



دانشکده مهندسی کامپیوتر

## آزمون نرم افزار (۴۰۸۲۸)

استاد: دکتر حسن میریان

## تمرین اول

امیرحسین کارگران خوزانی (۹۹۲۰۱۱۱۹)

سید سجاد میرزا بابایی (۹۹۲۱۰۱۴۲)

رامتین باقری (۹۹۳۰۱۹۳۸)

## بخش نظری

۱. در این بخش باید یک برنامه تبدیل اعداد رومی به اعداد دهدهی را مورد بررسی قرار دهید. این برنامه به زبان برنامه نویسی جاوا نوشته شده است.

(a) خطا یا خطاهای برنامه در کدام قسمت هستند؟ اصلاح شده آنها را بنویسید.

خروجی مورد انتظار این تابع برای ورودی II مقدار 2 خواهد بود؛ اما پس از اجرای تابع با ورودی مذکور، مقدار 0 نتیجه می شود. این مشکل از آنجا سرچشمه می گیرد که افزودن عدد جدید به اعداد قبلی تنها در صورتی انجام می شود که شرط `currentNumber > next` برقرار باشد، با این حال نیاز است تا برابری این دو متغیر نیز برای افزودن عدد لحاظ شود. چرا که در غیر این صورت در اعدادی مانند II که یک کاراکتر پشت سرهم تکرار شده است خطا ظاهر می شود. با تغییر در خط ۲۳ و اضافه کردن حالت برابری دو متغیر، مشکل حل خواهد شد. نسخه اصلاح شده برنامه در؟؟ موجود است.

همچنین تمام رشته های شامل ترکیب حروف استفاده شده در اعداد رومی الزاما صحیح نیستند. برای مثال عدد 8 تنها به فرم VIII مورد قبول است و اگر به شکل IIX نوشته شود صحیح نیست. از آنجا که دقیقا در توصیف برنامه گفته نشده است که در این شرایط چه باید کرد می توان دو فرض داشت. یک آن که حتما ورودی به فرم اعداد رومی است و ورودی غیر مجازی داده نمی شود. در این صورت تنها خطای برنامه، همان خطای نامساوی بیان شده است. دو آن که اگر ورودی به فرم اعداد رومی نباشد آن گاه باید برنامه خطای مناسب را در خروجی نشان دهد. در این صورت برنامه یک خطای دیگر نیز دارد چرا که این برنامه برای تمام رشته های بدفرم نیز جوابی در سیستم اعداد دهدهی تولید می کند. به منظور جلوگیری از این اتفاق می توان با استفاده از عبارت منظم زیر چک کرد که رشته ورودی معتبر است یا خیر. و تنها در صورتی که معتبر بود برنامه به شیوه ای که اصلاح شده است ادامه یابد و در غیر این صورت در خروجی خطای مناسب تولید شود. تنها در صورتی متغیر `valid` برابر 1 خواهد شد که رشته مورد نظر با یکی از فرم های صحیح عبارت منظم زیر تطبیق یابد:

```
boolean valid = word.matches("M{0,4}(CM|CD|D?C{0,3})(XC|XL|L?X{0,3})(IX|IV|V?I{0,3})$");
```

(b) در صورت امکان مورد آزمونی ارائه دهید که خطا را اجرا نکند.

از آنجایی محل خطا در خط شماره ۲۳ قرار داد، باید مورد آزمون را به نحوی طراحی کنیم که این خط از کد اجرا نشود. از این رو مورد آزمون هدف، دارای ورودی "" (رشته متنی با طول صفر) و خروجی قابل انتظار 0 است. چرا که طول این رشته برابر ۰ می باشد و عبارت `i < s.length()` در حلقه `for` که مقدار اولیه `i` برابر 0 است ارضا نمی شود و این حلقه اجرا نمی گردد. در بقیه حالات خط شماره ۲۳ که محل خطاست اجرا می گردد.

(c) در صورت امکان آزمونی بنویسید که خطا را اجرا کند اما نتیجه حالت میانی و پایانی مشخص کننده حالت اشتباه نباشد.

همانطور که بالاتر گفته شد، با اجرا شدن خط شماره ۲۳، خطا نیز اجرا خواهد شد. مورد آزمون هدف، ورودی IV و خروجی قابل انتظار 4 را خواهد داشت. در این صورت خطا اجرا می‌شود ولی تاثیری بر فرآیند محاسبه نخواهد گذاشت.

(d) در صورت امکان آزمونی بنویسید که برنامه در حالت میانی اشتباه است اما در پایان نتیجه شکست نمی‌شود. با مثالی نتیجه مورد انتظار و نتیجه اجرا را نشان دهید.

برنامه زمانی دارای حالت میانی اشتباه می‌شود که هر دو مورد زیر اتفاق بیفتد:

۱. خط شماره ۲۳ اجرا شود

۲. ورودی دارای حداقل دو کاراکتر یکسان متوالی باشد.

همان‌گونه که بحث شد تنها در صورتی که حداقل دو کاراکتر یکسان متوالی وجود داشته باشد، به جای شرط `if`، شرط `else` اجرا می‌شود. از آنجا که این مورد باعث می‌شود که تنها به غلط از مقدار صحیح کم شود و جای دیگری در برنامه به غلط چیزی اضافه نمی‌شود، پس این حالت نمی‌تواند رخ دهد و نمی‌توان طبیعتاً برای آن مورد آزمونی نیز که آن را ارضا کند نوشت. اما اگر ورودی‌های بدفرم رشته اعداد رومی که شامل کاراکترهای مجاز آن هستند را این تابع به عنوان ورودی بپذیرد آن‌گاه اگر تفسیر رشته‌ای به فرم IIX (شامل دو کاراکتر تکراری متوالی قبل از یک کاراکتر پرارزش‌تر) را برابر  $10-2=8$  در نظر بگیریم (که این کار اشتباه است، و صرفاً اینجا مشاهده را گزارش کرده‌ایم). علی‌رغم اشتباه بودن حالت میانی در حین محاسبه، نتیجه نهایی برابر 8 خواهد بود.

(e) با استفاده از تحلیل آر.آی. پی شرایطی را تعیین کنید که مورد آزمون تشخیص دهنده خطای این برنامه باید داشته باشد.

نتیجه تحلیل؟؟ با استفاده از مدل RIP، به شکل زیر است:

$ S  > 0$	دسترسی‌پذیری
$\exists i, 0 \leq i < i+1 <  S  \wedge S[i] = S[i+1]$	آلودگی
$\exists i, 0 \leq i < i+1 <  S  \wedge S[i] = S[i+1]$	انتشار

بنابراین، مشخصات آزمون تشخیص دهنده خطای برنامه عبارت است از:

$$|S| > 0 \wedge$$

$$(\exists i, j \ 0 \leq i < j < |S| \wedge j - i = 1 \wedge S[i] = S[j]) \wedge$$

$$(\exists i, j \ 0 \leq i < j < |S| \wedge j - i = 1 \wedge S[i] = S[j])$$

۲. برنامه موجود در؟؟ کوچکترین و بزرگترین عنصر آرایه‌ای از اعداد صحیح را پیدا می‌کند. پیاده‌سازی این برنامه اشتباه است. با استفاده از روش افراز فضای ورودی، موارد آزمونی را طراحی کنید که خطای برنامه را مشخص کند. رویکرد شما باید حداقل دو خصوصیت مبتنی بر عملکرد و یک خصوصیت مبتنی بر واسط داشته باشد.