

تمرین ۵ درس ساختمان داده

سید صالح اعتمادی
غزاله محمودی
محمد جواد میرشکاری

دانشگاه علم و صنعت ۹۸-۹۹

لطفاً به نکات زیر توجه کنید:

۱. مهلت ارسال این تمرین شنبه ۱۱ آبان ماه ساعت ۱۱:۵۹ ب.ظ است.
 ۲. این تمرین شامل سوال های برنامه نویسی می باشد، بنابراین توجه کنید که حتماً موارد خواسته شده را رعایت کنید. نام تابع ها و تست ها باید همگی مطابق آنچه که خواسته شده است؛ باشد.
 ۳. نام شاخه، پوشه و پول ریکوست همگی دقیقاً "A5" باشد.
 ۴. در صورتی که به اطلاعات بیشتری نیاز دارید می توانید با ایدی های @mj_haghighi و @Ghazale_Mahmoodi در پیام رسان تلگرام در ارتباط باشید.
- موفق باشید.

توضیحات کلی تمرین

تمرین این هفته ی شما، ۶ سوال دارد که باید به همه ی این سوال ها پاسخ دهید. ابتدا مانند تمرین های قبل، یک پروژه به نام A5 بسازید. شما باید برای هر سوال الگوریتم خود را داخل متد Solve پیاده سازی کنید.

بعد از اینکه الگوریتم خود را پیاده سازی کردید؛ برای بررسی درستی الگوریتم، شما باید الگوریتم خود را تست کنید. بنابراین شما نیاز دارید یک Test Unit مربوط به سوال خود را پاس کنید. باید فولدر TestData که در ضمیمه همین فایل قرار دارد را به پروژه ی تست خود اضافه کنید. داخل فولدر TestData شش فولدر دیگر قرار دارد که در هر کدام testcase های هر سوال قرار داده شده است. برای مثال testcase های سوال یک در فولدر A5.TD1 می باشد.

TestCommon هم نسبت به تمرین قبل بدون تغییری باشد. برای هر سوال شما باید متد solve مربوطه را پیاده سازی کنید.

۱ Binary Search

فرض کنید که دو آرایه a و b به طول n در اختیار دارید. شما باید بررسی کنید که آیا هر یک از عناصر های آرایه b در آرایه a موجود است یا خیر. اگر در آرایه a باشد شما باید Index آن را در آرایه a به عنوان خروجی برگردانید و اگر در آرایه a نباشد عدد -1 را برگردانید. دقت کنید که آرایه a به صورت صعودی است و همه ی عناصر آن از یکدیگر متمایز هستند. به مثال زیر توجه کنید:

$a : 1, 5, 8, 12, 13$

$b : 8, 1, 23, 1, 11$

در مثال بالا شما می بینید که 8 و 1 در آرایه a وجود دارند و Index آن ها به ترتیب 2 و 0 می باشد ولی 11 و 23 در a وجود ندارد. بنابراین خروجی به صورت زیر خواهد بود:
 $2, 0, -1, 0, -1$

برای حل این سوال شما باید یک الگوریتم conquer and divide بنویسید.

• محدودیت زمانی: 1000 میلی ثانیه

۲ Majority Element

فرض کنید که دنباله ای از اعداد به صورت a_1, a_2, \dots, a_n داریم. شما باید یک الگوریتم conquer and divide بنویسید که چک کند آیا عنصری در دنباله وجود دارد که بیش از $n/2$ بار تکرار شده باشد یا خیر. اگر چنین عنصری وجود داشته باشد، به آن majority element می گوئیم و شما در این حالت باید عدد یک را برگردانید در غیر این صورت عدد صفر را برگردانید.

در testcase های این سوال خط اول تعداد المان های دنباله و خطوط بعدی المان های آرایه هستند. و خروجی هم عدد یک یا صفر است. به مثال زیر توجه کنید:

5

2, 3, 9, 2, 2

output: 1

در این دنباله عدد ۲، majority element است.

• محدودیت زمانی: ۱۰۰۰ میلی ثانیه

۳ Improving Quick Sort

در کلاس درس شما پیاده سازی الگوریتم Quick Sort را دیدید. اکنون شما باید این الگوریتم را به گونه ای تغییر دهید که برای آرایه هایی که تعداد المان های مساوی زیادی دارند هم، سریع عمل کند. برای راهنمایی شما باید به جای ۲ partition بندی، ۳ partition بندی داشته باشید.

testcase های این تمرین هم به این شکل است که در فایل ورودی خط اول تعداد المان های آرایه و در خطوط بعدی هر یک از المان های آرایه قرار دارد. و در فایل خروجی هم آرایه ی مرتب شده می باشد.

- محدودیت زمانی: ۱۰۰۰ میلی ثانیه

Number of Inversions ¶

inversion در یک دنباله از اعداد مانند a_0, a_1, \dots, a_n یعنی به ازای $0 \leq i < j < n$ رابطه $a_i > a_j$ برقرار باشد. شما در این سوال باید تعداد inversion های آرایه ی ورودی را پیدا کنید. تعداد Inversion یک آرایه مشخص می کند که چقدر یک آرایه مرتب شده است. یعنی در واقع در یک آرایه ی نزولی تعداد inversion ها صفر می باشد. testcase های این تمرین هم به این شکل است که در فایل ورودی، خط اول تعداد المان های آرایه و خطوط بعدی المان های آرایه می باشد و در فایل خروجی یک عدد می باشد که برابر با تعداد inversion های آرایه است.

• محدودیت زمانی: ۱۰۰۰ میلی ثانیه

Organizing a Lottery ۵

فرض کنید سازماندهی یک online Lottery به شما واگذار شده است. برای شرکت در مسابقه، هر شرکت کننده یک عدد صحیح را انتخاب می کند. سپس شما به صورت تصادفی چندین بازه را تعریف می کنید. امتیاز هر شرکت کننده در lottery متناسب با تعداد بازه هایی است که شامل عدد مورد نظر شرکت کننده است منهای تعداد محدوده هایی است که آن را شامل نمی شود. شما نیاز به یک الگوریتم کارآمد برای محاسبه امتیاز هر شرکت کننده دارید. Algorithm Naive برای حل این سوال این است که برای همه شرکت کنندگان همه بازه ها را اسکن کنید. اما در این قرعه کشی هزاران نفر از شرکت کنندگان و هزاران محدوده وجود دارد. به همین دلیل شما به یک الگوریتم سریع نیاز دارید.

صورت مسئله به بیان ریاضی به صورت زیر است:

فرض کنید دنباله ای به طول n از اعداد در اختیار دارید که هر کدام از المان های این دنباله یک نقطه هستند و دنباله ی دیگری هم به طول m داریم که شامل بازه ای از اعداد یا segment می باشد. شما باید یک الگوریتم divide and conquer بنویسید که برای هر نقطه، تعداد segment هایی که شامل آن نقطه می شود را خروجی بدهد.

فرمت testcase های این سوال به این صورت است که در فایل ورودی، خط اول شامل دنباله نقطه هاست و در هر یک از خطوط بعدی، عدد اول شروع بازه و عدد دوم پایان بازه است. فایل خروجی هم تعداد segment هایی که شامل یک نقطه می شود؛ را نشان می دهد.

• محدودیت زمانی: ۱۰۰۰ میلی ثانیه

Closest Points ¶

فرض کنید n تا نقطه داریم. شما باید در این مجموعه دو نقطه را پیدا کنید که نزدیک ترین فاصله را از یکدیگر دارند. این مسئله یکی از کاربردی ترین مسائل در حوزه ی گرافیک، بینایی کامپیوتر و کنترل ترافیک است.

فرمت testcase های این سوال به این صورت است که در فایل ورودی در خط اول تعداد نقطه ها و در خطوط بعدی به ترتیب عدد اول، x نقطه و عدد دوم y نقطه است. فایل خروجی هم شامل یک عدد است که همان نزدیک ترین فاصله است.

• محدودیت زمانی: ۱۰۰۰ میلی ثانیه