

PRINCIPLES OF MULTIMEDIA LEARNING

Siniša Tomić

Pan-European University Apeiron, Banja Luka, sinisa.m.tomic@apeiron-edu.eu

Dalibor Drljača

Pan-European University Apeiron, Banja Luka, dalibor.p.drljaca@apeiron-edu.eu

Abstract: In the era of information society where computer literacy is seen as a part of general literacy, information technologies have been given the function of education and as such they have brought some new ways of learning. By modernizing the teaching methods supported by appropriate hardware and software and by using multimedia teaching resources, the main directions of modern education development are defined. In the time of intensive information society development, where consumers of educational content are enabled to have access through the broadband *Internet* by using modern information and communication technologies, there is a need to design modern educational environments, which gives the *Internet* a greater role in the field of education. The preparation of multimedia projects is a very complex process based on the work of lecturers, graphic designers, programmers, audio and video editors, and projects are created in such a way that their use is easy, interesting, and efficient. Ease of use should be based on basic IT knowledge in order to provide a wider circle of users of multimedia educational content. Creating multimedia educational content must respect the basic principles of multimedia learning presented in this paper. If this is not implemented, the multimedia content can have a negative effect and the consumption can be tiring and counterproductive...

Keywords: IT, multimedia, principles of multimedia learning, Richard Mayer, Atkinson and Shiffrin, Memory model, e-Learning, communication technologies, teaching

PRINCIPI MULTIMEDIJALNOG UČENJA

Siniša Tomić

Pan-evropski univerzitet Apeiron, Banja Luka, sinisa.m.tomic@apeiron-edu.eu

Dalibor Drljača

Pan-evropski univerzitet Apeiron, Banja Luka, dalibor.p.drljaca@apeiron-edu.eu

Rezime: U vrijeme informacionog društva gdje se računarska pismenost tretira kao dio opšte pismenosti, informacione tehnologije su stavljene u funkciju obrazovanja i kao takve donijele neke nove načine učenja. Modernizovanjem nastavnih metoda podržanim odgovarajućom hardversko-softverskom podrškom, uz primjenu multimedijalnih nastavnih resursa, definišu se glavni pravci razvoja savremenog obrazovanja. U vremenu intenzivnog razvoja informacionog društva, gdje je konzumentima edukacionih sadržaja pristup omogućen putem *Interneta* velikog propusnog opsega uz korišćenje savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija, dolazi se do potrebe dizajniranja savremenih obrazovnih okruženja, čime *Internet* dobija veću ulogu u oblasti edukacije.

Priprema multimedijalnih projekata je vrlo složen proces koji je zasnovan na radu predavača, grafičkih dizajnera, programera, audio i video montažera, a projekti kreirani tako da je njihovo korišćenje lako, zanimljivo i efikasno. Jednostavnost korišćenja treba biti zasnovana na osnovnom informatičkom predznanju s ciljem da se obezbijedi širi krug korisnika multimedijalnih obrazovnih sadržaja. Kreiranje multimedijalnih obrazovnih sadržaja mora poštovati osnovne principe multimedijalnog učenja koji su predstavljeni u ovom radu. Ukoliko se o njima ne vodi računa, multimedijalni sadržaji mogu imati negativan učinak na korisnika, a njihova konzumacija može biti naporna i kontraproduktivna...

Ključne riječi: IT, multimedija, principi multimedijalnog učenja, Richard Mayer, Atkinson and Shiffrin, model pamćenja, elektronsko obrazovanje, komunikacione tehnologije, učenje

UVOD

Razvoj informacionih tehnologija je promijenio obrazovanje 21. vijeka. Savremene obrazovne tehnologije su toliko uticale na nastavne procese, da su ih zapravo nepovratno promijenile. Multimedijalni obrazovni sadržaji su postali neizostavan dio savremene nastave. Potrebe učenika odavno prevazilaze tradicionalne načina izvođenja nastave i

sasvim je sigurno da će izvođenje nastave zasnovano na multimediji zauvijek potisnuti “tvrde” tradicionalne nastavne metode. Naravno, taj proces treba da prati i tehničko-tehnološki napredak obrazovnih ustanova koji podrazumijeva određena ulaganja u materijalno tehničku i logističku podršku ovakvom izvođenju nastave. Nastavni kadar mora pratiti i prihvatiti ove promjene, što podrazumijeva i njegovo stručno usavršavanje u korišćenju savremenih multimedijalnih tehnologija u obrazovanju.

Kreiranje multimedijalnih obrazovnih sadržaja mora poštovati osnovne principe multimedijalnog učenja koji su predstavljeni u ovom radu. Ukoliko se o njima ne vodi računa, multimedijalni sadržaji mogu imati negativan učinak i njihova konzumacija može biti naporna i kontraproduktivna. Bitno je da visokoškolske ustanove ukažu i nastavnicima i učenicima na bitnost pravilnog kreiranja multimedijalnih sadržaja i na negativne efekte koji dolaze kršenjem osnovnih multimedijalnih principa. Nerijetko se dešava da loše multimedijalne prezentacije unište predavanje, dok nastavnik iz godine u godinu koristi iste te neprihvatljive prezentacije, misli da su dobre jer je u njih uložio dosta truda, dok je pri tome prekršio čitav niz pravila za kreiranje multimedijalnih sadržaja. Onda se dešava da i studenti prihvate te niske standarde (linija manjeg otpora) i onda ulazimo u začarani krug vizuelno i sadržajno neprihvatljivih *PPT* prezentacija.

Zato je bitno postaviti standarde kvaliteta multimedijalnih obrazovnih sadržaja na kojima visokoškolske ustanove moraju insistirati, jer rezultuju bržem i zanimljivijem učenju, a stečena znanja postaju trajnija i kvalitetnija. Naročitu pažnju treba posvetiti multimedijalnim obrazovnim sadržajima koji se objavljuju putem sistema učenja na daljinu, koji su studentima izuzetno bitan resurs. Unutar sistema učenja na daljinu se najlakše može postići uniformnost sadržaja i kontrolisati kvalitet, jer se svi sadržaji nalaze na jednom mjestu.

FENOMEN MULTIMEDIJE

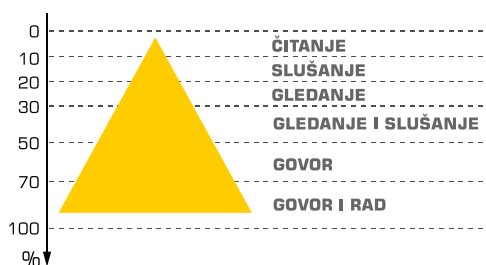
Postoji mnogo definicija multimedije, ali definicija koju je postavio *Fred T. Hofstetter* [1] pojašnjava mnogo stvari: ”Multimedija je upotreba kompjutera za prezentovanje i kombinovanje teksta, grafike, zvuka i videa uz pomoć linkova i alata koji korisniku omogućavaju upravljanje, interaktivnost, kreaciju i komunikaciju.”

U ovoj rečenici se mogu detektovati ključne komponente za izvođenje multimedije, a to su:

- kompjuter za upravljanje multimedijalnim sadržajima,
- mreža za pristup sadržajima i komunikaciju sa drugim korisnicima,
- alati za upravljanje sadržajima,
- znanje korišćenja i upravljanja potrebnim tehnologijama
- Interakcija, kreacija i komunikacija.

Prema standardu ISO/IEC JTC1 SC29/WG12 [2], multimedija predstavlja sposobnost postupanja sa različitim vidovima prezentacionih medija koji čine tip podataka sa zadatkom da definišu prirodu informacije u njenom kodiranom formatu. Multimedija se može posmatrati kao interdisciplinarna naučna oblast, koja osim poznavanja softverskih i hardverskih znanja zahtijeva poznavanje komunikacije, psihologije, dizajna, didaktike, marketinga itd. Tehnologije koje objedinjuju audio i video tehniku sa računarskom tehnikom nazivaju se multimedijalne tehnologije. Moderno obrazovanje danas podrazumijeva upotrebu računara i korišćenje najnovijih informacionih tehnologija koji su postali svakodnevica u životu učenika i studenata. Završetkom formalnog obrazovanja, neformalno obrazovanje dobija izuzetnu bitnost, naročito u kontekstu cjeloživotnog učenja, koje se prema Evropskoj Komisiji [3] odnosi na ”svaku aktivnost učenja tokom cijeloga života radi unapređenja znanja, vještina i kompetencija u okviru osobnog, građanskog, društvenog ili profesionalnog djelovanja pojedinca.”

IKT i multimedija pomijeraju granice obrazovanja, tako da danas nastavnici i udžbenici nisu jedini izvor znanja, naprotiv, *IKT* i multimedija omogućuju individualizaciju nastavnih sadržaja, načina učenja i individualnog napredovanja. Pokretanjem više receptora (višečulnosti) učenici lakše i brže uče i pamte, čime su efekti nastavnog procesa veći. Nastava zasnovana na multimediji je konkretnija i ubjedljivija. Vrijeme u kojem danas živimo je vrijeme užurbanog razvoja informacionih tehnologija, koje su postale sastavni dio života učenika koji svakodnevno koriste internet, *smart* telefone, personalne računare, elektronsku poštu, socijalne mreže i sl. u zabavne, poslovne ili obrazovne svrhe. Savremena nastavna sredstva neminovno potiskuju zastarjela nastavna sredstva.

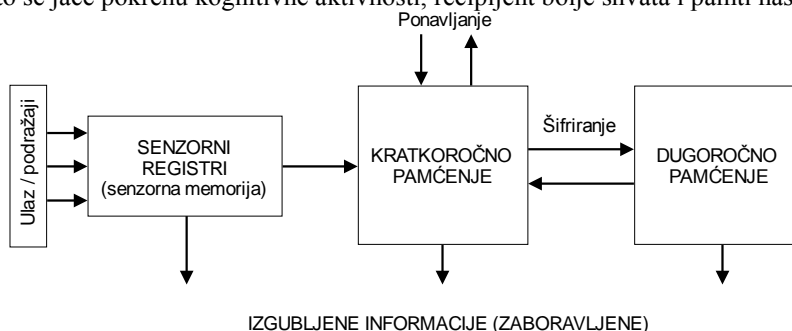


Slika 1: Dejlva piramida učenja

Slobodno se može reći da multimedija i multimedijalne tehnologije danas zauzimaju značajno mjesto u svim oblicima obrazovanja i da se savremeni nastavni procesi zapravo i zasnivaju na njima. Nastava zasnovana na digitalnim multimedijalnim tehnologijama omogućuje polazniku bolje razumijevanje nastavne građe, lakše pamćenje, brže i kvalitetnije usvajanje novih znanja.

ATKINSONOV I SHIFRINOV KOGNITIVNI MODEL PAMĆENJA

Kreiranje kvalitetnih multimedijalnih sadržaja zahtijeva multidisciplinarni tim stručnjaka iz različitih oblasti (web dizajner, animator, programer, video montažer, projektni menadžer, dizajner zvuka itd.), koji moraju poznavati osnovna načela kognitivne teorije učenja i posebno voditi računa o kognitivnom opterećenju i njegovom djelovanju na recipijenta koji elektronske sadržaje treba što bolje shvatiti, razumjeti i zapamtiti. Kvalitetan multimedijalni sadržaj bi trebao poticati aktivne kognitivne procese učenika na kreativno rješavanje problema i tako ga dovesti do smislenog učenja. Što se jače pokrenu kognitivne aktivnosti, recipijent bolje shvata i pamti nastavnu građu.



Slika 2: Atkinsonov i Shifrinov kognitivni model pamćenja

Prema Atkinsonovom i Shifrinovom kognitivnom modelu pamćenja [4] prvu fazu predstavlja senzorno pamćenje koje ima najkraće vrijeme zadržavanja ulaznih informacija. "U području vida zadržavanje informacije iznosi približno 0,5 sekundi, a u području sluha oko 2 sekunde. Senzorno pamćenje predstavlja svojevršno zadržavanje uzbuđenosti osjetilnog organa (receptora) koje omogućuje identifikaciju oblika predmeta i pojava. Što znači da je kod školskog a time i multimedijskog učenja od posebnog značaja senzorno pamćenje u području vida i sluha. Vidno senzorno pamćenje traje vrlo kratko vrijeme nakon prestanka djelovanja podražaja oko 0.5 sekundi, što je dovoljno da u takom kratkom vremenu dođe do procesa prepoznavanja oblika. Slušno senzorno pamćenje omogućuje prepoznavanje i lokalizaciju zvukova, i ono traje nešto duže oko 1,5 sekunde, zato se i događa da zadnju riječ bolje pamtimo nego kada ju vidimo." [5]

Nakon registrovanja informacije prelaze u fazu kratkoročnog pamćenja gdje se kratko kodiraju, analiziraju i razdvajaju bitne od nebitnih informacija. Bitne se zadržavaju, a nebitne se po mogućnosti odbacuju. Odabrane informacije se prikladno kodiraju kako bi im se kasnije lakše pristupilo. Istraživanja profesora Baddeleya (Model radne memorije postavljen 1986. godine) su pokazala da kognitivno opterećenje u prosjeku iznosi 7 +/- 2 elemenata (slova, slike, riječi, brojevi, ...). Dobrim organizovanjem multimedijalnih sadržaja moguće je značajno proširiti kapacitet kratkoročne memorije. Dugoročno pamćenje se nalazi na kraju procesa i predstavlja bazu recipijentovog znanja i iskustva koje je u najboljem slučaju kodirano trajno. Ipak, informacije kodirane i zapisane u dugotrajnu memoriju zbog nedovoljno dobre organizacije mogu vremenom potpuno nestati (bivaju zaboravljene). I ovdje važi

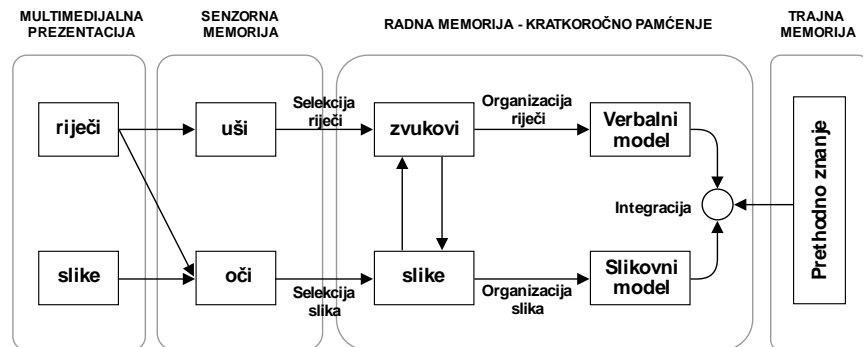
pravilo da se dobrom organizacijom može proširiti dugotrajna memorija i da se informacije mogu dugotrajno zadržati.

MULTIMEDIJALNO UČENJE PO MAYERU - MAYEROV MODEL

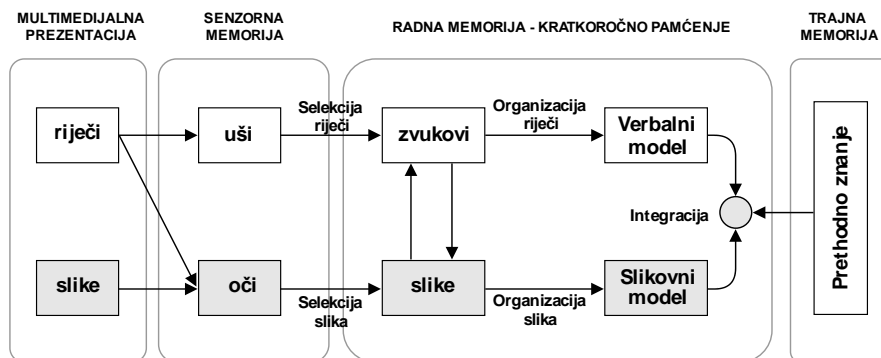
Pravila izrade multimedijalnih sadržaja temelje sa na Mayerovom modelu multimedijalnog učenja. Američki psiholog je uočio da se dodavanjem vizuelizacije u lekcije ili nastavna predavanja zasnovana na riječima, može poboljšati razumijevanje studenata. Mayer proširuje Atkinsonov i Shifrinov kognitivni model pamćenja u kognitivnu teoriju multimedijalnog učenja, uzevši u obzir do tada već poznata tri principa kognitivnog učenja [6]:

- Princip dualnih kanala - Ljudi posjeduju odvojene kanale za procesiranje riječi i slike (Baddeley, 1986, 1999; Paivio, 1986, 2001)
- Princip ograničenog kapaciteta (kognitivnog opterećenja) - Količina kognitivne obrade je limitirana u u oba kanala prilikom istovremenog procesiranja (Baddeley, 1986, 1999; Sweller, 1999).
- Princip aktivne obrade - Aktivno učenje pri usmjeravanju pažnje na relevantne informacije, organizovanje odabranih riječi i slika u koherentne mentalne reprezentacije i integracija mentalnih reprezentacija sa znanjem iz dugoročnog pamćenja (Mayer, 2009; Wittrock, 1989).

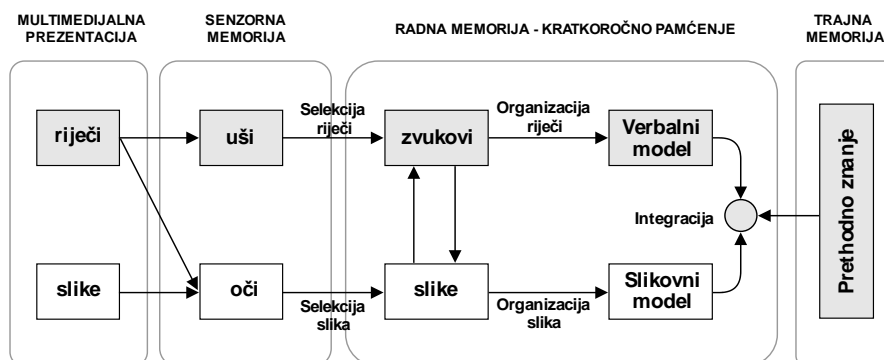
Prema Mayeru [6] ljudi bolje uče putem riječi i slike nego samo putem riječi. Pod “riječima“ se podrazumijeva izgovoreni (govor uživo, snimak govora, sintetizovani govor) ili pisani tekst (odštampani tekst ili tekst na displeju), dok se pod “slikama“ smatraju pojavni oblici kompjuterske grafike koji se po dinamici mogu razvrstati u statične (ilustracije, crteži, fotografije, karte, grafikoni, figure, tabele i sl.) ili dinamične slike (animacija, video). Ideja multimedijalnog učenja podrazumijeva projektovanje instrukcijskih poruka na način da ih ljudski um razumije i lakše prihvati. Sljedeća slika prikazuje Majerov model multimedijalnog učenja, gdje je u gornjem dijelu slike prikazan verbalni kanal za obradu riječi i verbalnu reprezentaciju, dok je u donjem dijelu prikazan slikovni kanal za obradu slika i slikovnih reprezentacija.



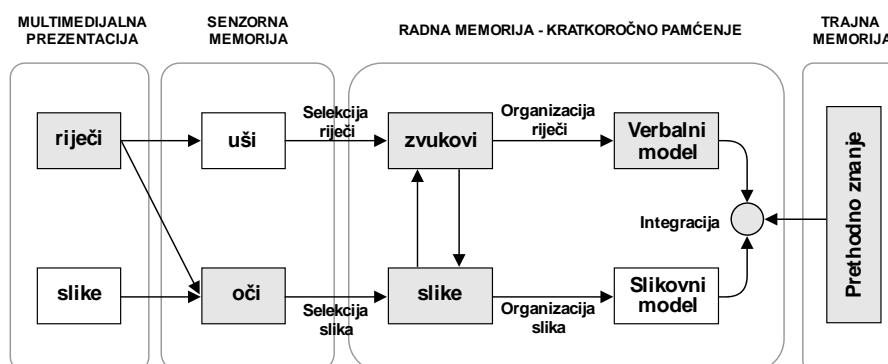
Slika 3: Majerov model multimedijalnog učenja [7]



Slika 4: Slikovni kanal za obradu slika i slikovnih reprezentacija [7]



Slika 5: Verbalni kanal za obradu riječi i verbalnu reprezentaciju [7]



Slika 6: Miješanje verbalnog i slikovnog kanala pri obradi štampanog teksta [7]

12 OSNOVNIH PRINCIPA MULTIMEDIJALNOG UČENJA PO MAYERU

Richard E. Mayer u svom radu [7] [8] iznosi 12 osnovnih principa multimedijalnog učenja, koji su izneseni u sljedećim tekstovima.

Princip multimedije

Ljudi uče bolje putem riječi i slike, nego samo putem riječi. Ovo je ujedno i najbitnije načelo multimedije o kojem se mora voditi računa prilikom kreiranja multimedijalnih obrazovnih sadržaja

Princip koherencije

Ljudi uče bolje kada su nevažni dodatni materijali isključeni, nego kada su uključeni. Ovaj princip potencira bitnost sadržaja, odnosno, definiše odnos između bitnih i nebitnih multimedijalnih sadržaja. Treba izbjegavati dodatne sadržaje koje su manje bitni ili nebitni u odnosu na glavni sadržaj. Prema teoriji emocionalnog interesa [5] ako su dodatni sadržaji zanimljivi, onda se mogu koristiti u početnim etapama učenja, psihološkoj pripremi i uvođenju učenika u rad, jer podižu početni nivo motivacije.

Princip signalizacije

Za razliku od principa koherencije, ovaj princip uvodi dodatne elemente (signale), kojima se dodatno pojašnjavaju, organizuju ili ističu bitni dijelovi za učenje. Ljudi bolje uče kada je posebnim znakovima skrenuta pažnja prema bitnim sadržajima, čime se izbjegavaju rasipanje pažnje i obrada nebitnih ili manje bitnih sadržaja (kognitivno preopterećenje).

Princip redundancije

Ljudi bolje uče ako se iste informacije ne prezentuju u više formata. Bolje je učiti kroz grafiku i naraciju, nego uz grafiku, naraciju i tekst. U ovom primjeru redundancija stvara kognitivno preopterećenje između naracije i teksta jer prema teoriji dualnog kodiranja tekst koji ulazi putem slušnog kanala istovremeno ulazi kao grafika putem vizuelnog kanala, čime dolazi miješanja verbalnog i slikovnog kanala, a time i do nepotrebnog kognitivnog preopterećenja.

Princip prostornog kontinuiteta

Ljudi uče bolje kada su riječi i slike prikazuju jedne pored drugih na štampanim materijalima ili na ekranima. Ovdje se naglašava bitnost prostorne povezanosti štampanog teksta i grafike, jer se na taj način smanjuje kognitivno opterećenje za skeniranje i pretraživanje stranice. Npr. ako tekst opisuje ilustraciju potrebno ga je pozicionirati tik uz sliku ili čak preko slike.

Ovaj princip važi za statične slike, međutim, ako se kombinuju pokretne slike (video ili animacija) sa riječima, tada je riječi potrebno izraziti naracijom, a ne tekстом.

Princip vremenskog kontinuiteta

Učenje se poboljšava kada se odgovarajuće riječi i slike prikazuju istovremeno. Ako se slike/animacija/video kombinuju sa riječima/naracijom u različitim vremenima, tada je učeniku teško stvoriti mentalnu reprezentaciju i radna memorija biva brzo preopterećena. Odličan primjer vremenskog diskontinuiteta je gledanje filma kojem titlovani prevod brza ili kasni.

Princip segmentacije

Ljudi bolje uče kada je multimedijalni sadržaj podijeljen u manje dijelove, nego kada je predstavljen kao kontinuirana jedinica. Bolje je lekcije razbiti na manje jedinice uz mogućnost kontrole prelaska na sljedeću jedinicu. Tada recipijent ima vremensku kontrolu nad nastavnim segmentima, što mu daje mogućnost da savlada odabrani segment i da nakon toga aktivira naredni.

Princip predtreninga (predznanja)

Dobro je znati imena i osobine osnovnih pojmova i koncepata jer omogućavaju bolje i glatkije savladavanje nastavnih sadržaja. Mnogo je lakše savladati gradivo ako se prethodno poznaju ključni pojmovi i činjenice.

Princip modaliteta

Ljudi bolje uče kroz sliku i izgovorene riječi, nego kroz sliku i pisani tekst. Upotreba slike i pisanog teksta preopterećuju vizuelni kanal kognitivnog sistema i usporavaju učenje. Ako oči prate štampani tekst, tada ne mogu efikasno da prate pokretnu grafiku, animaciju i video. Izgovorene riječi rasterećuju vizuelni kanal i smanjuju kognitivno opterećenje. Ovaj princip daje najbolje rezultate kada je materijal kompleksan za učenike, a tempo brz i nije pod učeničkom kontrolom.

Princip personalizacije

Ljudi bolje uče ako je u multimedijalnoj prezentaciji zastupljen razgovorni stil, a ne formalni stil. Učenici se mnogo dublje i aktivnije uključuju u raspravu ako autora dožive kao sagovornika. Zato bi više trebalo koristiti konverzacijski stil umjesto formalnog, tako da interakcija korisnika sa računarom podsjeća na ljudske razgovore.

Princip glasa

Učenje je bolje kada riječi u multimedijalnim sadržajima izgovara čovjek prijateljskim tonom, a ne mašina (sintetizovani glas). To recipijentu daje osjećaj da razgovara sa čovjekom. Čak nije samo po sebi dovoljno da je govor ljudski i prijateljski. Postoji tu još mnogo drugih elemenata koji su izuzetno bitni, a među kojima su najbitniji boja glasa i dikcija. Superiorni televizijski kanali poput *National Geographic* i *History Channel* znaju bitnost ljudskog glasa i zato u njihovim naučno-obrazovnim emisijama imamo najbolje svjetske naratore poput čuvenog glumca *Morgan Freeman*-a. U njegovom slučaju se pojavljuje još jedan bitan element, a to je autoritet naratora koji značajno može dići pažnju recipijenta.

Princip slike

Ljudi ne moraju nužno učiti bolje iz multimedijalne prezentacije u kojoj je govornik prikazan slikom.

NAPREDNI PRINCIPI MULTIMEDIJALNOG UČENJA PO MAYERU

Pored osnovnih, Richard E. Mayer u svojoj *“The Cambridge Handbook of Multimedia Learning”* [9] iznosi i napredne principe multimedijalnog učenja. Mnogi drugi autori se takođe bave ovom temom i daju svoj doprinos razradi postojećih i donošenju novih teorija i principa koji prate evoluciju multimedije i multimedijalnog učenja.

Prema [10] i [11], zasnovanih na [9] predstavljeni su sljedeći napredni principi multimedijalnog učenja:

- **Princip istraživačke multimedije** - Ljudi uče bolje ako je učenje zasnovano i inkorporisano u istraživačko multimedijalno okruženje.
- **Princip riješenih praktičnih primjera** - U početnim fazama učenja i sticanja vještina, ljudi bolje uče kroz praktična vježbanja i primjere.
- **Kolaborativni princip** - Ljudi bolje uče u kolaborativnom *online* okruženju.

- **Princip samoobjašnjenja** - Ljudi bolje uče kada su ohrabreni da stvaraju smotalna objašnjenja tokom učenja.
- **Princip animacije i interaktivnosti** - Ljudi ne uče nužno bolje iz animacije nego iz statičkih prikaza.
- **Princip navigacije** - Ljudi bolje uče u hipertekstualnom okruženju ako su im omogućeni odgovarajući navigacioni alati.
- **Princip mape sajta (navigacione mape)** - Ljudi će učiti bolje u *online* okruženju kada je u interfejs uključena navigaciona mapa koja pokazuje trenutnu poziciju gdje se nalazi učenik u lekciji.
- **Princip prethodnog znanja** - Principi dizajniranja nastavnih multimedijalnih materijala koji poboljšavaju multimedijalno učenje početniku, mogu omesti učenje polaznicima ekspertima.

ZAKLJUČAK

Danas je upotreba multimedije postao standard modernog izvođenja nastave. Mogućnosti multimedije su ogromne, ali za dobijanje punih rezultata potrebno je uložiti veliki napor u sagledavanju potreba korisnika, odabiru ciljeva i tehnologija, kreiranju multimedijalnih materijala poštujući didaktičke principe, organizaciji i publikovanju sadržaja i na kraju administraciji i nadogradnji. Najbitnija karika u ovom procesu je svakako nastavnik, koji treba shvatiti i iskoristiti prednosti multimedijalnih tehnologija, stvoriti pozitivan i kreativan ambijent koji diže pažnju učenika i nastavu čini zanimljivijom. Nažalost, kako kod nas, tako i u svijetu, potencijal multimedije se ne koristi u onolikoj mjeri koliko bi trebalo. Ipak, multimedija je duboko ušla u nastavne procese i taj trend se razvija uzlaznom putanjom. Skoro sve visokoškolske ustanove su uvele manje ili više uspješno *WEB* bazirane sisteme učenja na daljinu, koji studentima isporučuju dragocjene multimedijalne sadržaje, koji olakšavaju studiranje i dižu ga na viši nivo. Najzastupljeniji model izvođenja nastave zastupljen u visokom školstvu Republike Srpske i Bosne i Hercegovine jeste hibridni model, koji kombinuje tradicionalno izvođenje nastave u učionici sa elektronskim učenjem. U budućnosti treba očekivati širenje uticaja multimedijalnih tehnologija u obrazovanju i jačanje ulogu nastavnika u implementaciji elektronskog učenja. U kontekstu cjeloživotnog učenja i nastavnici moraju učiti nove tehnologije, sticati nova znanja, razvijati se i ići u korak sa vremenom. Taj proces je danas dominantno zasnovan na *WEB* baziranom multimedijalnom elektronskom učenju.

LITERATURA

- [1] F. T. Hofstetter, *Multimedia Literacy*, Irwin Professional Pub, 2001.
- [2] Z. Bojković i D. Martinović, *Osnove multimedijalnih tehnologija*, Beograd: Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, 2011.
- [3] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, „A Memorandum on Lifelong Learning,“ COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Brussels, 2000.
- [4] R. Atkinson i R. Shiffrin, „The psychology of learning,“ t. 8, 1968.
- [5] V. Mateljan, Ž. Širanović i V. Šimović, „Prijedlog modela za oblikovanje multimedijalnih *WEB* nastavnih sadržaja prema pedagoškoj praksi u RH,“ u *Informatologia*, Zagreb, 2009.
- [6] R. E. Mayer i P. A. Alexander, *Handbook of Research on Learning*, New York: Taylor&Francis Group, 2011.
- [7] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [8] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- [9] R. E. Mayer, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- [10] Ž. Širanović, I. Rajković i Ž. Širanović, „Principles of cognitive approach designing of multimedia educational e-content,“ u *Međunarodni Znanstveni skup Tiskarstvo i dizajn*, Terme Tuhelj, 2014.
- [11] G. Woodill, „www.cedma-europe.org,“ [Na mreži]. Available:<http://www.cedmaeurope.org/newsletter%20articles/Brandon%20Hall/The%20Ideal%20Learning%20Management%20System%20for%20Multimedia%20Learning%20%28Mar%2011%29.pdf>. [Poslednji pristup 25. oktobar 2015.].

