

## ماشین حساب

- محدودیت زمان: ۱ ثانیه
- محدودیت حافظه: ۲۵۶ مگابایت

## صورت پروژه

هدف از پروژه پیاده سازی یک ماشین حساب با اعمال جمع، ضرب و منها است. در ابتدا یک رشته اولیه بر روی ماشین حساب نوشته شده است که نشانگر (*cursor*) در ابتدای رشته (قبل حرف اول) قرار دارد.

سپس از شما خواسته می شود که  $q$  دستور را اجرا کنید که انواع دستورها به شرح زیر هستند :

- $<$  : نشانگر را یک حرف به سمت راست می برد.
- $>$  : نشانگر را یک حرف به سمت چپ می برد.
- $+ c$  : کاراکتر  $c$  را به رشته کاراکتری موجود اضافه کرده (پشت نشانگر) و نشانگر را به سمت راست می برد.
- $-$  : کاراکتر قبل نشانگر را پاک می کند.
- $?$  : رشته موجود را باید به همراه مکان نشانگر (حرف | نماد نشانگر است) چاپ کنید.
- $!$  : جواب حاصل از محاسبه رشته نوشته شده را چاپ کنید.

## نکات

- حرف  $c$  یا یک رقم (ارقام ۰ تا ۹) یا یک علامت ( $+$  و  $*$  و  $-$ ) و یا پرانتز است.
- وقتی دستور  $!$  وارد می شود رشته مورد نظر حتما قابل محاسبه (پرانتز گذاری ها درسته بوده و ...) است.
- پس از اجرای دستور  $!$  به دلیل اینکه ممکن است حاصل رشته عددی بسیار بزرگ شود از شما خواسته می شود که باقی مانده ی تقسیم حاصل رشته بر عدد  $10^9 + 7$  را بدست آورید. یعنی پس از هر عملیات (ضرب، جمع یا تفریق) حاصل را بر عدد  $10^9 + 7$  باقی مانده بگیرید.
- نشانگر ممکن است در ابتدای رشته بوده و دستور  $>$  وارد شود یا در انتهای رشته بوده و دستور  $<$  وارد شود که در هر دو حالت نشانگر نباید جابجا شود.

## ورودی

خط اول ورودی شامل یک عدد طبیعی  $q$  است که نشان دهنده تعداد دستورات است.

خط دوم شامل رشته‌ی اولیه می‌شود که فقط شامل حروف زیر می‌شود:

$+$  ,  $-$  ,  $*$  ,  $($  ,  $)$

$$1 \leq q \leq 3 \times 10^5$$

خطوط بعدی نیز شامل دستورات اشاره شده در بخش توضیحات است.

تضمین می‌شود که طول رشته در حین اجرای دستورات از  $10^5$  بزرگ‌تر نشود و حداکثر ۲۰ دستور از نوع ؟ و ! (هر کدام جدا) وارد شود.

## خروجی

دستورات را اجرا کنید و خروجی هر دستور (در صورت وجود) را در یک خط جدا چاپ کنید.

## مثال

## ورودی نمونه

```
16
(2+3)
>
>
?
+ 5
?
!
-
!
>
>
>
?
+ *
```

+ 2  
?  
!

## خروجی نمونه

(2|+3)  
(25|+3)  
28  
5  
(2+3)|  
(2+3)\*2|  
10

دقت کنید که این علاوه بر نمره ثبت شده توسط داوری، نحوه پیاده سازی شما نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در پیاده سازی شما برای هر بخش، باید از ساختمان داده های زیر استفاده شود:

## نحوه پیاده‌سازی

نمره‌ی بدست آمده توسط کد شما در کوئرا، ۳۰ نمره از ۱۰۰ نمره پروژه را خواهد داشت. بقیه نمره بر اساس پیروی از موارد زیر است:

## نگهداری رشته (۲۰ نمره)

رشته‌ی نوشته شده روی ماشین حساب باید در یک لیست پیوندی (*linked list*) نگهداری شود زیرا در دستورات + و یا - ممکن است از وسط رشته حرفی کم و یا اضافه شود که در لیست پیوندی این عملیات در  $O(1)$  انجام می‌شود. (می‌توانید از لیست پیوندی تعریف شده در زبان خود استفاده کنید.)

## محاسبه رشته (۲۰ نمره)

برای اینکه محاسبات ما سرعت بیشتری داشته باشد باید نحوه ذخیره سازی رشته رو تغییر دهیم. عبارت‌هایی که ما به طور معمول باهاشان سروکار داریم *Infix* نامیده می‌شوند ولی برای اینکه پیچیدگی بخش محاسبه را کمتر کنیم بهتر است رشته‌ی ما به صورت *Postfix* ذخیره شود. برای پیاده سازی این بخش باید از *Stack* استفاده کنید و می‌توانید اطلاعات تکمیلی را از این لینک در مورد انواع ذخیره سازی رشته های عددی بدست آورید.

## نگهداری جواب رشته (۳۰ نمره)

پس از هر دستور ! خروجی رشته و رشته باید به یک جدول درهم (*hash table*) اضافه شوند (به اصطلاح *cache* شوند) که اگر خروجی همان رشته دوباره خواسته شد، بدون نیاز به محاسبه خروجی از جدول بدست بیاید. توجه کنید که برای نگه داری رشته در جدول درهم، باید یک تابع درهم ساز (*hash function*) تعریف کنید که در  $O(n)$  حساب می‌شود. (می‌توانید از جدول درهم و تابع درهم ساز تعریف شده در زبان خود استفاده کنید.)