

ROZVÍJANIE ALGORITMICKÉHO MYSLENIA PROSTREDNÍCTVOM AKTÍVNEHO A ZÁŽITKOVÉHO UČENIA SA

Šnajder Ľubomír, Guniš Ján, Gunišová Valentína
UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Slovensko

Resumé

V príspevku na dvoch v praxi overených aktivitách zameraných na algoritmy triedenia a sčítovania prezentujeme skúsenosti s rozvíjaním algoritmického myslenia prostredníctvom aktívneho a zážitkového učenia sa bez použitia počítačov. Ukazujeme, že žiaci sú schopní objaviť niektoré algoritmy, vedia ich v jednoduchom formalizme zapísať, realizovať a aj postupne vylepšovať. Uvedené príklady spolu s metodickými komentármi a odporúčaniami sa dajú využiť v záujmovej činnosti a v riadnej výučbe.

1 Úvod

Rozvíjaním algoritmického myslenia značne prispievame k viacerým kľúčovým kompetenciám (riešenie problémov, počítačová gramotnosť, matematická gramotnosť). Existuje viacero spôsobov ako ho rozvíjať, napr. prostredníctvom hier a projektov [1, 2], pri spracovaní údajov pomocou tabuliek [3, 4], v rámci programátorských súťaží [5, 6, 7].

Už štvrtý rok organizujeme on-line programátorskú súťaž PALMA junior (<http://di.ics.upjs.sk/palmaj/>) v programovacom jazyku Imagine LOGO. Hlavnými cieľmi súťaže je rozvíjanie algoritmického myslenia, programátorských zručností, logického myslenia, schopnosti riešiť problémy a estetického cítenia. Samotná súťaž je pre nás aj prostredím pre kvalitatívny výskum v oblasti algoritmického myslenia žiakov.

V tomto príspevku nadviažeme na príspevok zameraný na využitie aktivizujúcich metód vo výučbe informatiky [8] a predstavíme čitateľom dve aktivity, ktoré sme overili v praxi a ku ktorým uvádzame svoje postrehy a odporúčania pre ich využitie v rámci záujmových krúžkov a na hodinách informatiky.

2 Príklady aktivít rozvíjajúcich algoritmické myslenie žiakov

Na základe niekoľkoročných skúsenosti s využívaním zážitkových a aktivizujúcich metód výučby s viacerými cieľovými skupinami (žiaci základných a stredných škôl, súťažiaci z programátorských súťaží, príprava budúcich učiteľov informatiky, ďalšie vzdelávanie učiteľov informatiky) ponúkame viacero námetov aktivít: algoritmy utriedenia, algoritmy vyhľadávania, algoritmy sčítovania, algoritmy kódovania – práca s číslami v dvojkovej sústave, algoritmy výpočtu kontrolných súčtov. V ďalšej časti príspevku uvidíme dve aktivity s komentármi a s postrehmi z ich realizácie.

2.1 Algoritmy utriedenia

Popis aktivity: Skupinu žiakov vyzveme, aby sa vzájomne utriedili. Po utriedení ich požiadame, aby svoj postup zapísali tak, aby ktokoľvek (aj žiaci samotní) jeho vykonaním dokázal skupinu žiakov opakovane utriediť. Vykonávateľom algoritmu môže byť súčasne každý žiak (porovnáva sa so susedmi). Výsledkom je paralelné triedenie. Vykonávateľom môže byť len jeden žiak. Ostatní sú pasívni. Výsledkom je triedenie sekvenčné.

Ciele:

- Pochopiť potrebu triedenia dát, ako predpoklad dobrej organizácie dát a ich rýchleho prehľadávania.
- Pochopiť význam kritéria porovnania (primárneho a sekundárneho kľúča) v procese triedenia.
- Pochopiť význam pojmov vzostupné a zostupné utriedenie.

- Objaviť základné algoritmy paralelného triedenia, objaviť základné algoritmy sekvenčného triedenia.
- Vedieť nájsť postup triedenia formálne zapísať.
- Vedieť realizovať formálne zapísaný postup (algoritmus).
- Uvedomiť si dôsledky vyplývajúce z obmedzenia pamätevej kapacity a času.
- Intuitívne chápať pamäťovú a časovú zložitosť algoritmov.
- Chápať rozdiel medzi algoritmom (postupom), vykonávateľom a prvkami (dátami).
- Pochopiť rozdiel medzi vykonávateľom-človekom a vykonávateľom-strojom.

Komentáre a odporúčania:

- Veľké skupiny (rádovo desiatky) žiakov sa ťažko manažujú, komunikácia medzi učiteľom a žiakmi je komplikovaná.
- Počas vyjasňovania si úlohy „utriedenia sa“ sa žiaci celkom správne zaujímajú podľa čoho sa majú utriediť (čo je kľúč) a v akom poradí (vzostupne alebo zostupne).
- Nie je vhodné, ak hodnota kľúča je priamo viditeľná (napr. výška, veľkosť topánky). Ak hodnota kľúča nie je priamo viditeľná (napr. deň narodenia, počet súrodencov), žiakov „donútime“ k vzájomnej komunikácii, k priamemu porovnávaniu dvoch hodnôt.
- Počas samotného triedenia môže nastať problém ako postupovať v prípade rovnosti hodnoty kľúčov. Ponúkajú sa dve riešenia. Použiť sekundárny kľúč, alebo v prípade rovnosti považovať pozíciu za vyhovujúcu (žiaci s rovnakou hodnotou sa môžu postaviť napr. za seba).
- Ak sa žiaci zoradia do tvaru kružnice (usporiadanie v kruhu je celkom prirodzené, pretože nikto nie je na okraji), algoritmus triedenia môže generovať nekonečný proces. Tento problém si žiaci počas triedenia uvedomia a preusporiadajú sa do lineárnej štruktúry. Nesnažme sa ich preto vhodne usporiadať my už na začiatku.
- Diskutujme so žiakmi o „vylepšeniach“ ktoré použili.
 - Napr. ak je kľúčom deň narodenia, vieme podľa jeho hodnoty odhadnúť približnú výslednú pozíciu. Hrubé priblíženie k výslednej pozícii je teda veľmi rýchle. Spresnenie pozície sa už deje v relatívne malom množstve dát. Položme žiakom otázku: Čo ak pozíciu nevieme odhadnúť?
 - Žiaci si pamätajú niektoré hodnoty, takže niektoré porovnania nerobia, pretože poznajú výsledok. Položme žiakom otázku: Čo ak si odpovede na otázky nepamätáme a musíme sa opätovne spytovať?
- Diskutujme o možných vylepšeniach algoritmu, napr. ako redukovať počet opýtání a výmen. Pomaly zavádzajme obmedzujúce podmienky tak, aby sme sa čo najviac priblížili podmienkam typickým pre počítač.
- Žiaci tvoria relatívne malú skupinu dát. Vykonávateľ (človek) má nadhľad nad situáciou, napr. pohľadom dokáže vybrať najvyššieho v skupine, ľahko rozpozná, že časť množiny je už usporiadaná a pod. Svoj postup dokáže človek v priebehu vykonávania algoritmu operatívne modifikovať. Bol by postup žiakov rovnako dobre realizovateľný, ak by ich bolo 100, 1000, 1000000? Vyzveme žiakov, aby svoj postup prípadne skorigovali.
- Celý proces smeruje k tomu, aby žiaci získali predstavu o tom, ako triedi počítač. Niektoré výhody je preto potrebné „umelo“ redukovať. Napr. pohľadom na skupinu žiakov zistím, kto je najvyšší (toto počítač spraviť nevie).
- Žiaci sú schopní objaviť a formálne pomerne presne zapísať niektorý z algoritmov paralelného triedenia, napr. „Porovnaj sa s pravým susedom a ak si väčší, vymeňte sa!“
- Vyzveme žiakov, aby navrhli postup pre usporiadanie čísiel, ktoré sú napísané na kartičkách. Kartičky sú číslami otočené smerom dole a v jednom čase vieme porovnať čísla len na dvoch kartičkách. Je pravdepodobné, že žiaci objavia algoritmus triedenia prebublávaním. Sú schopní ho formálne zapísať. Uvedomujú si niektoré invarianty, napr.

že po i-tom prebublani je i najväčšich prvkov už na svojom mieste a nie je potrebné ich opätovne kontrolovať.

Záver: Žiaci sú schopní objaviť a formálne popísať niektoré základné algoritmy triedenia. Navrhovaná aktivita im umožňuje proces triedenia zažiť, a tak si ho dôslednejšie uvedomiť. Naučia sa chápať obmedzenia počítača. Sme presvedčení, že takýto spôsob im umožní rýchlejšie pochopiť aj ďalšie algoritmy, ktoré už nebudú schopní objaviť a budú im predstreté ako šťastí hotové riešenia.

2.2 Algoritmy sčítovania

Popis aktivity: Všetkým žiakom v triede rozdáme po jednom lístočku s číslom (napr. od 1 do 4) a vyzveme ich, aby sčítali čísla na všetkých rozdanych papierikoch.

Ciele:

- Objaviť aspoň jeden algoritmus sekvenčného sčítovania.
- Rozvíjať schopnosť a potrebu postupného vylepšovania algoritmov.
- Objaviť algoritmus paralelného sčítovania.
- Precvičiť prácu s binárnym stromom ako pomôckou pri riešení problémov s logaritmickou výpočtovou zložitou.
- Získať prvotnú predstavu o efektívnosti algoritmov a uvedomiť si dôležitosť a potrebu vytvárať efektívne algoritmy (napr. porovnaním dvoch algoritmov riešiacich ten istý problém, jeden v čase desiatok sekúnd, druhý v čase niekoľkých dní).
- Rozvíjať komunikatívne kompetencie, schopnosť argumentovať, kooperatívne riešiť algoritmické problémy.
- Prežívať radosť z objavovania, rozvíjať zvedavosť.

Komentáre a odporúčania:

- Kvôli rýchlejšiemu priebehu aktivity žiakom pridáme menšie čísla, napr. od 1 do 4.
- Necháme žiakom čas na premyslenie postupu a jeho prípadné zrealizovanie a necháme ich generovať rôzne riešenia. Výhodné je, ak žiakov vieme rozdeliť do skupín (aspoň 8-10 žiakov). Každá skupina môže vymyslieť svoje riešenie a o efektívnosti týchto riešení môžeme vzájomne diskutovať.
- Žiaci určite objavia jednoduché riešenie, ktoré spočíva v postupnom nabaľovaní množiny čísiel a jej posielaní k žiakovi, ktorý ich sčíta a oznámi výsledok. Rovnako objavia aj vylepšenie, keď nie je potrebné posielat' si množinu čísiel, ale len súčet jej prvkov.
- Žiaci objavia aj riešenie, v ktorom sa zistia počty žiakov, ktorí majú číslo 1, potom 2, 3, 4 a napokon sa tieto hodnoty vynásobia odpovedajúcimi číslami a celkovo spočítajú. Jeden zaujímavý nápad mali žiaci, ktorí navrhovali použiť mobilný telefón. Vybranému žiakovi najskôr zavolajú všetci, ktorí majú číslo 1. Z počtu neprijatých hovorov zistíme počet čísiel 1 medzi žiakmi. Rovnako pokračujeme pre ďalšie čísla.
- Nabádame ich na vylepšovanie riešenia, a to tak, že v danom čase urobíme viacero sčítaní. Veľmi rýchlo prídu na to, že rýchlejšie bude, ak sa budú sčítovať v dvojiciach v jednej lavici a výsledok oznámia ďalšej dvojici, ktorej žiaci sa tiež vzájomne sčítali. Ďalšie urýchlenie dosiahneme, keď prídu na to, že naraz sa sčítovať môžu žiaci v prvom, druhom aj treťom rade (rady lavíc v triede) a tiež keď sa budú sčítovať zo začiatku aj konca radov.
- Ak poznajú binárny strom (napr. zakreslenie priebehu zápasov play off, hra hádaj číslo, vyhľadávanie slov v slovníku), tak ich môžeme nasmerovať na riešenie, keď 2^N účastníkov vytvorí 2^{N-1} dvojíc, ktoré sa sčítajú, potom vznikne 2^{N-2} dvojíc, až napokon ostane jedna dvojica, ktorá sa sčíta a oznámi výsledok.

- Nakoniec uvedieme pomocou myšlienkového experimentu následovnú úvahu. Ak máme 2^{20} ľudí, tak sa postupným sčítaním sčítajú za $2^{20}-1$ sekúnd. Pri paralelnom sčítaní (prebiehajúcim od listov binárneho stromu k jeho koreňu) to bude len 20 sekúnd. Hlavne pre mladších žiakov je to magické prekvapenie, že v prvom prípade sa bude sčítovať cca 12 dní a v druhom prípade len 20 sekúnd. Tým žiaci získajú predstavu o výpočtovej zložitosti a potrebe vymýšľať novšie a efektívnejšie algoritmy.

Záver: Aj pri tejto aktivite sa potvrdilo, že žiaci sú schopní samostatne objaviť viaceré postupy sčítovania a majú z daného objavovania veľkú radosť. Dá sa tu veľmi jednoducho ukázať postupné vylepšovanie algoritmu. Veľmi užitočné je pre pochopenie optimálneho algoritmu používať binárny strom. Konkrétne čísla ich skôr presvedčia o význame vytvárania efektívnych programov.

3 Záver

Súčasná reforma školstva sa zameriava na rozvíjanie kľúčových kompetencií žiakov. Uvedené a v praxi overené skúsenosti z oblasti neformálneho vzdelávania (organizovania súťaže a sústredení pre žiakov) rozvíjajú viaceré kľúčové kompetencie (uplatňovanie základov matematického myslenia, riešenia problémov a využívania IKT). Vďaka aktívnemu prístupu ich pokladáme za využiteľné aj v rámci riadnej výučby [7] predmetu informatika na základných a stredných školách, a tiež vo vysokoškolskej príprave budúcich učiteľov informatiky. Výsledky publikované v príspevku boli vytvorené v rámci APVV grantov LPP-0131-06 „Zvyšovanie vedomostného potenciálu“ a LPP-0170-07 „Talent v akcii“.

4 Literatúra

- [1] ORTANČÍKOVÁ, H.: Možnosti využitia hier pri výučbe cyklov. In: Zborník 4. ročníka medzinárodnej konferencie Informatika v škole a praxi, Katolícka univerzita, Ružomberok, 2008, p. 235-238, ISBN 978-80-8084-362-5.
- [2] RÉVÉSZOVÁ, L.: Projektové vyučovanie v informatike. In: INFOTECH 2007 : Moderní informační a komunikační technologie ve vzdělávání : Sborník příspěvků, Olomouc 2007. Olomouc : Votobia, 2007. p. 498-501. Internet: <<http://infotech.upol.cz>>. ISBN 978-80-7220-301-7.
- [3] GUNIŠ, J.: Rozvíjanie algoritmického myslenia pomocou tabuľkového kalkulátora. In: Matematika Informatika Fyzika. Prešov : MPC Prešov, 2006, č. 29. s. 150-157. ISSN 1335-7794.
- [4] HVORECKÝ, J., LOVÁSZOVÁ, G. Cez tabuľkové kalkulátory k programovaniu. In: Matematika – fyzika – informatika. roč. 2002/2003, č. 12., s. 491-495. ISSN 1210-1761.
- [5] ANDREJKOVÁ, G.: Olympiády v informatike a rozvoj algoritmického myslenia študentov, Zborník konferencie s medzinárodnou účasťou, Katolícka univerzita, Ružomberok, 2005, p. 158-164.
- [6] ŠNAJDER, L., GUNIŠ, J., GUNIŠOVÁ, V.: Methodology design of algorithm development teaching based on content analysis of pupils' solutions. In: The 3rd International Conference - ISSEP 2008 Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspective July 1 - 4, 2008, Torun, Poland. Faculty of Mathematics and Computer Science, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland 2008. p. 20 - 29. ISBN 978-83-60425-31-2.
- [7] PETROVIČ, P., BALOGH, R., PEKÁROVÁ, J.: Robotické vzdelávacie aktivity. In: Zborník 4. ročníka medzinárodnej konferencie Informatika v škole a praxi, Katolícka univerzita, Ružomberok, 2008, p. 239-248, ISBN 978-80-8084-362-5.
- [8] ŠNAJDER, L., GUNIŠ, J., GUNIŠOVÁ, V.: Aktivizujúce metódy v školskej informatike. In: Zborník konferencie DidInfo 2008 Banská Bystrica [CD ROM]. Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Banská Bystrica. 2008. ISBN 978-80-8083-556-9.