

Korespondenční Seminář z Programování

34. ročník

KSP

Květen 2022

Milí řešitelé, řešitelky a řešitelčata!

Dostává se k vám poslední (páté) číslo hlavní kategorie letošního 34. ročníku KSP.

Opět se můžete těšit na dvě praktické a dvě teoretické úlohy a také na **závěr Manimového seriálu**. Společně s termínem této série pak také **končí prodloužený termín všech předchozích dílů seriálu** a po této sérii zveřejníme ke všem dílům jejich řešení.

Za úspěšné řešení KSP můžete být **přijati na MFF UK bez přijímacích zkoušek**. Úspěšným řešitelem se stává ten, kdo získá za celý ročník (této kategorie) alespoň 50 % bodů. Také každému řešiteli, který v tomto ročníku z každé série dostane alespoň 5 bodů, darujeme KSP propisku, blok, nálepku na notebook a možná i další překvapení.

Termín série: neděle 12. června ve 32:00 (tedy další ráno v 8:00)


Odevzdávání: Přes web na adrese <https://ksp.mff.cuni.cz/h/odevzdavatko/>

Odměna série: Každému, kdo získá aspoň 2 body z každého dílu seriálu, pošleme sladkou odměnu.



Pátá série třicátého čtvrtého ročníku KSP

34-5-1 Lehátka 9 bodů

 Šéf prázdninového resortu pro samotářské hrochy řeší vážný problém! Doslechl se, že by k němu mělo následující den dorazit H hrochů, kteří u něj budou chtít strávit co nejvíce samotářskou dovolenou u moře. Se společným stravováním není problém, každý hroch bude snídat a večeřet jindy. Ale vyskytl se velký problém s lehátko na pláži.

Hroši by totiž nejraději trávili většinu dne poleháváním v lehátko na pláži ... což ale znamená, že se jich ve stejnou chvíli na pláži sejde mnoho. Lehátka už jsou na pláži rozestavená a je jich určitě více než H , ale posunout už je bohužel nejde, to by si zase stěžovala estetická prázdninová komise pro rozmístění lehátek. Jediné, co šéf resortu může udělat, je určit, která z lehátek obsadí, aby samotářští hroši byli co možná nejdále od všech ostatních.

Lehátka jsou rozestavená v jedné linii na dlouhé pláži (a jejich rozestavení rozhodně nemusí být pravidelné). Pomozte šéfovi resortu z L lehátek vybrat H takových, aby vzdálenost mezi dvojicí nejbližších vybraných lehátek byla co největší možná (jinými slovy cílem je maximalizovat minimum ze vzdáleností mezi libovolnými vybranými lehátko).

Toto je praktická open-data úloha. V odevzdávacím systému si necháte vygenerovat vstupy a odevzdáte příslušné výstupy. Záleží jen na vás, jak výstupy vyrobíte.

Formát vstupu: Na prvním řádku dostanete čísla H a L udávající počet hrochů, kteří přijedou, a počet již rozestavených lehátek na pláži. Bude vždy platit $H < L$. Na dalších L řádcích pak dostanete celočíselné vzdálenosti lehátek od začátku pláže uspořádané od nejbližšího lehátka k nejbližšímu. Na pozice lehátek může být nutný 64-bitový datový typ.

Formát výstupu: Na prvním řádku uveďte jedno celé číslo udávající nalezenou minimální vzdálenost mezi vybranými lehátko. Na dalších H řádcích pak vypište indexy vybraných lehátek ze vstupu (indexujeme od nuly).

Ukázkový vstup:


4 6
0
2
6
7
9
14

Ukázkový výstup:

3
0
2
4
5

Příklad: Vybraná lehátka jsou na pozicích 0, 6, 9, 14 a minimální vzdálenost mezi nimi je 3. Větší minimální vzdálenosti již dosáhnout nelze.

34-5-2 Veletrh 12 bodů

 Kevin se Sárkou a Petrem se dostali na řešitelský veletrh – veletrh všemožných udělátek, které můžou pomoci řešitelům korespondenčních seminářů v řešení úloh. Věci jako *Věčná řešitelova propiska*, které nedojde inkoust těsně před deadline, *Čajomilův samomíchací hrneček* na silný čaj pro dlouhé noční řešení úloh, *Vyšlív generátor protipříkladů* na eliminaci špatných řešení nebo třeba *MyšAnOrg – Myšlenkový analyzátor orgů*, který prozradí, na co přesně orgové mysleli, když vymýšleli zadání.

Všem třem jdou oči kolem dokola ze všech těch tajů a vyvozeností. A tak se rozhodli toho vidět co možná nejvíce. Povedlo se jim sehnat plánec celého veletržního areálu, který se sestává z mnoha místností a cest mezi nimi. Někdo chytrý navíc do plánu poznamenal doby přesunu skrz jednotlivé chodby a to, že některé z nich fungují jenom jednosměrně (Kevin se už těší na jízdu skluzavkou z nejvyššího patra až do suterénu).

Veletrh funguje tak, že v určitých místnostech v určitých časech probíhají události (třeba představení nějakého produktu nebo ukáзка, jak ho co nejlépe použít k řešení úloh). Každá událost někdy začíná a trvá celý počet minut.

Protože Kevin, Sára ani Petr nezvládnou předem říci, jestli bude zajímavější *Nakopávací připomínáč deadlineů* nebo snad *Deštiodolný zápisník*, tak se rozhodli, že budou svoji

cestu po veletrhu plánovat čistě podle počtu minut, které se jim povede strávit na nějaké události.

Všechny přesuny mají délku v celých minutách a v libovolné místnosti je možné čekat nějaký celý počet minut. Každá celá minuta strávená v místnosti s probíhající událostí se počítá (bez ohledu na to, jestli jsme přišli na začátek nebo do prostředka události).

Vášim úkolem bude v zadaném grafu veletrhu a pro zadaný rozpis událostí najít co nejlepší trasu (kterými cestami jít a ve kterých místnostech jak dlouho čekat) tak, abyste dosáhli co největšího počtu minut stráveného na nějaké události. Začínáte v místnosti 0 v čase 0 a skončit můžete kdekoliv.

Toto je praktická open-data úloha. V odevzdávacím systému si necháte vygenerovat vstupy a odevzdáte příslušné výstupy. Záleží jen na vás, jak výstupy vyrobíte.

Formát vstupu: Na prvním řádku vstupu dostanete čísla N , M a U udávající počet místností (vrcholů grafu), chodeb mezi nimi (hran) a událostí. Místnosti číslujeme od 0.

Na dalších M řádcích pak bude vždy trojice čísel A_i , B_i a C_i popisující orientovanou hranu z místnosti A_i do místnosti B_i , jež trvá projít C_i minut.

A nakonec na dalších U řádcích budou trojice čísel M_i , T_i a D_i udávající číslo místnosti M_i , ve které se koná i -tá událost, čas začátku události T_i (v celých minutách od začátku veletrhu) a délku trvání události D_i v celých minutách. V téže místnosti nikdy neprobíhá více událostí současně. Slibujeme, že pro první dvě třetiny vstupů budou délky událostí vždy 1.

Formát výstupu: Na první řádek výstupu uveďte jedno celé číslo udávající největší počet minut událostí, které mohou Kevin se Sárrou a Petrem stihnout. Pak uveďte kroky vámi nalezené trasy přes veletrh, každý krok na jednom řádku. Pro přesun do jiného vrcholu vypište znak P, mezeru a pak index cílového vrcholu (musí existovat hrana ze současného do cílového vrcholu). Pro čekání v současném vrcholu vypište znak C, mezeru a nenulový počet minut, které čekáte v tomto vrcholu.

Ukázkový vstup:

```
3 4 5
0 1 2
0 2 6
1 2 5
2 0 1
0 1 4
1 4 5
1 10 2
2 0 3
2 4 5
```

Ukázkový výstup:

```
8
C 3
P 1
C 7
```

Kevin nejprve stráví 3 minuty ve vrcholu 0. Stihne tam první 2 minuty události 0 1 4, načež odejde do vrcholu 1. Tam dorazí v čase 5, tedy během události 1 4 5. Z té zažije 4 minuty, pak si dá minutu pauzu a nakonec v tomtéž vrcholu zažije celou událost 1 10 2. Celkem tedy stihne 8 minut událostí.

34-5-3 Jednoznačné cestování

12 bodů

Organizátory řešitelského veletrhu po prvním dni udivilo, že nemají dostatek peněz na provoz veletrhu i následující dny. Proto se rozhodli, že se za průchody chodbami bude platit. Na rozdíl od předchozí úlohy je každou chodbou možné chodit oběma směry a poplatek v obou směrech bude totožný.

Také zjistili, že lidé na veletrhu mnohdy netuší, kudy se vydat do jaké místnosti. Rádi by určili ceny za průchod chodbami tak, aby existovala právě jedna nejlevnější cesta mezi každou dvojicí místností. Současně ale chtějí, aby se účastníci veletrhu moc nenachodili. Nejlevnější cesta mezi dvojicí místností by tedy vždy měla být i nejkratší.

Organizátoři po dlouhém zkoušení přiřazování cen za průchody chodbou stále nemůžou najít vyhovující nacenění. Rozhodli se tedy, že požádají o pomoc řešitele (těch mají totiž na řešitelském veletrhu opravdu hodně).

Vášim úkolem tedy bude pro zadaný neorientovaný graf přiřadit hranám kladné celočíselné ceny tak, aby pro každou dvojici vrcholů existovala pouze jedna cesta mezi nimi s nejmenším součtem cen a ta byla současně i tou nejkratší (obsahovala nejmenší možný počet hran).

Vaše řešení bude hodnoceno nejen podle časové složitosti, ale hlavně podle toho, jak velká čísla hranám bude přidávat. Jakožto účastníci totiž chcete platit co nejméně. Zajímá nás ovšem jen asymptotický odhad největší použité ceny podle počtu vrcholů nebo hran grafu. Může se jednat i o hodně velká čísla. V odhadu složitosti algoritmu však můžete uvažovat, že s takto velkými čísly lze stále provádět základní operace v konstantním čase.

34-5-4 Dělení ve velkém

12 bodů

Ondra se rozhodl, že začne trénovat na soutěžní programování. Otevřel první úložku, proskočil zadání a nakódlil řešení. Jenže ouha, dostal verdikt `Time Limit Exceeded`, tedy že jeho řešení je příliš pomalé.

Předpokládá, že problém je v kusu kódu:


```
int ans = 0;
for (int i = 0; i < n; ++i) {
    for (int j = 0; j < n; ++j) {
        // V Céčce '/' znamená celočíselné dělení,
        // tedy totéž co '//' v Pythonu.
        ans += a[i] / a[j];
    }
}
```

Proměnná n (velikost pole a) může být totiž podle zadání velká až 10^6 , a tedy řešení v čase $\mathcal{O}(n^2)$ je příliš pomalé.

Ondra tuší, že by se dalo využít toho, že hodnoty v poli jsou kladná celá čísla menší než 10^6 , jenže neví jak. Poradíte mu?

34-5-S Manimujeme – pluginy

15 bodů

 Seriál je tento ročník zaměřen na generování animací pomocí Pythoní knihovny Manim. Jelikož na papíře se animuje těžko, je seriál je dostupný dostupný pouze na webu: <https://ksp.mff.cuni.cz/viz/34-5-S>



KSP pro vás připravují studenti Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Webové stránky:
<https://ksp.mff.cuni.cz/>

E-mail:
ksp@mff.cuni.cz

Organizátoři a kontakty:
<https://ksp.mff.cuni.cz/kontakty/>