x\right)\vee q\left(x\right)$$

$$\left(\forall x\ \neg p\left(x\right)\right)\vee\left(\forall x\ q\left(x\right)\right)$$

$$\forall x\ p\left(x\right)\Rightarrow\forall x\ q\left(x\right)$$

.3

$$\forall x \ \left(\left(\left(p\left(x\right) \Rightarrow q\left(x\right)\right) \Rightarrow p\left(x\right)\right) \Rightarrow p\left(x\right)\right)$$

$$\left(\left(p\left(x\right) \Rightarrow q\left(x\right)\right) \Rightarrow p\left(x\right)\right) \Rightarrow p\left(x\right)$$

$$\left(\left(\neg p\left(x\right) \vee q\left(x\right)\right) \Rightarrow p\left(x\right)\right) \Rightarrow p\left(x\right)$$

$$\left(\neg\left(\neg p\left(x\right) \vee q\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)\right) \Rightarrow p\left(x\right)$$

$$\neg\left(\neg\left(\neg p\left(x\right) \vee q\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)$$

$$\neg\left(\left(p\left(x\right) \wedge \neg q\left(x\right)\right) \wedge \neg p\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)$$

$$\left(\neg\left(p\left(x\right) \wedge \neg q\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)$$

$$\left(\left(\neg p\left(x\right) \vee q\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)\right) \vee p\left(x\right)$$

$$\cancel{\neg p\left(x\right)} \vee q\left(x\right) \vee \cancel{p\left(x\right)} \vee p\left(x\right)$$

$$T$$