



مدرس: رامتین خسروی

طراحان: آوا میرمحمد مهدی، امیرعلی وحیدی، علی
پادیاو، عرفان عسگری، امیرعلی رحیمی، محمد فرهی

مهلت تحویل: جمعه ۵ آبان ۱۴۰۲، ساعت ۲۳:۵۵

مقدمه

این تمرین برای آشنایی با برنامه‌نویسی بازگشتی طراحی و در قالب چهار سوال مجزا تهیه شده است که پیشنهاد می‌شود برای درک بهتر مفاهیم برنامه‌نویسی بازگشتی، زمان کافی را برای پاسخ دادن به آن‌ها اختصاص دهید. توجه کنید که پرسش‌ها حتماً باید به روش بازگشتی حل شوند، هر چند ممکن است روش‌های دیگری نیز برای حل آن‌ها وجود داشته باشد. دقت کنید در مسئله آدم فضایی‌ها صرفاً حل کلی مسئله و بک‌ترکینگ آن باید به صورت بازگشتی حل شود و در باقی بخش‌های آن، استفاده از حلقه‌ها مانعی ندارد.

تمرین‌ها

تمرین ۱. مرد قرینه‌ای

شرح مسئله

پس از محبوب شدن **مرد نقطه‌ای ایران**، افراد دیگری نیز به کشف استعدادهای خود پرداخته و از تلویزیون درخواست تهیه گزارش کرده‌اند. حال مدیر تلویزیون از آنجایی که مشغول کارهای شخصی خود است و حوصله کار کردن ندارد، از شما خواسته است از فردی که ادعا می‌کند مرد قرینه‌ای ایران است گزارشی تهیه کنید. این فرد ادعا می‌کند که هر نوشته‌ای که به او بدهیم را می‌تواند تشخیص دهد که نوشته از دو طرف به یک صورت خوانده می‌شود یا خیر.

این فرد اما سواد کافی نداشته و تنها می‌تواند حروف الفبای انگلیسی را تشخیص دهد و از کاراکترهای دیگر چشم‌پوشی می‌کند؛ یعنی هر حرفی که جزو ۲۶ حرف انگلیسی نباشد (مثلاً "،" از حروف زبان انگلیسی نمی‌باشد) را در نظر نمی‌گیرد. علاوه بر آن، این فرد بین حروف بزرگ و کوچک نیز تمایزی قائل نمی‌شود. حال شما با بررسی ادعای این فرد، در گزارش خود به بینندگان پرشمارتان اعلام کنید که آیا این فرد واقعاً مرد قرینه‌ای ایران است یا خیر؟

تذکر: کد شما نباید به صورتی نوشته شود که در ابتدا تمام کاراکترهای غیر حرفی را حذف کند یا حروف بزرگ و کوچک را به هم تبدیل کند و بعد قرینه بودن آن را چک کند.

قالب ورودی

در هر سطر به شما یک رشته از کاراکترها داده می‌شود.

قالب خروجی

به ازای هر سطر از ورودی، شما باید بررسی کنید که آیا رشته حروف داده شده متقارن می‌باشد یا خیر. در صورت متقارن بودن، عبارت `true` و در غیر اینصورت `false` چاپ شود.

توجه کنید که کاراکترهای غیر از حروف الفبای انگلیسی، تاثیری در متقارن بودن یا نبودن عبارت ندارد!

ورودی و خروجی نمونه

ورودی ۱	خروجی ۱
maNAm	true
man marde gharine e hastam	false
Never Odd, or ,Even!	true

تمرین ۲. کتیبه های ناقص

شرح مسئله



در دوران مصریان باستان، چند تن از جوانان مصری که پس از اتمام تحصیلشان مشمول خدمت بردگی شده بودند، تصمیم گرفتند به جای دوره طاق‌فرسای بردگی، از امکان انجام کار علمی جایگزین استفاده کنند. آن‌ها که با اعداد مصری آشنا بودند به منشی‌گری و کتیبه‌نگاری نزد یکی از دانشمندان وقت مشغول شدند و محاسبات ریاضی مربوط به ساخت یکی از اهرام مصر را روی کتیبه‌ها ثبت کردند.

مشکل از اینجا شروع شد که آن‌ها دانش آموختگان نظام آموزشی قبل بوده‌اند و در زمانی که دروس پایه را می‌گذراندند، هنوز علامت‌های ریاضی اختراع نشده بود. این جوانان مغرور که فقط می‌خواستند کارشان را زودتر تمام کنند، به خودشان زحمت آموختن نحوه نگارش علائم را ندادند و وقت‌هایی که جناب دانشمند برای آنها یک عبارت را می‌خواند، فقط اعداد آن را به ترتیب حکاکی می‌کردند. مثلاً به جای عبارت $2+3-1=4$ فقط می‌نوشتند 4 3 1 2 !

اکنون یکی از دوستان شما که دانشجوی باستان‌شناسی است و در حال رمزگشایی این کتیبه‌ها است، معادل اعداد مصری را یافته است. او از شما می‌خواهد با داشتن عددهای یک عبارت و حاصل آن، عملگرهای بین اعداد را پیدا کنید. او همچنین بیان می‌کند که در آن زمان دانشمندان فقط با عملگرهای جمع، تفریق و ضرب آشنایی داشتند و برای آنها اولویتی قائل نبودند (یعنی عملگرها را از چپ به راست اعمال می‌کردند). شما برای او توضیح می‌دهید که شاید با ترکیب‌های مختلفی از عملگرها بتوان به حاصل یکسانی رسید و برای این مسئله لزوماً جواب یکتایی وجود ندارد، اما ظاهراً او هم فقط می‌خواهد کارش را زودتر تمام کند و پیدا کردن یک جواب ممکن هم کارش را راه می‌اندازد!

قالب ورودی

در سطر اول ورودی، به شما عدد طبیعی n که تعداد اعداد روی کتیبه است داده می‌شود.

$$3 \leq n \leq 10$$

در سطر دوم، n عدد حسابی a_i که با تک‌فاصله از هم جدا شده‌اند داده می‌شود.

$$0 \leq a_i \leq 10000$$

قالب خروجی

در تنها سطر خروجی، یکی از حالات ممکن علامت گذاری بین اعداد را چاپ کنید. توجه کنید که آخرین عدد در سطر دوم ورودی، حاصل عبارت می‌باشد. بنابراین در خروجی باید بین اعداد وارد شده به همان ترتیب، یکی از علامت های جمع (+)، تفریق (-)، و ضرب (*) را قرار دهید و عدد حاصل که آخرین عدد می‌باشد را با علامت مساوی (=) از آن جدا کنید. چنانچه هیچ راه حلی برای علامت گذاری این عبارت وجود نداشت عبارت No Solution! را چاپ کنید.

ورودی و خروجی نمونه

خروجی ۱	ورودی ۱
$55+3-45*33-25=404$	6 55 3 45 33 25 404

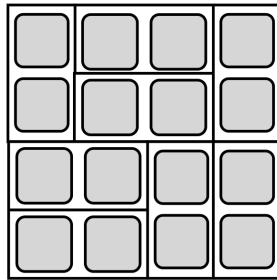
توضیح: با توجه به عدم وجود اولویت ترتیب در عملگرها، آنها را به ترتیب از چپ به راست اعمال می‌کنیم:
 $(((((55+3)-45)*33)-25)=404$

خروجی ۲	ورودی ۲
No Solution!	3 18 2 9

توضیح: هیچ راهی برای علامت گذاری بین 18 و 2 برای رسیدن به حاصل 9 وجود ندارد پس کتیه خراب بوده است!

تمرین ۳. آدم فضایی‌ها

شرح مسئله



	X	2	1	-1	1	
2	X	Z	X	-	1	
1	Z	X	Z	-	2	
-1	X	Z	X	Z	2	
1	-	-	Z	X	1	
		-1	2	2	1	Z

گروهی از آدم فضایی‌های دو سیاره‌ی X و Z به زمین سفر کرده‌اند و قصد دارند زمین را از آن خود کنند؛ زمینی‌ها برای جلوگیری از این کار قصد دارند آن‌ها را به گونه‌ای قرنطینه کنند که کم‌ترین قدرت را داشته باشند. در این صورت هیچ دو آدم فضایی متعلق به یک سیاره نباید در اطراف (بالا، پایین، چپ و راست) یکدیگر قرار داشته باشند؛ با این عمل آن‌ها دیگر نمی‌توانند با یکدیگر مشورت کنند و نقشه‌ای برای حمله طراحی کنند. انسان‌ها برای اجرای این قرنطینه، آدم فضایی‌ها را به دسته‌های دوتایی تقسیم کردند که شامل یک عضو از سیاره X و یک عضو از سیاره Z است. (تعداد آدم فضایی‌های سیاره X با سیاره Z برابر است). حال از شما می‌خواهیم تا برای نجات زمین این دسته‌ها را در یک اتاق $m \times n$ به طور افقی یا عمودی به گونه‌ای قرار دهید که شرایط قرنطینه حفظ شود. سطح این اتاق به فضاهای 2×1 یا 1×2 تقسیم شده است (شکل بالا سمت چپ). دسته‌های دوتایی آدم فضایی‌ها باید در این فضاها قرار بگیرند. به عبارت دیگر هر فضا باید شامل یک X و یک Z باشد. البته ممکن است بعضی فضاها کلاً خالی بماند (شکل بالا سمت راست). نحوه تقسیم‌بندی اتاق به این فضاها در ورودی به شما داده شده است. قابل ذکر است که دو عدد m و n به طور همزمان فرد نیستند. همچنین تعداد آدم فضایی‌های متعلق به سیاره X و Z که در هر ردیف و ستون قرار دارند به شما داده شده است (برای توضیح بیشتر بخش قالب ورودی را ببینید).

قالب ورودی

در ابتدا دو عدد طبیعی n و m به ترتیب از راست به چپ به شما داده می‌شود. سپس در m خط بعدی جدولی $m \times n$ داده می‌شود که مشخص‌کننده تقسیم اتاق به فضاهای افقی یا عمودی است. در این جدول هر دوتایی که به صورت افقی قرار بگیرد را با L و R مشخص می‌کنیم؛ آدم فضایی سمت راست در این دوتایی، با حرف R و آدم فضایی سمت چپ با حرف L نشان داده می‌شود. همچنین هر دوتایی که به صورت

عمودی قرار بگیرد را با T و B مشخص می‌کنیم؛ آدم فضایی بالا با T و آدم فضایی پایین با B مشخص می‌شوند. در این صورت با مشاهده یک L و R و یا یک T و B، آن دو خانه با هم یک دسته تشکیل خواهند داد. برای درک بهتر به نمونه زیر توجه کنید:

L	R	T
T	T	B
B	B	T
L	R	B

برای مثال در این جدول، یک دوتایی در خانه‌های (سطر=۰، ستون=۰) و (سطر=۰، ستون=۱) قرار می‌گیرد که یک دوتایی افقی است. یک دوتایی عمودی نیز در خانه‌های (سطر=۰، ستون=۲) و (سطر=۱، ستون=۲) قرار می‌گیرد.

پس از آن 4 خط در ادامه ورودی می‌آید که تعداد آدم فضایی‌های متعلق به هر سطر و ستون را نشان می‌دهد؛ عدد 1- به معنای نامشخص بودن این تعداد برای آن سطر یا ستون است. این چهار سطر به گونه زیر مشخص می‌شوند:

- سطر اول شامل n عدد که هر یک تعداد آدم فضایی‌های متعلق به سیاره‌ی X در هر ستون را از چپ به راست مشخص می‌کند.
- سطر دوم شامل n عدد که هر یک تعداد آدم فضایی‌های متعلق به سیاره‌ی Z در هر ستون را از چپ به راست مشخص می‌کند.
- سطر سوم شامل m عدد که هر یک تعداد آدم فضایی‌های متعلق به سیاره‌ی X در هر ردیف را از بالا به پایین مشخص می‌کند.
- سطر چهارم شامل m عدد که هر یک تعداد آدم فضایی‌های متعلق به سیاره‌ی Z در هر ردیف را از بالا به پایین مشخص می‌کند.

قالب خروجی

خروجی به صورت یک جدول $m \times n$ در m خط چاپ شود که هر عضو دسته را با توجه به سیاره‌اش با X یا Z و مکان‌های خالی جدول را با - نمایش دهید؛ در صورتی که قرنطینه کردن با ورودی داده شده امکان پذیر نبود، عبارت **No Solution!** چاپ شود. همچنین در صورت وجود چند پاسخ، یک پاسخ را به انتخاب خود چاپ کنید.

ورودی و خروجی نمونه

ورودی ۱	خروجی ۱
5 4 L R L R L R T T T T B B B B L R L R L R 1 3 -1 1 2 -1 2 1 2 2 -1 1 1 2 1 1 2 -1	Z X Z X X Z X - - X Z - - Z X Z Z X - -

همانطور که دیده می‌شود در ستون اول یک X، در ستون دوم سه X وجود دارد؛ در ستون سوم تعداد دو تا X وجود دارد که با توجه به اینکه عدد متناظر با آن -1 است، اهمیتی ندارد. در ستون آخر نیز یک X وجود دارد؛ به همین ترتیب تعداد Z ها نیز با اعداد داده شده متناظر است. همچنین افقی و عمودی بودن هر دسته نیز مطابق با نقشه‌ی ورودی است.

ورودی ۲	خروجی ۲
4 3 T L R B T T T B B B L R 1 2 2 1 2 2 2 2 -1 1 2 -1 1 1	No Solution!

برای این اتاق با اعداد داده شده راه‌حلی وجود ندارد.

نکات و نحوه تحویل

- کد هر سوال را در یک فایل مجزا با فرمت Q#.cpp قرار دهید. برای مثال نام فایل حاوی کد پاسخ سوال 1 می‌شود Q1.cpp. سپس کدهای خود را در قالب یک فایل فشرده با نام A2-SID.zip در صفحه‌ی ایلرن درس بارگذاری کنید که SID شماره دانشجویی شماست؛ برای مثال اگر شماره‌ی دانشجویی شما ۸۱۰۱۰۱۰۰۰ باشد، نام پرونده کد شما باید A2-810101000.zip باشد که شامل کد شما است.
- برنامه شما باید در سیستم عامل لینوکس و با مترجم g++ با استاندارد c++20 ترجمه و در زمان معقول برای ورودی‌های آزمون اجرا شود.
- درستی برنامه شما از طریق آزمون‌های خودکار سنجیده می‌شود؛ بنابراین از درستی کامل قالب خروجی برنامه خود اطمینان حاصل کنید و از دادن خروجی‌هایی که در صورت پروژه ذکر نشده است اجتناب کنید.
- هدف این تمرین یادگیری شماست. لطفاً تمرین را خودتان انجام دهید. در صورت کشف تقلب مطابق سیاست درس با آن برخورد خواهد شد.

نمرات

- تمیزی کد
 - رعایت کردن نام‌گذاری صحیح و انسجام¹
 - عدم وجود کد تکراری
 - رعایت دندان‌گذاری²
 - عدم استفاده از متغیرهای گلوبال
 - استفاده صحیح از متغیرهای ثابت³ به جای Magic Value-ها
 - ساختاردهی کد در قالب توابع کوتاه که فقط یک کار را انجام می‌دهند
- درستی کد
 - آزمون‌های خودکار
- طراحی بازگشتی
 - پیاده‌سازی الگوریتم بازگشتی و عدم استفاده از حلقه (به جز ورودی/خروجی)

دقت کنید که موارد ذکر شده لزوماً کل نمره شما را تشکیل نمی‌دهند و ممکن است با تغییراتی همراه باشند.

¹ Consistency

² Indentation

³ Constant