**ממן 16 – מבוא לבינה מלאכותית – ברנדס איתי ת.ז.**

**שאלה 1:**

שאלה 10.3 מספר הלימוד:

1. ***אובייקטים****: Monkey, Bananas, Box, A, B, C, Low, High*

***פרדיקטים****:*

* *At(Object, Point) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object נמצא בנקודה Point (מתוך A,B,C).*
* *Height(Object, level) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object נמצא בגובה level (מתוך Low,High).*
* *Point(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object הוא נקודה.*
* *Hold(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם הקוף מחזיק את האובייקט Object.*
* *On(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם הקוף עומד על אובייקט Object (מתוך Box).*

*המצב הראשוני:*

1. *הפעולות הן:*

*Go(p1, p2) – The monkey moves from p1 to p2*

*PRECOND:*

*EFFECT:*

*Push(obj, p1, p2) – The monkey pushes obj from p1 to p2 on the floor*

*PRECOND:*

*EFFECT:*

*ClimbUp(obj, p) – The monkey climbes on obj in point p*

*PRECOND:*

*EFFFECT:*

*ClimbDown(obj, p) – The monkey climbes down obj in point p*

*PRECOND:*

*EFFFECT:*

*Grasp(obj, p, h) – The monkey grasps the object in point p and height h*

*PRECOND:*

*EFFECT:*

*Ungrasp(obj) – The monkey ungrasps the object*

*PRECOND :*

*EFFECT:*

*אציין שיש בעיה קטנה בהגדרת התרגיל: אם הקוף לוקח את הבננות, וזז למקום אחר, המיקום של הבננות לא מתעדכן. היה צריך להגדיר מראש 2 פעולות של תזוזה – תזוזה מבלי שהקוף מחזיק אובייקט, ותזוזה עם אובייקט מוחזק. אך עם זאת, מוגדר בתרגיל להגדיר את את ששת הפעולות הללו בלבד, ולא נראה שיש חשיבות למיקום הבננות לאחר שתופסים אותם.*

1. *לא ברור לי האם החלק שצריך להתעלם ממנו בתרגיל כולל את ההערה "* *not assuming that the box is necessarily at C".*

*אם לא נתעלם, ז"א לא ניתן להניח שהקופסא בהכרח בC, אז לא ניתן לפתור את הבעיה בעזרת תכנון קלאסי. זאת משום שמבחן המטרה הוא , אך במערכת תכנון קלאסי אין דרך ליצור קשר בין המצב הראשוני למבחן המטרה, ולכן אין איך לתת תוקף ל, למרות שאנחנו צריכים לוודא שהקופסא תהיה ב כמבחן המטרה.*

לכן, לא ניתן לפתור בעיה זו באמצעות תכנון קלאסי.

*אם ניתן להניח שהקופסא נמצאת בC, אז התשובה היא שניתן, ונראה זאת בPDDL:*

*מבחן המטרה הוא:*

*פיתרון אפשרי לבעיה היא סדרת הפעולות הבאה לדוגמא:*

1. נתקן את סכמת הפעולה Push כך שניקח בחשבון גם את כובד האובייקט.

נגדיר קודם כך פרדיקט חדש – Heavy(Object) – שיחזיר אמת אם ורק אם משקלו של object כבד.

כעת נוכל לתקן את Push:

*Push(obj, p1, p2) – The monkey pushes obj from p1 to p2 on the floor*

*PRECOND:*

*EFFECT:*

**שאלה 2:**

שאלה 10.4 מספר הלימוד:

***אובייקטים****:*

***פרדיקטים****:*

* *At(Object, Point) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object נמצא בנקודה Point.*
* *In(Object, Room) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object נמצא בחדר Room.*
* *On(Obj1, Obj2) – האובייקט Obj1 נמצא על האובייקט Obj2.*
* *Location(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object הוא מיקום.*
* *Room(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object הוא חדר.*
* *Box(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object הוא קופסא.*
* *Switch(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object הוא מתג אור.*
* *TurnedOn(Object) – יחזיר אמת אם ורק אם האובייקט Object דלוק.*

***הפעולות:***

Go(x,y,r)

PRECOND:

EFFECT:

Push(b,x,y,r)

PRECOND:

EFFECT:

ClimbUp(x,b)

PRECOND:

EFFECT:

ClimbDown(b,x)

PRECOND:

EFFECT:

TurnOn(s,b)

PRECOND:

EFFECT:

TurnOff(s,b)

PRECOND:

EFFECT:

המצב הראשוני יהיה:

מבחן המטרה שלנו הוא:

*פיתרון אפשרי לבעיה היא סדרת הפעולות הבאה לדוגמא:*

*וכעת יתקיים מבחן המטרה, שכן Box2 נמצא ב, ומתקיים היחס מהמצב הראשוני.*

**שאלה 3:**

1. נחשב:

(אפשר לחשב גם עם נוסחת בייס, אך החישובים שקולים לגמרי)

1. 1. ההסתברות המשותפת של המשתנים G,M,B,C היא:

2. אנחנו נשאלים מהו .

נחשב זאת:

נחשב בנפרד את ואת :

(נבחין שאין צורך לעשות סיגמה על B שכן הוא לא משפיע על החישוב)

ולכן:

וקיבלנו שההסתברות שנציג הירוקים יבחר, כאשר הנוכחות בכיתה ירדה, עלתה. זה הגיוני: אם הנוכחות יורדת, הסיכוי לליגליזציה גדל, ולכן הסיכוי לבחירת נציג הירוקים יגדל.

3. **נחשב את :**

**נחשב כעת את :**

נחשב בנפרד את ואת :

ולכן:

נחשב כעת את :

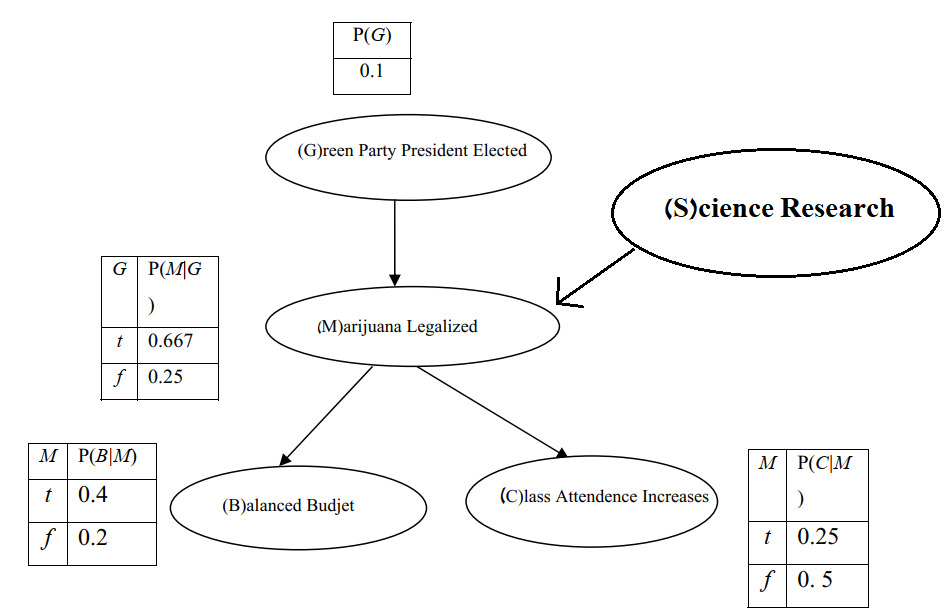
נבחין ראשית שB לא תלויה בG בהינתן M. ניתן לראות זאת ע"י D-Separation לפי האלגוריתם שהוצג בכיתה. קל לראות שM מפריד בין G לB ולכן הוא נעלם בשלב מחיקת התלויות, ולא יהיה מסלול מG לB.

לכן מתקיים

נוכל כעת לחשב את במקום, ולפשט את החישוב.

אך כבר נתון לנו מטבלאות הCPT, ולכן:

1. 1. נוסיף את הצומת S ונצייר קו ממנה אל M, שכן המחקר המדעי עשוי להשפיע על ההסתברות של M, אך איננו משפיע ישירות על B או C:



2. הCPT היחיד שיתעדכן הוא הCPT של המשתנה המקרי M. משום שנוסף לו אב, הוא כעת יכיל שורה לכל קומבינציה של ערכי G וS אפשריים.

מספר השורות תלוי במספר הערכים האפשריים עבור S. לG יש 2 ערכים אפשריים: t,f. אם לS יש 2 ערכים אפשריים גם כן, מספר השורות יהיה .

במקרה הכללי, אם לS יש ערכים אפשריים, מספר השורות בטבלת הCPT של M יגדלו ל.

3. בכל התרגילים נשתמש באלגוריתם ה D Separation שהכרנו בשיעור ונראה האם בסוף האלגוריתם יש לנו מסלול ממשתנה אחד לאחר, ואז נסיק מכך האם מבחינת הרשת הבייסינית קיימת אי-תלות בין המשתנים המקריים.

1. אנו נשאלים בעקיפין האם B וC משתנים בלתי תלויים (המשוואה בשאלה נכונה אמ"מ C וB משתנים בלתי תלויים).

אך בגרף המתקבל באלגוריתם יש מסלול בין B לC דרך M, ולכן המשתנים תלויים לפי הרשת הבייסינית.

**הטענה לא נכונה.**

1. האם B וG משתנים בלתי תלויים?

לפי הגרף המתקבל באלגוריתם יש מסלול בין B לG דרך M, ולכן המשתנים תלויים לפי הרשת הבייסינית.

**הטענה לא נכונה.**

1. האם G וS משתנים בלתי תלויים?

לפי הגרף המתקבל באלגוריתם אין שום מסלול בין G לB, ולכן הם אכן משתנים בלתי תלויים.

**הטענה נכונה.**

1. האם C וM משתנים בלתי תלויים בהינתן G?

לפי הגרף המתקבל באלגוריתם יש מסלול ישיר בין C וM, ולכן המשתנים תלויים לפי הרשת הבייסינית.

**הטענה לא נכונה.**

1. האם G וM משתנים בלתי תלויים בהינתן S?

לפי הגרף המתקבל באלגוריתם יש מסלול ישיר בין G וM, ולכן המשתנים תלויים לפי הרשת הבייסינית.

**הטענה לא נכונה.**

1. האם G וB משתנים בלתי תלויים בהינתן S?

לפי הגרף המתקבל באלגוריתם יש מסלול בין B לG דרך M, ולכן המשתנים תלויים לפי הרשת הבייסינית.

**הטענה לא נכונה.**

1. האם B וG משתנים בלתי תלויים בהינתן C?

לפי הגרף המתקבל באלגוריתם יש מסלול בין B לG דרך M, ולכן המשתנים תלויים לפי הרשת הבייסינית.

**הטענה לא נכונה.**

**שאלה 4:**

בכל התרגילים נשתמש באלגוריתם ה D Separation שהכרנו בשיעור ונראה האם בסוף האלגוריתם יש לנו מסלול ממשתנה אחד לאחר, ואז נסיק מכך האם מבחינת הרשת הבייסינית קיימת אי-תלות בין המשתנים המקריים, ואז נראה האם האי-תלויות שנגלה מסתדרות עם טבלת ההסתברות המשותפת.

1. לפי הגרף המתקבל מהאלגוריתם, A,B,C בלתי-תלויים בזוגות. אם הרשת הביסיאנית (1) היתה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו היה מתקיים:

ולכן, מתקיים מטבלת ההסתברות:

ומכאן ש או או חייבים להיות 0 (יתכן שחלקם או כולם).

אך מתקיים גם מטבלת ההסתברות:

לכן וגם בהכרח שונים מ0.

לכן נקבל ש חייב להיות 0. אבל:

אם , לא יתכן ש, בסתירה.

**לכן, הרשת הבייסינית (1) איננה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו.**

1. לפי הגרף המתקבל מהאלגוריתם, B תלוי בA וC, A בלתי תלוי בB או בC, וC בלתי תלוי בA או בB. אם הרשת הביסיאנית (2) היתה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו היה מתקיים:

נתבונן בCPT הבא של המשתנה המקרי C שחישבתי לפי הזהות (\*) שפותחה, ולפי שיוויונות עם טבלת ההסתברות המשותפת:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 0.7143 | t | t |
| 0 | f | t |
| 0.7143 | t | f |
| 0 | f | f |

|  |
| --- |
|  |
| 0.7 |

|  |
| --- |
|  |
| 0.5 |

נראה שאכן הCPT שמצאנו, בחישוב לפי (\*) שהתקבל ממבנה הרשת הביסיאנית, משחזר את אותה טבלת הסתברות משותפת:

**ולכן, הרשת הבייסינית (2) אכן מתארת את טבלת ההסתברות שלנו.**

1. לפי הגרף המתקבל מהאלגוריתם, B תלוי בC וC, A בלתי תלוי בB או בC, וC בלתי תלוי בA או בB. אם הרשת הביסיאנית (3) היתה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו היה מתקיים:

נתבונן בCPT הבא של המשתנה המקרי C שחישבתי לפי הזהות (\*) שפותחה, ולפי שיוויונות עם טבלת ההסתברות המשותפת:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 0.7143 | t |
| 0 | f |

|  |
| --- |
|  |
| 0.7 |

|  |
| --- |
|  |
| 0.5 |

נראה שאכן הCPT שמצאנו, בחישוב לפי (\*) שהתקבל ממבנה הרשת הביסיאנית, משחזר את אותה טבלת הסתברות משותפת:

**ולכן, הרשת הבייסינית (3) אכן מתארת את טבלת ההסתברות שלנו.**

1. לפי הגרף המתקבל מהאלגוריתם, A תלוי בB וC, B בלתי תלוי בA או בC, וC בלתי תלוי בA או בB. אם הרשת הביסיאנית (4) היתה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו היה מתקיים:

ולכן:

נחלק בונקבל:

בנוסף:

נחלק בונקבל:

*בנוסף:*

נחלק בונקבל:

*אם כן, הסקנו ש:*

*כעת:*

מ(\*) נקבל ש:

*ז"א או או שניהם שווים ל0 (\*\*).*

*אבל:*

*אבל:*

וקיבלנו ש *ו שניהם שונים מ0, בסתירה ל(\*\*).*

**לכן, הרשת הבייסינית (4) איננה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו.**

1. לפי הגרף המתקבל מהאלגוריתם, A תלוי בB וC, B בלתי תלוי בA או בC, וC תלוי בA ובB. הרשת הביסיאנית (5) אכן מתארת את טבלת ההסתברות שלנו. נבחין שמהרשת הביסיאנית מתקיים:

נתבונן בCPT הבא של המשתנה המקרי C שחישבתי לפי הזהות (\*) שפותחה, ולפי שיוויונות עם טבלת ההסתברות המשותפת:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1 | t | t |
| 0.4 | f | t |
| 1 | t | f |
| 0.4 | f | f |

|  |
| --- |
|  |
| 0.5 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 0.5 | t |
| 0.5 | f |

נראה שאכן הCPT שמצאנו, בחישוב לפי (\*) שהתקבל ממבנה הרשת הביסיאנית, משחזר את אותה טבלת הסתברות משותפת:

**ולכן, הרשת הבייסינית (5) אכן מתארת את טבלת ההסתברות שלנו.**

1. לפי הגרף המתקבל מהאלגוריתם, A בלתי תלוי בB וC, B תלוי בA, וC תלוי בA. אם הרשת הביסיאנית (6) היתה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו היה מתקיים:

ולכן, מתקיים מטבלת ההסתברות:

ומכאן ש או או חייבים להיות 0 (יתכן שחלקם או כולם).

אך מתקיים גם מטבלת ההסתברות:

לכן וגם בהכרח שונים מ0.

לכן נקבל ש חייב להיות 0. אבל:

אם , לא יתכן ש, בסתירה.

**לכן, הרשת הבייסינית (6) איננה מתארת את טבלת ההסתברות שלנו.**

**לסיכום, הרשתות הבייסיניות (2), (3) ו-(5) הן היחידות המייצגות את ההתפלגויות שבתרגיל.**