

האוניברסיטה הפתוחה

20551

# **מבוא לבינה מלאכותית**

חוברת הקורס - סתיו 2015

כתבה : אילנה בס

אוקטובר 2014 – סמסטר סתיו – תשע"ה

**פנימי – לא להפצה.**

© כל הזכויות שמורות לאוניברסיטה הפתוחה.

## תוכן העניינים

א	אל הסטודנט
ב	1. לוח זמנים ופעילויות
ד	2. תיאור המטלות
ד	2.1 מבנה המטלות
ה	2.2 חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות
ה	2.3 ניקוד המטלות
ו	3. התנאים לקבלת נקודות זכות
1	ממ"ן 11
3	ממ"ן 12
9	ממ"ן 13
11	ממ"ן 14
13	ממ"ן 15
15	ממ"ן 16
19	ממ"ן 17
23	ממ"ן 18



## אל הסטודנט,

אנו מקדמים את פניך בברכה עם הצטרפותך אל הלומדים בקורס "מבוא לבינה מלאכותית".

בחוברת זו תמצא את לוח הזמנים של הקורס, תנאים לקבלת נקודות זכות וחלק מהמטלות.

לקורס קיים אתר באינטרנט בו תמצאו חומרי למידה נוספים, אותם מפרסם/מת מרכז/ת ההוראה. בנוסף, האתר מהווה עבורכם ערוץ תקשורת עם צוות ההוראה ועם סטודנטים אחרים בקורס. פרטים על למידה מתוקשבת ואתר הקורס, תמצאו באתר שה"ס בכתובת:

<http://telem.openu.ac.il>

מידע על שירותי ספרייה ומקורות מידע שהאוניברסיטה מעמידה לרשותכם, תמצאו באתר הספרייה באינטרנט [www.openu.ac.il/Library](http://www.openu.ac.il/Library).

צוות הקורס ישמח לעמוד לרשותך בכל שאלה שתתעורר.

ניתן לפנות למנחים בשעות ההנחייה הטלפונית שלהם או אלי בכל יום ד' בשעות 11:00-13:00 בטלפון 09-7781239. כמו כן ניתן לפנות אלי ב- e-mail כתובתי: [ilana@openu.ac.il](mailto:ilana@openu.ac.il)

אני מאחלת לך לימוד פורה ומהנה.

ב ב ר כ ה,

אילנה בס

מרכזת ההוראה בקורס

1. לוח זמנים ופעילויות (20551/ 2015א)

שבוע הלימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשי ההנחיה*	תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה)
1	24.10.2014-21.10.2014	פרקים 1,2		
2	31.10.2014-26.10.2014	פרק 3	מפגש 1	
3	7.11.2014-2.11.2014	פרק 4		
4	14.11.2014-9.11.2014	פרק 5	מפגש 2	ממ"ן 11 (להרצה) 11.11.2014
5	21.11.2014-16.11.2014	פרק 6		
6	28.11.2014-23.11.2014	פרק 7	מפגש 3	ממ"ן 12 (תיאורטי) 23.11.2014
7	5.12.2014-30.11.2014	פרק 8		
8	12.12.2014-7.12.2014	פרק 9	מפגש 4	ממ"ן 13 (להרצה) 7.12.2014
9	19.12.2014-14.12.2014 (ד-ו חנוכה)	פרק 10		ממ"ן 14 (תיאורטי) 20.12.2014

\* התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים".

לוח זמנים ופעילויות - המשך

שבוע הלימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשי ההנחיה*	תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה)
10	26.12.2014-21.12.2014 (א-ד חנוכה)	פרק 13	מפגש 5	
11	2.1.2015-28.12.2014	פרק 14		ממ"ן 15 (להרצה) 3.1.2015
12	9.1.2015-4.1.2015	פרק 17	מפגש 6	
13	16.1.2015-11.1.2015	פרק 18		ממ"ן 16 (תיאורטי) 11.1.2015
14	23.1.2015-18.1.2015	פרק 18	מפגש 7	
15	2.2.2015-25.1.2015	חזרה		ממ"ן 17 (תיאורטי) 25.1.2015

מועדי בחינות הגמר יפורסמו בנפרד

**תאריך אחרון למשלוח ממ"ן 18 (להרצה) - 28.2.2015**

\* התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים".

## 2. תיאור המטלות

קרא היטב עמודים אלו לפני שתתחיל לענות על השאלות

בקורס זה 8 מטלות, 4 מטלות תיאורטיות ו-4 מטלות להרצה. פתרון המטלות הוא חלק בלתי נפרד מלימוד הקורס, שכן הבנה מעמיקה של חומר הלימוד דורשת תרגול רב. יש להגיש לפחות 2 מטלות מבין המטלות התיאורטיות (12,14,16,17) (במשקל כולל של 5 נק' לפחות) ו-2 מטלות לפחות מבין מטלות הרצה (11,13,15,18). אם שאלה מסוימת בממ"ן אינה ברורה לך, אל תהסס להתקשר אל המנחה (בשעות הייעוץ הטלפוני שלו) או להיעזר בקבוצת הדיון של הקורס. להלן תמצא הסבר על אופן הפתרון הנדרש וכיצד לשלוח את המטלה למנחה.

### 2.1 מבנה המטלות וצורת הגשתן

בקורס ישנן כאמור מטלות משני סוגים:

#### מטלות רגילות:

מטלה כזו מורכבת מכמה שאלות. בראש כל שאלה מצוין משקלה היחסי בקביעת ציון המטלה. פתרון השאלות במטלה כזו אינו דורש הרצת תכניות במחשב. הן נועדו לבדוק את הבנתך בחומר הלימוד. את הפתרונות למטלה כזו יש לכתוב בצורה ברורה ומסודרת.

#### מטלות הרצה:

במטלות אלה עליך לכתוב תכניות ולהריץ אותן במחשב. את התכניות יש לכתוב ב-C/C++ או ב-Java.

#### תיעוד:

בכל תכנית הוסף תיעוד בגוף התכנית המסביר מהו תפקידו של כל משתנה, מה מבצעת כל שורה וכל הסבר נוסף החשוב להבנת מהלך פעולתה של התכנית. יש לתת שמות משמעותיים למשתנים ולשגרות המופיעים בתכניות. יש להקפיד על קריאות ובהירות תוך שימוש בהיסח (אינדטציה) מסודרת ואחידה.

#### במטלת הרצה עליך לשלוח למנחה:

- את התכנית לאחר שבדקת שהיא מבצעת את הנדרש ממנה ללא טעויות.
- יש להגיש את קובץ המקור של התכנית (source code).
- יש לצרף מספר דוגמאות ריצה של התכנית. תכנית שתישלח ללא דוגמאות ריצה (דוגמאות קלט והפלט שהופק עבורן) לא תיבדק!

**תכניות שתוגשנה בכתב-יד או ללא תיעוד או ללא קובץ המקור - לא תבדקנה!**



## 2.2 חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות

בטבלה שלהלן תמצא מהו חומר הלימוד הנדרש (לפי פרקי הספר) לפתרון כל אחת מהמטלות.

**שים לב!**  
אין להשתמש לפתרון המטלות בידע הנרכש בפרקי לימוד מתקדמים יותר מהפרקים בהם עוסקת המטלה.

מטלה	חומר הלימוד הנדרש לפתרונה
ממ"ן 11	פרקים 1-4
ממ"ן 12	פרקים 1-6
ממ"ן 13	פרקים 1-6
ממ"ן 14	פרקים 7-9
ממ"ן 15	פרקים 1-10
ממ"ן 16	פרק 10, פרקים 13-14
ממ"ן 17	פרקים 17-18
ממ"ן 18	פרקים 1-18

## 2.3 ניקוד המטלות

המשקל הכולל של ממ"נים 11-18 הוא 30 נקודות. עליך לצבור לפחות 15 נקודות.

**ללא עמידה בדרישות המטלות לא ניתן יהיה לגשת לבחינת הגמר**

הכנת המטלות 11-18 חייבת להיעשות ע"י כל סטודנט בנפרד.

מטלות שלא יבוצעו באופן עצמאי – ייפסלו!!!

להלן פירוט הניקוד לכל מטלה:

ממ"ן	ניקוד
11	5
12	3
13	5
14	3
15	5
16	2
17	2
18	5

### **לתשומת לבכם:**

מדיניות קורס זה היא לאשר הזנת ציון אפס במטלות שלא הוגשו כנדרש בקורס. סטודנטים אשר לא הגישו את מכסת המטלות המינימאלית לעמידה בדרישות הקורס ולקבלת זכאות להיבחן, ומבקשים שמטלות חסרות יוזנו בציון אפס, יפנו למוקד הפניות והמידע בטלפון **09-7782222** או **יעדכנו בעצמם** באתר שאילתא <http://www.openu.ac.il/sheilta>

### **קורסים → ציוני מטלות ובחינות → הזנת ציון 0 למטלות רשות שלא הוגשו.**

יש לקחת בחשבון כי מטלות אשר יוזן להן ציון אפס ישוקללו בחישוב הציון הסופי ובכך יורידו ציון זה ולא ניתן יהיה להמירן במטלות חלופיות במועד מאוחר יותר. על כן קיימת אפשרות שסטודנט אשר יעבור את הבחינה בהצלחה ייכשל בקורס (כשהמוצע המשוקלל של המטלות והבחינה יהיה נמוך מ-60).

**כלל זה איננו חל על מטלות חובה או על מטלות שנקבע עבורן ציון מינימום.**

### **לתשומת לבכם!**

כדי לעודדכם להגיש לבדיקה מספר רב של מטלות הנהגנו את ההקלה שלהלן:

אם הגשתם מטלות מעל למשקל המינימלי הנדרש בקורס, **המטלות** בציון הנמוך ביותר, שציוניהן נמוכים מציון הבחינה (**עד שתי מטלות**), לא יילקחו בחשבון בעת שקלול הציון הסופי.

זאת בתנאי שמטלות אלה **אינן חלק מדרישות החובה בקורס** ושהמשקל הצבור של המטלות האחרות שהוגשו, מגיע למינימום הנדרש.

**זכרו!** ציון סופי מחושב רק לסטודנטים שעברו את בחינת הגמר בציון 60 ומעלה והגישו מטלות כנדרש באותו קורס.

## **3. התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס**

- א. הגשת 2 מטלות לפחות מבין המטלות התיאורטיות (12,14,16,17) תוך צבירת 5 נק' לפחות.
- ב. יש להגיש לפחות 2 מתוך המטלות להרצה (11,13,15,18) וצבירת 10 נק' לפחות.
- ג. ציון 60 לפחות בכל מטלת הרצה.
- ד. ציון 60 לפחות בבחינת הגמר.
- ה. ציון סופי בקורס 60 לפחות.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 11 - להרצה

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-4

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות:

מועד אחרון להגשה: 11.11.2014

סמסטר: 2015א

(אב)

**קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:**

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"**

**המטלה תפורסם עד תחילת הסמסטר.**



# מטלת מנחה (ממ"ן) 12

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-6

משקל המטלה: 3 נקודות

מספר השאלות: 6

מועד אחרון להגשה: 23.11.2014

סמסטר: 2015א

(אב)

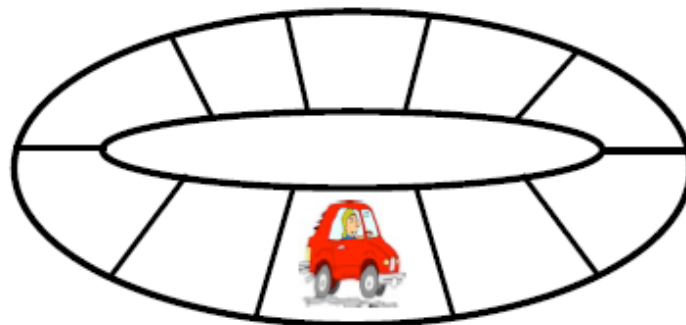
קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

## שאלה 1 (10 נק')

נתונה מסילה מעגלית באורך  $L$  המחולקת לקטעים. סוכן נהג רוצה להסתובב תוך נסיעה במכונית  $k$  פעמים במסילה זו ואז לחנות במקום בו התחיל. מהירותו ההתחלתית היא  $0$ , אבל הסוכן יכול להאיץ ולנסוע במהירות שהיא מספר שלם בתחום  $[0, V]$ . בכל נקודת זמן (time step), יכול הסוכן להאיץ (להגדיל מהירות ב-1) או לא לשנות מהירות (להמשיך באותה מהירות), או להאט (להפחית ב-1 את המהירות).

כאשר נבחרה פעולה, הסוכן זז מספר קטעים הזהה למהירות החדשה. למשל, אם הפעולה הראשונה היא להאיץ, הסוכן יסיים קטע אחד ימינה במהירות חדשה של 1. מטרת הסוכן היא למצוא סדרת פעולות שבסופה הוא יחנה את המכונית (במהירות 0) במקום שהתחיל, לאחר  $k$  סיבובים מעגליים במסילה, תוך שימוש במספר נמוך ככל האפשר של פעולות (נקודות זמן – time steps).



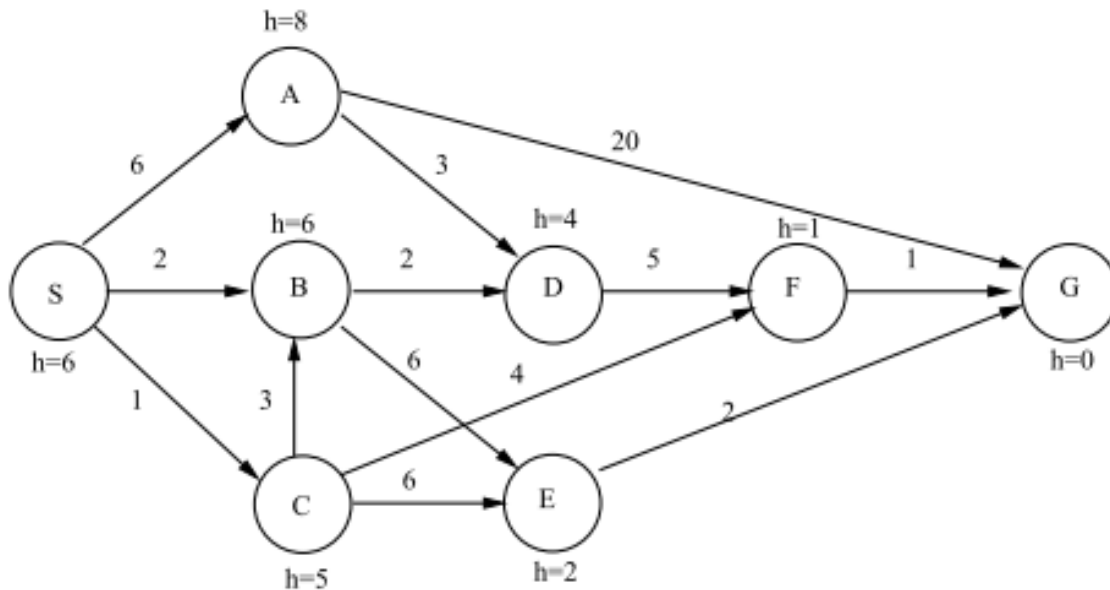
- א. תארו את מרחב המצבים, המצב ההתחלתי והמצב הסופי (מבחן המטרה) עבור בעיית החיפוש זו.
- ב. האם מספר הריבועים שנותרו לסוכן לעבור היא פונקציה יוריסטית קבילה? נמקו.
- ג. הציעו יוריסטיקה קבילה לבעיה זו.
- ד. האם חיפוש לעומק הינו שלם עבור בעיה זו? נמקו את תשובתכם.
- ה. האם מובטח שחיפוש לרוחב יהיה אופטימלי עבור בעיה זו? נמקו את תשובתכם.

## שאלה 2 (9 נק')

נתונה פונקציה יוריסטית  $h(v)$  קבילה אך לא עקבית. הראו דוגמה של גרף חיפוש שבו  $A^*$  תחזיר פתרון לא אופטימלי.

## שאלה 3 (21 נק' - 3 נק' לכל תת-סעיף)

נתון מרחב החיפוש שלהלן:



S הוא המצב (צומת) ההתחלתי ו-G הוא מצב (צומתי) המטרה. מחירי המעבר ממצב למצב מצויינים ליד הקשתות, וערכי הפונקציה היוריסטית מצויינים ליד הצמתים.

כאשר מוסיפים צומת לרשימת הצמתים לפיתוח, הניחו כי סדר הצמתים הינו אלפביתי (כלומר אם צומת S יפותח אזי ברשימה יופיע תחילה A אח"כ B ולאחר מכן C). הניחו כי לרשימת הצמתים לפיתוח לעולם לא יכנסו אבותיהם.

(i) האם הפונקציה היוריסטית בגרף קבילה? הסבירו.

(ii) עבור כל אחד מאלגוריתמי החיפוש הבאים כתבו:

האם יגיע האלגוריתם למטרה;

כתבו על פי הסדר את הצמתים המפותחים (המוצאים מהחזית).

אם יש כמה מועמדים שווי ערך, בחרו ביניהם לפי סדר אלפביתי.

א. DFS      ד. Greedy Best First Search

ב. BFS      ה. Uniform Cost Search

ג. IDS      ו. A\* Search

**שאלה 4 (20 נק': 4 נק' לסעיפים א', ב', ד'; 8 נק' לסעיף ג')**

נתייחס לגרף לא מכוון שקבוצת הצמתים שלו היא  $V$  וקבוצת הקשתות שלו היא  $E$ .

נרצה לחלק את קבוצת צמתי הגרף לשתי קבוצות זרות:  $V_1$  ו- $V_2$  כך ש:

- מספר הצמתים ב- $V_1$  קרוב ככל האפשר ל- מספר הצמתים ב- $V_2$
- מספר הקשתות שהקצה האחד שלהן הוא צומת ב- $V_1$  והקצה האחר שלהן הוא צומת ב- $V_2$  – קטן ככל האפשר

א. כתבו פונקציה המתאימה לבעיה זו.

ב. הסבירו כיצד יתבצע אלגוריתם טיפוס גבעה על פונקציה זו: מהם המצבים ומהי קבוצת המצבים השכנים של מצב נתון?

ג. הסבירו כיצד ניתן לקודד בעיה זו עבור אלגוריתם גנטי: כיצד יקודדו הפרטים (individuals), מהי פונקציית ההתאמה (fitness), ומהן פעולות המוטציה וההצלבה.

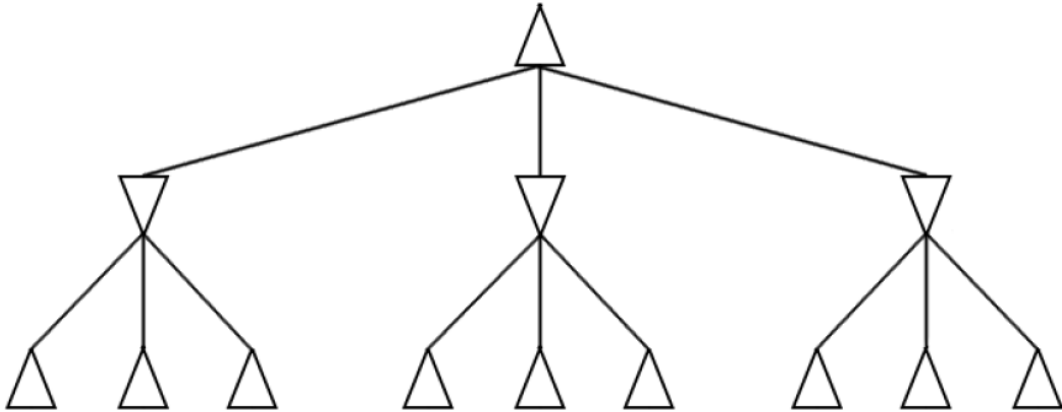
ד. באיזה מהאלגוריתמים הבאים עדיף להשתמש לפתרון בעיה זו? נמקו את תשובתכם.

- טיפוס גבעה
- הדמיית חישול
- אלגוריתמים גנטיים

**המשך המטלה בעמודים הבאים**

## שאלה 5 (16 נק')

נתון עץ המשחק הבא:



הניחו כי העץ מפותח משמאל לימין.

א. הציבו לעלי העץ את הערכים הבאים:  $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  כך שאלגוריתם אלפא-ביתא יגזום מספר מקסימלי של צמתים.

ב. הציבו לעלי העץ את הערכים הבאים:  $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  כך שאלגוריתם אלפא-ביתא יגזום מספר מינימלי של צמתים.

ג. הציעו משחק שבו ניתן להגיע לאותו מצב במשחק דרך מסלולים שונים בעץ המשחק (כלומר, צמתים שונים בעץ המשחק מייצגים את אותו מצב במשחק).

נניח שהשתמשנו בגיזום אלפא-ביתא על עץ המשחק שהצעתם והאלגוריתם קבע שניתן לגזום מספר צמתים שהם עוקבים לצומת  $v$  בעץ. נניח שכאשר נבצע חיפוש בחלק אחר של אותו העץ, נגיע לאותו מצב של המשחק בצומת  $v'$ . הוכיחו (או הביאו דוגמה נגדית) לכך שהאלגוריתם בוודאות יגזום את העוקבים של הצומת  $v'$  מעץ החיפוש.



## שאלה 6 (24 נק')

לשני המנחים דני (D) וירון (Y) מצפה בוקר עמוס והם מכינים את לוח הזמנים שלהם מראש. לוח הזמנים מורכב מיחידות זמן של שעה אחת: 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 בבוקר.

ישנן חמש משימות שצריכות להתבצע:

- (F) – לארגן כיבוד לסמינר המחקר, משימה שלוקח שעה לבצעה.
  - (H) – להכין שאלות לשיעורי בית, משימה שלצורך ביצועה נדרשות שעותיים ברצף.
  - (P) – להכין את הרובוט PR2 לביקור של קבוצת תלמידי ביי"ס, משימה שלוקח שעה לבצעה.
  - (S) – להנחות את סמינר המחקר, משימה שלוקח שעה לבצעה.
  - (T) – ללמד את תלמידי ביי"ס על הרובוט PR2, משימה שנדרשות שעותיים ברצף כדי לבצעה.
- הדרישות עבור לוח הזמנים הן כדלקמן:

- (a) בכל יחידת זמן, כל מנחה יכול לבצע משימה אחת לכל היותר (F, H, P, S, T).
  - (b) הכנת PR2 (P) צריכה להתבצע לפני שמלמדים את הקבוצה של ה-preschoolers (T).
  - (c) את הכיבוד יש להביא (F) לפני הסמינר (S).
  - (d) הסמינר (S) צריך להסתיים עד השעה 10 בבוקר.
  - (e) דני ידאג להביא את הכיבוד (F) משום שיש לו רכב.
  - (f) המנחה שאינו מנחה את הסמינר (S) עדיין צריך להיות נוכח בו, ולכן אינו יכול לבצע משימה אחרת (F, T, P, H) במהלך הסמינר.
  - (g) מנחה הסמינר (S) אינו מלמד את תלמידי ביה"ס (T).
  - (h) המנחה שמלמד את תלמידי ביה"ס (T) צריך גם להכין את הרובוט PR2 (P).
  - (i) הכנת שאלות לשיעורי בית (H) אורכת שעותיים רצופות ולכן צריכה להתחיל לכל המאוחר בשעה 10 בבוקר.
  - (j) ללמד את תלמידי ביה"ס (T). משימה זו אורכת שעותיים ברצף ולכן צריכה להתחיל כל המאוחר בשעה 10 בבוקר.
- כדי לנסח בעיה זו כ-CSP, השתמשו במשתנים F, H, P, S, T.
- הערכים שהמשתנים יכולים לקבל מציינים את שם המנחה האחראי לביצוע המשימה ואת שעת התחלת ביצועה (תחילת יחידת הזמן שבמהלכה המשימה מתבצעת). יש לזכור כי עבור משימה שהזמן הנדרש לביצועה הוא שעותיים (ברצף), המשתנה אמנם מייצג את שעת ההתחלה של ביצוע המשימה, אבל המנחה יהיה עסוק בביצועה גם ביחידת הזמן הבאה (ע"פ אילוף a).
- ישנם 8 ערכים אפשריים לכל משתנה ונסמנם כך:

D8, D9, D10, D11, Y8, Y9, Y10, Y11

האות מתאימה לשם המנחה והמספר ליחידת הזמן. למשל, השמת הערך D8 למשתנה פירושה שהמשימה מבוצעת על-ידי המנחה דני החל מהשעה 8 (בבוקר).

- א. מהו גודל מרחב המצבים עבור CSP זו?
- ב. אילו מהמשפטים a עד j (שלעיל) כוללים אילוצים אונריים?
- ג. מחקו את כל הערכים כך שיתקיימו האילוצים האונריים.
- ד. לאחר בחירת S=D9, מחקו את כל הערכים שהיו נמחקים על ידי בדיקה קדימה (forward checking).

ה. בהתבסס על תוצאת הסעיף הקודם, מי הוא המשתנה הבא שתבחר יוריסטיקת MRV להציב לו ערך?

הציבו את הערך האפשרי הראשון למשתנה זה ובצעו בדיקה קדימה (מחיקת ערכים).

ו. חזרו כעת לתוצאת סעיף ג' (אילוצים אונריים). לאחר בחירת  $S=D9$ , מחקו את כל הערכים שהיו נמחקים על ידי עקביות קשת (arc consistency).

ז. השוו בין תשובותיכם לסעיפים ד' ו-ו'. האם עקביות קשת גרמה למחיקה של יותר או פחות ערכים ביחס לבדיקה קדימה? הסבירו מדוע.

ח. בהמשך לסעיף ו', האם קיים פתרון (ללא נסיגה לאחור)? כתבו את הפתרון(נות) אם קיים(ים).

# מטלת מנחה (ממ"ן) 13 - להרצה

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-6

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות:

מועד אחרון להגשה: 7.12.2014

סמסטר: 2015א

(אב)

**קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:**

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"**

**המטלה תפורסם עד תחילת הסמסטר.**



# מטלת מנחה (ממ"ן) 14

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרקים 7-9

משקל המטלה: 3 נקודות

מספר השאלות: 5

מועד אחרון להגשה: 20.12.2014

סמסטר: 2015א

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

## שאלה 1 (25 נק': 11 נק' לסעיף א'; 14 נק' לסעיף ב')

נתונים המשפטים הבאים:

- אחד מבין שני העובדים, לירן והדר, עובד בחברת הייטק, ואחד מהם עובד באקדמיה
- מי שעובד באקדמיה לא עובד בהייטק, ולהפך
- מי שעובד בחברת הייטק הוא רווק
- מי שיש לו ילדים הוא לא רווק
- ללירן יש ילדים

- א. תרגמו את המשפטים הללו לפסוקים בתחשיב הפסוקים: הסבירו מי הם הפסוקים האטומיים, וכתבו את המשפטים כפסוקים בתחשיב הפסוקים.
- ב. הוכיחו את המשפט "לירן עובד באקדמיה" מן המשפטים שלעיל, בעזרת רזולוציה.

## שאלה 2 (25 נק')

ברזולוציית קלט (input resolution) מרשים שימוש בכלל הרזולוציה רק אם לפחות אחת משתי הפסוקיות המשתתפות ברזולוציה שייכת לפסוק המקורי. (כלומר, לא מרשים שימוש בכלל הרזולוציה אם שתי הפסוקיות המשתתפות בגזירת הרזולוציה אינן שייכות לפסוק המקורי).

האם רזולוציית קלט שלמה להפרכה? הוכיחו.

רמז: התבוננו בשלב האחרון של גזירת הפסוקית הריקה מן הפסוק המקורי.

**שאלה 3 (8 נק': 3 נק' לסעיף א'; 5 נק' לסעיף ב')**

הציגו את הפסוקים הבאים בלוגיקה מסדר ראשון.

- א. יש ספר שמספר את כל האנשים שאינם מספרים את עצמם.
- ב. 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.

**שאלה 4 (12 נק': 4 לכל סעיף)**

לכל זוג של פסוקים אטומיים שלהלן, מצאו את המאחד הכללי ביותר (MGU), אם הוא קיים:

1. Color (Beitar, YellowBlack)  
Color (x, x)
2. R (F(y), y, x)  
R(x, F(A), F(v))
3. R (F(x), B)  
R(y, z)

**שאלה 5 (30 נק': 7 נק' לסעיף א'; 8 נק' לסעיף ב'; 15 נק' לסעיף ג')**

גיל, רונן והדר שייכים למועדון הספורטאים. כל חבר במועדון זה הוא גולש סקי או מטפס הרים או שניהם. אין מטפס הרים שאוהב גשם וכל הגולשים אוהבים שלג. הדר אינה אוהבת את כל מה שגיל אוהב ואוהבת את כל מה שגיל אינו אוהב. גיל אוהב גשם ושלג.

הוכיחו באמצעות רזולוציה כי "הדר היא מטפסת הרים אך אינה גולשת סקי". לצורך כך:

- א. תרגמו את המשפטים שלעיל לפסוקים בלוגיקה מסדר ראשון.
- ב. המירו לצורת CNF.
- ג. השתמשו בכלל הרזולוציה ובהאחדה (היכן שצריך) כדי להוכיח את המטרה:
- "הדר היא מטפסת הרים אך אינה גולשת סקי".

# מטלת מנחה (ממ"ן) 15 - להרצה

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-10

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות:

מועד אחרון להגשה: 3.1.2015

סמסטר: 2015א

(אב)

**קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:**

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"**

**המטלה תפורסם במהלך הסמסטר.**





# מטלת מנחה (ממ"ן) 16

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרק 10, פרקים 13-14

משקל המטלה: 2 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 11.1.2015

סמסטר: א2015

(אב)

**קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:**

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"**

**שאלה 1 (25 נק')**

פתרו את שאלה 10.3 שבספר הלימוד.

**שאלה 2 (25 נק')**

פתרו את שאלה 10.7 שבספר הלימוד.

**המשך המטלה בעמודים הבאים**

### שאלה 3 (25 נק': 6 נק' לסעיף א'; 5 נק' לסעיף ב'; 14 נק' לסעיף ג')

ידוע כי מחלת השחפת (T) עלולה לגרום לשיעול ממושך (R) או לכאבים בחזה (H), וגם למימצאים חיוביים) בצילום רנטגן (X). סרטן הריאה (C) גם משפיע על הסיכוי שיתגלו מימצאים בצילום הרנטגן. הוכח כי סרטן הריאה עלול להיגרם כתוצאה מעישון (S) או מזיהום אוויר (P). עישון עלול לגרום לברונכיטיס כרונית (B) שהסימפטומים שלה כוללים סרטן ריאה, שיעול ממושך וקוצר נשימה (D).

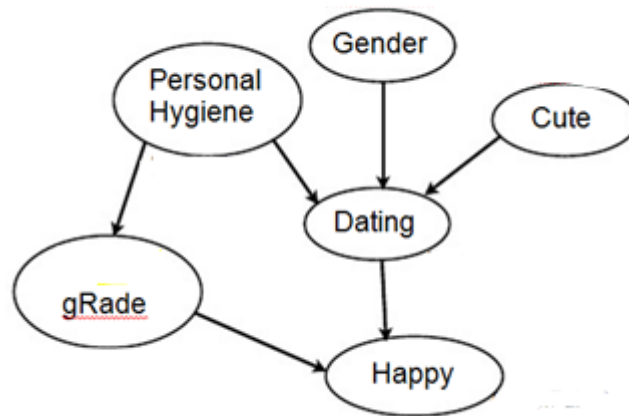
- א. שרטטו רשת בייסיאנית המתארת את יחסי הסיבה-תוצאה שלעיל. שמות הצמתים יהיו האותיות שצויינו בסוגריים.
- ב. כתבו את הביטוי עבור ההתפלגות המשותפת על-פי מבנה הרשת הבייסיאנית ששרטטתם ויחסי האי-תלות בין משתנים הנובעים ממנה.
- ג. כתבו איזו (אילו) מהטענות הבאות נכונה, איזו (אילו) אינה נכונה ואיזו(אילו) מהטענות לא נובעת ממבנה הרשת. צרפו הסבר קצר לכל טענה.
  1. עישון וכאבים בחזה הם משתנים בלתי תלויים.
  2. עישון וקוצר נשימה הם משתנים בלתי תלויים בהינתן שלפציינט יש ברונכיטיס.
  3. ברונכיטיס וכאבים בחזה הם משתנים בלתי תלויים בהינתן שלפציינט יש שיעול ממושך ומימצאים חיוביים בצילום הרנטגן.
  4. תוצאת צילום הרנטגן ושיעול ממושך הם משתנים בלתי תלויים בהינתן שלפציינט יש סרטן.
  5. עישון ומחלת השחפת אינם בלתי תלויים הם משתנים בלתי תלויים בהינתן שאובחן שיש לפציינט סרטן.
  6. עישון וזיהום אוויר הם משתנים בלתי תלויים אם לא אובחן כל סימפטום/מחלה/מימצא.
  7. אם לפציינט מימצאים חיוביים בצילום, אזי האבחון של סרן ריאה ושל מחלת השחפת הינם בלתי תלויים.

### המשך המטלה בעמוד הבא

**שאלה 4 (25 נק': 1 נק' ל-1א'; 4 נק' ל-ב'; 5 נק' לסעיף 2; 15 נק' לסעיף 3)**

להלן נתונה רשת בייסיאנית המראה שביעות רצון (רמת האושר) של סטודנטים בקורס "מבוא לבינה מלאכותית".

המשתנים  $\text{Happy}(H)$ ,  $\text{Dating}(D)$ ,  $\text{Cute}(C)$ , הם משתנים בוליאניים שערכיהם  $\{true, false\}$ .  
 המשתנה  $\text{Gender}(G)$  הוא משתנה בוליאני שערכיו הם  $\{male, female\}$ .  
 המשתנה  $\text{Personal Hygiene}(PH)$  הוא משתנה בוליאני שערכיו הם  $\{good, poor\}$ .  
 תכום הערכים של המשתנה  $\text{gRade}(R)$  הוא  $\{A/B, C, F\}$ .



1. השתמשו בהסתברויות המותנות הנובעות מהרשת הנתונה לעיל כדי לכתוב את הביטוי הנדרש עבור התפלגות ההסתברות בכל סעיף:

א.  $P(G, C, D, P, R, H)$

ב.  $P(H|R, D, C)$

פשטו ככל שניתן את הביטוי שהתקבל.

2. מה תוכלו להסיק מסעיף 1-ב' לגבי התלות המותנית שבין  $\text{Happy}$  ו- $\text{Cute}$ , בהינתן  $\text{Dating}$  ו- $\text{gRade}$ ?

3. להלן נתונות טבלאות ה-CPT עבור הרשת בייסיאנית שלעיל. חשבו בעזרתן את ההסתברויות הבאות:

א. מהי ההסתברות שסטודנט שמח בהינתן שהוא ממין זכר, יוצא לדייט, ההיגיינה האישית שלו ירודה והציון שלו בקורס מבוא לבינה מלאכותית הוא A?

$$P(H=true | D=true, G=male, P=poor, R=A/B)$$

ב. מהי ההסתברות שקיים סטודנט כמתואר בסעיף א'?

$$P(H=true, D=true, G=male, P=poor, R=A/B)$$

ג. מהי ההסתברות שסטודנט נחמד בהינתן שהוא ממין זכר, שמח, יוצא לדייט וההיגיינה האישית שלו טובה  $P(C | D=true, G=male, P=good, H=true)$ ?

P(PH)
0.7

P(G)
0.8

P(C)
0.6

C	G	PH	P(Dating)
<i>t</i>	<i>male</i>	<i>good</i>	0.6
<i>t</i>	<i>male</i>	<i>poor</i>	0.3
<i>t</i>	<i>female</i>	<i>good</i>	0.9
<i>t</i>	<i>female</i>	<i>poor</i>	0.8
<i>f</i>	<i>male</i>	<i>good</i>	0.3
<i>f</i>	<i>male</i>	<i>poor</i>	0.1
<i>f</i>	<i>female</i>	<i>good</i>	0.7
<i>f</i>	<i>female</i>	<i>poor</i>	0.6

PH	P(R)=A/B	P(R)=C	P(R)=F
<i>good</i>	0.7	0.25	0.05
<i>poor</i>	0.6	0.3	0.1

D	R	P(H)
<i>t</i>	A/B	0.8
<i>t</i>	C	0.7
<i>t</i>	F	0.4
<i>f</i>	A/B	0.7
<i>f</i>	C	0.6
<i>f</i>	F	0.3

# מטלת מנחה (ממ"ן) 17

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרקים 17-18

משקל המטלה: 2 נקודות

מספר השאלות: 2

מועד אחרון להגשה: 25.1.2015

סמסטר: א2015

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

## שאלה 1 (50 נק')

נתון MDP עם 6 מצבים: חדר רחצה, מטבח, חדר שינה, חדר אוכל, תחת מתקפה, מת המייצגים תחום של עכבר רובוטי המחפש מזון בבית שבו יש ארבעה חדרים (חדר רחצה, מטבח, חדר שינה, חדר אוכל).

במצבים: חדר רחצה, מטבח, חדר שינה, חדר אוכל

יש 3 פעולות אפשריות: להישאר במקום (S), לנוע אופקית (H) או לנוע אנכית (V).

תוך כדי חיפוש מזון, העכבר יכול להיות מותקף על-ידי חתול רובוטי הנמצא אף הוא בבית, דבר הגורם לעכבר להיכנס למצב "תחת מתקפה" אשר בו תיתכן רק פעולה אחת: "למות".

במצב "מת" תיתכן רק הפעולה: "להישאר מת".

התגמולים (rewards) ומודל המעברים נתונים להלן:

$P(s'   s, a)$						
a, s	חדר רחצה	מטבח	חדר שינה	חדר אוכל	תחת מתקפה	מת
חדר רחצה, H	0	0.6	0.4	0	0	0
חדר רחצה, V	0	0.4	0.6	0	0	0
חדר רחצה, S	0.75	0	0	0	0.25	0
מטבח, H	0.6	0	0	0.4	0	0
מטבח, V	0.4	0	0	0.6	0	0
מטבח, S	0	0.75	0	0	0.25	0
חדר שינה, H	0.4	0	0	0.6	0	0
חדר שינה, V	0.6	0	0	0.4	0	0
חדר שינה, S	0	0	0.75	0	0.25	0
חדר אוכל, H	0	0.6	0.4	0	0	0
חדר אוכל, V	0	0.4	0.6	0	0	0
חדר אוכל, S	0	0	0	0.75	0.25	0
תחת מתקפה, למות	0	0	0	0	0	1.0
מת, להישאר מת	0	0	0	0	0	1.0

s	R(s)
חדר רחצה	+4
מטבח	+10
חדר שינה	0
חדר אוכל	+2
תחת מתקפה	-50
מת	0

א. מהו המספר הכולל של ה-policies האפשריות?

ב. בצעו value iteration עבור בעיה זו.

הערך ההתחלתי של כל מצב הוא 0.

מכיוון שעכברים רובוטיים הם במידת מה קצרי רואי, השתמשו ב- $\gamma=0.5$ .

כתבו את הערכים לכל המצבים, לאחר כל איטרציה.

ניתן להפסיק לאחר 6 איטרציות.

ג. מהי המדיניות האופטימלית בהינתן הערכים עבור המצבים, שקיבלתם בסעיף ב'?

שאלה 2 (50 נק')

נתונות דוגמאות האימון הבאות:

Class	F5	F4	F3	F2	F1	
p	false	false	false	true	true	דוגמא 1
p	false	true	true	false	false	דוגמא 2
p	false	true	false	false	true	דוגמא 3
p	true	false	true	false	true	דוגמא 4
n	false	false	false	true	false	דוגמא 5
n	true	true	false	true	true	דוגמא 6
n	true	true	true	true	false	דוגמא 7

א. בנו עץ החלטה תוך שימוש בכל דוגמאות האימון.  
פרטו את כל שלבי הבנייה.

ב. כיצד יסווג העץ שבניתם את הדוגמא הבאה:

Class	F5	F4	F3	F2	F1	
?	true	true	false	false	false	דוגמא 8





# מטלת מנחה (ממ"ן) 18 - להרצה

הקורס: 20551 – מבוא לבינה מלאכותית

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-18

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות:

מועד אחרון להגשה: 28.2.15

סמסטר: 2015א

(אב)

**קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:**

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"**

**המטלה תפורסם עד תחילת הסמסטר.**