

## INTERAKTÍV ALGORITMUS ANIMÁCIÓK AZ OKTATÁSBAN

VÉGH, Ladislav, SR

**Absztrakt:** Az algoritmusok megértése és az algoritmikus gondolkodás elsajátítása az elsős informatika szakos hallgatók számára bonyolult feladat, melyben a segítségükre lehetnek különféle animációk és vizualizációk. Annak ellenére, hogy a diákok kedvelik az animációk segítségével történő ismeretsajátítást, az utóbbi 30-35 évben elvégzett pedagógiai kísérletek nem minden esetben jártak pozitív eredménnyel. A cikkben bemutatunk egy saját fejlesztésű portált, amellyel kísérletet teszünk olyan animációk összegyűjtésére, melyek sikeresen felhasználhatók az algoritmusok oktatásánál. Tárgyaljuk az animációk lényeges eseményeit bemutató és a mikro szintű animációkat is.

**Kulcsszavak:** algoritmusok tanítása és tanulása, interaktív animációk és vizualizációk, algoritmus animációk gyűjteménye

### INTERACTIVE ALGORITHM ANIMATIONS IN EDUCATION

**Abstract:** Understanding algorithms and developing algorithmic thinking is a hard task for first-year undergraduate students. In their learning process, algorithm animations and visualizations might be helpful. Even though students like learning by animations, pedagogical researches in this field showed mixed results in the last 30-35 years. In this article, we introduce our portal, where we have tried to collect educationally efficient algorithm animations. We also discuss animations with conceptual view and micro level.

**Key words:** teaching and learning algorithms, interactive animations and visualizations, collection of algorithm animations

#### 1 Bevezető

A programozás az informatikaoktatás egyik fontos része. A számítástechnika szakos elsős hallgatók körében azonban a programozás és algoritmikus gondolkodás elsajátítása az egyik legnehezebb feladat. Ennek egyik fő oka, hogy az algoritmusok olyan folyamatokat írnak le, amely absztraktak és dinamikusak, azonban a módszerek, melyekkel az algoritmusok oktatva vannak nem azok. Az animációk segítségével való oktatás segíthet ezen, hiszen követik az alábbi helyesnek tartott feltételezéseket:

- a grafikus szemléltetés jobb, mint a szöveges leírás;
- dinamikus grafika jobb, mint a statikus.

Annak ellenére, hogy a diákok is szívesebben tanulnak animációk segítségével, mint statikus képeket és szöveges dokumentumokat használva, az utóbbi 30-35 év alatt elvégzett kísérletek nem minden esetben támasztják alá az animációk használatának hatékonyságát az oktatásban [1-6]. Fontos, hogy az animációk megfelelő elemekkel szemléltessék az absztrakt fogalmakat. A megfelelő ábrázolás segítségével az animációk egyfajta hidat képezhetnek a valós világbeli szituációk és a programozási fogalmak között [7]. Továbbá az is lényeges, hogy a hallgatók ne csupán passzív megfigyelői, hanem aktív résztvevői legyenek a vizualizációs folyamatoknak [8-14].

Young [15] a kutatásai során foglalkozott a diákok által tanulással eltöltött, tanítási órákon kívüli idővel is. Publikációjában leírta, hogy a mai diákok annyira hozzászoktak a figyelmük eltereléséhez (pl. médiákban megjelenő reklámokkal, képekkel, videókkal), hogy a

múltbéli diákokhoz képest nehezebben tudnak koncentrálni. A vizualizációkkal támogatott oktatás egyik előnye az is lehet, hogy segítségükkel a tanulók jobban oda tudnak figyelni az animációban szemléltetett folyamatokra [9, 15].

A gondosan megtervezett animációk és vizualizációk növelik a tanulók motiváltságát, a tanulást élvezetesebbé teszik, segítik a diákokat az új, rövid és hosszú távú ismeretek megszerzésében, továbbá csökkentik a hallgatók lemorzsolódását az egyetemeken [16].

## 2 Algoritmus animációk használata az oktatásban

A témával kapcsolatos kutatások egy része kész vizualizációs rendszert használt az oktatás során (pl. JHAVÉ, Jeliot, BlueJ, ALVIS Live!, Balsa-II, Polka). Ezen rendszerek többsége egy vizuális elemekkel kiegészített hibakereső alkalmazásra hasonlít [17]. Az ilyen eszközök a beírt programkódban található adatokat és az azokon végzett műveleteket szemléltetik valamilyen standard formában [18]. Előnyük, hogy a diákok a saját maguk által beírt, vagy módosított programkódot szemléltethetik grafikus formában, tehát szinte bármilyen programkód vizualizálható a segítségükkel. Hátrányuk, hogy az adatok és a folyamatok hasonlóan vannak szemléltetve minden esetben, nincsenek figyelembe véve az egyes algoritmus jellegzetességei a folyamat vizuális megjelenítésekor.

A kutatások másik része olyan animációkat használt az oktatásban, melyek külön, egy-egy konkrét algoritmus bemutatására készültek. Bár ezek megtervezése és elkészítése jóval több időt vesz igénybe, de cserébe az animációk jobban kiemelhetik az egyes algoritmusok jellemzőit, fókuszálhatnak a fontosabb, jellegzetes lépésekre, több fajta interaktivitást tartalmazhatnak. Az ilyen, gondosan megtervezett, egy-egy adott algoritmusra fókuszáló animáció segítségével főleg a gyengébb képességű diákok könnyebben megértik a vizualizált folyamatokat, mint egy általános program-vizualizáció alkalmazásával [5, 17].

Annak ellenére, hogy a mindkét fajta algoritmus animáció és vizualizáció segíti a tananyag megértését, az oktatók többsége mégsem használja őket. A tanárok többsége az alábbi okokat sorolta fel, amiért nem használnak animációkat az oktatásban [3]:

- Úgy érzik, nincs idejük utánanézni és megtanulni a használatukat.
- Úgy érzik, hogy nincs idő foglalkozni velük az órán, mivel ez más tanórai tevékenységtől venné el az időt.
- Úgy érzik, hogy animáció előkészítése a tanórákra túl sok erőfeszítésbe és időbe telik.
- Úgy érzik, hogy a használatuk nem hatékony az oktatásban.

A cikk további részeiben bemutatott saját fejlesztésű portál ezek egy részén próbál segíteni. A portálon a diákok és a tanárok egy helyen elérhetik az általunk összegyűjtött és kiválogatott algoritmus animációkat.

## 3 Algoritmusok animációinak gyűjteménye

Az általunk megtervezett és algoritmus animációkat összegyűjtő háromnyelvű (angol, magyar, szlovák) portál a [www.algoanim.ide.sk](http://www.algoanim.ide.sk) címen érhető el (1. ábra).

A weboldal jelenleg 131 animációt tartalmaz (72 angol, 35 magyar és 24 szlovák nyelvűt), melyeket a jövőben szeretnénk tovább bővíteni. Ennek érdekében az oldalon regisztrált felhasználók is ajánlhatnak animációkat.

Az animációk gyűjteménybe való besorolásánál fontos szempontnak tartjuk azok oktatási folyamatban való felhasználhatóságát. Ezért csak olyan animációkkal próbáljuk bővíteni a gyűjteményt, amelyek megfelelnek a szakirodalomban található multimédia elveknek és az interaktivitással kapcsolatos javaslatoknak [17, 19, 20]. A diákok mindegyik

animációt értékelhetik csillagokkal (1-től 10-ig), szöveges megjegyzésekkel, ill. az animáció pozitívumainak és negatívumainak felsorolásával. Bízunk benne, hogy idővel e módszerek használatával kiszekelődnek azok az animációk, melyek közkedveltebbek a diákok körében és nagyobb sikerességgel használhatók az oktatásban.

A gyűjtemény elkészítésénél azonban nem csak a diákok, de a tanárok igényeit is próbáltuk szem előtt tartani. Mindegyik animációhoz megjeleníthető egy olyan HTML kód, amely segítségével az oktatók könnyedén beilleszthetik az animációt saját weboldalukba, blogjukba, vagy elektronikus tananyagjukba.

The screenshot shows the website 'Algoritmusok Animációi és Vizualizációi' (algoanim.ide.sk). The page features a navigation bar with categories like 'Kategóriák', 'Keresés', 'Kedvencek', 'Segítség', and 'AlgoAnim'. A main menu lists various sorting algorithms, including 'Buborékrendezés'. The main content area is titled 'BUBORÉKRENDEZÉS' and displays a grid of six animation thumbnails:

- Továbbfejlesztett buborékrendezés**: Javascript animáció, showing a bar chart and code.
- Buborékrendezés**: Javascript animáció, showing a bar chart and code.
- Buborékrendezés**: Javascript animáció, showing playing cards and code.
- Javított buborékos rendezés**: Flash animáció, showing code with a highlighted section.
- Buborékos rendezés**: Flash animáció, showing code and a 'Hasonlíttások száma: 15' indicator.
- Buborékrendezés LEGO kockákkal**: Videó, showing a 3D visualization using LEGO bricks.

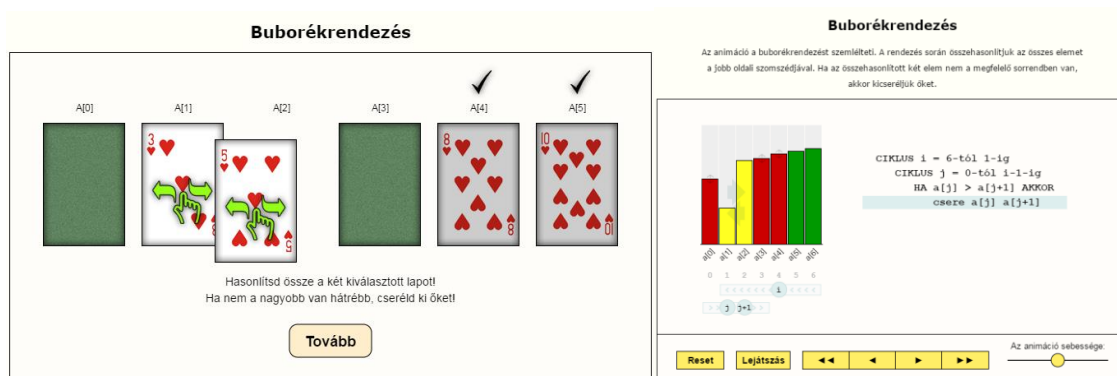
1. ábra: Buborékrendezést bemutató animációk az algoritmusok animációit és vizualizációit összegyűjtő portálon ([www.algoanim.ide.sk](http://www.algoanim.ide.sk))

Mivel a fokozatosan bővülő gyűjteményben előfordulhat, hogy egy-egy animációt később nehéz lehet újra megtalálni a weboldalon, a felhasználók bármelyik animációt egy kattintással hozzáadhatják a kedvenceikhez. Ezeket az animációkat később tetszőleges számítógépről könnyedén elérhetik a portálra való bejelentkezés után a „Kedvencek” menüpont alatt.

A portál a saját fejlesztésű interaktív animációnkon túl, rengeteg külső weboldalon található animációra is hivatkozik. Ennek érdekében, hogy az animációk gyűjteménye könnyebben karbantartható legyen, fontosnak tartottuk, hogy a felhasználók egyszerűen jelezhessék, ha valamelyik animáció nem működik. Ilyenkor az adminisztrátor értesítést kap, amely alapján ideiglenesen elrejtetheti vagy akár teljesen törölheti az animációt a gyűjteményből.

#### 4 Az algoritmusok lényeges eseményeit bemutató és mikro szintű animációk

Hansen és társai [1], több különböző típusú animáció egymás utáni használatát javasolják az oktatásban. Ezek közül az első típusú animációk az algoritmusok működésének lényeges eseményeit mutatják be, nem mennek bele a részletekbe. Ezen animációk egyrészt megalapozzák az absztrakt elemek megértését valós világbeli példákon keresztül, másrészt motivációként is szolgálnak [1]. A valós világbeli példák használata a programozás oktatásánál elősegíti, hogy a diákok könnyebben megértsék és alkalmazzák az absztrakt fogalmakat. Ez által a tanulók már a kezdetben, amikor még csak ismerkednek az algoritmusokkal, a valós világ és a logikai programozás közötti kapcsolat kialakítására vannak ösztönözve [7, 21]. Ilyen animációk az általunk készített, rendezési algoritmusok lényeges lépéseinek megértését elősegítő interaktív animációk, melyekben az egyes tömbelemek kártyalapokkal vannak szemléltetve (2. A ábra). A diákok számára mindig egyforma színű kártyalapokat generál ki az animáció, a színt az inicializálásnál választja ki négy fajta színből (pikk, kör, káró, treff). Továbbá a kártyacsomagból csak a számokat használja az animáció (2-10 kártyalapok). Mindezekkel sikerült lecsökkenteni az animációban megjelenő felesleges információk számát, így a diákok jobban tudnak koncentrálni a fontosabb információkra. Mivel a célunk minél magasabb interaktivitás létrehozása volt, a kártyalapokat „fogd és vidd” (drag and drop) művelet segítségével lehet rendezni. Fontos azonban megemlítenünk, hogy az egyes animációk csak olyan műveleteket engednek meg, és kizárólag olyan sorrendben, ahogy az a rendezési algoritmusban is elő van írva. A diákoknak tehát csak akkor sikerül sorba rakni a kártyalapokat, ha követik az adott rendezési algoritmus lépéseit. Az animációk a <http://anim.ide.sk/kartyarendezes.php> weboldalon érhetőek el.



2. ábra: Buborékrendezés szemléltetése két különböző interaktív animáció segítségével: A) lényeges lépések megértését segítő interaktív kártyarendezés B) oszlopokkal szemléltetett, pszeudokódot is tartalmazó mikro szintű animáció

Hansen és társai [1] által javasolt, második típusú animációk mikro szinten, részletesen mutatják be az algoritmusok futása során elvégzett műveleteket kis adathalmazokon (kb. 6-8 elem), az éppen végrehajtott műveletek kiemelésével a pseudo- vagy programkódban [1, 21]. Ilyen animációkra példa az általunk készített, oszlopok segítségével szemléltetett rendezési algoritmusok animációi (2. B ábra). Ebben az esetben az oszlopok színeinek jelentése van: piros szín jelzi a rendezetlen elemeket, zöld szín a rendezett elemeket, sárga szín pedig az éppen összehasonlított vagy felcserélt két elemet. Az oszlopok alatt látható, hogy az egyes ciklusváltozók éppen melyik tömbelemre hivatkoznak. A pszeudokódban pedig az algoritmus aktuális lépése van színessel kiemelve. Az interaktív rendezési animációk a [http://anim.ide.sk/rendezesi\\_algoritmusok\\_1.php](http://anim.ide.sk/rendezesi_algoritmusok_1.php) weboldalon érhetőek el.

## Konklúzió

A bemutatott portál véleményünk szerint jól felhasználható az algoritmusok és a programozás tanításánál és tanulásánál. Bízunk benne, hogy a jövőben sikerül a weboldalon található gyűjteményt tovább bővíteni újabb, az oktatásban effektíven felhasználható animációkkal.

A 2014/15 és 2015/16-os akadémiai évben több pedagógiai kísérletet is végeztünk az általunk létrehozott, rendezési algoritmusok működését bemutató interaktív animációk segítségével (kártyák rendezése, mikro szintű animációk). A diákoknak tetszetek az animációk, szívesen használták az algoritmusok megértésének megkönnyítésére. A kísérletek során a diákok által kitöltött tesztek statisztikai feldolgozása is pozitív eredményeket mutattak ki.

## Felhasznált irodalom

- [1] HANSEN, S., N.H. NARAYANAN, and M. HEGARTY, *Designing educationally effective algorithm visualizations*. Journal of Visual Languages and Computing, 2002. 13(3): p. 291-317.
- [2] HUNDHAUSEN, C. and S. DOUGLAS, *Using visualizations to learn algorithms: Should students construct their own, or view an expert's?* 2000 Ieee International Symposium on Visual Languages, Proceedings, 2000: p. 21-28.
- [3] HUNDHAUSEN, C.D., S.A. DOUGLAS, and J.T. STASKO, *A meta-study of algorithm visualization effectiveness*. Journal of Visual Languages and Computing, 2002. 13(3): p. 259-290.
- [4] BYRNE, M.D., R. CATRAMBONE, and J.T. STASKO, *Evaluating animations as student aids in learning computer algorithms*. Computers & Education, 1999. 33(4): p. 253-278.
- [5] KANN, C., R.W. LINDEMAN, and R. HELLER, *Integrating algorithm animation into a learning environment*. Computers & Education, 1997. 28(4): p. 223-228.
- [6] KEHOE, C., J. STASKO, and A. TAYLOR, *Rethinking the evaluation of algorithm animations as learning aids: an observational study*. International Journal of Human-Computer Studies, 2001. 54(2): p. 265-284.
- [7] RUDDER, A., M. BERNARD, and S. MOHAMMED, *Teaching programming using visualization*. Proceedings of the Sixth IASTED International Conference on Web-Based Education, 2007: p. 487-492.
- [8] NAPS, T.L., et al., *Exploring the role of visualization and engagement in computer science education*. SIGCSE Bull., 2002. 35(2): p. 131-152.
- [9] GRISSOM, S., M.F. MCNALLY, and T. NAPS, *Algorithm visualization in CS education: comparing levels of student engagement*, in *Proceedings of the 2003 ACM symposium on Software visualization*. 2003, ACM: San Diego, California. p. 87-94.
- [10] KATAI, Z. and L. TOTH, *Technologically and artistically enhanced multi-sensory computer-programming education*. Teaching and Teacher Education, 2010. 26(2): p. 244-251.
- [11] STOFFOVÁ, V., *Interaktivitás az elektronikus tankönyvekben (Interactivity in e-course books)*. in *XXI. DIDMATTECH 2008*. 2008. Eger, Hungary: Eszterházy Károly College, Eger.
- [12] STOFFA, V., *Az animáció szerepe az elektronikus tankönyvekben*. Információs társadalom, 2008. VIII(3): p. 113-125.

- [13] KUK, K., et al., *Using a game-based learning model as a new teaching strategy for computer engineering*. Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences, 2012. 20: p. 1312-1331.
- [14] PATWARDHAN, M. and S. MURTHY, *When does higher degree of interaction lead to higher learning in visualizations? Exploring the role of 'Interactivity Enriching Features'*. Computers & Education, 2015. 82: p. 292-305.
- [15] YOUNG, J.R., *Homework? What Homework? Students Seem to Be Spending Less Time Studying Than They Used To*. The Chronicle of Higher Education, 2002. 49(15): p. A35-A37.
- [16] URQUIZA-FUENTES, J. and J.A. VELAZQUEZ-ITURBIDE, *Toward the effective use of educational program animations: The roles of student's engagement and topic complexity*. Computers & Education, 2013. 67: p. 178-192.
- [17] FLEISCHER, R. and L. KUCERA, *Algorithm animation for teaching*. Software Visualization, 2002. 2269: p. 113-128.
- [18] LATTU, M., V. MEISALO, and J. TARHIO, *A visualisation tool as a demonstration aid*. Computers & Education, 2003. 41(2): p. 133-148.
- [19] MAYER, R.E., *Multimedia Learning*. second ed. 2009, New York, USA: Cambridge University Press. 304.
- [20] VÉGH, L. *Animations in Teaching Algorithms and Programming (Animácie vo vyučovaní algoritmov a programovania)*. in *Nové technológie ve vzdelávaní*. 2011. Olomouc, CZ: Palacký University, Olomouc.
- [21] BERNÁT, P., *The Methods And Goals Of Teaching Sorting Algorithms In Public Education*. Acta Didactica Napocensia, 2014. 7(2): p. 10.

**Lektorálta:** Veronika Stoffová, Prof., Ing., CSc.

**Elérhetőségek:**

Ladislav Végh, PaedDr.,  
Matematika és Informatika Tanszék, Selye János Egyetem,  
Bratislavská cesta 3322, 945 01 Komárno, Szlovákia,  
telefon: +421-903-322358, e-mail: veghl@uj.s.sk