

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

تمرین دوم برنامه‌نویسی مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی

توضیحات:

- تمامی فایل‌های تمرین (فایل pdf گزارش و فایل‌های کد) را در یک فایل zip ذخیره کرده و با نام AIP2_studentNumber در courses بارگذاری نمایید.
- مهلت تمرین تا ۴ بهمن ۹۹ می‌باشد.
- تمرین‌های باید تک نفری انجام شوند و با هرگونه مشابهت در کدها برخورد خواهد شد.
- در صورت داشتن هرگونه سوال به ah.rasoulia@gmail.com ایمیل دهید.

نیم‌سال اول ۹۹-۰۰

شرح مسئله:

در این تمرین قصد داریم نسخه پیشرفته‌تری از بازی سودوکو را حل کنیم. در ابتدا بازی سودوکو عادی را معرفی کرده و سپس قوانین جدید نسخه پیشرفته‌تر بازی را بیان میکنیم.

در بازی سودوکو، یک جدول $n \times n$ داریم که باید آنرا با اعداد ۱ تا n پر کنیم. قانون این بازی این است که در هر ستون یا سطر، از هر عدد تنها یکبار (و قاعدتا از تمام اعداد) استفاده شود. همچنین در حالت شروع بازی، برخی از خانه‌های جدول دارای عدد می‌باشند.

در ادامه یک مثال از حالت شروع این بازی و یکی از حالت‌های هدف را برای یک سودوکو 3×3 می‌بینیم:

حالت شروع:

۱		
	۳	
	۱	

نمونه حالت پایانی:

۱	۲	۳
۲	۳	۱
۳	۱	۲

همانطور که می‌بینیم، در هر سطر یا ستون:

۱- همه اعداد ۱ تا ۳ استفاده شده‌اند.

۲- از هر عدد تنها یکبار استفاده شده‌است.

در نسخه پیشرفته‌تر این بازی، می‌خواهیم رنگ آمیزی جدول را نیز به آن اضافه کنیم. قوانین این نسخه از بازی در ادامه ذکر میشوند:

۱- هر یک از خانه‌های جدول باید شامل یک عدد و یک رنگ باشد.

- ۲- مطابق بازی سودوکو معمولی، در هر سطر یا ستون یک جدول $n \times n$ باید از همه اعداد استفاده شده و هر عدد در سطر و ستون خودش یکتا باشد. (محدودیت اعداد تنها مربوط به سطر و ستون است و فقط لازم است در آنها یکتا باشند)
- ۳- خانه‌های مجاور (در صورت وجود: چپ، راست، بالا، پایین) یک خانه، باید رنگی متفاوت از آن خانه داشته باشد. برای مثال اگر یکی از خانه‌ها زرد باشد، دیگر نمیتوان به خانه‌های مجاور آن رنگ زرد را نسبت داد.
- ۴- رنگ‌ها در یک همسایگی دارای اولویت بوده و اگر خانه‌ای نسبت به ۴ خانه همسایه‌اش (در صورت وجود) رنگی با اولویت بیشتر داشت، لازم است که عدد آن خانه نیز بزرگتر باشد.

یک نمونه از مسئله و حالت هدف

برای روشن تر شدن مسئله، یک نمونه از آنرا با هم حل میکنیم:

در این مثال، جدول 3×3 بوده و اولویت رنگ‌ها به ترتیب زیر می‌باشد:

قرمز < سبز < آبی < زرد < بنفش

فرض کنید حالت شروع بازی مطابق زیر باشد:

۱		
	۳	
	۱	

برای حل مسئله لازم است که به تمام خانه‌های جدول یک رنگ و یک عدد نسبت داده شده و هیچ یک از قوانین بازی نیز نقض نشود. نحوه حل مسئله را مرحله به مرحله در زیر می‌بینیم:

- ۱- به خانه آبی با توجه به اینکه در ستون مربوطه اعداد ۱ و ۳ وجود دارند، باید عدد ۲ نسبت داده شود.

۱	۲	
	۳	
	۱	

۲- به خانه سفید گوشه راست-بالا باید عدد ۳ نسبت داده شود.

۱	۲	۳
	۳	
	۱	

۳- خانه راست-بالا که شامل عدد ۳ است، باتوجه به اینکه خانه مجاورش آبی بوده و ۳ بزرگتر از ۲ است، باید به آن رنگی با اولویت بالاتر از آبی نسبت داد. بنابراین از میان رنگ‌های قرمز و سبز یکی را انتخاب میکنیم.

۱	۲	۳
	۳	
	۱	

۴- به خانه راست-وسط باید عدد ۱ را نسبت داد. (در صورتی که به آن عدد ۲ نسبت دهیم، طبق جست‌وجوی رو به جلو^۱ دامنه عددی خانه پایین-راست تهی شده و بنابراین طبق الگوریتم عقب‌گرد^۲ یک گام به عقب برمی‌گردیم.)

۱	۲	۳
	۳	۱
	۱	

۵- به خانه پایین راست عدد ۲ می‌دهیم.

۱	۲	۳
	۳	۱
	۱	۲

۶- به خانه راست-وسط، باتوجه به اینکه در مجاورت خانه‌های ۳-سبز و ۳-قرمز است، میتوان رنگی با اولویت کمتر از سبز نسبت داد.

۱	۲	۳
	۳	۱
	۱	۲

به همین ترتیب اگر ادامه دهیم، یکی از حالات هدف را که میتوان به آن رسید، در زیر میبینیم:

۱	۲	۳
۲	۳	۱
۳	۱	۲

همانطور که میبینیم:

- ۱- در هر سطر و ستون از تمامی اعداد یکبار استفاده شده است.
- ۲- خانه‌های مجاور (چپ، راست، بالا، پایین) رنگ متفاوت دارند.
- ۳- در خانه‌های مجاور، خانه‌ای که رنگ با اولویت بالاتری دارد، عدد بزرگتری نیز دارد و برعکس.

فرمت ورودی:

- در سطر اول دو عدد n و m به همین ترتیب آمده که m (عدد سمت چپ) نشان دهنده تعداد رنگ‌ها و n نشان دهنده ابعاد جدول است.
- در سطر بعدی m حرف انگلیسی آمده که هر یک نماینده یک رنگ و از چپ به راست به ترتیب اولویت مرتب شده اند. (حرف سمت چپ بالاترین اولویت را دارد).
- در n سطر بعدی، جدول حالت شروع مشخص می‌شود. در هر سطر n جفت کاراکتر عدد=حرف آمده که نشان دهنده آن خانه از جدول است. اگر خانه رنگی نداشته باشد، به جای حرف از # و اگر خانه عدد نداشته باشد، به جای عدد از * استفاده میشود. برای مثال $3r$ خانه‌ای با عدد ۳ و رنگ r است، $8\#$ خانه‌ای با عدد ۸ و بدون رنگ است و $\#*$ خانه‌ای بدون عدد و بدون رنگ است.

برای نمونه ورودی مربوط به شکل مثال زده شده در ابتدا فایل مطابق زیر است.

5	3			
r	g	b	y	p
1#	*b	*#		
*#	3r	*#		
*g	1#	*#		

فرمت خروجی:

در انتها لازم است که اگر مسئله دارای جواب بود، جدول حالت نهایی (حالت هدف) چاپ شده و در غیر اینصورت اعلام کند که مسئله پاسخی ندارد.

برای مثال حالت هدف مثال زده شده، مطابق زیر است:

1y	2b	3g
2b	3r	1p
3g	1y	2g

الگوریتم و هیوریستیک‌ها:

برای حل این مساله، باید از الگوریتم Backtrack ساده و هیوریستیک‌های MRV و درجه استفاده شود. همچنین نیاز است تا در هنگام تخصیص مقادیر، با استفاده از Forward Checking مقادیر دامنه سایر متغیرها اصلاح شود.

گزارش:

در فایل گزارش باید نحوه فرموله‌بندی مساله (متغیرها، دامنه‌ها و محدودیت‌ها) و مختصر توضیحی از کد نوشته شده آورده شود.