

معمای رمزنگاری حسابی

- محدودیت زمان: ۲ ثانیه
- محدودیت حافظه: ۲۵۶ مگابایت

در درس با مفاهیم "روش پس‌گرد (Backtracking)" و "مدیریت استثنائات (Exception Handling)" آشنا شده‌اید. در این تمرین می‌خواهیم به پیاده‌سازی این مفاهیم بپردازیم.

مقدمه

معمای رمزنگاری حسابی (Cryptarithmic Puzzles) نوعی معماهای ریاضی هستند که در آنها ارقام اعداد با حروف جایگزین می‌شوند. هر حرف نمایانگر یک رقم منحصر به فرد از ۰ تا ۹ است و هیچ دو حرفی نمی‌توانند نمایانگر یک رقم یکسان باشند. هدف این است که حروف را با ارقام جایگزین کنید به طوری که معادله ریاضی معتبر بماند. این معماها علاوه بر جذابیت و سرگرمی، به بهبود توانایی‌های حل مسئله و تفکر منطقی کمک می‌کنند.

در یک معمای رمزنگاری حسابی، تعدادی کلمه به همراه یک کلمه نتیجه وجود دارند. هر کلمه شامل حروفی است که نمایانگر ارقام اعداد هستند. وقتی حروف با ارقام جایگزین می‌شوند، جمع اعداد حاصل از کلمات ورودی باید برابر با عدد حاصل از کلمه نتیجه باشد. رقم صفر نمی‌تواند جایگزین اولین حرف کلمات شود (با ارزش‌ترین رقم اعداد جایگزین نمی‌تواند صفر باشد).

به عنوان مثال، در معمای زیر:

SEND + MORE = MONEY

هر حرف به یک رقم منحصر به فرد مربوط می‌شود و هنگامی که حروف با ارقام جایگزین می‌شوند، معادله باید صحیح باشد. به عنوان مثال، اگر تخصیص ارقام به حروف به صورت زیر باشد:

S -> 9
 E -> 5
 N -> 6
 D -> 7
 M -> 1
 O -> 0
 R -> 8
 Y -> 2

این تخصیص منجر به معادله زیر می‌شود:

$$9567 + 1085 = 10652$$

که صحیح است.

در این تمرین، شما باید برنامه‌ای برای حل معماهای رمزنگاری حسابی با استفاده از روش بک‌ترکیب بنویسید. همچنین برنامه‌ی شما باید توانایی مدیریت استثناهای ممکن را داشته باشد. به این صورت که برای استثناهای مختلف، طبق مفاهیم این مبحث، کلاس‌های مناسب تعریف کرده، بروز خطا و مدیریت آن را در محل‌های مناسب تشخیص داده و انجام دهد. کلاس‌های استثنا باید متن مناسبی را نیز در ساختار خود برای نمایش خطای مربوطه به کاربر در خود ذخیره کنند.

استثناها (و متن خطای آن‌ها):

- معمای بدون راه حل

No solution exists for the given puzzle.

- حداکثر حروف منحصر به فرد: از آنجا که فقط ۱۰ رقم (۰-۹) وجود دارد، معمایی که بیش از ۱۰ حرف منحصر به فرد در کلمات آن وجود داشته باشد، غیرقابل رمزنگاری است.

Too many unique letters in the puzzle.

- طول کلمه‌ی نتیجه: تعداد حروف کلمه‌ی باید حداقل با طول بزرگترین کلمه‌ی ورودی برابر و حداکثر دو برابر آن باشد.

The length of the result word does not match the expected length.

- کاراکترهای غیرالفبایی: همه‌ی کاراکترهای کلمات باید از حروف الفبای انگلیسی باشند.

Non-alphabetic characters present in input.

- فرمت ورودی نامعتبر: فرمت ورودی مورد انتظار، پایین‌تر در بخش ورودی توضیح داده شده است.

در صورتی که جایگاه کلمه‌ای خالی باشد (چند علامت ریاضی پشت‌سرهم دیده شوند)، جایگاه یک علامت ریاضی خالی باشد (چند کلمه پشت‌سرهم دیده شوند)، ورودی با علامت ریاضی شروع یا خاتمه یابد (اولین کلمه‌ی ورودی یا کلمه‌ی نتیجه وجود نداشته باشند) و یا علامت مساوی چند بار تکرار شود، یا آخرین عملیات ریاضی نباشد و یا در ورودی نیامده باشد، فرمت ورودی نامعتبر است.

Invalid input format.

- کلمات تکراری: ورودی نباید شامل کلمات تکراری باشد تا از ابهام جلوگیری شود. دقت کنید که وجود کلماتی با حروف یکسان و جابه‌جاشده مجاز است.

Duplicate words found in input.

خطاهای بالا به طور هم‌زمان رخ نمی‌دهند. نیازی به هندل کردن موارد این‌چنینی نیست.

ورودی

ورودی برنامه ۱ خط است که حاوی یک معما به فرمت زیر است:

WORD1 + WORD2 + ... + WORDN = RESULT

حداقل تعداد کلمه‌ی ورودی ۲ کلمه است. کلمات ورودی با علامت + از هم جدا شده‌اند. در انتهای خط ورودی کلمه‌ی نتیجه با علامت مساوی از سایر کلمات جدا شده است.

خروجی

خروجی برنامه سه حالت دارد:

اگر راه‌حلی برای معمای ورودی پیدا شد، پیغام زیر چاپ شده و اجرای برنامه خاتمه یابد:

`Solution Found!`

اگر راه‌حلی برای معمای ورودی ممکن نیست، پیغام مربوطه چاپ شده و اجرای برنامه خاتمه یابد:

`Error: No solution exists for the given puzzle.`

اگر یکی از استثنای ذکرشده رخ دهد، پیغام مربوطه چاپ شده و اجرای برنامه خاتمه یابد:

`Error: [RELATED_ERROR_MESSAGE]`

نکته

برنامه‌ی شما باید متد لازم برای نگهداری و چاپ کدگذاری پیدا شده (در صورت قابل‌حل بودن معما) را داشته باشد، اما این کدگذاری در خروجی برنامه چاپ نمی‌شود. این بخش از کد برنامه‌ی شما به صورت دستی بررسی خواهد شد. نحوه‌ی نگهداری و چاپ کدگذاری به دلخواه خودتان است.

کد نمونه

می‌توانید از این کد نمونه `Cryptarithmic Puzzles.cpp` که نشان‌دهنده‌ی ساختار کلی کلاس‌ها و توابع موردنیاز برنامه است، برای حل تمرین استفاده کنید.

دقت کنید که هدف این تمرین ارزیابی مهارت شما در پیاده‌سازی روش پس‌گرد و مدیریت استثنایها و رعایت نکات ذکرشده است، بنابراین علاوه بر نمره‌ی تست‌کیس، کد شما بررسی می‌شود.

ورودی نمونه ۱

AP + IS + FUN = TRUE

خروجی نمونه ۱

Solution Found!

ورودی نمونه ۲

ONE + TWO = THREE

خروجی نمونه ۲

Error: No solution exists for the given puzzle.

ورودی نمونه ۳

FORTY + TEN + TEN = SIXTY

خروجی نمونه ۳

Error: Duplicate words found in input.

ورودی نمونه ۴

UNIQUE + LETTERS = PROBLEM

خروجی نمونه ۴

Error: Too many unique letters in the puzzle.