

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Pavel Töpfer

Vítězství našich mladých programátorů

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 43 (1998), No. 3, 184--191

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137581>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1998

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Vítězství našich mladých programátorů

Pavel Töpfer, Praha

Ve dnech 25. 2. – 1. 3. 1998 se v americkém městě Atlanta konalo světové finále 22. ročníku vrcholné programátorské soutěže vysokoškoláků ACM International Collegiate Programming Contest. Poprvé v historii se do tohoto finále proboujvalo také reprezentační družstvo Univerzity Karlovy v Praze tvořené studenty z Matematicko-fyzikální fakulty UK. Již samotný postup do finále této prestižní mezinárodní soutěže představuje mimořádný úspěch — vždyť postoupilo jen 54 nejlepších družstev vybraných z více než 1250 univerzit, které se soutěže zúčastnily v regionálních kolech konaných po celém světě. Ještě větší senzací ovšem bylo vítězství našeho družstva v letošním světovém finále.

Do soutěže ACM se každoročně zapojují studenti z většiny vysokých škol, na kterých existuje studijní program zaměřený na informatiku, počítače a programování. Soutěží tříčlenná družstva, z nichž každé má při soutěži k dispozici jeden osobní počítač. Úkolem soutěžících je vyřešit během pěti hodin konání vlastní soutěže co nejrychleji co možná nejvíce ze zadaných programátorských úloh. Každý může programovat podle vlastního uvážení v programovacích jazycích Pascal, C nebo C++. Řešení úloh je nutné dovést až do tvaru fungujícího odladěného programu. Odevzdané programy jsou v průběhu soutěže okamžitě testovány pomocí připravené sady testovacích dat a výsledky testů se soutěžící ihned dozvědí, takže v případě neúspěchu mohou pokračovat v řešení započaté úlohy a později zkusit znovu odevzdat její opravené řešení. Soutěžící se ovšem nedozvědí žádné podrobnosti o případných chybách v jejich programu, dostanou pouze zprávu, zda výsledky výpočtu s testovacími daty jsou správné nebo ne. Všechny testy odevzdaných programů jsou navíc prováděny ve stanovených časových limitech, takže neúspěch je ani teoreticky správné, ale nešikovně naprogramované řešení nebo řešení založené na nevhodném, neefektivním algoritmu. Konkrétní časové limity určené pro jednotlivé úlohy soutěžící předem neznají, nebývají však příliš přísné a slouží jen k zamítnutí těch řešení, která jsou založena na skutečně nevhodném postupu. Počet úspěšně vyřešených úloh je prvořadým kritériem při stanovení výsledného pořadí družstev v soutěži. Mezi více družstvy se stejným počtem vyřešených úloh potom rozhoduje dosažený čas, jenž se počítá jako součet časů, které uplynuly od zahájení soutěže do úspěšného vyřešení jednotlivých úloh. K výslednému času družstva se navíc přičítá penalizace ve výši 20 minut za každý neúspěšný pokus o odevzdání řešení každé z úloh, jež družstvo později vyřešilo úspěšně.

Soutěž ACM se oficiálně pořádá ve dvou kolech. V první etapě se vždy na podzim konají na několika místech na světě regionální kola. Každá univerzita se může zúčastnit

Doc. RNDr. PAVEL TÖPFER, CSc. (1960), Kabinet software a výuky informatiky MFF UK, Malostranské náměstí 25, 118 00 Praha 1.

pouze jednoho regionálního kola a může do něj vyslat nejvýše dva soutěžní týmy. V současné době se ve světě pořádá celkem 23 regionálních kol, z toho pět v Evropě. Z každého regionálního kola postoupí dvě nejlepší družstva (u velkých regionů tři nejlepší družstva) do světového finále, které se koná začátkem následujícího roku. Na většině škol je o účast v soutěži mezi studenty velký zájem, takže bývá zvykem pořádat ještě neoficiální univerzitní předkolo určené k výběru dvou reprezentačních družstev.

Také zájemci z řad studentů informatiky z MFF UK Praha se o právo účasti v letošním ročníku soutěže ACM utkali mezi sebou již v předkole. Společné předkolo určené k výběru reprezentantů ČVUT Praha a UK Praha připravili již tradičně v květnu 1997 pracovníci Elektrotechnické fakulty ČVUT Praha v prostorách katedry počítačů na Karlově náměstí. Vybrané dvojice nejlepších družstev z obou těchto škol se zúčastnily v listopadu 1997 regionálního kola v regionu jihozápadní Evropy. Tuto regionální soutěž uspořádala univerzita v německém Ulmu. V regionálním kole všechna pražská družstva uspěla velmi dobře. Týmy z Matematicko-fyzikální fakulty UK Praha obsadily 1. a 8. místo v celkovém pořadí, úspěch české programátorské školy doplnilo ještě 3. místem družstvo z FEL ČVUT. Kromě získání absolutního vítězství v regionálním kole jsme se stali zároveň nejúspěšnější univerzitou ze všech zúčastněných, hodnotíme-li společně výsledky obou reprezentačních družstev školy. Porazili jsem tak v programování studenty z nejlepších univerzit Německa, Švýcarska, Itálie, Francie, Španělska a Portugalska.

Vítězství v regionálním kole soutěže ACM v Ulmu si vybojovala trojice studentů 3. ročníku MFF UK Praha ve složení Jiří Hájek (student oboru matematika), Pavel Machek a Martin Mareš (oba studenti oboru informatika). Všichni tři naši studenti již měli za sebou dobré mezinárodní soutěžní zkušenosti ze svých středoškolských let, kdy se úspěšně zúčastnili mezinárodní olympiády středoškoláků v informatice a v roce 1995 v Eindhovenu na ní získali všichni zlaté medaile. Jejich vítězství nyní v Ulmu a postup do světového finále 22. ročníku soutěže ACM byly plně zasloužené, v regionálním kole jako jediní dokázali vyřešit osm z devíti zadaných úloh.

Místem konání světového finále byl kongresový hotel Atlanta Marriott Marquis. Na jednom místě zde bylo zajištěno ubytování, stravování, prostor pro všechny doprovodné akce, vlastní soutěž u počítačů i závěrečný slavnostní ceremoniál spojený s vyhlášením výsledků. Celá akce proběhla ve třech dnech. Ve čtvrtek 26. 2. měla soutěžní družstva „volno“, den byl určen k aklimatizaci a pro neamerické týmy také k přivyknutí na neobvyklý časový posun. O odborný program se postaral sponzor světového finále — firma IBM. V pátek 27. 2. se již všichni připravovali na soutěž, seznamovali se s detailními pravidly finálového klání a měli také možnost prakticky se seznámit s výpočetní technikou, na které se bude soutěžit. Sobota 28. 2. pak byla dnem soutěžním. Ještě v sobotu v podvečerních hodinách se konalo i slavnostní vyhlášení výsledků.

Reprezentační družstvo Univerzity Karlovy dosáhlo historického úspěchu a obsadilo v soutěži první místo, na dalších místech se umístila družstva z ruské Petrohradské univerzity, z kanadské Univerzity Waterloo, ze švédské Univerzity Umeå, z amerického MIT a z australské Univerzity v Melbourne. Studenti z těchto šesti univerzit dokázali

vyřešit šest z osmi zadaných úloh a o jejich výsledném pořadí v soutěži rozhodoval dosažený čas. Mezi naším prvním a ruským druhým týmem byl poměrně značný časový odstup více než sto minut, zatímco časové rozdíly mezi družstvy na 2. až 6. místě byly už jen asi desetiminutové. Soutěžící z ostatních univerzit vyřešili úloh méně. Vítězství našich studentů je o to cennější, že přibližně polovina účastníků světového finále pocházela z nejlepších amerických univerzit a že v dosavadní dvaadvacetileté historii soutěže osmnáctkrát zvítězilo právě družstvo reprezentující některou univerzitu z USA. Dosud se podařilo prolomit převahu amerických škol na tomto poli pouze týmům z Austrálie, Nového Zélandu, Německa a nyní také z České republiky. Úplnou výsledkovou listinu i řadu dalších informací o průběhu letošního finále soutěže ACM lze nalézt na Internetu na <http://acm.baylor.edu/acmicpc/>.

Čtenáře bude jistě zajímat, jaké úlohy se v soutěži ACM International Collegiate Programming Contest vlastně řeší. Úlohy jsou velice rozmanité z hlediska tematického i z hlediska algoritmů potřebných k jejich efektivnímu naprogramování, jsou také dosti rozdílné obtížnosti. Náročnost konkrétních úloh však není nikde v zadání uvedena a správná volba pořadí řešení jednotlivých úloh patří k soutěžní taktice každého družstva. Zadání každé soutěžní úlohy začíná slovním popisem řešeného problému, následuje přesná specifikace očekávaných vstupních dat (obsah vstupního souboru) a přesné stanovení tvaru, v jakém musí program vypsat své výsledky (obsah výstupního souboru). Na konci zadání dostanou soutěžící pro ilustraci vždy jeden konkrétní příklad vstupního souboru a jemu odpovídající správný výstup.

Ukážeme si nyní zadání tří z osmi soutěžních úloh letošního světového finále soutěže ACM v Atlantě přesně v tom tvaru, v jakém je dostali také soutěžící (jediným rozdílem je, že soutěžící dostávají zadání úloh pouze v angličtině). První dvě z nich patřily k lehčím, zatímco třetí ze zde uvedených úloh se ukázala jako jedna z nejtěžších.

Plánování letů

Vášim úkolem je napsat program, který bude plánovat lety letadel. Každý let se skládá z jednoho nebo několika úseků. Váš program musí vybrat pro každý úsek letu nejlepší možnou výšku tak, aby se minimalizovala spotřeba paliva během celého letu.

Letadlo má pevně danou rychlost letu určenou konstantou V_{CRUISE} a nejlepší letovou výšku $AOPT$. Při letu ve výšce $AOPT$ je spotřeba letadla v galonech za hodinu určena konstantou $GPHOPT$. Když letadlo letí v jiné výšce než $AOPT$, spotřeba paliva roste o $GPHEXTRA$ za každých 1000 stop nad nebo pod $AOPT$. Celý let začíná a končí ve výšce 0. Na každých 1000 stop stoupání se spotřebuje palivo navíc dané hodnotou $CLIMBCOST$, při klesání letadla se však žádné palivo neušetří. Pro jednoduchost předpokládejme, že všechna stoupání i klesání letadla proběhnou v nulovém čase vždy na začátku každého letového úseku. Každým úsekem tedy letadlo prolétá konstantní rychlostí a v konstantní výšce.

Charakteristiky našeho letadla určují následující konstanty:

VCRUISE	400 námořních mil za hodinu
AOPT	30 000 stop
GPHOPT	2000 galonů za hodinu
GPHEXTRA	10 galonů za hodinu za každých 1000 stop
CLIMBCOST	50 galonů za 1000 stop stoupání

Před každým letem obdržíte informace o délce každého úseku a o očekávaném zadním větru v tomto úseku. Zadní vítr kladné hodnoty zvýší rychlost letadla, zatímco záporný vítr (tj. vítr proti směru letu) ji sníží. Například při rychlosti letadla 400 mil za hodinu a větru -50 mil za hodinu bude rychlost letadla vzhledem k zemskému povrchu 350 mil za hodinu.

Podle předpisů musí být výška letu v každém úseku celočíselným násobkem 1000 stop, a to v rozmezí 20 000 až 40 000 stop (včetně). Váš program má spočítat nejlepší výšku pro každý letový úsek s cílem minimalizovat celkovou spotřebu paliva za celý let. Dále program spočítá množství spotřebovaného paliva.

Vstup

První řádek obsahuje celé číslo N určující, kolik letů máte naplánovat. Zadání každého letu se potom skládá z následujících řádků:

- první vstupní řádek v letu obsahuje celé číslo K , $0 < K < 10$, které udává počet letových úseků
- dalších K řádků obsahuje vždy tato tři celá čísla:
 1. délka úseku v námořních mílich
 2. očekávaný zadní vítr ve výšce 20 000 stop (měřeno v námořních mílich za hodinu)
 3. očekávaný zadní vítr ve výšce 40 000 stop (měřeno v námořních mílich za hodinu)

Očekávaný vítr ve výškách mezi 20 000 a 40 000 stop se počítá lineární interpolací. Například očekávaný zadní vítr ve 30 000 stopách je aritmetickým průměrem očekávaného větru ve 20 000 stopách a ve 40 000 stopách.

Výstup

Váš program zapíše jeden výstupní řádek pro každý plánovaný let. Výstupní řádek bude obsahovat pořadové číslo letu (počítáno od začátku problému), zvolenou výšku letu v každém úseku (v tisících stop) a spotřebu paliva pro celý let (zaokrouhlenou na celé galony).

Příklad vstupu

```
2
2
1500 -50 50
1000 0 0
3
1000 50 0
2000 0 20
1800 -50 100
```

Výstup pro uvedený příklad vstupu

```
Flight 1: 35 30 13985
Flight 2: 20 30 40 23983
```

Olovo nebo zlato

Alchymisté po staletí hledali způsob, jak vyrobit z olova zlato. Alchymistický klub ACM nyní oznámil senzační objev: Jestliže smícháte tři chemikálie Algolene, Basicine a Cobolase ve správném poměru, získáte látku, která přeměňuje olovo ve zlato. Jelikož Algolene, Basicine a Cobolase (nebo pro jednoduchost A , B a C) se však neprodávají odděleně, ale pouze smíchané v roztocích, nemusí to být tak snadné, jak se zdá.

Uvažujme následující příklad. Máme k dispozici dvě směsi Algolene, Basicine a Cobolase v poměru $1 : 2 : 3$ a $3 : 7 : 1$. Smícháním těchto roztoků v poměru $1 : 2$ dostaneme roztok látek A , B a C v poměru $7 : 16 : 5$. Žádným způsobem ale nemůžeme zkombinovat původní dvě směsi tak, abychom dosáhli poměru $3 : 4 : 5$. Máme-li však navíc roztok látek v poměru $2 : 1 : 2$, pak požadovanou směs $3 : 4 : 5$ můžeme získat smícháním osmi dílů roztoku $1 : 2 : 3$, jednoho dílu roztoku $3 : 7 : 1$ a pěti dílů roztoku $2 : 1 : 2$.

Určení, které poměry látek ve výsledné směsi lze získat z dané množiny roztoků, není triviální úkol. Vaším úkolem je napsat program pro hledání těchto míchacích poměrů.

Vstup

Vstupní soubor obsahuje několik zadání. První řádek každého zadání obsahuje celé nezáporné číslo n , $n < 100$, které udává počet výchozích roztoků. Na každém z dalších n řádků jsou vždy tři nezáporná celá čísla a , b , c určující poměr $a : b : c$, v němž jsou obsaženy látky A , B a C v tomto roztoku. Nejméně jedno z těchto tří čísel je vždy kladné. Poslední řádek zadání obsahuje tři nezáporná celá čísla a , b , c , která určují požadovaný poměr látek $a : b : c$ ve výsledné směsi. Alespoň jedno z těchto tří čísel je

kladné. Za posledním zadáním je vstupní soubor ukončen řádkem obsahujícím pouze jednu nulu.

Výstup

Pro každé zadání uvedené na vstupu bude výstup obsahovat slovo „Mixture“ následované pořadovým číslem zadání. Na dalším řádku výstupu bude napsáno slovo „Possible“, pokud je možné získat výsledný poměr látek smícháním výchozích roztoků, v opačném případě tam bude napsáno „Impossible“.

Příklad vstupu

```
2
1 2 3
3 7 1
3 4 5
3
1 2 3
3 7 1
2 1 2
3 4 5
0
```

Výstup pro uvedený příklad vstupu

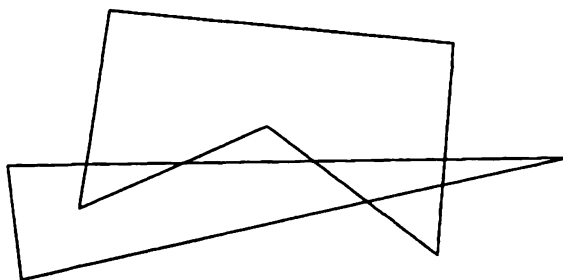
```
Mixture 1
Impossible
Mixture 2
Possible
```

Průnik polygonů

Většina kreslicích programů obsahuje jednoduché nástroje pro vytváření objektů ve tvaru polygonů (mnohoúhelníků). Lepší z těchto programů dokážou navíc určit oblast, která leží v průniku dvou polygonů. Následující obrázek ukazuje dva polygony — jeden pětiúhelník a jeden trojúhelník. Jejich průnik je tvořen dvěma oblastmi.

Vášim úkolem je napsat část kreslicího programu, která bude počítat průniky polygonů. Nebudeme se věnovat uživatelskému rozhraní programu, ale zaměříme se jen na geometrickou reprezentaci průniku.

Polygon v kartézské soustavě souřadnic může být reprezentován posloupností bodů, což jsou jeho vrcholy. Vrcholy jsou v posloupnosti uvedeny v pořadí, ve kterém je



navštívíme při pohybu po hranici polygonu ve směru hodinových ručiček. Každé dva sousední vrcholy v posloupnosti jsou koncovými body jedné úsečky, která tvoří stranu polygonu. Poslední a první vrchol v posloupnosti jsou také koncovými body jedné strany polygonu. Vrcholy jsou zadány svými x -ovými a y -ovými souřadnicemi. O každém polygonu předpokládáme, že

- žádný bod se v jednom polygonu neobjeví jako vrchol více než jednou,
- průsečíkem dvou stran může být jedině jejich společný koncový bod,
- úhel mezi dvěma stranami se společným vrcholem má velikost větší než 0 a menší než 360 stupňů,
- polygon má alespoň tři vrcholy.

Průnik dvou polygonů je tvořen 0 nebo více souvislými oblastmi. Vaším úkolem je zít dva zadané polygony a určit oblast jejich průniku při splnění výše uvedených podmínek.

Vstup

Vstup obsahuje několik zadání, každé z nich je tvořeno dvěma polygony. Každý polygon je zadán ve tvaru posloupnosti čísel

$$n \quad x_1 \quad y_1 \quad x_2 \quad y_2 \quad \dots \quad x_n \quad y_n,$$

kde celé číslo n je počet vrcholů polygonu a dvojice reálných čísel (x_1, y_1) až (x_n, y_n) jsou souřadnice jeho vrcholů. Konec vstupu je označen dvěma nulami na místě hodnot n .

Výstup

Pro každé zadání program vypíše jeho pořadové číslo („Data set 1“ atd.) a počet souvislých oblastí tvořících průnik zadaných polygonů. Dále označte každou z těchto oblastí („Region 1“ atd.) a vypište souřadnice jejích vrcholů v pořadí, jak jdou za sebou na obvodu (ve směru nebo proti směru hodinových ručiček). Jako první musí být uveden vrchol s nejmenší x -ovou souřadnicí (v případě shody u více vrcholů ten z nich, který má nejmenší y -ovou souřadnici). Leží-li tři koncové vrcholy dvou sousedních

stran jedné oblasti na přímce, obě tyto strany se spojí do jedné. Každý vrchol vypisujte ve standardním tvaru (x, y) , kde čísla x a y jsou uvedena s přesností na dvě desetinná místa.

Následující příklad vstupu obsahuje pouze jedno zadání.

Příklad vstupu

```
3 2 1 0.5 3.5 8 5
5 1.5 3 2 7 6.5 6.5 6.5 3.25 4 4.5
0
0
```

Výstup pro uvedený příklad vstupu

Data set 1

Number of intersection regions: 2

Region 1: (1.50,3.00) (1.59,3.72) (3.25,4.05)

Region 2: (4.43,4.29) (6.50,4.70) (6.50,4.00) (5.86,3.57)

Na podzim letošního roku bude zahájen další, již 23. ročník mezinárodní programátorské soutěže univerzitních týmů ACM International Collegiate Programming Contest. Jeho novinkou bude, že se světové finále poprvé v historii přestěhuje z Ameriky do Evropy. První finále soutěže ACM na evropské půdě se bude konat na jaře roku 1999 v holandském Eindhoven. Věříme, že v něm nebudou chybět ani úspěšní čeští studenti.

Projevem mezinárodního ocenění špičkové úrovně českého vysokého školství v oblasti informatiky, počítačů a programování je i skutečnost, že jedno z pěti evropských regionálních kol soutěže ACM bude od roku 1998 probíhat v Praze. Jeho pořadatelem bude Elektrotechnická fakulta ČVUT, jejíž studenti se této soutěže také již několik let úspěšně účastní.