

Bobřík učí informatiku

1. díl seriálu

DANIEL LESSNER – JIŘÍ VANÍČEK

Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Soutěž Bobřík informatiky, jejíž některé z úloh jsme představovali v předchozích ročnících našeho časopisu, si jako jeden z cílů vytyčila seznámat žáky středních a základních škol s informatickými problémy. Při sestavování soutěžních testů čerpáme z mezinárodní databáze úloh, kterou každoročně připravují odborníci z univerzit, informatici a metodici, kteří připravují učitele informatiky, z více než 25 zemí ze tří světadílů.

U každé z navržených otázek probíhá oponentura a diskuse, do které oblasti informatiky spadá a jaký informatický problém řeší. Z velké většiny jde o úlohy z oblastí algoritmizace a programování, porozumění informacím a jejich reprezentacím, strukturám, otázky týkající se výpočtů, kódování, řešení problémů, matematické a logické základy informatiky. V menšině se vyskytují otázky z tzv. každodenní informatiky (tedy uživatelský přístup k technologiím, společenské souvislosti používání technologií, digitální gramotnost apod.).

Proč takový dlouhý úvod? Chceme jím naznačit, že jsme si naprosto jisti, že přinášíme otázky opravdu informatické, takové, které se ve světě jako informatické chápou a jaké i organizátoři v ostatních zapojených státech svým soutěžícím přinášejí (v loňském roce soutěžilo ve všech zemích více než půl milionu žáků). Postupně jsme však zjišťovali, že některé soutěžní úlohy nejsou vnímány jako informatické, a to jak žáky, tak učiteli. Logicky tedy přibyl cíl soutěže šířit povědomí po českých školách o tom, co jsou to informatické problémy a otázky.

V prosinci 2011 jsme oslovili školní koordinátory soutěže (tedy učitele na školách, kteří soutěž na místě organizují) v dotazníku s výběrovými odpověďmi, týkajícími se jejich postoje k soutěži. V dotazníku jsme se také zeptali na postoje učitelů k soutěžním otázkám. Odpovědělo 104 koordinátorů, tedy téměř polovina ze všech. Z nich 23 % odpovědělo, že soutěžní otázky používá nejen v přípravě na soutěž, ale i k vlastní

výuce informatiky. V otázce postoje k soutěžním úlohám však poměrně často vybírali odpovědi typu „otázky by podle mého názoru měly být více směřovány do konkrétních aplikací a činností na počítači“ (8 %), „žáci by uvítali více otázek z počítačového prostředí“ (15 %), „otázky mi vůbec nepřipadají informatické, spíše matematické, logické“ (6 %). Celkem tedy téměř 30 % učitelů považuje informatické otázky, vybrané mezinárodním týmem odborníků, jako nějakým způsobem neinformatické.

V listopadu 2012 jsme oslovili samotné soutěžící. V dotazníku, na který odpovědělo 13 % soutěžících z 27 500, měli k dispozici volnou odpověď bez uvozující otázky pro své vyjádření k soutěži. Výpovědi žáků lze shrnout do čtyř okruhů. Jednak hodnotili soutěž kladnými nebo zápornými hodnoceními bez vysvětlení, komentovali vlastní výkon nebo se vyjadřovali či dotazovali k jednotlivým otázkám. Nemalá část respondentů však potřebovala vyjádřit názor, že jim soutěž nepřipadá informatická. Přinášíme některé autentické výpovědi:

- „Toto nebyla Informatika!!!“,
- „Více otázek z informatiky“,
- „Zaměřil bych otázky více na obor IT. Otázky se mi zdají více matematické“,
- „Jen mě zajímá, jak tohle souvisí s informatikou, krom toho, že se to vypracovává online a 2 otázky souvisejí s počítačem“,
- „Co mají otázky v testu společného s informatikou? Že by nic?“,
- „Zpracování na počítači nedělá z testu informatickou soutěž“.

Z některých výpovědí vyplývá, že žáci se domnívají, že soutěž je organizátory nazývána informatická proto, že se provádí na počítači, to znamená, že dokážou oddělit informatiku a počítače. Nicméně ukazuje se, že žáci ve škole patrně nezískají správnou představu o tom, co to je informatika, jaké jsou její základní pojmy a jaké řeší problémy. Je také možné, že žáci nejsou zvyklí při práci s počítačem řešit náročné problémy, kde je potřeba použít uvažování, logiku, rozhodovat se, modelovat a strukturovat, formalizovat svoji výpověď. Můžeme se také domnívat, že žáci se při pouhém školním tréninku ovládnutí aplikací k takovýmto problémům nedostanou, a potom úlohy teoretické povahy paušálně označují jako matematiku nebo logiku.

Výsledky těchto dotazníků nás vedly k tomu, abychom připravili seriál článků s vybranými informatickými úlohami z databáze soutěže Bobřík

informatiky, tak abychom učitelské veřejnosti a jejím prostřednictvím i žákům ukázali, které problémy jsou informatické, co je v nich informatického a proč jsou to informatické otázky. Představíme zde vybrané úlohy, jejich zadání, správné řešení (s vysvětlením, proč je toto řešení správné a ostatní varianty nesprávné) a také, co má daná otázka společného s informatikou, s jakým klasickým informatickým problémem je spjata, případně kde lze v běžném životě najít aplikaci takového problému. Vybíráme úlohy pro středoškolské studenty v kategoriích Senior (3., 4. ročník) a Junior (1., 2. ročník).

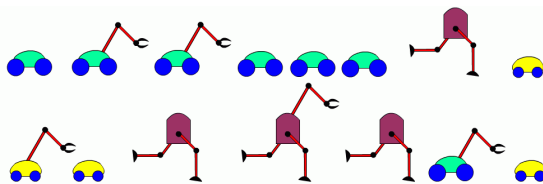
Okomentované správné řešení úloh jsme v jejich výčtu zařadili až na konec pasáže o dané úloze, za informatické poznámky, a to proto, že správné řešení uvedené ihned za zadáním svádí k tomu, jej přecíst. Toto uspořádání by těm čtenářům, kteří si chtějí problémy nejprve promyslet, ztěžovalo situaci. Seznam správných odpovědí ovšem nemůžeme umístit až na konec článku, protože jsou propojeny s obrázky ze zadání dané úlohy a s informatickými poznámkami.

Tým robotů

Kategorie Junior, autor Michael Weigend.

Zadání

Výrobní firma vlastní 15 robotů, které mohou poslouchat příkazy a vykonávat je. Pro speciální úkol je třeba vybrat tým složený z některých robotů.



Obr. 1

Řídící centrum postupně rozeslalo tyto příkazy:

1. Všichni roboti s malými koly přestanou poslouchat!
2. Všichni roboti, kteří umí chodit a mají ruku, dostavte se na místo schůzky!

3. Všichni roboti, kteří mají ruku nebo nohy, přestanou poslouchat!
4. Všichni roboti, dostavte se na místo schůzky!

Kolik robotů se dostavilo na místo schůzky?

- A) 0 B) 5 C) 8 D) 15

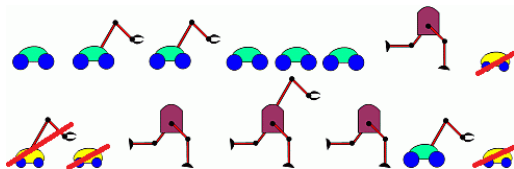
Co má tato úloha společného s informatikou

V této úloze lze sledovat hned několik souvislostí. Pro studenty informatikou netknuté je zásadní zjištění, jak hodně záleží na pořadí zadávání a plnění příkazů. Úlohu nelze řešit libovolně po částech, protože jednotlivé příkazy nejsou nezávislé: výsledek každého příkazu záleží na předchozích příkazech. Na zadání této úlohy lze vysledovat rozdíl mezi matematikou, která se zabývá statickými strukturami, a informatikou, která se zabývá dynamickými strukturami.

Na úlohu se můžeme dívat jako na úlohu o filtrování dat (zde robotů podle jejich vlastností). Postupné skládání a vyhodnocování podmínek (opět ve správném pořadí) vede k výběru těch datových záznamů (nebo robotů), se kterými potřebujeme dál pracovat. I při zaměření školní výuky informatiky na uživatelské dovednosti žáci obdobné principy využijí při filtrování dat v tabulkovém procesoru. Kromě uvedeného se na úlohu můžeme dívat také jako na kooperaci autonomních agentů, resp. obecněji hromadné zasilání zpráv, kdy adresáty vybíráme (filtrujeme) podle různých kritérií.

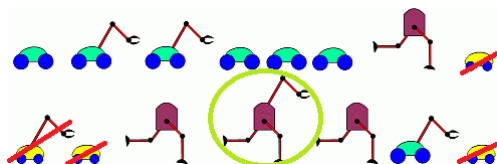
Zdůvodnění správného řešení

V obrázcích postupně zakroužkujeme roboty, kteří se mají dostavit na místo schůzky, a přeškrtneme roboty, kteří mají přestat poslouchat (a tedy na místo schůzky se dostavit nemohou). Po prvním příkazu byli vyškrtnuti roboti s malými koly (obr. 2):



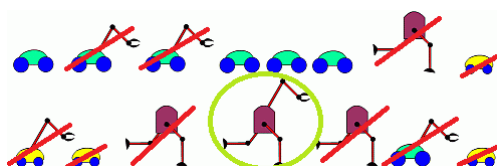
Obr. 2

Po druhém příkazu byli vybráni roboti, kteří umí chodit a mají ruku:



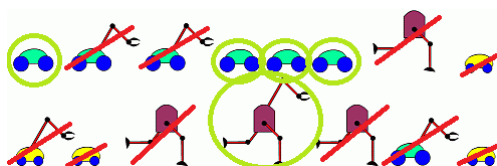
Obr. 3

Po třetím příkazu byli vyškrtnuti roboti s rukama nebo nohama, kteří dříve nebyli vybráni:



Obr. 4

Po čtvrtém příkazu byli vybráni ostatní nevyškrtnutí roboti:



Obr. 5

Na místo schůzky se tedy dostavilo 5 robotů.

Analýza DNA

Kategorie Senior, autor Christian Datzko.

Zadání

K porovnávání dvou řetězců DNA může být použita metoda výpočtu tzv. vzdálenosti mezi řetězci. Ta se zjišťuje tak, že se započítává každá

nukleová báze (písmeno), která je změněna, vložena nebo smazána. Vzdáleností mezi řetězci je potom nejmenší takový počet změn, které převedou jeden řetězec na druhý. Čím jsou si tedy dva řetězce podobnější, tím menší vzdálenost mají.

$$\begin{array}{cccccccc} \underline{A} & \underline{G} & \underline{T} & \underline{C} & \underline{T} & \underline{C} & \underline{A} & \underline{T} & \underline{G} \\ \underline{A} & \underline{C} & \underline{T} & \underline{C} & \underline{T} & \underline{A} & \underline{T} & \underline{A} & \underline{G} \end{array}$$

Například tyto dva řetězce mají vzdálenost 3, protože druhé písmeno je změněno z G na C, šesté písmeno (C) je smazáno a písmeno A je vloženo na osmou pozici. Menší počet změn by nestačil.

Jaká je vzdálenost následujících řetězců DNA? Zapiš číslicí.

$$\begin{array}{cccccccccccc} T & A & C & T & G & G & T & T & T & A & T & T & C & T \\ A & C & C & T & G & T & T & T & A & T & T & G & G & T \end{array}$$

Co má tato úloha společného s informatikou

Vzdálenost mezi řetězci (zvaná též Levenshteinova vzdálenost) je běžně používaná metoda nejen pro porovnávání řetězců DNA, ale i pro výběr navrhaných oprav při automatické kontrole pravopisu. Pokud napsané slovo není ve slovníku, program nabídne co nejbližší slovo, které ve slovníku je. Předpokládá totiž, že se uživatel nespletl příliš. Podobně je také vzdálenost řetězců využívána ve vyhledávacích systémech. Je jednoduchou a účinnou metodou měření podobnosti dvou posloupností symbolů. Tato metoda má však i své nedostatky, například nebere v úvahu výměnu sekvencí se stejným významem (např. výměnu celého slova ve větě) a také nebere v úvahu možnost, že může být změněno pořadí podsekvencí.

Více o Levenshteinově vzdálenosti najdete v <http://www.algoritmy.net/article/1699/Levenshteinova-vzdalenost>.

Prozkoumejme ještě, jestli je výstižné označovat uvedenou funkci slovem vzdálenost. Splňuje obvyklé požadavky na vzdálenost (např. míst na mapě)? Tedy:

- Je vždy nezáporná?
- Je nulová právě pro shodné body, resp. řetězce?
- Je stejná nezávisle na směru, odkud měříme, tedy když měníme jeden řetězec na druhý nebo druhý na první?
- Trojúhelníková nerovnost: Vzdálenost libovolných dvou bodů A, B je vždy nanejvýš rovna vzdálenosti těchto míst, když se po cestě stavíme

na místě třetím (C). Jít přímo z A do B nemůže být delší, než jít z A do C a odtud potom do B – to bychom přece chodili rovnou přes C a ušetřili. Splní analogický požadavek i Levenshteinova vzdálenost?

Užitečnost pojmu vzdálenosti vyjde najevo, když jej zkusíte odhalit i v dalších bobřích úlohách – vyskytuje se překvapivě často.

Zjistit vzdálenost dvou řetězců lze samozřejmě systematickým probráním všech možností změn jednoho řetězce na druhý. To ale zabere poměrně hodně času. Efektivní metoda počítání vzdálenosti řetězců je pěknou ukázkou tzv. dynamického programování. Při něm se hledají částečná řešení, tedy zde např. dílčí vzdálenosti kratších podřetězců. Na základě dílčích výsledků, které máme zapsané, pak celkem snadno určíme vzdálenost o něco delších řetězců, pak ještě delších, dokud nemáme spočtený výsledek pro celé původní zadání. Více a přesněji se lze dočíst zde: <http://ksp.mff.cuni.cz/tasks/24/cook2.html>

Zdůvodnění správné odpovědi

původní řetězec: T A C T G G T T T A T T C T
 úpravy: ~~T~~ A C C T G ~~G~~ T T T A T T G G T
 upravený řetězec: A C C T G T T T A T T G G T

Ve druhém řádku je vidět pět úprav.

Vysvětlivky: přeškrtnuté písmeno znamená, že písmeno bylo odstraněno, podtržené písmeno bylo přidáno. Písmeno přeškrtnuté i podtržené znamená nahrazení jednoho písmena druhým (předposlední sloupec: C je škrtnuto a G je podtrženo).

Bylo provedeno pět změn: první písmeno (T) bylo smazáno, za 3. pozici vloženo C, šesté písmeno (G) bylo smazáno, (eventuelně 5. písmeno (G) mohlo být smazáno), na 12. místo bylo vloženo písmeno G, předposlední 13. písmeno bylo změněno z C na G. Přitom nelze najít postup s pouhými čtyřmi změnami. Vzdálenost řetězců DNA je 5.

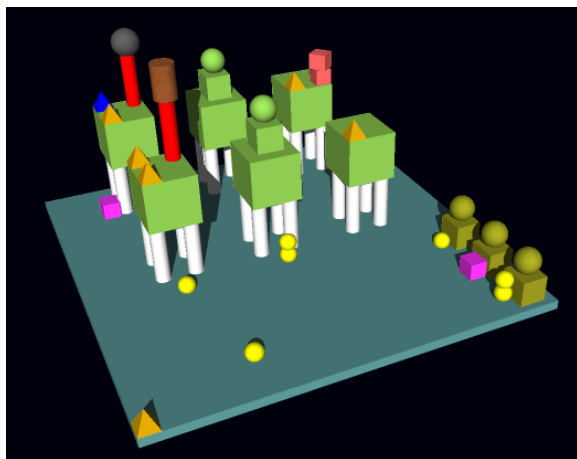
3D Továrna

Kategorie Junior, autor Michael Weigend.

Zadání

Opravář má nahradit rozbitou součástku v automatické továrně na obrážku. Přečtete si popis níže a rozhodněte, kterou část má opravář nahradit:

- *KKoule* je krychle s koulí ležící na její horní stěně.
- *4Val* je velká krychle se čtyřmi válci, které ji podpírají.
- Jedna pyramida leží na předním rohu šedé desky.
- V jiném rohu desky je *KKoule*.
- Vedle této *KKoule* je další *KKoule*. Ta je připojena k věci *X*.
- Na desce leží ještě jedna věc *X* a u ní leží *4Val*.
- Tento *4Val* pojmenujeme $FC - 1$.
- Na vrcholu $FC - 1$ je *počet* pyramid.
- Existuje další *4Val*, na kterém je *počet* pyramid. Tento *4Val* pojmenujeme $FC - 2$.
- Rozbitá součástka je na nejvyšším místě na $FC - 2$.



Obr. 6

Odpovědi: A) válec B) koule C) krychle D) pyramida

Co má tato úloha společného s informatikou

Úloha vyžaduje důsledné sledování zadaného postupu. Kromě toho musí řešitelé pracovat s proměnnými a jejich identifikátory, což je informatikův denní chléb. Způsob jejich použití je nasnadě z uvedené úlohy: Pokud se chci k něčemu v budoucnu snadno odkázat, jednoznačně si to

pojmenuji. Příkladem je $FC-2$, které označuje konkrétní skupinu objektů na ploše.

V této úloze navíc nepojmenováváme jen konkrétní objekty, ale i jejich obecné skupiny. To odpovídá použití složených datových struktur, tedy struktur, které mohou obsahovat další datové struktury. V našem případě např. *KKoule* označuje krychli s koulí v dané vzájemné poloze. Kromě uvedeného úloha naznačuje techniku odkazování od jednoho objektu ke druhému. To je základní stavební prvek mnoha datových struktur.

Datové struktury představují způsoby organizace a práce s daty, které zvyšují efektivitu jejich využití v dané úloze. Něco jiného je telefonní seznam v knize či v telefonu, něco jiného je seznam přátel na *Facebooku* a něco jiného je hierarchie pracovníků firmy. Pro různé situace se tedy hodí různé datové struktury. Přitom nevhodně zvolená datová struktura může vést k selhání celého řešení, např. když se místo fronty neustále přicházejících požadavků použije zásobník, protože je snazší ho implementovat. Více o různých datových strukturách na <http://www.algoritmy.net/category/1022/Datove-struktury> nebo http://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie:Datové_struktury.

Zdůvodnění správného řešení

Podle obrázku a nápovědy se lze dobrat výsledku:

1. V pravém rohu desky leží tři béžové *KKoule*.
2. Předmět X je fialová krychlička.
3. $FC-1$ je velká zelená krychle na nožičkách vlevo vzadu (u její nohy leží fialová krychlička).
4. *počet* = 2.
5. $FC-2$ je velká zelená krychle na nožičkách vlevo vpředu (jsou na ní dvě malé oranžové pyramidy).
6. Na vrcholku tohoto $FC-2$ je červený válec a na něm hnědý válec. Ten hledáme, je nejvýše.

Správná odpověď je D) (hnědý válec (postavený na červeném válci).

Závěr

V prvním díle seriálu jsme se na třech úlohách pokusili motivovat čtenáře ke sledování dalších dílů seriálu „Bobřík učí informatiku“. Druhý díl bude věnován teorii procházení grafů.