

Az algoritmikus gondolkodás vizsgálata különböző korosztályú tanulóknál, E-learning tesztelési környezetben

Osztaián Erika¹, Kátai Zoltán²

{¹osztian, ²katai_zoltan}@ms.sapientia.ro
SAPIENTIA EMTE

Absztrakt. A Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetemen kezdeményezett többbérzékiszerves informatikaoktatási módszer új arculata az *AlgoRythmics* projektben mutatkozik meg. Ahhoz, hogy ez a környezet még motiválóbb és hatékonyabb legyen MINDEN tanuló algoritmikus gondolkodásának fejlesztésében, előteszteléseket végeztünk. Ennek eredményeit, következtetéseit szeretnénk ismertetni ebben a dolgozatban. A mérések alapeszközeként az AlgoRythmics kollektív lineáris keresés videóját használtuk és ennek hatását vizsgáltuk különböző *korosztályú* (3, 5, 7, 9 osztályok) és *szakirányú* (művészetek vs. reál), programozási előismeretekkel nem rendelkező diákok algoritmikus/számítógépes gondolkodására. A vizsgálatot kiterjesztettük nagyobb korosztályra is, így lehetőséget biztosítva az egyetemisták algoritmikus gondolkodásának mérésére is. Nekik a bináris keresést is el kellett sajátítaniuk. Az *E-learning* környezetben végzett mérések eredményei útmutatót adtak, hogy milyen további lépéseket tudnánk tenni az AlgoRythmics környezetet fejlesztésében, mely segítségével követhető legyen a tanulók fejlődése, és a megértés és kódolás közti szakadék is jelentősen csökkenne.

Kulcsszavak: algoritmusok, korosztály, nem, szakmai beállítottság, többbérzékiszerves oktatás

1. Bevezető

A számítógépes gondolkodás fogalma jónéhány éve a figyelem középpontjában van, az utóbbi években azonban egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek arra, hogy hogyan lehetne mérni is azt. Számos tanulmány azt méri, hogy egy adott korosztályú tanulóknál milyen szintű a számítógépes gondolkodás. Mi, a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Matematika-Informatika Tanszék tanárai, egy olyan kutatásban veszünk részt, amelyben azt mérjük, hogy milyen ütemben fejlődik ez a készség különböző korosztályú tanulóknál. Ezért 3., 5., 7. és 9. osztályos tanulókat ugyanazon környezetben teszteltünk. Mivel az algoritmika projektünk a művészet és az informatika párosításából született meg, arra gondoltunk, hogy váll-váll mellett vizsgáljuk a művészeti és elméleti szakirányú tanulókat. A szakirodalomból merítve természetesen figyelembe vesszük, hogy a számítógépes gondolkodást fejleszteni kell már kisgyerekkorban. De felmerül az a kérdés, hogy MINDENKI számára fejleszteni kell és ha igen, HOGYAN fejlesszük ezt?

2. A számítógépes gondolkodást fejlesztő- és mérő oktatási környezet

Az utóbbi évtizedben folytonos erőfeszítések történtek annak az érdekében, hogy a számítógépes gondolkodás fejlesztését beépítsék a K-12, illetve a K-9 oktatásba. A *“Számítógépes Gondolkodás mindenkinek”* kezdeményezésnek köszönhetően, két komplementáris ötlet született, mely elősegítette ennek megvalósítását: (1) új számítástechnika tanfolyamok bevezetése és (2) a jelenlegi lecketervekbe a számítógépes gondolkodás fejlesztésének beépítése (Román-González, Pérez-González, Moreno-León, & Robles, 2018). Ezt követve, 2014 óta, a Számítástechnika oktatása az Egyesült Királyságban

elő gyerekek számára kötelezővé vált 5 éves kórtól kezdődően (Brown, Sentance, Crick, & Humphreys, 2014) és ennek a tantárgynak a tanítása egyre növekvő elismerést élvez más országokban is (European Schoolnet, 2015). Egy másik kutatás (Mannial, 2014) azt vizsgálta, hogy jelen oktatási rendszerünkben milyen mértékben vannak jelen a számítógépes gondolkodást elősegítő eszközök. Az itt megfogalmazott gondolatok hallgatólágoosan arra utalnak, hogy a jelenlegi tantervek nem járulnak elegendően hozzá a számítógépes gondolkodás fejlesztéséhez. Több kutatás nyomatékosítja, hogy a programozást tanuló hallgatók nem rendelkeznek azokkal az előzetes szakismeretekkel, amelyeket ez a tantárgy megkövetel (Ahadi, Lister, Lal, Leinonen, & Hellas, 2017; Evans & Simkin, 1989; Simon, Chen, Lewandowski, McCartney, & Sanders, 2006). Másrészt, amiatt hogy a számítógépes gondolkodás egy kombinált készség (Feaster, Ali, Zhai, & Hallstrom, 2014), arra következtethetnénk, hogy explicit számítógépes gondolkodás-oktatásra való különös figyelem nélkül is fejlődik a gyerekek számítógépes gondolkodása, a jelenlegi tantervnek köszönhetően. Jelen kutatásban is kifejezetten arra összpontosítottunk, hogy ha kérdéseket teszünk fel egy olyan feladat kapcsán, amely bizonyos szintű számítógépes gondolkodást igényel, van-e különbség a harmadik, ötödik, hetedik és kilencedik osztályos tanulók válaszai közt. Kutatásunkat bővítettük a 2019 őszén mért felmérések eredményeivel, melyet azon elsőéves egyetemisták körében végeztünk, akik nem rendelkeztek előzetes programozási ismeretekkel.

Az AlgoRythmics környezetben az algoritmusokat olyan kontextusban találjuk, amelyek bárki számára vonzóak. Tulajdonképpen a táncgyűttesekkel karöltve, olyan tánckoreográfiákat dolgoztunk ki, amelyek alapvető számítógépes algoritmusokat szemléltetnek. Ilyen algoritmusaink például a lineáris és bináris keresési algoritmus, amely kísérletünk kivitelezésére szolgált.

3. Kísérletek

A tervezett kísérletben résztvevő tanulók, a K-12 oktatás három szakaszában kell teljesítsenek: általános iskola alsó tagozat (0–4. évfolyam), általános iskola felső tagozat (5–8. évfolyam) és középiskola (9–12. évfolyam). A tanterv formája, mint az oktatás tartalmát szabályozó dokumentum, minden iskolán belül a különböző tanulmányi területek tanulmányozásának köszönhetően, lehet: elméleti, speciális szakmai (például művészeti) és technológiai. A számítógépes gondolkodást fejlesztő oktatásban, évek óta kötelező tárgyként, csak a középiskolai osztályokban (9-12 évfolyamoknál), ott is csak a természettudományok, a matematika informatika és az intenzív informatika szakosztályok számára szerepelt a tanterv keretében a programozás oktatás. A 2017-2018-as tanévtől kezdődően, a gimnáziumi szintű (az 5. osztály második felétől) az Informatika és Információs és kommunikációs technológiák név alatt szereplő tantárgy tantervét az algoritmikus-gondolkodást fejlesztő elmélettel is kiegészítették.

Jelen tanulmány résztvevőit 325 tanuló képviseli (42% lány), ebből 57 (46% lány) alsó tagozatos általános iskolás, 103 (63% lány) felső tagozatos általános iskolás, 54 (54% lány) középiskolás és 111 (20% lány) első éves egyetemista. A két tagozat tanulóit a környék két, jó hírnevű állami iskolájában tanultak a 2018-2019-es tanévben. Mivel elemi szinten csak elméleti (T) és művészeti (A) szakos gyerekek tanulnak, az őket képviselt kiválasztott iskolák is ilyen irányítottságúak voltak (Elméleti iskola-T és Művészeti iskola-A). A 3., 5., 7., 9. fokozat nyolc osztályát kértük fel tehát a kísérletre, mindkét szakról kiválasztva egy-egy osztályt (3T, 3A, 5T, 5A, 7T, 7A, 9T, 9A). A Settle, Goldberg és Barr (2013) kutatók által végzett mérések arra utalnak, hogy a 3. osztály az a fokozat, amelyben a tanulók már nem olvasni tanulnak, hanem olvasással tanulnak. Ez lehet a legkisebb korosztály, akiknél az algoritmikus-gondolkodás, mint képesség, követhető. A további korosztályok kiválasztásakor azt is feltételeztük, hogy a kétéves eltolódás a felmért tanulók közt mérhető eredményeket szolgál. Ezek a feltevések harmonizálnak a CSTA¹ (2017) szabványok által meghatározott felosztással. Az

¹ CSTA – Computer Science Teachers Association

egyetemisták a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Informatika, Számítástechnika, Mechatronika és Gépészetmérnöki szakokon kezdték tanulmányaikat a 2019-2020-as tanévben.

3.1. A kísérlet leírása:

A kísérlet során az AlgoRhythmic kollekció lineáris és bináris keresési videójával, valamint a világhálón megtalálható ezen algoritmusok animációjával tanítottunk különböző csoportokat. A méréseket a 2018-2019 valamint a 2019-2020-as tanévekben végeztük. Összefoglalva, a következő tanulási módszer alapján tanultak a tanulóink (1. táblázat: Alkalmazott tanulási módszerek és algoritmusok)

Tanterv	3, 5, 7, 9 osztályosok	Informatika C+D Számítástechnika C Mechatronika	Informatika A+B Számítástechnika A+B Gépészmérnöki
Algoritmus neve	Lineáris keresés	Lineáris és bináris keresés	Lineáris és bináris keresés
Tanulási módszer	Videó	Videó	Animáció

1. táblázat: Alkalmazott tanulási módszerek és algoritmusok

A kísérletet a 2018-19-es tanév első félévében kezdtük az alsó, felső és középiskolás tanulókkal. A tesztelés, a 3. osztályos tanulók kivételével, a résztvevő iskolák számítógépes laboratóriumában zajlott. Mivel a kisiskolások tantervei nem tartalmazzák az Informatika és Információs és kommunikációs technológiák tanórákat és a figyelmük lekötése is igencsak nehéz feladat, meghívtuk őket az egyetem számítógépes laboratóriumába, azt remélve, hogy az új környezet is segíteni fog a bemutatott algoritmusok megértésében.

Az egyetemisták felmérésére a 2019-2020-as tanévben, az Informatika alapok tantárgy keretén belül került sor. A felosztás szakonként, ezen belül pedig névsor szerint valósult meg.

Mind a kisiskolásoknak, középiskolásoknak, mind az egyetemistáknak ugyanazt a tananyagot tanítottuk. Tanulási eszközként használtunk szemléltető képeket, videókat, animációkat. Minden tanulási szakaszt egy-egy kérdés követett, melyre a választ a Socratic online tesztelési alkalmazásban értékeltünk ki. Az általunk összefoglalt tananyag 2 szakaszból állt. A lecke címe: *A párját kereső fiú története*. Minden csoport felmérése 30-35 percet vett igénybe. Az órából fennmaradó 10-15 percben együtt értelmeztük a diákokkal a feltett kérdésekre adott válaszaikat.

3.2. Első szakasz

Az első tanulási szakaszban meg szeretnénk volna tudni, hogy a tanulók mennyire éreznek rá a lineáris keresés algoritmusára. Segítségül egy kép szemléltette a párját kereső fiú történetét (1 fiú és 7 lány; a fiú a 7-es számot, a 7 lány pedig a következő számokat viselte: 3, 9, 0, 5, 8, 7, 4). A feladat forgatókönyve röviden megfogalmazva: a fiú keresi a párját a lányok közt. Az a párja, aki ugyanazt a számot viseli, és ugyanazt a „tükörkoreográfiát” táncolja. Mivel a fiú nem látja a lányok számát (a fiú a mellén, a lányok a hátukon viselik a számokat), a következő stratégiát kell, hogy alkalmazza: felkéri őket egy-egy táncra és tánc közben tudatosan benne, hogy a lány a párja-e vagy sem. (1. ábra: Lineáris keresés - felvezetőkérdés)



1. ábra: Lineáris keresés - felvezetőkérdés

A felmérés első kérdése:

Q₁: Hány lánnyal kell táncolnia a fiúnak, ahhoz, hogy megtalálja a párját?

Helyes válaszoknak a lineáris keresés szerinti válaszokat fogadtuk el: 6 vagy 2 (mivel a tanulók a lánysorozat bármelyik oldalától indíthatták a keresést)

3.3. Második szakasz



2. ábra: Lineáris keresés videóval

A tanulóknak megtanítottuk a lineáris keresés algoritmusát. Oktatási eszközként, az AlgoRythmics kollekció flamenco táncsal bemutatott lineáris keresés videóját alkalmaztuk. (ábra: Lineáris keresés videóval).

Ahhoz, hogy megvizsgáljuk mennyire értették meg az algoritmust, újabb kérdéseket tettünk fel számukra. Az első kérdés keretében egy újabb kép alapján (a fiú a 10-es számot, a 10 lány pedig a következő számokat viselte: 18, 22, 8, 7, 9, 12, 10, 64, 1, 19) kellett újra választ adjanak az alábbi kérdésre:

Hány lánnyal kell táncolnia a fiúnak, ahhoz, hogy megtalálja a párját?

Helyes válaszok: 7 (ha balról indul), 4 (ha jobbról indul)

Ezt követett négy, az algoritmus bonyolultságára vonatkozó kérdés. Az első két kérdés ezekből a következő ábrához kapcsolódott. Ezúttal a lányok hátán nem voltak feltüntetve a számok (3. ábra: Milyen számokkal lássuk el a lányokat?).



3. ábra: Milyen számokkal lássuk el a lányokat?

Q2.2.1: Milyen számokkal látnád el a lányokat, ahhoz, hogy a fiú egy tánc után megtalálja a párját? ("legszerencésőbb eset"). Sorold fel az 5 számot, szóközzel elválasztva.

Mivel nem hangsúlyoztuk, hogy a fiú balról vagy jobbról kezdi a keresést, helyes válaszként elfogadtuk, ha a 25-ös szám a sorozat első pozícióján vagy a sorozat utolsó pozícióján volt megtalálható. Ugyancsak helyesek voltak azok a válaszok, amelyeknél a 25-ös szám a sorozat mindkét végén, vagy a megadott sorozat csupa 25-ös számokból állt.

Egy lehetséges helyes válasz: 25 14 89 4 3

Q2.2.2: Milyen számokkal látnád el a lányokat, ahhoz, hogy a fiú a "legszerencésétebb esetben" legyen? Sorold fel az 5 számot, szóközzel elválasztva.

Ebben az esetben helyes válaszként a következő eseteket fogadtuk el: a 25-ös szám a sorozat utolsó pozícióján található, a 25-ös szám a sorozat első pozícióján található vagy a 25-ös szám nem volt megtalálható a sorozatban.

Egy lehetséges helyes válasz: 1 85 7 12 25

A feladat nehézsége az utolsó 2 kérdéssel fokozódott:

Q_{2.3.1}: Hány lánnyal kell táncoljon a fiú „legszerencésebb esetben”, ahhoz, hogy megtalálja a párját, ha 5 lány helyett, x lány állna vele szemben?

Helyes válasz: 1

Q_{2.3.2}: Hány lánnyal kell táncoljon a fiú „legszerencétlenebb esetben”, ahhoz, hogy megtalálja a párját, ha 5 lány helyett, x lány állna vele szemben?

Helyes válasz: x vagy x-1

Az egyetemisták számára a kérdések sorozatát kibővítettük a kódolást elősegítő kérdésekkel, melyek segítségével reméltük, hogy „megépül” a híd, a megértés és a kódolást elválasztó szakadék fölött. A tanár felvázolta az algoritmust leíró programrészletet, néhány hiányzó résszel. Ezeket kellett nekik kipótolniuk.

Kérdés: Feltételezzük, hogy n lány közül keresi a párját a fiú, aki a *fiú* számot viseli a hátán. Mít kell írni a pontok helyére? A lányok 0-tól vannak sorszámozva. A tömb azonosítója *lányok*. Ha a fiú megtalálja a párját, a program írja ki a lány *sorszámát*, különben a „Nincs” szót.

Lineáris keresés

```
int main()
{
    int fiu, lanyok[100],n,i;
    //beolvasás
    for (i = ... ; i < ... ; ... ) // (Q3)
    {
        if(...==...) // (Q4)
        {
            cout << ...; // (Q5)
            break;
        }
    }
    if(i == ...) // (Q6)
        {cout << „Nincs”;}
    return 0;
}
```

Bináris keresés

```

int main()
{
int fiu, lanyok[100], n;
//beolvasás
int bal, jobb, kozep;
bal = 0; jobb = n-1;
while( ..... ) // (Q3)
{
    kozep = .....; // (Q4)
    if(fiu == lanyok[...]) // (Q5)
    {
        cout << ..... ; // (Q6)
        break;
    }
    else if(fiu < lanyok[....]) // (Q7)
    {
        jobb = .....; // (Q8)
    }
    else {
        bal = ..... ; // (Q9)
    }
}
if(.....) // (Q9)
{
    cout << „NINCS”;
}
return 0;
}

```

Összefoglalva a kutatás célja a következő kérdés köré fonódik: van-e különbség az előzetes programozási ismerettel nem rendelkező 3., 5., 7. és 9. osztályos tanulók tanulási teljesítményei közt, pontosabban fogalmazva:

- Mennyire látszik az algoritmikus gondolkodás fejlődése különböző korosztályoknál (RQ₁)?
- Független-e a fejlődés üteme a jelenlegi oktatási terv jellegétől (Művészeti iskola vs. Elméleti iskola) (RQ₂)?
- Független-e a tanulók algoritmikus gondolkodásának fejlődése a tanulók nemétől (RQ₃)?
- Mennyire tudják az előzetes programozási tapasztalatokkal *nem* rendelkező egyetemisták elsajátítani az általunk bemutatott számítógépes algoritmust (lineáris és bináris keresés) (RQ₄)?
- Van-e különbség a videóval valamint az animációval való oktatási módszerek közt az előzetes programozási tapasztalatokkal nem rendelkező egyetemisták eredményei között (RQ₅)?

4. Eredmények és következtetések

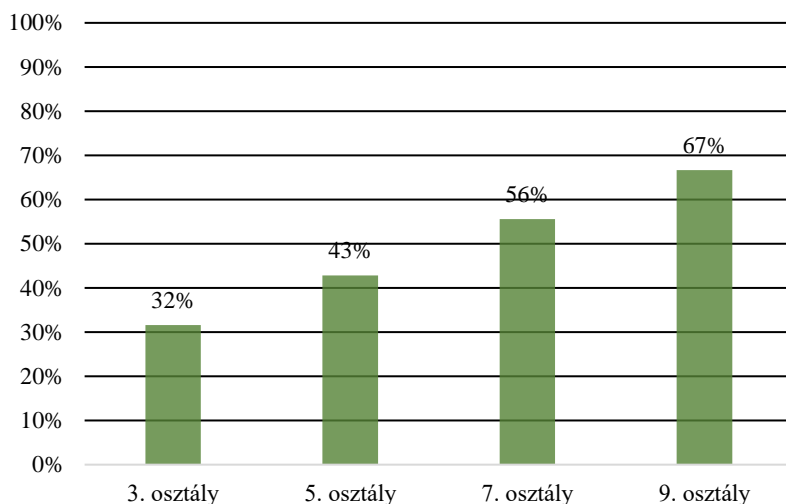
Az alsó-, felső tagozat, valamint a középiskolások tanulók száma 214 volt. Ezt a létszámot a 3. osztályosok (57 tanuló), 5. osztályosok (49 tanuló), 7. osztályosok (54 tanuló) és 9. osztályosok (54 tanuló) alkották.

Minden évfolyamon két különböző szakterületet vizsgáltunk: művészeti és elméleti (3. osztály: 25A+32T, 5. osztály: 20A+29T, 7. osztály: 25A+29T, 9. osztály: 26A+28T).

4.1. Első szakasz eredményei

4.1.1. A tanulók válaszainak feldolgozása korosztályonként (a két iskola eredményei összesítve)

Az első kérdésre adott válaszokat, mindkét iskolából, korosztályonként, a következő ábra szemlélteti (4. ábra: Az első kérdés eredményei korosztály szerint (minden iskola)):



4. ábra: Az első kérdés eredményei korosztály szerint (minden iskola)

Az online tesztben feltett kérdésekre adott válaszokat összegyűjtve, majd kódolva 0 és 1 – es értékekkel (1 – helyes, 0 – helytelen válasz), szeretnénk volna megtudni, hogy van-e szignifikáns eltérés a különböző korosztályú, különböző nemű, különböző tanterv szerint tanuló tanulók válaszai közt. Az adatok bináris jellege, valamint a minta viszonylag kis mérete miatt, a szakirodalommal összhangban, az adatok elemzését Fisher-egzakt teszttel végeztük. Az adatainkat 2×2-es kontingenciátáblázatokba rendeztük, és 95%-os szignifikancia szinttel dolgoztunk. Az *első kérdésre* (Q1) adott válaszok alapján az alábbi 2x2 – es kontingenciátáblákat nyertük.

	Helyes válaszok száma	Helytelen válaszok száma
3. osztály	18	39
7. osztály	30	24
5. osztály	21	28
9. osztály	36	18

2. táblázat: Az első kérdésre adott helyes és helytelen válaszok száma osztályonként

A Fisher-egzakt teszt eredményei alapján nem találtunk szignifikáns különbséget a korosztályok kétvétenkénti elemzésénél (3. osztály VS 5. osztály; 5. osztály VS 7. osztály; 7. osztály VS 9. osztály). Ezt követően négyvétenkénti összehasonlítást végeztünk (3. osztály VS 7. osztály; 5. osztály VS 9. osztály). Ennek eredményei alapján, a 7. osztályos tanulók szignifikánsan jobban teljesítettek, mint a 3. osztályos tanulók ($p = 0.01 < 0.05$). Hasonló eredményeket értünk el az 5. és 9. osztályos tanulók teljesítményét tekintve, ahol a szignifikancia értéke $p = 0.01 < 0.05$ volt.

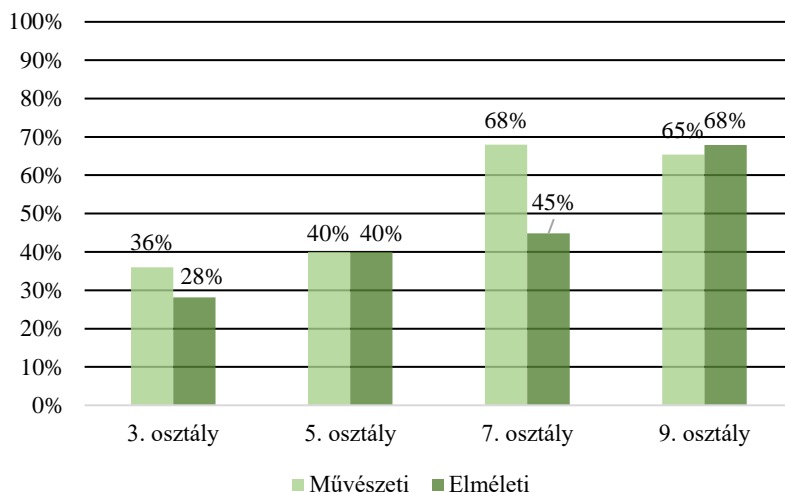
Következtetés (RQ₁): a diákok algoritmikus gondolkodása fejlődik, de moderáltan. A jelenlegi iskolarendszer nem járul kellőképpen hozzá ennek fejlesztéséhez.

4.1.2. A tanulók válaszainak feldolgozása iskolánként

A művészeti iskolában elemi szinten csak zene osztályok vannak. Rajz osztályok csak 5.-től indulnak. Ezzel összhangban a kiválasztott 3A osztály, zene osztály volt. A kiválasztott 5A, 7A és 9A osztályok viszont már rajz osztályok voltak. Mivel az 5A osztályosok csak 5.-től tanultak a művészeti iskolában, ezért az elemi osztályokat ugyancsak különböző elméleti iskolákban járták ki. Ily módon az 5A és 5T osztályok összehasonlítása nem volt releváns a két iskola összehasonlítása szempontjából. Érdekes, hogy e két osztály azonos eredményeket ért el.

Hasonló mondható el a két 9. osztály összehasonlításáról is. A 8. osztályt követő felvételi vizsga miatt kijelenthető, hogy: a művészetiben tapasztalható visszaesés 9.-ben azzal magyarázható, hogy a reál-beállítottságú tanulók közül sokan iskolát váltottak, főleg azok, akiket jobban vonzott az informatika. Az elméleti iskola 9. osztályában tapasztalható növekedés annak számlájára írható, hogy kimagaslóan teljesítő diákok kerülnek felvételre ide. Ily módon a 9. osztályos eredmények sem relevánsak a két iskola összehasonlítása szempontjából. A tanulók fej-fej mellett teljesítettek (65% és 68%) mindkét iskola esetében.

Fontos tehát szem előtt tartani azt, hogy "igazán" művészeti-s tanulóknak, csak a 3. és 7. osztályos tanulókat tekinthetjük, mivel csak ők azok, akik 2 évet már ebben az iskolában tanultak. Éppen ezért, ez iskolák szerinti eredmények kiértékelésében elsősorban erre a két osztályra összpontosítottunk.



1. ábra: Az első kérdés eredményeinek feldolgozása iskolák szerint

A művészeti iskolában a „3 VS 7” eltoláshoz tartozó növekedés szignifikáns (Fisher teszt alapján: $p=0.04 < 0.05$), az elméleti iskolában viszont nem. Látható, hogy a művészetiben tapasztalható növekedéshez főleg az 5.-ről 7.-re való eltolás járult hozzá (40%-ról 68%-ra). Ez a művészetoktatás előnyére írható, mert a 7.-es diákok két évet ebben a szellemben tanultak (5. és 6. osztályban).

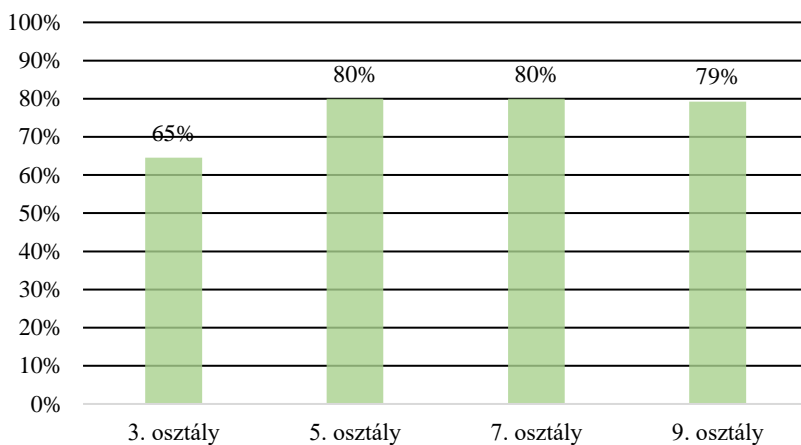
Ezzel összhangban a művészeti iskola 7. osztályos tanulói jelentősen jobban teljesítettek, mint az elméleti iskola 7.-es tanulói (36% VS. 28%), bár nem szignifikáns a különbség.

A 3. osztályos tanulók vizsgálata során is hasonló eredményeket értünk el. A művészeti iskola 3. osztályos tanulói bár jobban teljesítettek, mint az elméleti iskola 3. osztályos tanulói (36% vs. 28%), a különbség nem szignifikáns.

Következtetés (RQ₂): A jelenlegi oktatás mérsékelten járul hozzá a számítógépes gondolkodás fejlesztéséhez. Az eredmények azonban arra engedtek következtetni, hogy a művészetoktatásnak jelentősebb a hozzájárulása a számítógépes gondolkodás fejlesztéséhez, mint más elméleti iskolának.

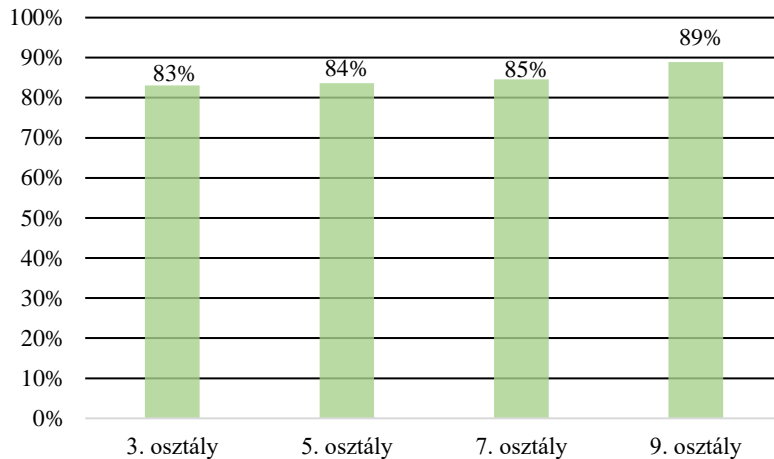
4.2. Második szakasz eredményei

A mérési folyamat második szakaszában a lineáris algoritmust szemléltettük videóval. Továbbra is az algoritmusban való elmélyülést, annak megértését vizsgáltuk, és azt, hogy milyen mértékben járulnak hozzá ehhez az említett szemléltető eszközök. A tanmenet öt kérdésből tevődött össze, melynek válaszait 1-5 közötti értékekkel osztályoztunk (a magyar oktatási rendszer osztályozásához hasonlóan). Az eredményt, vagyis az osztályok szerinti átlagokat, az alábbi ábra szemlélteti:



6. ábra: A második kérdés eredményei korosztály szerint (minden iskola)

Az egyszempontos varianciaanalízis (ANOVA) eredménye azt mutatja, hogy van szignifikáns különbség a korosztályok közt ($F(210, 3) = 7.79, p = 0.00$), azonban amint azt az átlagok is tükrözik, ez a különbség a 3. osztályos tanulók eredményeiből adódik (65%), hiszen az 5, 7, 9 osztályosok váll-váll mellett teljesítettek (80%, 80%, 79%). Ez további tesztek alapján is igazolódott. A (3, -1, -1, -1) kontraszt értékeket alkalmazva világossá vált, hogy a harmadik osztály tér el szignifikánsan a többiektől ($t_{210} = 4.83, p = 0.00$). A 3. osztály tanulói, mindkét iskolából, a Q_{2.2.3} és Q_{2.2.4} kérdésekre adott helytelen válaszaik alapján maradtak le a többi osztályokhoz képest, mivel a kérdésben szereplő „x” lány (valamennyi) fogalom még számukra ismeretlen információ volt. Annak érdekében, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy valóban ez okozta a szignifikáns különbséget, újra elemeztük minden korosztály válaszait, azonban csak az első három kérdés alapján (Q_{2.3.1} és Q_{2.3.2} kivételével), és így a szignifikáns különbség eltűnt ($p = 0.47$).

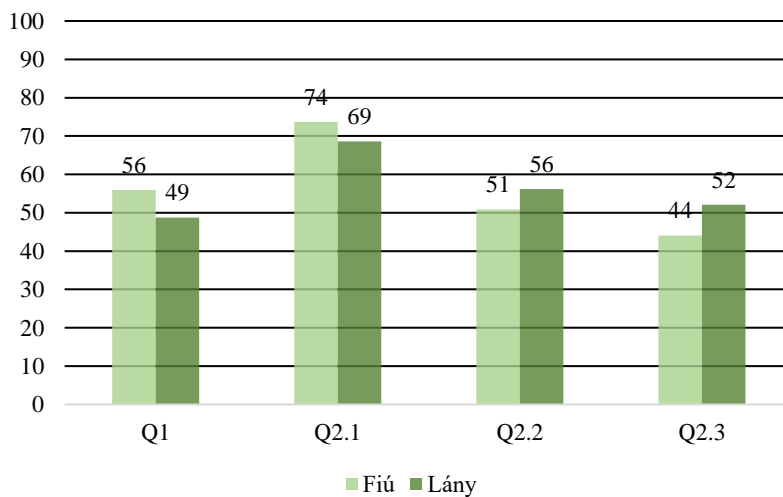


2. ábra: A második kérdés eredményei az utolsó két kérdés kivételével korosztály szerint (minden iskola)

Következtetés (RQ₁): Elmondhatjuk, hogy az algoritmus egyformán megtanítható tanulóknak az általunk használt oktatási módszerrel és eszközökkel, hiszen megvan az a potenciál a diákokban, már elemi osztálytól, hogy számítógépes gondolkodás orientált fogalmakat elsajátíthassanak.

4.3. A válaszok feldolgozása nemenként

Az összes választ elemezve, nemenként nem jutottunk szignifikáns különbségekhez. Ez arra engedett következtetni, hogy a módszer nem csak korosztálytól, hanem nemtől függetlenül is alkalmazható a diákok körében (RQ₃).



8. ábra: A kérdésekre adott válaszok feldolgozása nemenként

Érdekes volt az a tény, hogy annak ellenére, hogy a felmérés elején a „Szereted-e az informatikát?” kérdésre többnyire a fiúk válaszoltak pozitívan, bebizonyosodott, hogy az algoritmusra vonatkozó összes kérdés esetében csupán moderált különbség volt észlelhető a fiúk és lányok teljesítménye között ($p_{Q1} = 0.5173$, $p_{Q2.1} = 0.3954$).

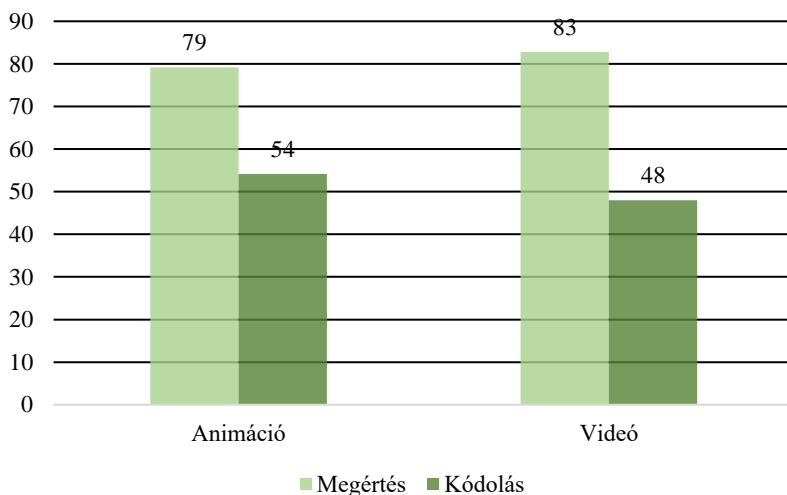
4.4. Videó vs. Animáció szemléltetési módszer

4.4.1. Lineáris keresés

A felmérésben 42 tanuló vett részt, melyet két csoportra osztottunk. A két csoport két különböző oktatási módszerrel tanult: videóval, illetve animációval.

Az egyszempontos varianciaanalízis (ANOVA) eredménye, melyet az elsőéves előzetes programozási ismeretekkel nem rendelkező egyetemisták esetében alkalmaztunk nem vezetett szignifikáns különbséghez a két csoport eredményei között ($F(40, 1) = 0.13, p = 0.71$).

Következtetés (RQ₄ – RQ₅): Összehasonlítva az eredményeket, amely az algoritmusban való elmélyülést, megértést, valamint a kódolást foglalta magába, bebizonyosodott, hogy bár többnyire sikeresen teljesítették a kódolással kapcsolatos feladatokat, egyik oktatási módszer esetén sem tűnt el teljes mértékben a megértés és kódolás közti szakadék (9. ábra: Lineáris keresés - Animáció vs. Videó).



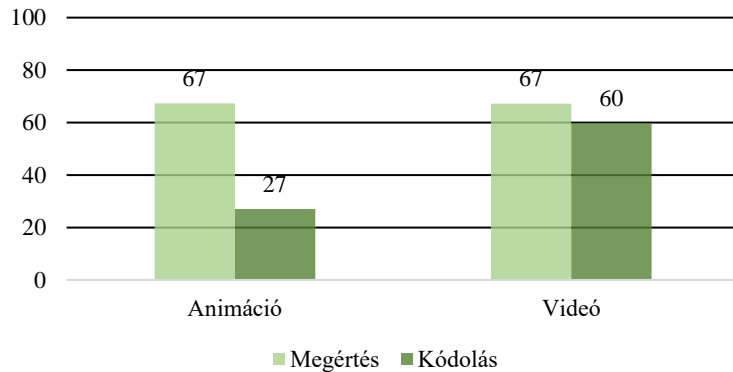
9. ábra: Lineáris keresés - Animáció vs. Videó

4.4.2. Bináris keresés

A felmérésben 39 tanuló vett részt, melyet két csoportra osztottunk. A két csoport a lineáris kereséshez hasonlóan, különböző oktatási módszerrel tanult: videóval, illetve animációval.

Az egyszempontos varianciaanalízis (ANOVA) eredménye, melyet az elsőéves előzetes programozási ismeretekkel nem rendelkező egyetemisták esetében alkalmaztunk szignifikáns különbséghez vezetett ($F(38, 1) = 25.75, p = 0.00$).

Következtetés (RQ₄ – RQ₅): Az előző algoritmussal ellentétben, a bináris keresés tanítása során az a csoport, mely a videó segítségével tanulhatott, sikerebben teljesített a kódolás fázisát illetően. Ennek következtében a megértés és a kódolás közti szakadék jelentősen csökkent, míg az animáció oktatási módszert alkalmazva, továbbra is megmaradt (10. ábra: Bináris keresés - Animáció vs. Videó).



10. ábra: Bináris keresés - Animáció vs. Videó

5. Összefoglaló

A jelenlegi oktatás mérsékelten járul hozzá a számítógépes gondolkodás fejlesztéséhez. Az eredmények azonban arra engedtek következtetni, hogy a művészetoktatásnak jelentősebb a hozzájárulása a számítógépes gondolkodás fejlesztéséhez, mint más elméleti iskolának.

A több szakaszból álló mérések eredményei arra engedtek következtetni, hogy mindenkinek, korosztálytól, nemtől, iskolától függetlenül, megtaníthatunk olyan algoritmusokat, amelyek elősegítik a számítógépes gondolkodásuk fejlődését, ha megfelelő oktatási módszert választunk. Bebizonyosodott, hogy úgy a videó, mint az animáció is hozhat pozitív eredményeket a tanulásban való előre haladásban, és minden korosztálynak megvan a saját bevált tanulási módszere. Az eredmények azt is kimutatták, hogy bár jelentősen javult a diákok kódolással kapcsolatos feladatmegoldási készsége, még mindig észlelhető egy szakadék a megértés és az algoritmus valódi leprogramozása között. Úgy döntöttünk, hogy ennek javítása érdekében egy kódolást elősegítő tanulási lépést is be kell építenünk az AlgoRhythmic környezetbe. Folyamatosan igény van érdekes, kreativitást elősegítő, motiváló és különleges oktatási módszerekre annak érdekében, hogy a tanulási folyamat hatékony, figyelemfelkeltő és interaktív legyen.

Irodalom

- Ahadi, A., Lister, R., Lal, S., Leinonen, J., & Hellas, A. (2017, January). Performance and Consistency in Learning to Program. In Proceedings of the Nineteenth Australasian Computing Education Conference (pp. 11-16). ACM.
- Brown, N. C., Sentance, S., Crick, T., & Humphreys, S. (2014). Restart: The resurgence of computer science in UK schools. *ACM Transzámítógépes gondolkodásáhozions on Computing Education (TOCE)*, 14(2), 9.
- CSTA. (2017). CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017. Retrieved from: <https://www.csteachers.org/page/standards>.
- Donald, M. (1991/2001): Az emberi gondolkodás eredete. Osiris Kiadó, Budapest.
- Donald, M. (2001): A mind so rare. The evolution of human consciousness. W. W. Norton & Company, New York.
- European Schoolnet. (2015). Computing our future. Computer programming and coding: priorities, school and initiatives across Europe [Technical report]. Retrieved from: <http://www.eun.org/resources/detail?publicationID=661>.
- Gander, W., Petit, A., Berry, G., Demo, B., Vahrenhold, J., McGettrick, A., ... & Meyer, B. (2013). Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat. Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education.

8. Katai, Z. (2014, June). Selezámítógépes gondolkodásáhozive hiding for improved algorithmic visualization. In Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education (pp. 33-38). ACM.
9. Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A. (2014, June). Computational thinking in K-9 education. In Proceedings of the working group reports of the 2014 on innovation & technology in computer science education conference (pp. 1-29). ACM.
10. Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018).
11. Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 47-58.
12. Settle, A., Goldberg, D. S., & Barr, V. (2013, July). Beyond computer science: computational thinking across disciplines. In Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education (pp. 311-312). ACM.