



LADISLAV VÉGH

## Interaktívne animácie vo vyučovaní algoritmov

---

### Interactive animations in teaching and learning algorithms

PaedDr., Univerzita J. Selyeho, Katedra matematiky a informatiky, Slovenská Republika

#### Abstrakt

Animácie algoritmov sa využívajú vo vyučovaní informatiky už od 80-tich rokov dvadsiateho storočia. Počas posledných 35 rokov boli vykonané rôzne výskumy v tejto oblasti, ktoré však v mnohých prípadoch nepotvrdili, že vyučovanie pomocou animácií je efektívnejšie. V tejto publikácii zhrnieme niektoré princípy, ktoré sú dôležité pri tvorbe kvalitných multimedialných učebných materiálov. Taktiež v krátkosti spomenieme, akým spôsobom sa môžu študenti aktívne zúčastniť vizualizačných procesov. Na záver predstavíme zbierku animácií, ktorú sme vytvorili na podporu vyučovania algoritmov a programovania na Univerzite J. Selyeho v Komárne.

**Kľúčové slová:** animácie algoritmov, multimedialne učebné materiály, vyučovanie algoritmov a programovania.

#### Abstract

Algorithm animations have been used in the teaching of informatics since 80-years of the twentieth century. Over the last 35 years, various researches have been conducted in this area. These studies, however, have not confirmed in many cases that using animations and visualizations is effective in the learning process. In this publication, we summarize some of the principles that are important for creating high-quality multimedia teaching materials. We also briefly mention how students can actively participate in the visualization processes. Finally, we introduce a collection of animations, which we developed to support teaching algorithms and programming at J. Selye University in Komárno.

**Key words:** algorithm animations, multimedia teaching materials, teaching algorithms and programming.

---

#### Úvod

Programovanie a pochopenie algoritmov je jednou z najťažších úkonov pre študentov informatiky. Príčinou, ťažkého pochopenia algoritmov je, že algoritmy pracujú s abstraktnými údajmi a procesmi. Tu môžu byť nápomocné animácie algoritmov, keďže podľa predpokladov:

- grafické znázornenie je lepšie ako vysvetlenie textom,

– dynamická grafika je lepšia ako statická.

Doteraz vykonané výskumy však tieto predpoklady nepotvrdzujú v každom prípade [Byrne, Catrambone, Stasko 1999; Hansen, Narayanan, Hegarty 2002]. K tomu, aby animácia pomohla pochopiť algoritmy, je potrebná, aby bola dôkladne premyslená a navrhnutá [Fleischer, Kucera 2002].

Taktiež je dôležité, aby animácia bola interaktívna. Podľa doteraz vykonaných výskumov, študenti lepšie pochopia algoritmus, ak nie sú len pasívnymi pozorovateľmi animácií, ale sa môžu aj aktívne zúčastniť vizualizačných procesov [Grissom, McNally, Naps 2003; Naps et al. 2002; Stoffa 2004].

### **Zásady tvorby multimediálnych materiálov**

Mayer presne definuje vo svojej knihe „Multimedia learning“ [Mayer 2009], aké princípy treba dodržiavať pri tvorbe multimediálnych materiálov k tomu, aby pomocou nich študenti ľahšie pochopili učivo. Ide o 12 princípov, zoskupených do 3 kategórii:

I. Zníženie informácií, ktoré nepatria k učivu:

1. Princíp súdržnosti (Coherence Principle) – Študenti ľahšie pochopia učivo, ak nerelevantné informácie nie sú zobrazené vo vizualizácii.
2. Princíp signalizácie (Signaling Principle) – Študenti sa ľahšie učia, ak dôležité informácie sú zvýraznené.
3. Princíp redundancie (Redundancy Principle) – Študenti ľahšie pochopia učivo, ak je vo forme ilustrácie a textu, ako vo forme ilustrácie, textu a hlasu.
4. Princíp priestorovej styčnosti (Spatial Contiguity Principle) – Študenti sa ľahšie učia, ak logicky súvisiace ilustrácie a texty sú umiestnené blízko seba.
5. Princíp časovej styčnosti (Temporal Contiguity Principle) – Študenti sa ľahšie učia ak slová a obrázky sú prezentované naraz, nie za sebe.

II. Kontrolovanie spracovania dôležitých informácií:

1. Princíp segmentácie (Segmenting Principle) – Študenti ľahšie pochopia učivo, ak sú zobrazené v menších logických častiach.
2. Princíp predškolenia (Pre-training Principle) – Študenti sa ľahšie učia, ak už dopredu poznajú názvy a vlastnosti hlavných pojmov.
3. Princíp modality (Modality Principle) – Študenti ľahšie pochopia učivo z hlasu a obrázka, ako z písaného textu a obrázka.

III. Podpora konštruktívneho spracovania informácií:

1. Princíp multimédií (Multimedia Principle) – Študenti sa ľahšie učia z textu a z obrázka, ako len z textu.
2. Princíp personalizácie (Personalization Principle) – Študenti ľahšie pochopia učivo ak vysvetlenie v ňom je v konverzačnom štýle namiesto formálneho štýlu.
3. Princíp hlasu (Voice Principle) – Študenti sa ľahšie učia ak namiesto syntetizovaného strojového hlasu môžu počuť ľudský hlas.

4. Princíp obrazu (Image Principle) – Učenie nemusí byť efektívnejšie, ak je zobrazený aj obrázok prednášajúcej osoby.

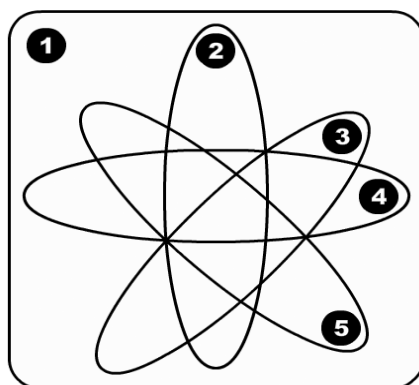
Je však potrebné poznamenať, že tieto princípy sa nedajú používať vo všeobecnosti v každom multimediiálnom materiály. Vždy musíme brať ohľad aj na cieľovú skupinu a podľa toho používať alebo nepoužívať niektoré princípy [Mayer 2009; Stoffa 2004, 2008].

### Účasť študentov v animáciách

Účasť študentov v animáciách algoritmov môže byť rôzna [Grissom et al. 2003]:

- **Pozorovanie** – najpasívnejšia účasť študentov, ale vyskytuje sa pri každej aktivite.
- **Odpovedanie** – študenti odpovedia počas animácie na otázky, kvízy.
- **Modifikácia** – edukanti majú na výber možnosť zmeny vstupných údajov animácie, výber vstupných údajov zo skupiny údajov, modifikovanie prvkov počas animácie, a pod.
- **Vytváranie** – študenti vytvárajú animáciu pomocou nejakého nástroja. Tento nástroj môže, ale nemusí byť programátorské prostredie, animáciu môžu vytvárať aj v aplikáciách určených na tvorbu animácií (napr. Adobe Flash), alebo aj pomocou pera a papiera. V týchto prípadoch sú študenti v úlohe virtuálneho počítača a musia dodržiavať presné kroky algoritmu.
- **Prezentácia** – študenti prezentujú animáciu pred ostatnými. Pri prezentácii nie je dôležité aby animácia bola vlastná tvorba. Edukanti môžu prezentovať aj animáciu ktorú našli na internete.

Možnosti prekrývania jednotlivých aktivít znázorňuje nasledujúci Vennov diagram [Naps et al. 2002]. Na obrázku 1 môžeme vidieť, že pozorovanie (1) prekrýva celý priestor, keďže táto aktivita je súčasťou každej inej.



Obrázok 1. Možnosti prekrývania jednotlivých aktivít študentov (1 – pozorovanie, 2 – odpovedanie, 3 – modifikácia, 4 – vytváranie, 5 – prezentácia)

## Zbierka animácií algoritmov

Po preštudovaní literatúry a doterajších výskumov v danej téme, vytvorili sme zbierku vizualizácií, ktorá obsahuje také animácie algoritmov, ktoré je možné úspešne používať vo vyučovaní. Zbierka je dostupná na webovej adrese: <http://algoanim.ide.sk/>.

Do zbierky sme zaradili len také animácie, ktoré sú aspoň z časti v súlade s princípmi Mayera a majú aspoň minimálnu interaktivitu.

Podotýkame, že animácie z tejto zbierky sa dajú najlepšie využívať vtedy, ak študenti majú k dispozícii aj potrebný učebný text, alebo je animácia vysvetlená na prednáške. Dôležitosť vysvetlenia potvrdili aj niektoré doterajšie výskumy [Hansen et al. 2002; Mayer 2009; Naps et al. 2002].

The screenshot shows the website 'Algorithm Animations and Visualizations' with a navigation bar and a main content area. The main content area is divided into two sections: 'TOP 4 FUNDAMENTALS 1' and 'TOP 4 FUNDAMENTALS 2'. Each section contains four animation thumbnails with titles and brief descriptions.

**TOP 4 FUNDAMENTALS 1** (show all (8) animation)

- Searching the minimum
- Searching the maximum
- Mirroring the array
- Summing elements

**TOP 4 FUNDAMENTALS 2** (show all (5) animation)

- Searching the index of the minimum
- Searching the index of the maximum
- Merging two sorted lists
- Binary search

Obrázok 2. Zbierka animácií algoritmov

Tu spomínaná zbierka momentálne obsahuje 130 animácií, z ktorých 71 je v anglickom jazyku, 24 v slovenskom jazyku a 35 v maďarskom jazyku. Všetky animácie sú zaradené do rôznych kategórií:

- Podľa algoritmu ktorú vizualizácia znázorňuje, napr. základné algoritmy, jednoduché triedenie výmenou, bublinkové triedenie, triedenie vkladáním, rýchle triedenie, ...
- Podľa technológie ktorá bola použitá na vytvorenie animácie, napr. Javascript, Adobe Flash, ...

- Podľa programovacieho jazyka v ktorom je zdrojový kód zobrazený (ak je to súčasťou animácie), napr. pseudokód, pascal, c++, ...
- Podľa interaktivity. V tejto kategórii rozlišujeme 4 typy interaktív:
  - animácie bez interaktivity – napr. animované GIF obrázky;
  - animácie s nízkou interaktivitou – používatelia môžu spustiť, zastaviť, prípadne krokovať animáciu, napr. Youtube videá;
  - animácie so strednou interaktivitou – používatelia vstupné údaje môžu zadať alebo ich vybrať z množiny údajov, atď.;
  - animácie s vysokou interaktivitou – používatelia môžu myšou označiť objekty animácie, premiestňovať časti animácie, atď.

Zbierka animácií je voľne prístupná a samozrejme používatelia môžu aj odporučiť zaradenie ďalších animácií do zbierky. Študenti môžu jednak hodnotiť animáciu hviezdami od 1 do 10, slovne pomocou komentárov, a taktiež môžu vyjadriť pozítiva a negátiva vizualizácie. Veríme, že pomocou takéhoto hodnotiaceho systému sa po určitom čase zo zbierky vykryštalizujú tie animácie, ktoré sú najvhodnejšie pre študentov.

## Záver a budúce plány

Nami vytvorenú zbierku plánujeme využiť vo vyučovaní algoritmov a programovania na Univerzite J. Selyeho v Komárne, od akademického roku 2015/16. Dúfame, že sa nám zbierku podarí rozšíriť aj o ďalšie animácie a vizualizácie a tak vytvoriť zbierku, ktorá bude prospešná tak pre študentov ako aj pre učiteľov informatiky.

## Literatúra

- Byrne M.D., Catrambone R., Stasko J.T. (1999), *Evaluating animations as student aids in learning computer algorithms*, „Computers & Education” no. 33(4), doi:10.1016/s0360-1315(99)00023-8.
- Fleischer R., Kucera L. (2002), *Algorithm animation for teaching*, „Software Visualization” no. 2269.
- Grissom S., McNally M.F., Naps T. (2003), *Algorithm visualization in CS education: comparing levels of student engagement*, Paper presented at the Proceedings of the 2003 ACM symposium on Software visualization, San Diego, California.
- Hansen S., Narayanan N.H., Hegarty M. (2002), *Designing educationally effective algorithm visualizations*, „Journal of Visual Languages and Computing” no. 13(3), doi:10.1006/s1045-926x(02)00027-7.
- Mayer R.E. (2009), *Multimedia Learning*, New York.
- Naps T.L., Rößling G., Almstrum V., Dann W., Fleischer R., Hundhausen C., ... Velázquez-Iturbide J.Á. (2002), *Exploring the role of visualization and engagement in computer science education*, „SIGCSE Bull” no. 35(2), doi:10.1145/782941.782998.
- Stoffa V. (2004), *Modelling and simulation as a recognising method in the education*, „Educational Media International” no. 41(1).
- Stoffa V. (2008), *Az animáció szerepe az elektronikus tankönyvekben*, „Információs társadalom” no. VIII(3).