

به نام خدا

تمرین بهینه‌سازی شماره 2 - جستجوی غیرکلاسیک

در این تمرین شما باید با استفاده از الگوریتم ژنتیک و شبیه‌سازی تبرید (simulated annealing) یک مسئله (Boolean satisfiability problem) (SAT) در قالب CNF را حل کنید.

ورودی شامل یک فایل CNF است که حاوی مسئله SAT است. برنامه شما باید بتواند یک بار با الگوریتم ژنتیک و بار دیگر با الگوریتم شبیه‌سازی تبرید، نشان دهد که به ازای چه مقادیری برای متغیرها، کل عبارت TRUE می‌شود. (n متغیر داریم که هر یک می‌تواند TRUE یا FALSE باشد).

### توصیف ورودی:

فرمت ورودی، فرمت DIMACS CNF است که برای مشخص کردن مسئله‌های ارضایی بولی استفاده می‌شود. در این فرمت، مسئله SAT به صورت یک فایل متنی با پسوند cnf ذخیره می‌شود. در این فایل، ابتدا یک سطر حاوی عدد n و m وجود دارد که به ترتیب تعداد متغیرها و تعداد دستورات را مشخص می‌کند. سپس در m سطر بعدی، هر سطر یک دستور ارضایی را با استفاده از شماره متغیرها مشخص می‌کند. در این فرم، اعداد منفی برای نمایش negation یک متغیر ( $\neg x_i$ ) استفاده می‌شوند. بین متغیرهای هر سطر، OR هست و سطرهای مختلف با هم AND می‌شوند که فرم CNF که در درس با آن آشنا شدید را تشکیل دهد.

فرم CNF:

$$(x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_n) \wedge (y_1 \vee y_2 \vee \dots \vee y_n) \wedge \dots$$

در واقع این فرمت بیانگر AND یک سری عبارت است که داخل خود عبارت‌ها فقط OR داریم.

حال اگر در هر سطر دقیقاً 3 متغیر به صورت رندوم قرار بگیرد،  
Random 3-SAT Instance (RTI) خواهیم داشت که ورودی‌های مسئله به همین  
صورت هستند.

RTI:

$$(A \vee B \vee C) \wedge (D \vee E \vee B) \wedge \dots$$

فرض کنید یک مسئله SAT با 100 متغیر و 429 دستور ارضایی داریم. فایل cnf برای  
این مسئله به صورت زیر خواهد بود:

...

p cnf 100 429

1 2 3 0

-1 -2 0

2 3 -4 0

...

...

در این فایل، ابتدا با استفاده از دستور p cnf 100 429، تعداد متغیرها و تعداد  
دستورات مشخص شده است. سپس در سطرهای بعدی، هر سطر یک دستور ارضایی را  
با استفاده از شماره متغیرها مشخص می‌کند.  
در انتهای هر سطر هم عدد 0 داریم که نشان‌دهنده پایان یک سطر است.

### توصیف خروجی:

به عنوان خروجی باید یک تخصیص مقادیر را برای متغیرهای مسئله SAT تولید کنید.  
برای مثال، یک خروجی برای یک مسئله SAT با 3 متغیر به صورت زیر خواهد بود:

...

1 -2 3

...

این خروجی به این معنی است که متغیر اول با مقدار true، متغیر دوم با مقدار false و متغیر سوم با مقدار true باشند.

### 1. تجزیه و تحلیل:

- فایل CNF را از این [لینک](#) دانلود کرده و با استفاده از یک تجزیه‌کننده‌ی مناسب تجزیه کنید (مثلاً با numpy) و داده‌های مربوط به مسئله SAT را استخراج کنید.

### 2. تولید خروجی مطلوب:

- یک بار با استفاده از رویکرد الگوریتم ژنتیک و یک بار با استفاده از الگوریتم simulated annealing برای حل فرمول داده شده پیاده‌سازی کنید.

### 3. تست و ارزیابی:

- تست کدهای شما با استفاده از مسائل 3-SAT دیگری (غیر از ورودی داده شده) نیز انجام می‌شود.

(برای هر الگوریتم یک سابمیشن جداگانه باید داشته باشید.)

### 4. گزارش:

- یک گزارش شامل مقایسه دو الگوریتم خواسته شده و عملکرد آن‌ها در این مسئله نسبت ارائه دهید. روند جستجو، پارامترهای مرتبط، توابع هزینه‌ی در نظر گرفته شده و رویکردی که در حل مساله استفاده کردید را توضیح دهید.

### ارزیابی:

توجه داشته باشید که نمره کوئرا تنها معیار نمره‌دهی نخواهد بود و گزارش تحلیلی شما نیز نمره قابل توجهی خواهد داشت.