

הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול
הטכניון

תאריך הבחינה: 11.03.2012
שם המרצה: פרופ/ח כרמל דומשלק

יסודות בינה מלאכותית ויישומיה
מבחן מועד ב', סמסטר א'

משך המבחן	3 שעות
סה"כ הניקוד במבחן	101
חומר עזר	דף נוסחאות דו-צדדי + מחשבון ללא יכולות תכנות
הוראות מיוחדות	את התשובות יש לספק אך ורק בטופס המבחן. מחברת הטיוטה לא תיבדק כלל!
	יש להגיש את דף הנוסחאות יחד עם המבחן.

שאלה 1 [16 נק'] (6 + 10)

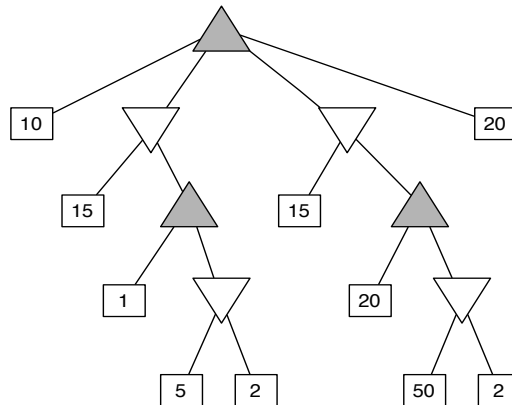
(א) להלן חמישה בסיסי ידע בתחשיב הפסוקים. לגבי כל אחד מהם, בדקו האם הוא ניתן לייצוג שקול ע"י בסיס ידע Horn, ואם כן, הציגו את אותו בסיס ידע Horn השקול.
הערה: יש להראות רק את התשובות הסופיות, ולא את פיתוחי הביניים.

בסיס ידע שקול בלוגיקת Horn	ניתן לייצוג שקול בלוגיקת Horn	בסיס ידע
	כן / לא	$(A \wedge B) \rightarrow C$
	כן / לא	$(\neg A \wedge \neg B) \rightarrow C$
	כן / לא	$(A \vee B) \rightarrow C$
	כן / לא	$(A \vee B) \rightarrow C \wedge D$
	כן / לא	$(A \vee B) \rightarrow C \vee D$

(ב) בתחשיב הפסוקים מעל הפרופוזיציות $\{A, B, C, D, E\}$, ציינו את מספר המודלים (השמות מספקות) לביטוי $A \leftrightarrow B \leftrightarrow C$.

שאלה 2 [24 נק']

להלן עץ minimax רגיל, כמו שהכרנו בכיתה. (קדקודי החלטה כהים הם קדקודי max).



(א) מהו הערך minimax של השורש?

--

(ב) על הציור של העץ עצמו, סמנו את כל הקדקודים (הן פנימיים והן עלים) אשר לא יבוקרו תחת $\alpha - \beta$, בהנחה שהבנים של כל קדקוד נסרקים משמאל לימין.

(ג) האם יש סדר סריקה אחר של הבנים של השורש אשר מוביל לקיטום גדול יותר של קדקודים ע"י $\alpha - \beta$? אם תשובתכם חיובית, ציינו את הסדר הרלוונטי של הקדקודים.

	כן / לא
--	---------

להבדיל מהסעיפים הקודמים, כאן נבחן "עצי max", בהם כל הקדקודים בעץ הם קדקודי max. (עצי חיפוש כאלה מתאימים לפתרון בעיות עם מספר סוכנים שלא מתחרים זה בזה אלא מונעים ע"י מטרה משותפת).

(ד) בהנחה שהערכים של כל העלים בעץ הם סופיים אבל לא ידוע מראש חסם על הערכים האלה, האם קיטום קדקודים בסגנון $\alpha - \beta$ אפשרי בעצי max? ספקו דוגמא או נמקו בקצרה מדוע לא.

--

(ה) בהנחה שידוע שכל הערכים של העלים בעץ הם חיוביים, האם קיטום קדקודים בסגנון $\alpha - \beta$ אפשרי בעצי max? ספקו דוגמא או נמקו בקצרה מדוע לא.

--

(ו) בהנחה שידוע שכל הערכים של העלים בעץ הם בתחום $[0,1]$, האם קיטום קדקודים בסגנון $\alpha - \beta$ אפשרי בעצי max? ספקו דוגמא או נמקו בקצרה מדוע לא.

--

שאלה 3 [15 נק']

כל סעיפי השאלה הזו מתיחסים לבעיית התכנון הדטרמיניסטי (המאויירת להלן) שבה סוכן בודד צריך להזיז ארבעה רובוטים מקונפיגורציה התחלתית מפינה אחת של המבוך $N \times M$ לקונפיגורצית מטרה בפינה אחרת של המבוך. בכל יחידת זמן, כל אחד מהרובוטים יכול להיות מוזז תא אחד בכל אחד מהכיוונים או להשאר במקום: {צפון, דרום, מזרח, מערב, במקום}. אחרי שההזזה הסימולטנית של כל הרובוטים מבוצעת, שני רובוטים לא יכולים להימצא באותו תא של המבוך, אך במהלך ההזזה, שני רובוטים סמוכים יכולים להתחלף במיקומיהם. להמחשה, אחד הבנים של המצב ההתחלתי מוצג במרכז האיור. העלות של כל הזזה סימולטנית של הרובוטים היא 1, לא משנה כמה רובוטים אכן שינו את מיקומיהם באותה הזזה.

#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
#									#
#		#		#		#	#		#
#		#				#			#
#		#			#	#			#
#		#	#		#				#
#	B	D	#						#
#	A	C	#		#	#			#
#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

מצב התחלה

#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
#									#
#		#		#		#	#		#
#		#				#			#
#		#			#	#			#
#	B	#	#		#				#
#	D	C	#						#
#	A		#		#	#			#
#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

אחד הבנים של מצב התחלה

#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
#									#
#		#		#		#	#		#
#		#				#			#
#		#			#	#			#
#		#	#		#				#
#		#	#		#				#
#			#				C	D	#
#			#		#	#	A	D	#
#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

מצב מטרה (יחיד)

(א) מהן התכונות של בעיית תכנון זו (לסוג כזה של מבוכים, לא למבוך הספציפי שבאיור)?
הערה: יש לספק חסמים כמה שיותר הדוקים (קטנים).

	גודל מקסימלי של מרחב המצבים
	דרגת סיעוף מקסימלית

(ב) הציעו היוריסטיקה קבילה לא טריוויאלית, ספציפית לבעייה שבשאלה. (היוריסטיקה טריוויאלית היא, למשל, היוריסטיקה שמחזירה מספר קבוע.)

<p>(ג) הקיפו את כל האלגוריתמים להלן אשר מובטח שיחזירו תכנית למשפחה הזאת של בעיות תכנון.</p> <ul style="list-style-type: none"> • DFS • Random walk • A* עם היוריסטיקה לא קבילה. • GBFS עם היוריסטיקה קבילה. • Hill climbing עם היוריסטיקה קבועה לכל המצבים שהם לא מצב המטרה. 	<p>(ד) אם h_1 ו-h_2 הן היוריסטיקות קבילות, לאילו מההיוריסטיקות הבאות מובטחת קבילות?</p> <ul style="list-style-type: none"> • בחירה אקראית בהתפלגות אחידה מ-$\{h_1, h_2\}$. • h_1/h_2 • $\min(h_1, h_2)$ • $\max(h_1, h_2) + \min(h_1, h_2)$ • $(h_1 + h_2)/2$
---	---

<p>(ה) מתי בשימוש באלגוריתם A* נעדיף היוריסטיקה שפותחת יותר קדקודים על היוריסטיקה שפותחת פחות קדקודים, אם בכלל? תשובה מנומקת במשפט אחד בלבד.</p>
--

שאלה 4 [10 נק']

הוכיחו שפונקציית הערכה h_{FF} אינה קבילה, כלומר היחס $h_{FF}(s) \leq h^*(s)$ לא בהכרח מתקיים.

שאלה 5 [16 נק']

בשאלה זו אתם מתבקשים לקודד ב-STRIPS את בעיית התכנון "דילמת הנהר". (אל תנסו להזכר. את השם הזה לבעייה המצאתי כרגע.) הבעייה היא כדלהלן.

איש אחד צריך להעביר מהגדה המזרחית של הנהר לגדה המערבית שלו זאב, עז, וכרוב, אך לסירה של האיש יש מקום רק לאיש עצמו ועוד אחד משלושת האובייקטים האלה. אם האיש לוקח אתו את הכרוב, הזאב אוכל את העז. אם האיש לוקח אתו את הזאב, העז אוכל את הכרוב. במילים אחרות, רק כשהאיש נוכח, בטוחים הכרוב והעז מהחומדים אותם.

	אטומים
	מצב התחלתי
	מטרה

[illegible]

שאלה 6 [201 נק']

שואב האבק הרובוטי (שא"ר) שלנו נועד לניקיון הבית והוא מתפקד על סוללה נטענת. בכול נקודה בזמן השא"ר יכול לבצע אחת משלוש הפעולות הבאות: ניקיון הבית (clean), המתנה (wait), או טעינת הסוללה (recharge). החיישנים של שא"ר מאפשרים לו לחוש את מצב הסוללה רק בצורה מאד גסה, המאפשרת להבדיל רק בין שתי רמות הטעינה: גבוהה (high) ונמוכה (low). בעצם, המצב כולו של השא"ר הפשוט שלנו מתואר ע"י משתנה בינארי שתופס את מצב הסוללה high/low.

- אם הרובוט מבצע פעולה recharge, הסוללה חוזרת לרמת הטעינה high, והשא"ר לא מקבל שום תגמול מיידי.
 - אם הרובוט ממתיך (כלומר, מבצע פעולה wait), אז מצב טעינה של הסוללה נשאר כפי שהיה, והשא"ר מקבל תגמול מיידי R_{wait} .
 - אם הרובוט מבצע פעולה clean, אזי התגמול המיידי על הפעולה תלוי במצב הסוללה לפני תחילת ביצוע הפעולה. אם מצב הסוללה high, פעולת clean משנה אותו ל-low בהסתברות $1/3$. אם מצב הסוללה low, אז הסוללה נגמרת בהסתברות $1/2$. אם הסוללה לא נגמרת, השא"ר מקבל תגמול מיידי R_{clean} . אם הסוללה כן נגמרת, אנחנו חייבים לאסוף את הרובוט ולטעון אותו בעצמנו. במקרה כזה, הסוללה חוזרת למצב high, והשא"ר מקבל תגמול מיידי של -10 .
- מבחינת הביצועים, אנחנו רוצה שהשא"ר שלנו יהיה מונע ע"י ערכים תחת אופק אינסופי, עם מקדם הפליית עתיד $\gamma = 0.9$ (discount factor).

הערה: שימו לב שהתגמולים של הרובוט תלויים לא רק במצב הנוכחי, אלא בשלשה: מצב נוכחי, פעולה, ומצב הבא.

(א) בהנחה ש: $0 \leq R_{wait} \leq R_{clean}$, אלו (אולי כמה!) מהאופציות להלן יכולות להוות מדיניות אופטימלית לשא"ר? נמקו בקצרה מאד את תשובותיכם.
תמיד לבצע clean, לא משנה מהו המצב של הסוללה.

כן / לא	נימוק:
---------	--------

תמיד לבצע recharge, לא משנה מהו המצב של הסוללה.

כן / לא	נימוק:
---------	--------

בצע clean אם מצב הסוללה הוא high. אחרת (אם מצב הסוללה הוא low), בצע recharge.

כן / לא	נימוק:
---------	--------

בצע recharge אם מצב הסוללה הוא high. אחרת (אם מצב הסוללה הוא low), בצע clean.

כן / לא	נימוק:
---------	--------

(ב) רשמו את משוואת בלמן, המבטאת את הערך האופטימלי של המצב low בשפת הערכים האופטימליים של כלל המצבים. במילים אחרות, אם

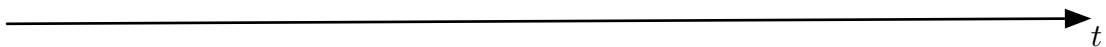
$$V^*(low) = f(V^*(low), V^*(high), R_{wait}, R_{clean})$$

אז מהי אותה פונקציה f ?

(ג) נניח ש: $R_{wait} = 1, R_{clean} = 3$. אם הערכים של כל המצבים האפשריים של השא"ר מאותחלים ל-0, מהם יהיו אחרי איטרציה אחת של אלגוריתם value iteration?

(ד) תחת אותה ההנחה של $R_{wait} = 1, R_{clean} = 3$ כמו בסעיף הקודם, נבחן למידת Q-learning עם מקדם "קצב למידה" (learning rate) $\alpha = 0.2$. הלמידה מתחילה מכל הערכים $Q(s, a)$ מאותחלים ל-0, ומתבססת על סידרת התנסויות של מצבים, פעולות, ותגמולים כדלהלן:

high, clean, +3, high, clean, +3, low, clean, +3, low, clean, -10



הציגו את פונקצית $Q(s, a)$ במלואה, כפי שהיא מתקבלת לאחר כל אחד מארבעת העידכונים שלה בלמידת Q-learning. את התשובות יש לספק בטבלא שלהלן.

	$Q(low, recharge)$	$Q(low, wait)$	$Q(low, clean)$	$Q(high, recharge)$	$Q(high, wait)$	$Q(high, clean)$
אתחול	0	0	0	0	0	0
עידכון 1						
עידכון 2						
עידכון 3						
עידכון 4						