



دانشگاه صنعتی امیر کبیر
(پلی تکنیک تهران)

به نام خدا

تمرین سوم درس هوش مصنوعی

عنوان: ارضای محدودیت و جستجوی تخصصی

استاد درس:

دکتر اکبری

موعد تحویل: ۱۴۰۱/۰۱/۱۹

سوالات تشریحی

مسائل رمزنگاری (Cryptarithmic Problems)

مسائل رمزنگاری زیر را حل کنید و مقادیر خواسته شده را بیابید. (توجه شود: شرح کامل راه حل الزامی است در غیر این صورت نمره تعلق نمی‌گیرد)

۱. اگر $LET + LEE = ALL$ باشد، با فرض اینکه $E = 5$ باشد، مقدار $A + L + L$ کدام گزینه است؟

a. L

b. E

c. T

d. A

۲. اگر $USA + USSR = PEACE$ باشد، مقدار $P + E + A + C + E$ کدام گزینه است؟

a. ۸

b. ۹

c. ۱۰

d. ۱۱

۳. اگر $HERE = COMES - SHE$ باشد، با فرض اینکه $S = 8$ باشد، مقدار $R + H + O$ کدام گزینه است؟

a. ۱۲

b. ۱۳

c. ۱۴

d. ۱۵

مسائل ارضای محدودیت (Constraint Satisfaction Problems)

مسائل زیر را با استفاده از CSP فرموله کنید و راه حلی ارائه دهید.

۱. جان فردی است که سه گربه و سه موش دارد. او به کوهنوردی علاقه‌ی زیادی دارد و تمایل دارد حیوانات خود را نیز به کوهنوردی ببرد. جان در برنامه‌ریزی کوهنوردی هفته‌ی آینده‌ی خود به مشکلی برخورداده است و از ما کمک می‌خواهد. در مسیر کوه، رودی طولیل وجود دارد که باید از یک طرف آن به طرف دیگری برود.

- برای اینکار قایقی با خود می‌برد اما مشکل اینجاست که قایق تنها ظرفیت دو حیوان دیگر را دارد و خب طبیعی است که تنها باید توسط جان هدایت شود.

- از طرفی تعداد گربه‌هایی که در یک طرف قرار می‌گیرند، نباید بیشتر از تعداد موش‌ها باشد. زیرا در غیر این صورت، موش‌ها توسط گربه‌ها خورده می‌شوند. بنابراین برای در امان ماندن موش‌ها، باید تعدادشان برابر یا بیشتر از تعداد گربه‌ها باشد.
- در آخر اینکه، قایق نمی‌تواند بدون مسافر جابه‌جا شود. زیرا شدت جریان آب زیاد است و ممکن است قایق غرق شود. بنابراین حتماً باید مسافر داشته باشد.

سوال اینجاست که جان چگونه می‌توان هر ۶ حیوان خود را به سلامت به طرف دیگر رود برساند؟

۲. مساله ساخت (نه حل) جدول متقاطع کلمات را در نظر بگیرید: به عنوان نمونه ۵ کلمه مناسب در یک شبکه مستطیل شکل در نظر بگیرید. مشخص کنید که چه مربع‌هایی خالی هستند و کدام یک از آنها سایه زده شده‌اند. فرض کنید لیستی از کلمات (یعنی فرهنگ لغت) تهیه شده است و هدف این است که مربع‌های خالی را با استفاده از هر زیر مجموعه از لیست پر کنید. این مساله را به دو روش مدلسازی کنید.

الف: به صورت یک مساله جستجوی عمومی. یک الگوریتم جستجوی مناسب را انتخاب کرده و یک تابع اکتشافی برای آن مشخص کنید. آیا بهتر است یک حرف در هر زمان پر کنید یا یک کلمه را؟

ب: به صورت یک مساله ارضای محدودیت. آیا متغیرها باید کلمات یا حروف باشند؟ به نظر شما کدام روش بهتر خواهد بود؟ چرا؟

۳. در حل مسئله ارضای محدودیت زیر (مسئله چهاروزیر)، وزیر شماره ۱ در خانه شماره ۲ قرار داده شده و خانه‌هایی که با علامت \times مشخص شده‌اند توسط الگوریتم Forward Checking حذف شده‌اند. در این مرحله می‌خواهیم الگوریتم Arc consistency را روی این مسئله اعمال کنیم. گراف محدودیت متناظر با این مرحله از مسئله را رسم و مسئله را با Arc Consistency حل کنید.

	*		
\times	\times	\times	
	\times		\times
	\times		

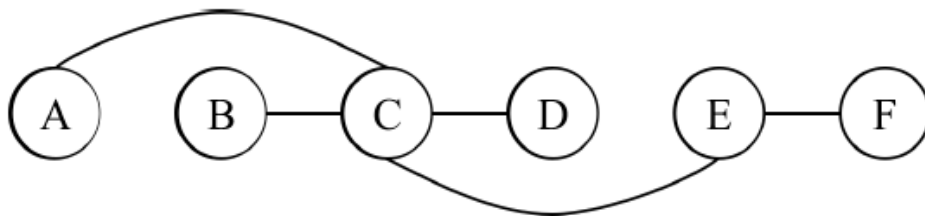
۴. کشوری دارای n شهر هست که این شهرها با m جاده به هم متصل‌اند. قانون عجیبی در این کشور وجود دارد که جمعیت هر دو شهر مجاور باید لااقل ۱۰۰۰ نفر اختلاف داشته باشد. از طرفی برای اینکه یکی از شهرها پرجمعیت نشود

جمعیت پرجمعیت ترین شهر باید حداکثر ۳ برابر جمعیت شهر کم جمعیت باشد. اگر جمعیت هر شهر را پارامتری در نظر بگیریم، سعی کنید با استفاده از CSP مسئله را مدل کنید.

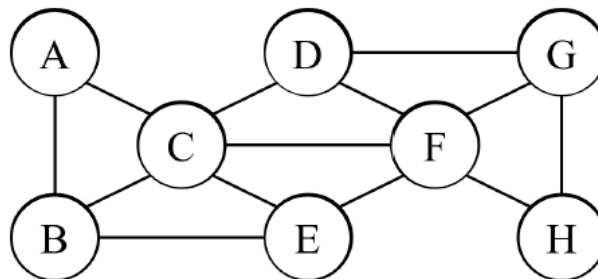
۵. طبق قضیه ای می دانیم هر نقشه را می توان با حداکثر ۴ رنگ، رنگ آمیزی کرد به طوری که مناطق مجاور ناهم رنگ باشند. حالا فرض کنید می خواهیم با استفاده از ۴ رنگ آبی، قرمز، سبز و سفید می خواهیم نقشه را رنگ کنیم به طوری که رنگ آبی بیشترین استفاده را داشته باشد، سپس رنگ قرمز و سپس رنگ سبز و نهایتاً رنگ سفید را از همه کمتر استفاده کرده باشیم. در عین حال تعداد مناطقی که با آبی رنگ کرده ایم حداکثر ۱۰۵ برابر تعداد مناطقی باشد که با سفید رنگ آمیزی کرده ایم. به چنین رنگ آمیزی ای رنگ آمیزی متعادل می گوییم. مسئله رنگ آمیزی متعادل را به ازای یک نقشه دلخواه با استفاده از CSP مدل کنید.

۶. backtrack کردن زمانی رخ می دهد که مقداری به یک متغیر نسبت داده می شود و در ادامه جستجو بدون یافتن نتیجه به آن موقعیت برگردد و نیاز به بررسی سایر مقادیر برای آن متغیر باشد. حال اگر در حل مسئله CSP ابتدا arc consistency را اعمال کنیم و سپس صرفاً جستجوی backtracking را اجرا کنیم:

الف) کدامی از ترتیب های مقداردهی داده شده تضمین میکند(میکنند) که در گراف زیر نیازی به backtrack کردن نخواهیم داشت {C-A-B-D-E-F, D-E-F-C-B-A, B-C-D-A-E-F}



ب) حال اگر در الگوریتم قسمت قبل در هر مرحله پس از مقدار دهی arc consistency را اعمال کنیم، کدامیک از ترتیب های مقداردهی داده شده تضمین میکند(میکنند) که در گراف زیر حداکثر دوبار نیاز به backtrack کردن خواهیم داشت؟ {A-B-C-E-D-F-G-H, F-C-A-H-E-B-D-G, A-D-B-G-E-H-C-F}



نکات مهم

- نکته مهم در گزارش نویسی و سوال تشریحی روشن بودن پاسخ می باشد نه حجم زیاد، اگر فرضی برای حل سوال استفاده می کنید حتما آن را ذکر کنید، و پاسخ نهایی را به صورت واضح بیان کنید.
- هرگونه شباهت در گزارش و پاسخ تشریحی به منزله تقلب می باشد و کل نمره تمرین صفر می باشد. (می توانید از اینترنت به عنوان منبع کمکی هم در سوالات تشریحی و هم در سوالات پیاده سازی استفاده کنید، اما کپی برداری ممنوع می باشد و نمره صفر تعلق می گیرد)
- گزارش کد و پاسخ سوال تشریحی باید در یک فایل pdf باشد.
- توجه شود: در این تمرین، پاسخ به سوالات تشریحی که تنها نیاز به توضیح و تشریح مسئله دارد، باید به صورت تایپ شده باشد. اما در مسائل حل کردنی که نیاز به رسم یا استفاده از فرمول های ریاضی وجود دارد، تایپ ضرورتی ندارد.
- فایل pdf و کد را بصورت یکجا در قالب یک فایل zip در سامانه [کورسز](#) آپلود کنید (نام فایل = شماره دانشجویی).

معیار ارزیابی شما

قسمت تشریحی:

- بخش اول (۱۵ نمره)
 - سوال اول (۵ نمره)
 - سوال دوم (۵ نمره)
 - سوال سوم (۵ نمره)
- بخش دوم (۸۵ نمره)
 - سوال اول (۲۰ نمره)
 - سوال دوم (۱۰ نمره)
 - سوال سوم (۱۵ نمره)
 - سوال چهارم (۱۰ نمره)
 - سوال پنجم (۱۰ نمره)
 - سوال ششم (۲۰ نمره)

سخن آخر

تدریس یاران سعی کردند با استفاده از توضیحات اضافی در هر بخش، از تمامی ابهامات احتمالی جلوگیری کنند. بنابراین قبل از پرسیدن سوال و ابهامی در رابطه با تمرین، سعی کنید صورت سوال را چندین بار مطالعه کنید و پس از جستجو در اینترنت سوال خود را مطرح کنید.

ارتباط با ما

جهت مطرح کردن سوالات و ابهام هایی که دارید می توانید از طریق ایمیل های زیر با ما در ارتباط باشید.

sonia.d4776@gmail.com

سحر داستانی

shirin.m.100@gmail.com

شیرین محمدی