

# Két-agyféltekés programozás-oktatás a marosvásárhelyi Sapientián

Kátai Zoltán

katai\_zoltan@ms.sapientia.ro  
Sapientia EMTE

**Absztrakt:** A legújabb kutatások alátámasztják, hogy a tanítás-tanulás folyamata annál hatékonyabb, minél több érzékszervet vonunk be. A reáltudományok kombinálása művészeti elemekkel (zene, tánc, stb.) jó módszer erre. Mindez azt eredményezheti, hogy a két agyfélteke kiegyensúlyozottabban legyen jelen a tanulási folyamatban. A Sapientia Egyetem Marosvásárhelyi Karán a Matematika-informatika Tanszék az algoritmikus gondolkodás fejlesztése érdekében olyan módszereket dolgozott ki a programozás oktatáshoz, amelyek, művészi elemek révén, igénybe veszik a hallgatóknak mind a látását, hallását és tapintását (kinesztetikus érzékelés). E módszerekre a „cocktail learning” kifejezéssel is utalunk.

## 1. Bevezetés

A Sapientia EMTE marosvásárhelyi karán jelenleg az informatika, számítástechnika, automatika és alkalmazott informatika, távközlés, mechatronika és a számítógépes művelettervezés és gyártásirányítás szakokon folyik programozás-oktatás. Elsőéves közös tantárgyak: „Programozás C nyelven” és „Algoritmustervezési stratégiák”. A felmérések azt mutatják, hogy az elsőéves hallgatók kb. 80% kezdő programozó, vagy legalábbis annak tekintik magát. A kezdőknek igazi kihívás elsajátítani az anyagot.

Számos nemzetközi kutatás hasonló következtetésre jutott, hogy az első éves reálszakos hallgatók nem tanulnak meg elfogadható szinten programozni. [1], [2], [3] A magyarázat többek között abban rejlik, hogy a programozás egy másfajta gondolkozásmódot (algoritmikus-gondolkodást) feltételez, mint amihez a legtöbb diák hozzászokott. Például, a programozónak le kell ereszkednie a gép szintjére, és a gép által végrehajtható primitív műveletekben gondolkozva elő kell írnia a számítógépnek (egy általa értelmezhető nyelven), hogy melyik az a művelet (algoritmus), amelyet ha végrehajt, azáltal a kifizűzött feladat megoldódik.

Tekintettel az előbbiekre a kar vezetősége néhány éve megoldotta, hogy külön előadások hangzódjanak el a haladók, illetve kezdők részére, hogy az utóbbiak jobban megrághassák az anyagot. Megfogalmazott jelmondataink: „a diákot, minden áron megtanítani, nem kibuktatni”; „az előadások/gyakorlatok legyenek érthetőek, érdekesek és gyakorlatiasak (é.é.gy.)”. E dolgozatban arról szeretnénk beszámolni, hogy milyen erőfeszítéseket tesz a matematika-informatika tanszék, hogy emelje a Sapientián zajló programozás oktatás didaktikai színvonalát.

A bemutatásra kerülő módszereket a [4], [5], [6] tudományos cikkekben tártuk a nemzetközi kutatóközösség elé. [6]-ban bevezettük a „cocktail-learning” kifejezést. Ahogy egy cocktail-ital sokrétűen sokféle az érzékszerveink számára (színében, ízében, állagában stb.), továbbá, tápláló és „izgalmas”, úgy, átvitt értelemben, az általunk alkalmazott didaktikai módszerekről is elmondható ugyanez. A „cocktail-hatást” az érzékszervek párhuzamos bevonásával érjük el (hallás, látás, kinesztetikus érzékelés), illetve azzal, hogy művészet-közeli elemeket építünk be a programozás-oktatásba, mint például: ritmus, zene, tánc, stb. Művészi elemek bevonása a reáltudományok oktatásában azt eredményezi, hogy a két agyfélteke (akadémikus/művészi; „academic/artistic brain”) kiegyensúlyozottabban van jelen a tanulás folyamatában. Amióta alkalmazzuk ezeket a módszereket, diákjaink gyakrabban mosolyognak a programozás előadásokon.

## 2. Informatikadidaktika a XXI. században

A didaktikai kutatásokat tekintve a XX. század második felétől az oktatás bizonyos vonatkozásai egyre nagyobb hangsúlyt kaptak, és számos didaktikai szempont új megvilágításba került. Ehhez elsősorban a digitális számítógép feltalálása, az Internet létrehozása, valamint az utóbbi években az agykutatás területén elért eredmények járultak hozzá. Mindhárom nyugodtan nevezhetjük forradalminak, ami az oktatásra gyakorolt hatásukat illeti. Ahhoz azonban, hogy az új irányzatok kifejthessék jótékony hatásukat a tanulókra, többre van

szükség a tanuláselméletek átértékelésénél. A tanároknak égetően szükségük van olyan konkrét didaktikai módszerekre és eszközökre, amelyek átviszik a gyakorlatba a legújabb kutatások eredményeit, és kihasználják a számítógépek által nyújtott lehetőségeket. Ilyen irányú kutatások folynak a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhelyi Karán. Mivel egymásba ágyazott ciklusokat magukba foglaló algoritmusok átlátása, illetve a rekurzió fogalmának az elsajátítása különösen gondot jelentenek az első éves kezdő programozó hallgatónak, ezért kifejezetten e témakörök oktatásához dolgoztunk ki „kétféltékés-módszereket”.

### 3. Érzékszervek és az oktatás

Minden, amit tudunk a minket körülvevő világról, az érzékszerveink révén szereztük. Így érzékeinknek kitüntetett szerepük van a tanulás folyamatában. A legújabb kutatások arra mutatnak, hogy a tanulás hatékonysága növelhető az érzékszervek kombinált bevonásával. Az agykutatók „multisensory neuronokról” beszélnek [7], [8], amelyek csak akkor tüzelnek, ha egyszerre több érzékszerven keresztül éri őket inger [9]. Egy másik jellemzőjük e neuronoknak, hogy, amennyiben több típusú inger éri párhuzamosan őket, akkor erőteljesebben reagálnak, mit az egyes ingerekre való reagálások mértékeinek összege. Más kutatók a vizuális információt feldolgozó agyi szintű folyamatok leírása kapcsán bevezették a „neuron koncert” („neural concert”) és a „vizualitás zenekara” („visual orchestra”) fogalmakat [10], melyeket Kátai kiegészítette a „multisensory orchestra” fogalommal. [6]

Gardner munkássága kimutatta, hogy különböző típusú tanulási készségek keveréke van jelen minden emberben. Kilenc intelligenciáról beszél, amelyek közé tartoznak például a muzikális és kinezetikus érzékek, amelyek hangsúlyosan a jobb agyféltekéhez kapcsolódnak, illetve a matematikai logika, amely dominánsan a bal agyféltekében zajlik. Gardner kiemelte, hogy születésünkkor az összes intelligenciátípussal rendelkezünk, de a legtöbb ember az élete folyamán legfeljebb két intelligenciát fejleszt ki teljesen. Gardner kutatásai azt is megmutatták, hogy bár beszélhetünk egyéni „intelligenciáról”, minden ember domináns intelligenciája szorosan összefügg a többivel. Fontos tehát, hogy miután valaki azonosította, melyik számára a leghatékonyabb tanulási mód, ne csak erre az egyre támaszkodjon. Gardner munkásságának egyik fő mondanivalója: „Ha szeretnénk teljes lényvé válni, törekednünk kell arra, hogy oly módokon is tanuljunk, amelyek nem kézenfekvőek és nem természetszerűek. Például, az elsősorban vizuális típusú emberek, vagy a logikára alapozva tanulók jól teszik, ha nem csak a legkényelmesebb intelligenciájukra támaszkodnak.” Az ideális iskola számos különböző intelligenciátípus tekintetében biztosít tanulási lehetőségeket a diákok számára. [11], [12]

A tanulás folyamatának egyik legfontosabb eleme a memorizálás. Mi hasznát vennénk a tanultaknak, ha nem tudnánk visszaemlékezni rájuk, hogy különböző élethelyzetekbe felhasználhassuk ismereteinket. „Tantum scimus quantum memoria tenemus” (Annyit tudunk, amennyit emlékezetünkben megtartunk). A kísérletek kimutatták, hogy az olvasottaknak 10%-ára, a hallottaknak 20%-ára, a látottaknak pedig 30%-ára tudunk visszaemlékezni. Ha kombináljuk a látottakat a hallottakkal, akkor ez az arány 50%-ra emelkedik. Ha kérdésekkel ráirányítjuk a diákok figyelmét arra, hogy mit kell megjegyezniük a látottakból és a hallottakból, és megkérjük őket, hogy fogalmazzák is meg a tanultakat, akkor elérhető akár a 70%-os érték is. Sőt, a 90%-os emlékezési arányhoz is eljuthatunk, ha sikerül elérni, hogy a tanuló az összes érzékszervével részt vegyen a tanulásban. Ez viszont már művészi tanítást igényel.

A kettőskódolás elmélete szerint a tanulási folyamat hatékonyabb, a mentális reprezentáció pedig tartósabb, ha az információközvetítés mind verbális, mind képi kódolással megtörténik. Ez összhangban van az agyműködés agyfélteke-specializáció modelljével, mely szerint a szöveges, verbális kódolású információkat a bal, a képi kódolásúakat a jobb agyfélteke dolgozza fel. Egyes kutatási eredmények a képi kódolást helyezik előtérbe, ami különösen fontosá teszi a látás bevonását a tanulásba. Összetett információtartalmak közvetítése során különösen célszerű a kettőskódolás, illetve a duplaszenzoros bemutatás alkalmazása. Így a terhelés több érzékszerven oszlik el, illetve az információ feldolgozása során segíthetjük az érzékszervek hatékony együttműködését. Például, ha komplex képeket és képsorokat auditív módon is értelmezünk (hangos szövegelmondásos magyarázat), a vizuális érzékelés a képekre koncentrálódhat, és a szöveges kommentár egyúttal irányíthatja a szemet, optimális sorrendet és tempót diktálva. Egyféle kódolású információközvetítés esetén is célszerűbb két alapvető érzékszerv bekapcsolása. Például, ha egy olvasott szöveget hallgatunk is. [13]

A fentebb említett kutatási eredmények összhangban van azzal a ténnyel, hogy az emberi agy két féltekéje szorosan együttműködik. Az egyéni tanulási stílusok és az agyféltekék közötti kapcsolatra vonatkozó elképzelések gyakran figyelmen kívül hagyták, hogy a két agyfélteke mennyire összedolgozik. A legújabb kutatások egyik meghatározó hatása az oktatásra az, hogy a diákok nem kategorizálhatók kizárólag jobb vagy bal agyféltekével tanulóokra. [14], [15]

#### 4. Két-agyféltekés programozás-oktatás a Sapiantian

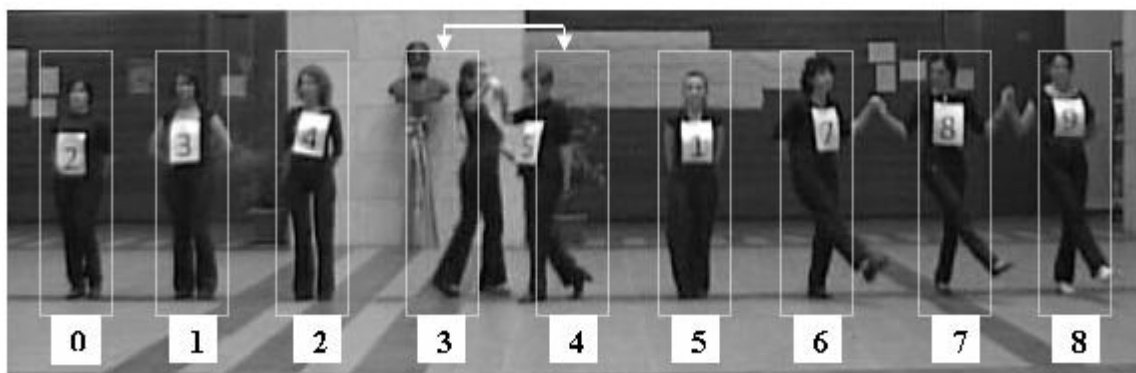
A Sapiaentia EMTE matematika-informatika tanszéke az algoritmikus gondolkodás fejlesztése érdekében olyan módszereket dolgozott ki, amelyek igénybe veszik a hallgatóknak mind a látását, hallását és tapintását (kinesztetikus érzékelés). Bevezettük az „algoritmus melódiája” fogalmát, és kifejlesztettünk egy szoftvert, amely különböző hangszereken megszólaltatott hangjegysort társít a gép által végrehajtandó műveletshoz, „fölbemáshzóvá” téve ez által a különben igencsak elvont fogalmakat. A szoftver azt is lehetővé teszi, hogy a hallgatók a billentyűzetről különböző algoritmusvázakat „zongorázzanak be”.

A rekurzió fogalmának tanításánál egy hasonló szoftvert használunk, amely a rekurzív algoritmusok végrehajtásához „háttérzenét” alkalmaz, Beethoven Für Elise darabjából használva fel részleteket. A diákok, akár csak egy mozi-teremben, miközben, szemükkel követik az algoritmusok vizuális ábrázolását, a fülükkel további, zenébe kódolt, információt nyernek róla.



1. ábra: Rekurzív függvény „eljátszva”.

Egy másik törekvésünk a szerepalakítás bevezetése az informatikaoktatásba. Lévéen, hogy az algoritmus műveletshort jelent, felfogható egyfajta foratókönyvnek is, ami színre vihető. Például, ha növekvő sorrendbe szeretnénk rendezni egy számsorozatot, akkor a számok tekinthetők a szereplőknek, a stratégia (algoritmus) pedig, amely előírja, hogy miként kell egymás között kicserélgetni a számokat, hogy a rendezés megvalósuljon, nem más, mint a foratókönyv. E módszer továbbfejlesztéseként egyes rendezési algoritmusokhoz koreográfiákat dolgoztunk ki, és rátermett lányok, Michael Flatley zenéjére, „eltáncolták” ezeket. A mellékelt ábrák (1. és 2. ábrák) pillanatképeket mutatnak be az osztálytermi szerepalakításról, illetve az „algoritmus-táncról”.



2. ábra: „Buborékos-rendezés” – tánc.

Három didaktikai kísérletben, amelyekről az [4], [5], [6] dolgozatokban számoltunk be, empirikusan is lemértük a kidolgozott módszerek hatékonyságát. Mindhárom kísérlet aláhúzta, hogy a „kétagyféltekés-módszerek” szignifikánsan jobb eredményekhez vezettek.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

A dolgozatban bemutatott kutatási eredmények és a Sapientia Egyetemen végzet didaktikai kísérletek alapján legalább öt érvet említhetünk meg, amelyek mind ugyanahhoz a következtetéshez vezetnek: a tanítás-tanulás folyamata annál hatékonyabb, minél több érzékszervet vonunk be.

- Több érzék, több információt jelent.
- Az, hogy mindenkinek más a tanulási stílusa, azt jelenti, hogy az egyes tanulóknak más-más lehet a domináns érzékszerve. Minél több érzéküket veszik igénybe a diákok, annál valószínűbb, hogy hatékonyan fogja találni az illető módszert.
- Az érzékszervek kombinált alkalmazásával erősíthetik egymást.
- A kettőskódolás elmélete rámutat annak előnyére, ha a terhelés megoszlik a különböző érzékszervek között.
- Minél több érzékszervet vontunk be a tanulásakor, annál több úton érhető el az adott információ a visszaemlékezéskor.

A fentebb felsorolt módszerek közelebb vihetik a programozás-oktatást Comenius álmához: „A tanulás legyen teljesen gyakorlatias, teljesen szórakoztató, ... olyan, hogy általa az iskola valóban a játék helyévé, vagyis az egész élet előjátékává váljon.”

Az alábbiakban idézünk néhányat diákjaink véleménynyilvánításai közül: „Az nagyon profi volt, hogy eljátszottuk. Jobban kitisztult, hisz lépésről lépésre vettük.”; „Kezdőként semmit sem értettem programozásból. De ez a játék igazi áttörés volt!”; „Szerintem az előadás a megértésben segített és a játék a rögzítésben!”

## Irodalomjegyzék

1. McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagan, D., Kolikant, Y.B.D., Laxer, C., Thomas, L., Utting, I., & Wilusz, T. (2001). *A multi-national, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students*. ITiCSE'01 on Innovation and technology in computer science education (pp. 125-180).
2. Lister, R., Adams, E., Fitzgerald, S., Fone, W., Hamer, J., Lindholm, M., McCartney, R., Moström, J.E., Sanders, K.E., Seppälä, O., Simon, B., & Thomas, L. (2004). *A multinational study of reading and tracing skills in novice programmers*. ITiCSE'04 on Innovation and technology in computer science education (pp. 119-150).
3. Eckerdal, A., McCartney, R., Moström, J.E., Ratcliffe, M., & Zander, C. (2006). *Can graduating students design software systems?* Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on computer science education (pp. 403-407).
4. Kátai, Z., Juhász, K., Adorjáni, A., K., *On the role of senses in education*, Computers & Education (2008), Vol. 51, No 4, 1707-1717, ISSN: 0360-1315.
5. Kátai, Z., *Multi-sensory method for teaching-learning recursion*, Computer Applications in Engineering Education (2009), ISSN: 1061-3773. DOI: 10.1002/cae.20305
6. Kátai Z., Toth L., *Technologically and artistically enhanced multi-sensory computer programming education*, Teaching and teacher education (2009), ISSN: 0742-051X. DOI:10.1016/j.tate.2009.04.012.
7. Stein, B.E., & Meredith, M.A. (1993). *The Merging of the Senses*. London: MIT Press.
8. Meredith, A.M. (2002). *On the neuronal basis for multisensory convergence: a brief overview*. Cognitive Brain Research, 14, 31-40.
9. Kavenaugh, J. F. (Ed.). (1991) *The language continuum from infancy to literacy*. Baltimore: York.
10. Bongard, M., Ferrandez, J.M., & Fernandez, E. (2009). *The neural concert of vision*. Neurocomputing, 72(4-6), 814-819.
11. Gardner, H. (1993). *Frames of mind (The tenth anniversary edition)*. New York: Basic Books.
12. Gardner, H. (2000). *Intelligence reframed. Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.

13. San Diego State University - Educational Technology (SDSU-ET), (2007), *Encyclopedia of Educational Technology (EET), Senses and memory*, <http://coe.sdsu.edu/eet>.
14. Eisenhower SCIMAST, (1997), *Research on the Brain*, Classroom Compass, Volume 3, Number 2, <http://www.sedl.org>.
15. Bransford, J., Brown, A., Cocking, R., *How people learn : brain, mind, experience, and school*, (1999) Editors: Committee on Developments in the Science of Learning, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council, National Academy Press, Washington D. C.