

Metody programowania 2019/2020

Pathfinder

P05

Polecenie:

Napisz algorytm znajdowania drogi między dwoma punktami na dwa sposoby, z wykorzystaniem rekurencji oraz iteracyjnie, z wykorzystaniem stosu.

Wejście:

Pojedynczy test składa się z następujących pól:

- dwie liczby naturalne dodatnie **n** i **m** wskazujące odpowiednio na szerokość i wysokość rozważanej planszy,
- **m** wierszy po **n** znaków 0 lub 1, kodujących planszę, wiersze na wejściu pojawiają się od wierszy indeksowanych jako m-1, aż do wiersza o indeksie 0 (patrz przykład),
- liczba naturalna **t**, sygnalizująca liczbę zapytań,
- **t** wierszy z zapytaniem, gdzie każde zapytanie składa się z:
 - znaku R lub I - oznaczającego wykonanie algorytmu rekurencyjnego lub iteracyjnego
 - dwie liczby - oznaczające współrzędne punktu startowego na osiach X oraz Y
 - dwie liczby - oznaczające współrzędne punktu docelowego na osiach X oraz Y

Wyjście:

Dla każdego problemu program powinien wypisać literę R lub I w zależności od tego który algorytm został uruchomiony, a w dalszej kolejności ciąg liter spośród zbioru {N, S, W, E} (odpowiednio północ, południe, zachód i wschód) oddzielonych pojedynczą spacją reprezentujące kierunki kroków, które należy wykonać, aby dostać się z punktu początkowego do docelowego. W przypadku, gdy droga nie istnieje, zamiast ciągu znaków wskazujących ścieżkę, na wyjściu powinien pojawić się znak X.

Założenia i wymagania:

1. Cyfra 1 koduje nieprzekraczalną ścianę, poruszać się można jedynie po polach kodowanych przez 0. Nie można również wychodzić poza obszar planszy.
2. Można założyć, że drogę z punktu początkowego do docelowego można wyznaczyć w sposób jednoznaczny, a sama plansza nie zawiera cykli.
3. Informacje i zapytania podawane na wejściu są poprawne, tj. punkt początkowy i punkt docelowy zawsze znajdują się na polu kodowanym przez 0.
4. Należy utworzyć dwie klasy **RecursivePathfinder** oraz **IterativePathfinder** z odpowiednią metodą **findPath** (obie klasy mogą posiadać pola i metody pomocnicze).
5. Algorytm rekurencyjny nie może posiadać **żadnej pętli**, dotyczy to również funkcji pomocniczych, natomiast do napisania algorytmu iteracyjnego można wykorzystać **wyłącznie jedną** pętlę **while**. W szczególności pojedynczy krok algorytmu rekurencyjnego i pojedyncza iteracja algorytmu iteracyjnego powinna mieć złożoność $O(1)$.
6. Pętle służące wczytaniu danych i zapytań oraz wypisaniu ścieżki po zakończeniu algorytmu są dozwolone.
7. Można korzystać z gotowej struktury danych typu **LinkedList** (m.in. jako stosu), ale należy być świadomym, które operacje są wykonywane w czasie stałym (np. dostęp do arbitralnego elementu listy wiązanej jest operacją o złożoności liniowej).
8. Jedyne dozwolone importy to `java.util.Scanner` oraz `java.util.LinkedList`.

Przykładowy test:

Wejście:	Wyjście:
5 5 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 12 r 0 3 0 1 r 0 0 4 4 r 4 0 4 4 r 3 1 4 4 r 4 0 4 0 r 2 0 3 3 i 0 3 0 1 i 0 0 4 4 i 4 0 4 4 i 3 1 4 4 i 4 0 4 0 i 2 0 3 3	 r E E S S S W W N r E E N N N E N E r X r W N N E N E r r N N N E i E E S S S W W N i E E N N N E N E i X i W N N E N E i i N N N E

Poniżej znajduje się fragment klasy reprezentującej planszę, na której można bazować. Klasa zawiera między innymi pomocnicze metody rysowania planszy wraz ze współrzędnymi. Metoda **print()** dla powyższego przykładu wygeneruje:

```

|###| 4
|  #| 3
|## ##| 2
|  #  #| 1
|  #  | 0
-----

```

01234

Natomiast wywołanie `printPosition(0,3)` oraz `printPosition(0,1)` wygenerują:

```

|###| 4
|x  #| 3
|## ##| 2
|  #  #| 1
|  #  | 0
-----

```

```

|###| 4
|  #| 3
|## ##| 2
|x#  #| 1
|  #  | 0
-----

```

```

class Labirynt {
    boolean[][] board_;
    int height_, width_;

    public Labirynt(boolean[][] board, int height, int width) {
        this.board_ = board;
        this.height_ = height;
        this.width_ = width;
    }

    public int getHeight() {
        return height_;
    }

    public int getWidth() {
        return width_;
    }

    public void print() {
        for(int w = 0; w < width_+2; w++ )
            System.out.print('_');
        System.out.println();
        for(int h = 0; h < height_; h++ ) {
            System.out.print('|');
            for(int w = 0; w < width_; w++ ) {
                System.out.print(board_[w][height_-h-1] ? (char) 35 : " ");
            }
            System.out.println("| " + (height_-h-1));
        }
        for(int w = 0; w < width_+2; w++ )
            System.out.print((char) 175);
        System.out.print("\n ");
        for(int w = 0; w < width_; w++ ) {
            System.out.print(w%10);
        }
        System.out.println();
    }

    public void printPosition(int x, int y) {
        for(int w = 0; w < width_+2; w++ )
            System.out.print('_');
        System.out.println();
        for(int h = 0; h < height_; h++ ) {
            System.out.print('|');
            for(int w = 0; w < width_; w++ ) {
                if (w==x && height_-h-1==y)
                    System.out.print(board_[w][height_-h-1] ? (char) 35 : "x");
                else
                    System.out.print(board_[w][height_-h-1] ? (char) 35 : " ");
            }
            System.out.println("| ");
        }
        for(int w = 0; w < width_+2; w++ )
            System.out.print((char) 175);
        System.out.println();
    }
}

```

Tło historyczne (niekonieczne do zrozumienia zadania):

Analiza atmosfery oraz dane uzyskane poprzez intergalaktyczną sondę rejestrującą zmiany w xeno-spektrze planety Zikkurath-36-B sugerują, że w górnych częściach koryt pozostałych po nieistniejących już rzekach azotowych wyewoluowały ζ -drzewa. Istnieją uzasadnione podejrzenia, że produkowane przez nie cystosofile są w stanie zapewnić organizmowi energię słoneczną pomimo ekstremalnych wahań warunków termalnych i atmosferycznych. Minęły już 24 lata kiedy wysłano bezzałogową misję, której celem było zweryfikowanie tej hipotezy. Trzonem misji był łazik NewHope obsługiwany pół-zdalnie z naszej planety, który dotychczas pokonał setki tysięcy metrów w poszukiwaniu ζ -drzew.

Po dwóch miesiącach od lądowania potężny huragan słoneczny B-OMG-36xxx-Rifez spowodował utratę kontaktu z łazikiem. W rezultacie niemożliwe było kontynuowanie kontrolowanej eksploracji planety. Na szczęście przezorni inżynierowie wyposażyli łazik w proto-świadomość, umożliwiającą mu samodzielne kontynuowanie zaplanowanych badań. Protokół awaryjny uruchamiał mechanizm propagacji sygnału SEE-D w kierunku planetoidy trojańskiej 5261-36-B, gdzie znajduje się jedna ze starych radzieckich satelit-amplifikatorów systemu GORIZON. W teorii, nadal umożliwiającą wzmocnienie sygnału i dostarczenie go do Ziemi.

Nikt nie testował rozwiązania wykorzystującego radziecki system anten GORIZON, ale też nikt nie planował wypadku i komplikacji związanych z huraganem klasy Rifez obserwowanym nie częściej niż co 500 lat. Ze względu na brak środków wkrótce zrezygnowano z nasłuchu, a dotychczasowy kierownik misji odnalazł nowe życiowe powołanie - grę na banjo. W rezultacie nadzieja, że uda się odzyskać wiedzę dotychczas zebraną przez NewHope, wygasła.

Na Starej Ziemi już dawno nie prowadzi się regularnych nasłuchów radzieckich wzmacniaczy GORIZON - systemu rozproszonego po 23 układach słonecznych. Strategiczna wartość tego regionu galaktyki z czasem malała, a i nawet korporacje nie potrafiły dostrzec tam komercyjnego potencjału. Tylko od czasu do czasu, operatorzy-hobbyści nadal kierują w tą stronę odbiorniki. Jeśli dopisze szczęście, można odebrać przekaz ze starym radzieckim marszem wykorzystywanym do synchronizacji systemu GORIZON. Po ponad czterech wiekach wszystkie 47 porzuconych satelit systemu wciąż ze swoim maszynowym uporem przekazuje sobie cyklicznie ten marsz. Liczne burze radiacyjne na które narażony był krążący sygnał zniekształciły go i z czasem zaczął przypominać neo-noise-punk'owy cover oryginalnego utworu.

Jednak w ostatnich czasach sytuacja Konfederacji Ziem Zjednoczonych (KZZ) uległa skomplikowaniu. Drastyczny wzrost zapotrzebowania na energię wywindował status utraty komunikacji z NewHope z poziomu "nie będziemy finansować Waszego kolejnego sporu akademickiego" do "nasza wolność energetyczna jest zagrożona". Stało się jasne, że cystosofile ζ -drzew są najbardziej obiecującym pomysłem za zażegnanie kryzysu.

Nie trzeba było czekać długo, żeby liczne korporacje przeprofilowały swoje działy R&D i zaangażowały się misję ratunkową dla łazika samotnie przemierzającego Zikkurath-36-B. Okazało się, że m.in. finansowanie badań tosterów laserowych i bomb infra-fotonowych oraz emisja dość ekscentrycznego programu "большой компаньон - Saturn edition" nie są potrzebami podstawowymi i znaleziono gigantyczne pokłady pieniędzy, aby wesprzeć nadchodzącą misję (oraz oczywiście, aby móc później rościć sobie prawa do nowego źródła energii). Wkrótce, liczne radioteleskopy zwróciły się na system GORIZON, gdzie spodziewano się odnaleźć wzmocniony sygnał klasy SEE-D. Obywatelom również zalecono nasłuch na falach 40-50 mili, zaznaczając jednak, żeby robić to po godzinach a nie w pracy, bo przecież gospodarka też jest ważna.

Nie spodziewano się pierwszych rezultatów tak szybko, ale po zaledwie paru miesiącach wyczekiwania, grupa studentów z II Uniwersytetu na Ganimedesie odebrała pierwszy sygnał klasy SEE-D wpleciony w słowa marszu: "... подними свою грудь ...". Informacja obiegła wszystkie nagłówki gazet, a przygotowania do misji mogły wejść w drugi etap.

KZZ może się pochwalić wieloma wybitnymi naukowcami, którzy prężnie posuwają horyzont nauki w nieznanie. Lecz tylko dwoje z nich rozpatrywano jako zdolnych do przeprowadzenia tej misji. Ich nazwiska zna każdy obywatel, a dzieci potrafią je wymówić zaraz za "ma-ma" i "ta-ta". Ryszard i Marcin - poskramiacze złożoności. Dwa zespoły, jeden finansowany z budżetu Konfederacji, a drugi przez korporacyjny konglomerat rozpoczęły przygotowania do wyprawy.

I w ten sposób Drogi Czytelniku trafiliśmy do naszego niewielkiego, znanego z załatwiania najbardziej brudnej roboty, biura zlokalizowanego po Ciemnej Stronie Księżyca orbitującego wokół Starej Ziemi. Tak się złożyło, że niezależnie, zarówno od zespołu Ryszarda, jak i konkurującego z nim zespołu Marcina, otrzymaliśmy nowe zlecenie, odnaleźć NewHope na Zikkurath-36-B. Czas znowu pobrudzić sobie ręce.

Sygnał SEE-D zawiera współrzędne bezwzględne położenia łazika i odnalezionych ζ -drzew, ale niestety teren w górnych partiach koryt jest trudno dostępny ze względu na wąwozowy charakter terenu. Sygnał klasy SEE-D zawiera również informację o ostatnich współrzędnych bezwzględnych łazika, w którym teren jest dostatecznie dobry do lądowania. Co więcej, atmosfera utrudnia śledzenie on-line własnej lokalizacji, zatem konieczne będzie posiadanie back-upu w postaci urządzenia wspomagającego przeszukiwanie meandrów koryt na Zikkurath-36-B bez wsparcia łączności satelitarnej.

Oba zespoły ratownicze zleciły nam identyczny algorytm wyznaczania drogi od miejsca lądowania, do miejsca położenia łazika. Zlecenia jednak różnią się w specyfikacji. Zespół Ryszarda jest zwolennikiem metody ReCuSov: "Road end - Come up - Select other vain". Podczas, gdy Marcin wyznaje natomiast zasadę LoOp: "Log obstacles - Override problems".