

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی هوش مصنوعی ترم بهار ۹۹-۰۰

پروژه سوم : پازل باینری (CSP)

مهلت تحویل ۳۱ خرداد ۱۴۰۰

## صورت مسئله

بعد از اجرای موفق اعتبارسنج مراحل بازی Maluigi bro، این بازی منتشر می‌شود و با استقبال طرفداران همراه است. شما به فکر انجام پروژه‌های بزرگتر هستید تا شرکت تازه‌تاسیس خود را به جایی برسانید ولی ناگهان شرکت مایونز با شما تماس می‌گیرد و از شما می‌خواهد برای پیاده‌سازی قسمت راهنمایی<sup>۱</sup> یک بازی پازل به آنها کمک کنید. از آنجا که سرعت در انتشار بازی‌های موبایلی پازلی مهم است این شرکت به شما تا آخر خرداد زمان می‌دهد تا این پروژه را تکمیل کنید و این زمان به هیچ عنوان قابل تمدید نیست!!

برای توسعه قسمت راهنمای بازی نیاز دارید یک الگوریتم داشته باشید تا بتواند بازی را در هر وضعیت حل کند و اصلاحات لازم را انجام دهد؛ پس پیشنهاد اول توسعه الگوریتمی است که بتواند پازل را حل کند.

## قوانین بازی:

این پازل از یک جدول  $n \times n$  تشکیل شده است که  $n$  عددی زوج است و بازیکن باید اعداد صفر یا یک را طوری در خانه‌های خالی قرار دهد که:

۱. هر سطر و هر ستون باید تعداد برابری صفر و یک داشته باشد.

۲. اعداد قرار گرفته در هر سطر و هر ستون باید یک رشته‌ی یکتا تولید کند.

۳. در هر سطر و ستون نباید بیش از ۲ عدد تکراری پشت سر هم قرار بگیرد.

<sup>1</sup> hint

برای مثال، جدول چهار در چهار زیر را در نظر بگیرید:

1	0	0	1
0	1	1	0
1	1	0	0
0	0	1	1

۱. تعداد صفرهای هر سطر و ستون، برابر تعداد یک های آن سطر و ستون است.

۲. رشته های ستون ها ۱۰۱۰ و ۰۱۱۰ و ۰۱۰۱ و ۱۰۰۱ هستند که یکتا هستند و رشته های سطرها نیز به همین شکل یکتا هستند.

۳. در هیچ سطر و ستونی بیش از دو یک یا دو صفر کنار هم نیستند.

در جدول زیر، نمونه ای هایی از تخطی از قوانین را مشاهده می کنید.

1	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	1
0					
0					
0					
1	0	0	1	0	1

تعداد صفرهای سطر اول با تعداد یک های آن برابر نیست.

در ستون اول سه صفر پشت سر هم داریم.

سطر دوم و ششم یکجور هستند.

## فرمت ورودی و خروجی

فایل‌های ورودی در پوشه‌ی input قرار گرفته‌اند که یک نمونه از آنها به شکل زیر است:

```
4 4
1 0 - -
0 - - 1
- 0 - 1
- 1 1 -
```

در خط اول دو عدد نوشته شده که نشان دهنده تعداد سطرها و ستون‌هاست. دو عدد اول همیشه یکسان و زوج هستند.

در  $n$  خط بعدی سطرهای پازل نشان داده می‌شود که شامل  $n$  کاراکتر است؛ این کاراکترها می‌توانند شامل 1 یا 0 یا - باشد. در حل پازل نباید کاراکترهای 1 و 0 را عوض کرد و فقط باید - ها را پر کرد.

برای مثال پازل بالا با جدول زیر نمایش داده می‌شود:

1	0		
0			1
	0		1
	1	1	

پاسخ این پازل بصورت زیر می‌باشد:

1	0	1	0
0	1	0	1
1	0	0	1
0	1	1	0

فرمت خروجی برای پاسخ بالا به شکل زیر است:

```
1 0 1 0
0 1 0 1
1 0 0 1
0 1 1 0
```

## جزئیات پیاده‌سازی

برای حل پازل باید از الگوریتم backtracking استفاده کنید. متغیرهای مسئله خانه‌های خالی پازل هستند و دامنه‌ی صفر و یک دارند.

برای هیوریستیک می‌توانید از روش‌های زیر (یکی یا هر دو) استفاده کنید:

### ۱. MRV<sup>۲</sup>

در این روش اولویت انتخاب با متغیرهایی است که دامنه‌ی محدودتری دارند. برای این مسئله دامنه‌ها حداکثر دو مقدار دارند.

### ۲. LCV<sup>۳</sup>

در این روش باید متغیری انتخاب شود که کمترین محدودیت را روی سایر متغیرها اعمال می‌کند.

برای انتشار محدودیت<sup>۴</sup> باید دو روش زیر را پیاده‌سازی کنید:

### ۱. Forward checking

### ۲. MAC<sup>۵</sup>

**نکته:** در صورتی که یک پازل قابل حل نباشد، الگوریتم باید در خروجی ارور چاپ کند.

**امتیازی:** نمایش مقداردی متغیرها بصورت مرحله به مرحله (با ترمینال یا GUI)

## گزارش

دو پیاده‌سازی مربوط به انتشار محدودیت را با هم از نظر سرعت مقایسه کنید و نتیجه را توجیه کنید.

در صورت داکيومنت نکردن کد هم از توابع و کلاس‌های تعریف شده توضیح کلی بیاورید.

---

<sup>2</sup> Minimum remaining values

<sup>3</sup> Least constraining values

<sup>4</sup> Constraint propagation

<sup>5</sup> Maintaining arc consistency

## توضیحات تکمیلی

- این پروژه را بصورت انفرادی یا در گروه دو نفره انجام دهید.
- در صورت گروهی انجام دادن پروژه باید از گیت استفاده کنید.
- در صورت انجام پروژه به صورت گروهی، هر دو عضو گروه باید بصورت جداگانه فایل خود را در سامانه آپلود کنند.
- در صورت مشاهده تقلب، نمره دریافت شده، بین افراد خاطی تقسیم می‌شود.
- پروژه تحویل مجازی دارد و بخشی از نمره به تسلط اعضای گروه به کد اختصاص دارد.
- زبان انجام پروژه آزاد است.
- گزارش کد شامل موارد گفته شده را در یک فایل pdf در فایل زیپ اضافه کنید.
- فایل‌های کد و گزارش را در قالب نام‌گذاری AI\_P1\_9931099.zip در سامانه کورسز آپلود کنید. (نیازی به آپلود فایل‌های گیت نیست)
- در صورت هرگونه سوال یا مشکل با ایمیل [ce.ai.spring00@gmail.com](mailto:ce.ai.spring00@gmail.com) یا آی‌دی تلگرام [@uramirbin](https://t.me/uramirbin) در تماس باشید.
- ددلاین این پروژه **۳۱ خرداد ۱۴۰۰ ساعت ۲۳:۵۵** است. هر روز تاخیر باعث کاهش ۱۰٪ نمره‌ی دریافت شده می‌شود.