**ממן 14 – מבוא לבינה מלאכותית – ברנדס איתי ת.ז.**

**שאלה 1:**

1. *ייצוג בו תחומי המשתנים מכילים מילים באנגלית:*

*קבוצת המשתנים: A1, A2, A3, D1, D2, D3.*

*מספר המשתנים: 6, כמספר העמודות והשורות בטבלה.*

*טווח ערכי המשתנים (לפני הפעלת אילוצים): כל 40 המילים הנתונות בתרגיל.*

*ייצוג בו תחומי המשתנים מכילים אותיות האלפבית:*

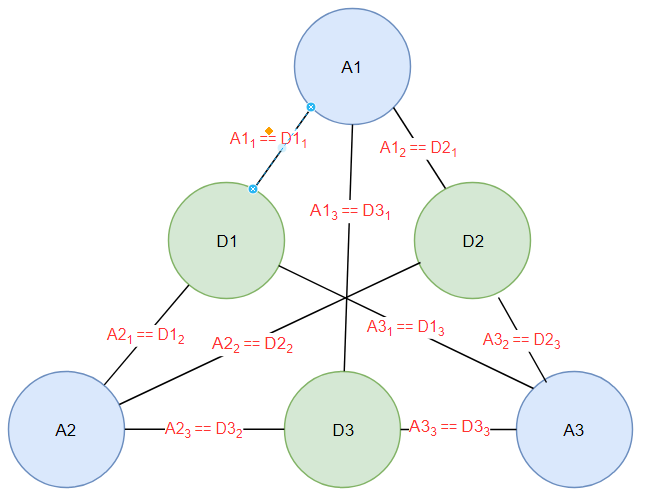
*קבוצת המשתנים: (A1,D1), (A1,D2), (A1,D3), (A2,D1), (A2,D2) (A2,D3), (A3,D1), (A3,D2) (A3,D3).*

*מספר המשתנים: 9, כמספר התאים בטבלה.*

*טווח ערכי המשתנים (לפני הפעלת אילוצים): כל 26 האותיות באנגלית.*

1. *נסמן ב את התו ה בערך המשתנה . לדוגמא, הוא התו השני במשתנה A3.*

*גרף האילוצים הוא:*



*האילוצים בגרף הם די-כיווניים.*

*בנוסף לכך קיים אילוץ AllDiff לכל המשתנים (לפי הנאמר בפורום).*

1. *האילוצים האונריים היחידים של כל המשתנים הם הטווחים שלהם, שהם רשימת ה40 מילים שבתרגיל.*
2. *נפעיל כעת אלגוריתם עקביות קשת.*

***בתרגיל עצמו לא צוין שקיים אילוץ AllDiff, ראיתי זאת רק בפורום לאחר שכבר פתרתי את התרגיל כולו, לכן אשמח אם תוכל להתעלם מכך שלא קיימתי ובדקתי אילוץ זה – למרות שבתוצאה הסופית יוצא שכל המשתנים שונים אחד מהשני ממילא בגלל הטווחים.***

***בנוסף לכך, בהתחלה החשבתי בטעות חלק מהאילוצים הבינאריים לאונאריים, ולכן התחלתי בתרגיל זה עם טווח מעט מצומצם יותר. אני מודע לכך שהטווח אמור להיות גדול יותר בהתחלה, אך כבר כתבתי את כל התרגיל ולא יהיה לי זמן לתקן זאת עד ההגשה.***

***Arc(A1,D1):***

*(\*) האילוץ הבינארי הוא . משום ש, לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

*משיקול זהה ל(\*), גם הקשתות עקביות. נמחק את כולן מהתור ונקבל:*

***Arc(A1,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA1 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D2,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D3,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD3 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(A2,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D1,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD1 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(A2,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA2 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D3, A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD3 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(A3,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA3 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D1,A3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A3,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA3 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D2,A3):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD2 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D1,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA1 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(A3,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A2,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D1,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D2,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A2,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D3,A3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A2,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A3,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D1,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD1 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D2,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD2 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D3,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A2,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A3,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A2,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA2 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(A3,D2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA3 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D1,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD1 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D2,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D3, A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD3 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D1,A3):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לD1 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(D2,A3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D3,A3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA1 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(A2,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . קיימים ערכים ב עבורם לא קיימים ערכים ב, ולכן* ***הקשת איננה עקבית****. נצמצם את :*

*כתוצאה מכך, תתכן השפעה על הקשתות המתחברות לA2 ולכן אם כבר סרקנו אותן בעבר, נכניס אותן שוב למבנה החיפוש.*

***Arc(A3,D1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A1,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A2,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(A3,D3):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D1,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D2,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D3,A1):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D1,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D2,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

***Arc(D3,A2):***

*האילוץ הבינארי הוא . לכל ערך ב קיים ערך ב המקיים את האילוץ הבינארי. לכן,* ***הקשת עקבית****, והטווח לא מצטמצם.*

*בזאת עברנו על כל הקשתות והאלגוריתם מסיים. הטווחים שהתקבלו הם:*

*שזהו צמצום משמעותי של הטווחים.*

1. *נפעיל חיפוש backtracking.*

*נבחין ראשית שבתרגיל זה, יוריסטיקת LCV איננה עוזרת, שכן מספר האילוצים הבינאריים זהה לכל המשתנים בכל שלב בריצה.*

*בראשית:*

*ראשית, לפי יוריסטיקת MRV, למשתנים A1,D1 יש מינימום ערכים אפשריים מהטווח ולכן נבחר בהם. מביניהם, נבחר לפי סדר אלפביתי את A1.*

*נציב בA1 את הערך הראשון מהטווח: .*

*נבצע Forward Checking, ונקבל ש. לא מצאנו השמה לD2 ולכן אנו חוזרים לצומת למעלה.*

*נציב בA1 את הערך הבא מהטווח: . לאחר ביצוע Forward Checking נקבל שהטווח של D2 הוא ריק, ולכן אין השמה תקינה, ואנו חוזרים לצומת למעלה.*

*נציב בA1 את הערך הבא מהטווח: . לאחר ביצוע Forward Checking נקבל את הטווחים הבאים:*

*כעת לפי יוריסטיקת MRV נציב בD3 את הערך היחיד האפשרי, tar. לאחר ביצוע Forward Checking נקבל שהטווח של D1 הוא ריק, ולכן אין השמה תקינה, ואנו חוזרים לצומת למעלה.*

*נציב בA1 את הערך הבא מהטווח: . לאחר ביצוע Forward Checking נקבל את הטווחים הבאים:*

*כעת לפי יוריסטיקת MRV נציב בD2 את הערך היחיד האפשרי, ear. לאחר ביצוע Forward Checking נקבל את הטווחים הבאים:*

*כעת לפי יוריסטיקת MRV, נבחר את המשתנה D1 וניתן לו את הערך bat. לאחר ביצוע Forward Checking נקבל שהטווח של A3 הוא ריק, ולכן אין השמה תקינה, ואנו חוזרים לצומת למעלה.*

*נציב כעת במשתנה D1 את הערך הבא, boa. לאחר ביצוע Forward Checking נקבל את הטווחים הבאים:*

*כעת לפי יוריסטיקת MRV נציב בA2 את הערך היחיד האפשרי, oaf. לאחר ביצוע Forward Checking נקבל את הטווחים הבאים:*

*כעת לפי יוריסטיקת MRV נציב בD3 את הערך היחיד האפשרי, eft. לאחר ביצוע Forward Checking נקבל את הטווחים הבאים:*

*כעת לפי יוריסטיקת MRV, נבחר את המשתנה A3 וניתן לו את הערך arc. לאחר ביצוע Forward Checking נקבל שהטווח של D3 הוא ריק, ולכן אין השמה תקינה, ואנו חוזרים לצומת למעלה.*

באותה דרך בדיוק נבדוק גם את הערכים הבאים עבור A3, (are, ark, arm), ונגלה שעבור כולם הטווח של D3 ריק.

אך כאשר נציב לא נקבל סתירות אילוצים, ובכך סיימנו את כל ההצבות, מצאנו פיתרון והאלגוריתם מסיים.

תשובת האלגוריתם:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **D3** | **D2** | **D1** |  |
| e | e | b | **A1** |
| f | a | o | **A2** |
| t | r | a | **A3** |

**שאלה 2:**

1. *נייצג את הבעיה בעזרת הפסוקים הבאים בצורה נורמלית:*

*כלל 3 נראה ברור מאליו (והוא אכן טאוטולוגיה מבלי קשר ליחס married או לעצם B), אך הוא נחוץ להמשך.*

1. *אנו רוצים להראות בעזרת רזולוציה שמתקיים:*

*כדי להראות זאת, נוסיף את שלילת השאילתה לKB שהצגנו בסעיף א', ונשאף להגיע לסתירה.*

*נציג את שלילת השאילתה ונמיר אותה לצורה נורמלית:*

|  |  |
| --- | --- |
| *שלילת הפסוק* |  |
| *הכנסת השלילה* |  |
| *הכנסת השלילה* |  |
| *כלל ההצבה הכולל* |  |

*כעת יכיל הKB שלנו:*

*נשתמש כעת בכלל הרזולוציה ע"מ הגיע לסתירה:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *הצבת ב6* |  | *7.* |
| *כלל הרזולוציה 1 עם 7* |  | *8.* |
| *הצבת ב8* |  | *9.* |
| *כלל הרזולוציה 9 עם 3* |  | *10.* |
| *הצבת ב6* |  | *11.* |
| *כלל הרזולוציה 10 עם 11* |  | *12.* |
| *כלל הרזולוציה 12 עם 2* |  | *13.* |
| *כלל הרזולוציה 13 עם 5* |  | *14.* |
| *כלל הרזולוציה 14 עם 4* | *(ריק)* | *15.* |

*השתמשנו בכלל הרזולוציה והגענו לפסוק ריק, ומכאן שקיימת סתירה פנימית בKB שלנו. משום שהKB שלנו היה אמיתי לוגית לפני הוספת שלילת השאילתה (), אנו מסיקים ש אכן מתקיים.*

**שאלה 3:**

1. *פסוקיות השאלה:*

*מיוריסטיקת unit-clause ניתן להציב ונקבל:*

כעת, מיוריסטיקת *unit-clause ניתן להציב ונקבל*

כעת, מיוריסטיקת *unit-clause ניתן להציב ונקבל*

כעת, מיוריסטיקת *unit-clause ניתן להציב ונקבל*

*או אם נציג באופן "נקי":*

*כעת, לא ניתן להשתמש ביוריסטיקת unit-clause שוב, שכן אין פסוקיות עם ליטרל בודד, וגם לא ניתן להשתמש ביוריסטיקת pure-symbol שכן אין ליטרל החוזר בצורה "טהורה" (הוא לבדו, או שלילתו בלבד).*

*כעת, היוריסטיקות לא יכולות לעזור, ויש לבצע חיפוש הצבה מספקת, שתספק את כל הפסוקיות.*

1. *בפסוקיות המקוריות יש 7 ליטרלים שונים: P,Q,R,S,W,Y,Z, ולכן מרחב החיפוש הוא בעל אפשרויות, שכן לכל ליטרל אפשר להציב 2 אפשרויות – True או False.*

*בעזרת היוריסטיקות, צמצמנו את החיפוש לשל 2 ליטרלים בלבד: Y וZ. ולכן מרחב החיפוש החדש הוא בעל אפשרויות. צמצמנו את מרחב החיפוש ב96.8%.*

**שאלה 4:**

1. *המאחד הכללי ביותר הוא כאשר אנו מתאימים ו .*

*נקבל:*

1. יש לנו בצד שמאל שדורש למעשה ש2 הפרמטרים בצד השני, שהם , יהיו שווים שניהם לx (x הראשון לz וx השני לoffice-of(z)). אך כמובן ששני הxים הם אותו x, ולכן אנו *.*

*אם זה לא מתקיים, לא ניתן לבצע האחדה.*

*אם זה מתקיים, ניתן להתאים , ונקבל:*

1. *המאחד הכללי ביותר הוא כאשר אנו מתאימים ו .*

*נקבל:*

1. *המאחד הכללי ביותר הוא כאשר אנו מתאימים . נקבל:*
2. *המאחד הכללי ביותר הוא כאשר אנו מתאימים . נקבל:*
3. *לפי התאמת הפרמטרים, יהיה ניתן לבצע האחדה אם ורק אם מתקיים:*

אציין שאין חובה שהפרמטרים כאן יהיו תואמים, ז"א יתכן ש וגם , ועדיין התשובה דרך F תהיה זהה (לדוגמא, כאשר F פונקציה קבועה).

**שאלה 5:**

ראשית נתרגם את הסיפור לפסוקיות CNF:

היחסים הם:

* murderer(A) – A הוא הרוצח.
* friends(A,B) – A חבר של B.
* hates(A,B) – A שונא את B.
* outoftown(A) – A מחוץ לעיר ביום הרצח.
* knows(A,B) – A מכיר את B.
* See(A,B) – A ראה את B ממש לפני הרצח.

גיא אומר:

דודי אומר:

עופר אומר:

*בשאלה מציינים שכולם, פרט לרוצח, דוברים אמת. נציין זאת בלוגיקה מסדר ראשון:*

*נמיר את הקשר גרירה ונכניס את השלילות:*

*ונפרק לפסוקיות (בעזרת כללי דה-מורגן):*

*בנוסף, נוסיף את הכללים הלוגיים הבאים, שיאפשרו לנו לפתור את הבעיה:*

*אם x,y חברים, אז בהכרח x מכיר את y.*

*אם x שונא את y, אז בבהכרח x מכיר את y.*

*אם x היה מחוץ לעיר ביום הרצח, הוא לא ראה את y ממש לפני הרצח.*

*קיים רוצח אחד מבין גיא, דודי ועופר:*

*או לאחר ההמרות לCNF, ומחיקת פסוקים שקולים:*

*7.*

*8.*

*9.*

10.

11.

12.

*אנו רוצים לבדוק כעת מיהו הרוצח. נבדוק כל חשוד, נכניס את היותו זכאי כשאילתה, ונחפש סתירה. אם נמצא סתירה, הרי שהוא איננו זכאי, והוא הרוצח.*

*נתחיל בלבדוק האם דודי הוא הרוצח. ז"א השאילתה שלנו היא שלילת :*

*13.*

*נשתמש כעת ביוריסטיקות כדי לצמצם את מרחב החיפוש.*

מיוריסטיקת *unit-clause ניתן להציב ונקבל:*



מיוריסטיקת *unit-clause ניתן להציב וגם ונקבל:*



*כעת, נוכל לפנות לחיפוש עצמו, כשהיוריסטיקות כבר צמצמנו לנו במעט את מרחב החיפוש:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *הצבת ב9* |  | *14.* |
| *כי* |  | *15.* |
| *רזולוציה של 15 עם 6* |  | *16.* |
| *הצבת ב7* |  | *17.* |
| *כי* |  | *18.* |
| *רזולוציה של 18 עם 1* |  | *19.* |
| *הצבת ערך האמת שהתקבל מ16 ב11* |  | *20.* |
| *רזולוציה של 19 עם 20* | *(ריק)* | *21.* |

*השתמשנו בכלל הרזולוציה והגענו לפסוק ריק, ומכאן שקיימת סתירה פנימית בKB שלנו. משום שהKB שלנו היה אמיתי לוגית לפני הוספת שלילת השאילתה, אנו מסיקים שהשאלתה אכן מתקיימת. ז"א, , ולכן דודי הוא הרוצח.*