

Nikola Petrović¹, Jelena Anđelković Labrović²
Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu

Mogućnosti pristupa zasnovanog na podacima u upravljanju procesom učenja

Apstrakt: Tehnike za otkrivanje zakonitosti u velikim bazama podataka primenjuju se već dugo na podatke proizašle iz obrazovnog procesa u privatnom i javnom sektoru. Upravo se na takve zakonitosti oslanjaju stručnjaci u upravljanju učenjem kada kreiraju i sprovode strategiju kojom se ostvaruju ciljevi učenja. U radu je izložen okvir za analitiku u učenju Grelera i Dašlera sa identifikovanim ključnim faktorima koje treba uzeti u obzir prilikom planiranja i sprovođenja analize. Njemu je pridružen okvir Knuda Ilerisa za „sveobuhvatan pristup učenju“ kako bi se utvrdilo da li su saglasni po pitanju značaja određenih faktora i načina na koji ih predstavljaju. U poređnom analizom dva okvira identifikovane su mogućnosti upravljanja učenjem na osnovu podataka, potencijalni izazovi i ograničenja. Društveno okruženje, emotivna komponenta i otpori i odbrane u okviru za „sveobuhvatan pristup učenju“ uvaženi su na višem nivou složenosti, te je za pristup zasnovan na podacima izazov da koriguje svoje razumevanje tih faktora.

Ključne reči: upravljanje učenjem, otkrivanje zakonitosti u podacima, analitika u učenju, modelovanje društvenog okruženja

Uvod

Pristup zasnovan na velikim bazama podataka (*Big Data*) potekao je iz korporativnog sektora kao odgovor na potrebu da se iz mora podataka koji prate poslovne procese izdvoje informacije i znanja potencijalno korisna za unapređenje poslovanja. Osim veličine baza i raznovrsnosti formata podataka koji se beleže, za taj pristup je specifična velika brzina njihove obrade i pristupa informacijama sa ciljem da se obezbedi da poslovne odluke budu podržane svežim podacima. Otkrivanje zakonitosti u podacima (OZP, odnosno *Data Mining*) ovde pronalazi svoje mesto

¹ Nikola Petrović, MA, saradnik i doktorand je u nastavi na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu (nikola.petrovic@fon.bg.ac.rs).

² Dr Jelena Anđelković Labrović je docent na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu (jeca@fon.bg.ac.rs).

kao automatizovani ili poluatomatizovani proces pronalaženja obrazaca u velikim bazama podataka (Han, Pei & Kamber, 2011). Beleženjem sve više podataka i van poslovnog konteksta primena OZP tehnika postaje relevantna za razvoj nauke, a naš fokus je na mogućnostima tog pristupa u naukama o učenju. Konkretno ćemo razmatrati upravljanje učenjem, koncept koji se odnosi na pronalaženje odgovarajuće andragoške ili pedagoške strategije za postizanje ciljeva učenja (Smith & Lynch, 2010), i koje su mogućnosti, ograničenja i izazovi primene pristupa zasnovanog na podacima u realizaciji tog procesa.

Pojačan interes za proces učenja sa aspekta psihologije, obrazovanja i menadžmenta, proistekao iz ideje o znanju kao o faktoru kompetitivnosti, odredio je veća ulaganja u obrazovanje, a posledično i potrebu za praćenjem izlaza iz tog procesa, ne samo u poslovnom sektoru (Illeris, 2003). U mnogim zemljama zabeležena je potreba da obrazovne institucije mere, predstavljaju i unaprede performanse (Campbell *et al.*, 2007; Hazelkorn, 2010), što predstavlja jedan od faktora koji je odredio razvoj pristupa obrazovanju i učenju sa fokusom na podacima. U tom procesu kvantifikacije rada obrazovnih institucija naglasak je često na zadržavanju studenata kako bi se povećala stopa diplomiranih, a smanjio broj studenata koji odustanu. Način da se taj cilj postigne jeste podela odgovornosti između institucije i studenata (Tinto, 1993; Choi, 2005; Hsieh, Sullivan, & Guerra, 2007; Fritz, 2011), što stvara potrebu praćenja aktivnosti svih uključenih. S druge strane, postojeća atmosfera globalnog takmičenja između kompanija, institucija ili nacija unapređena je alatom za praćenje, beleženje i obradu podataka u realnom vremenu³. Te okolnosti, koje su odredile aktuelnost primene pristupa zasnovanog na podacima u upravljanju učenjem, već jasno pokazuju da, za potrebe ovog rada, nekritički prihvatamo dominantan diskurs po kome se obrazovanje na prvom mestu nalazi u funkciji zadovoljavanja potreba tržišta rada (Koulaouzides & Popović, 2017).

Uloga podataka u upravljanju učenjem određena je i potrebom da se prevaziđu ili ublaže nedostaci elektronskog učenja. Iz perspektive studenata problematičan je nedostatak kontakta sa nastavnicima ili vršnjacima, zbog čega se osećaju izolovano u virtuelnom okruženju, a dalje posledice su dezorijentisanost i pad motivacije (Mazza & Dimitrova, 2004). Nastavnicima je teže nego u tradicionalnom scenariju da prepoznaju visokomotivisane učenike, ali i one kojima treba pružiti dodatnu podršku. Takođe, diskusije koje se odvijaju u virtuelnom prostoru (zavisno od broja uključenih) nastavnika mogu zatrpiti porukama iz kojih je teško izvući smisao i proceniti doprinos (Dringus & Ellis, 2005). U na-

³ Izveštavanje u realnom vremenu se oslanja na dinamičke podatke, čak i one koji su zabeleženi nekoliko trenutaka pre izrade izveštaja. Na taj način se postiže aktuelnost informacija i utisak da proces izveštavanja teče istovremeno sa događajima u realnosti.

stavku ćemo prikazati mogućnosti upravljanja učenjem zasnovanog na podacima kada su u pitanju navedeni problemi.

Primena pristupa zasnovanog na podacima nužno znači da je učenje, čak i ako se sam proces podučavanja dešava u tradicionalnom okruženju, u određenoj meri podržano tehnologijom jer se u procesu obrade podataka koriste tehnologije, a zaključci do kojih se tim putem došlo implementiraju – menjajući proces učenja. Za takav oblik podrške procesu učenja adekvatan je kišobran termin: učenje unapređeno tehnologijama (*Technology enhanced learning – TEL*). Dok se e-učenje nužno odvija u elektronskom okruženju, TEL je svako učenje koje je na bilo koji način potpomognuto tehnologijama (Goodyear & Retalis, 2010). Dakle, upravljanje učenjem zasnovano na podacima nije ograničeno na elektronsko, ni kombinovano, učenje bez obzira na to što se najveća količina podataka generiše upravo u virtuelnom okruženju. Ceo proces, sa naglaskom na fazama prikupljanja i pripreme podataka, olakšan je ukoliko se deo učenja odvija u virtuelnom okruženju, ali je moguća upotreba podataka iz procesa koji se sprovode na tradicionalan način. Neki od primera primene pristupa zasnovanog na podacima u upravljanju učenjem koje se odvija u učionici prikazani su u pregledu oblasti (Romero & Ventura, 2010).

E-učenjem je lakše upravljati na osnovu podataka zbog unapređenog praćenja aktivnosti učenika (Welsh, Wanberg, Brown & Simmering, 2006), čime se povećavaju mogućnosti za prilagođavanje njegovim potrebama, pa samim tim i osmišljavanje pedagoške ili andragoške strategije. Praćenje aktivnosti korisnika podrazumeva veliki broj zabeleženih podataka: onih koji se odnose na interakciju između korisnika, korisnika i virtuelnog okruženja za učenje, kao i demografskih podataka. Podaci se, primenom odgovarajućih tehnika, pretvaraju u informacije ili znanja o učenju i učenicima. Opisivanje korisnika, čime se dobija njihova virtuelna reprezentacija, odnosno model učenika, otvara nam mogućnost za prilagođeno upravljanje učenjem u skladu sa procenjenim karakteristikama. To su okolnosti u kojima upravljanje učenjem zasnovano na podacima postiže svoje pune potencijale. Primer primene takvog pristupa jeste prilagođavanje zahtevnosti sadržaja za učenje i navigacije kroz kurs u aplikacijama za učenje stranih jezika. Prilagođavanje je izvršeno od sistema u odnosu na procene o karakteristikama grupe korisnika ili pojedinca, a procena je zasnovana na podacima o njima, predznanju i ponašanju tokom učenja.

Nastojimo da ponudimo odgovor na pitanje koje su mogućnosti upravljanja učenjem zasnovanog na podacima mapiranjem polja primene tog pristupa, okvira za njegovo sprovođenje (Greller & Drachsler, 2012) i utvrđivanjem faktora koji u odnosu na sveobuhvatan⁴ pristup učenju Knuda Ilerisa nisu, ili makar ne

⁴ Pod sveobuhvatnim pristupom podrazumevamo „comprehensive theory of learning“ autora Knuda Ilerisa.

u dovoljnoj meri, uzeti u obzir. Okvir za analitiku u učenju koji ćemo predstaviti izdvaja ključne dimenzije za planiranje i primenu pristupa vođenog podacima. Dimenzije su izdvojene iz stručnih diskusija u internet zajednicama i radova koji predstavljaju dosadašnje rezultate u toj oblasti. Tom okviru, koji sumira napore učinjene u smislu analitike u učenju, suočen je sveobuhvatan pristup koji takođe uvažava prethodne rezultate u svojoj oblasti integrisanjem više teorija o učenju. Sveobuhvatan pristup je nastao kao rezultat rada sa odraslim učenicima, što ga čini primenjivim na naša razmatranja koja su primerima povezana sa akademskim kontekstom. Smatramo da zaključci proizašli iz poređenja dva navedena modela, zbog njihove sumativne prirode, imaju potencijala za generalizaciju, odnosno da se mogu primeniti na upravljanje učenjem vođeno podacima kod odraslih nezavisno od konteksta u kome se učenje dešava.

Na taj način je ukazano na dostignuća pristupa vođenog podacima, ali i na izazove koje treba prevazići ili prepoznati kao ograničenja. Vodili smo se idejom da stručnjaci iz oblasti obrazovanja i razvoja mogu imati koristi od pristupa koji nije strogo tehnički orijentisan, te uzima u obzir humanističku perspektivu, insistirajući da tehnologija ima funkciju podrške, a dosadašnje teorije o učenju korektivnu funkciju u odnosu na obrazovne tehnologije. Time ne isključujemo često korišćenu mogućnost evaluacije teorijskih pretpostavki upotrebom tehnologija za obradu podataka već postavljamo zahtev za dodatno razmatranje: da li teorija koja se proverava i primenjeni okvir za analizu uvažavaju proces učenja na istom nivou složenosti.

U radu je prvo predstavljen pristup upravljanju učenjem zasnovan na podacima u okviru koji se koristi u analizi i njegove mogućnosti primene. Te mogućnosti su ilustrovane primerima iz prakse koji se odnose na upravljanje povratnom informacijom i izveštavanje nastavnika. Primere je moguće pratiti kroz kategorije prethodno izloženog okvira za analitiku u učenju, ali se ta perspektiva dopunjuje predstavljanjem sveobuhvatnog pristupa učenju u zasebnom poglavlju. Sledeći korak je utvrđivanje nivoa usaglašenosti između datih okvira, iz čega je proizašla lista izazova i ograničenja pristupa zasnovanog na podacima, koji su redom detaljnije razmatrani u poslednjem poglavlju.

Učenje i pristup zasnovan na podacima

Velika količina podataka koja prati proces učenja prepoznata je još 1979. godine u analizi napretka studenata koji se obrazuju na daljinu, posmatranih u različitim fazama akademskog ciklusa. Ukazano nam je na „eksploziju podataka“ (McIntosh, 1979) koja se, imajući u vidu tadašnje alate, pojavila kao izazov u istraživa-

nju. Vremenom kvantitet podataka je rastao, a ta tendencija je odredila aktuelnost pitanja šta se o učenju iz tih podataka može zaključiti. Razvijaju se formati za beleženje podataka, raste moć računara i alata za analizu (Baker & Inventado, 2014), pa je tehnički izazov obrade baza nastalih iz konteksta učenja prevaziđen.

Alati druge generacije veća je jedan su od izvora zabeleženih podataka (Ferguson, 2012) u smislu interakcije korisnika sa okruženjem za učenje. Iz te grupe podataka često se koriste broj sesija na sistemu, njihovo trajanje, rezultati na kvizovima, vreme posvećeno resursima za učenje i slično. Kao relevantni u literaturi su prepoznati i podaci o interakciji između korisnika, demografski i administrativni. U nekim slučajevima sistem podržan adekvatnim senzorima može da beleži i podatke o izrazu lica, posturi vidljivog dela tela, disanju i kretanju očiju (Scheuer & McLaren, 2012), koristeći ih za donošenje zaključaka o emotivnim stanjima korisnika ili posvećenosti učenju.

Veliki broj alata koji se koriste nad podacima o procesu učenja je, kao i pristup zasnovan na podacima generalno, potekao iz korporativnog sektora (Baker & Inventado, 2014), a njihova primarna funkcija je predviđanje, odnosno upravljanje rizikom i unapređenje procesa odlučivanja. Treba naglasiti da se poslovni i obrazovni kontekst bitno razlikuju i da je mogućnost prostog preslikavanja pristupa upitna. Dok je u poslovnom okruženju za glavni cilj primene postavljeno uvećanje profita, u obrazovnom sistemu to je unapređenje procesa učenja (Romero & Ventura, 2010). Druga značajna razlika odnosi se na podatke. Podaci o učenju su međusobno složenije povezani od podataka o poslovnim transakcijama, često nose unutrašnje semantičke informacije ili veze na više nivoa smislenosti, pa možemo zaključiti da takve podatke ne karakteriše statistička nezavisnost (Scheuer & McLaren, 2011). S tim u vezi prepoznata je i potreba za prilagođavanjem algoritama koji stoje u osnovi svake tehnike primenjene nad podacima.

Pristup učenju zasnovan na podacima povezuje se sa analitikom u učenju (*learning analytics* – *LA*) i otkrivanjem zakonitosti u podacima iz obrazovnog konteksta (*Educational data mining* – *EDM*). Analitika u učenju je pristup za razumevanje i unapređenje procesa učenja i okruženja u kome se učenje dešava kao kvantifikacija i beleženje podataka koji iz njega proističu, njihova analiza i izveštavanje interesnih grupa (Ferguson, 2012). EDM podrazumeva automatsko pronalaženje obrazaca i struktura u velikim bazama podataka koje potiču iz obrazovnog konteksta (Romero & Ventura, 2010). Razlike između pristupa svode se na tri ključne tačke (Baker & Inventado, 2014):

- EDM pristup je pretežno zasnovan na automatizovanim metodama, dok se LA u analizi podataka oslanja na ljudski faktor,

- EDM je orijentisan ka razumevanju odosa između elemenata, a LA karakteriše holistička perspektiva i
- EDM pristup nastoji da u određenoj meri automatizuje procese (npr. personalizovano vođenje učenika kroz okruženje za učenje), dok je fokus LA na osnaživanju i informisanju uključenih aktera koji preduzimaju dalje akcije.

Zajednička karakteristika koja oba pristupa razlikuje od većine istraživanja u oblasti obrazovanja jeste oslanjanje na podatke direktno preuzete iz sistema (što ih može učiniti nerazumljivim za čoveka) i tehnike podobne za analizu velikih baza podataka (Ferguson, 2012). Takođe, postoji mogućnost analize i izveštavanja u realnom vremenu automatizacijom faza analize i oslanjanjem na dinamičke podatke.

Okvir za analitiku u učenju

Grelerov i Dašlerov okvir koji ćemo koristiti u radu sačinjen je upravo upotrebom tehnika za otkrivanje zakonitosti u podacima, konkretno tehnike klasterovanja kojom su iz baze radova i diskusija na temu analitike u učenju izdvojene ključne dimenzije. Klasterovanje podrazumeva grupisanje unosa tako da članovi istog klastera budu što sličniji među sobom, a što više različiti u odnosu na pripadnike drugog klastera. U konkretnom slučaju, termini korišćeni u diskusijama i analizama raspoređeni su, po sličnosti, u klastere, odnosno dimenzije. Za više detalja čitalac se upućuje na Greller & Drachsler, 2012, a u nastavku ćemo izložiti ključne dimenzije koje su na taj način prepoznate i čije razmatranje autori okvira preporučuju prilikom planiranja i realizacije projekata za upravljanje učenjem zasnovano na podacima: interesne grupe, ciljevi, podaci, instrumenti, eksterna i unutrašnja ograničenja.

Pod interesnim grupama podrazumevamo nastavnike, učenike, linijske menadžere, zaposlene i druge uključene strane, zavisno od prirode okruženja u kome se projekat sprovodi. Analitika omogućava informisanje pripadnika jedne grupe o rezultatima druge, ali i samorefleksiju, na primer, kada se učeniku dostavlja povratna informacija o njegovom radu.

Model prepoznaje dve grupe ciljeva za realizaciju projekta: refleksiju i predviđanje. Prva grupa obuhvata sve specifične ciljeve koji su orijentisani ka kvantifikaciji pojedinca ili grupe, odnosno njihovog ponašanja. S druge strane, cilj predviđanja je da se na osnovu podataka smanjuje neizvesnost u vezi sa ishodom i na taj način podržava proces odlučivanja.

Podatke koji se analiziraju delimo na zaštićene i otvorene. Uglavnom su dostupni iz administrativnih sistema, sistema za upravljanje učenjem, alata za učenje i slično. Ideja je da se zarad celovitog uvida integrišu podaci iz ličnog okruženja za učenje, koje god resurse to okruženje podrazumevalo.

Instrumenti koji se koriste predstavljaju otvoreni skup (kao kod interesnih grupa), ali se prepoznaju kategorije: tehnologija, algoritimi i teorije. Za potrebe rada važno je ukazati na reduktivnu prirodu algoritama, nezavisno od stepena razvijenosti, zbog prevođenja složene realnosti na upravljiv skup varijabli.

U spoljašnjim ograničenjima model razdvaja konvencije i norme. U prvoj kategoriji su sva ograničenja koja dolaze iz oblasti etike, a u drugoj ona postulirana zakonom. Etička pitanja pokreću zajednice stručnjaka putem panela, tematskih celina na konferencijama i internet diskusija. Ograničenja proizilaze iz takvih pitanja, a odnose se na anonimizaciju podataka, učešće ljudskog faktora u odlučivanju, informisanje učenika o prikupljanju podataka i slično (Slade & Prinsloo, 2013). Na teritoriji Evropske unije, na primer, zakonska ograničenja proizilaze iz GDPR-a (*General Data Protection Regulation*), koji se primenjuje od 2018. godine. Od unutrašnjih ograničenja izdvojene su kompetencije koje uključene strane treba da poseduju i spremnost za prihvatanje rezultata, kao presudni faktor čitavog pristupa.

Upravljanje učenjem zasnovano na podacima

Oblasti primene pristupa zasnovanog na podacima u funkciji upravljanja učenjem ne predstavljaju konačnu listu jer mogućnosti zavise od svih uključenih stručnjaka u osmišljavanju, implementaciji i primeni rešenja. Jedan od pokušaja kategorisanja postojećih primera primene vodi sledećoj listi (Castro, Vellido, Nebot & Mugica, 2007): procena performansi studenata, prilagođene preporuke i kursevi u odnosu na ponašanje studenata, vrednovanje materijala za učenje, upravljanje povratnom informacijom i prepoznavanje neuobičajenog ponašanja studenata.

U nastavku su izloženi prikazi slučaja koji šire ilustruju mogućnosti primene pristupa zasnovanog na podacima u upravljanju učenjem jer svojom strukturom spadaju u više navedenih grupa iz prethodne klasifikacije. Ograničenje predstojećeg pregleda je u tome što su primeri povezani sa obrazovnim institucijama, a ne sa korporativnim sektorom. Nakon što smo učenje odredili u okviru tržišnog diskursa (u funkciji zadovoljenja potreba na tržištu rada), smatramo da je osnovano pretpostaviti da se najveći broj zaključaka koji proizilaze iz ovih materijala može generalizovati i primeniti na učenje u okvirima poslovne organizacije.

Upravljanje povratnom informacijom o učenju

Purdue univerzitet je pristupom zasnovanim na podacima pokušao da odgovori potrebi studenata za prilagođenom i pravovremenom povratnom informacijom. Ujedno se tim poduhvatom teži prevazilaženju nedostataka elektronskog učenja iz perspektive učenika, kojima često nedostaje kontakt sa nastavnicima, te se u elektronskom prostoru za učenje osećaju dezorijentisano (Mazza & Dimitrova, 2004). Nastavnicima je, na takav način, olakšano praćenje rada učenika i pružanje povratne informacije.

Za potrebe ovog zadatka projektovan je sistem „Course Signal“ podržan algoritmom za rano predviđanje nivoa rizika kojem je učenik izložen od lošeg rezultata na kursu. Za primenu prediktivnog modela treba prikupiti kritičnu količinu podataka, što u konkretnom slučaju znači da se predviđanje vrši nakon druge nedelje semestra. Važno je napomenuti da je prvenstveno rešenje bilo namenjeno drugim interesnim grupama, pre svega upravi Univerziteta, a ideja o uključivanju nastavnika i studenata u izveštavanje nastala je kasnije (Gašević, Dawson & Siemens, 2015), što može razjasniti nedostatke sistema u smislu nedovoljne elaborisanosti povratne informacije.

Nivo rizika izračunava se na osnovu više grupa podataka, iz kojih su izdvojeni sledeći pokazatelji (Arnold & Pistilli, 2012):

- prethodni rezultati u školovanju,
- uloženi trud (taj pokazatelj je izdvojen iz podataka o interakciji korisnika sa sistemom za podršku učenju),
- postignuće na kursu,
- karakteristike studenata (koje uključuju državljanstvo, godine, kreditni status i sl.).

Svim pokazateljima je dodeljen određeni težinski koeficijent kako bi se izbegla ograničenja prepoznata u drugim sistemima za predviđanje performansi. Na taj način je pokazatelju uloženi truda dodeljen veći težinski koeficijent, te on utiče na procenjeni rizik u većoj meri od prethodnih rezultata u školovanju, čime je data prednost dinamičkim podacima, odnosno onim koje sistem beleži o učeniku tokom interakcije u realnom vremenu. Uvažavanje dinamičkih podataka izdvaja se kao važna distinktivna karakteristika tog rešenja, pre svega zbog ideje da se ishod učenja može preciznije predvideti na osnovu truda koji učenik trenutno ulaže nego iz istorijskih podataka.

Postoji nekoliko pristupa za saopštavanje povratne informacije o nivou rizika kojem je korisnik izložen po proceni sistema. Sistem tu operaciju može izvršiti automatski, prikazivanjem signalnog svetla određene boje i slanjem poruke

sa predefinisanim sadržajem, pri čemu obe komponente povratne informacije korisniku prilagođava sistem. U tom slučaju zelena boja označava visoku verovatnoću da korisnik postigne dobre rezultate na kursu, žuta je namenjena učenicima sa potencijalnim problemima, dok crvena ukazuje na visok rizik od loših rezultata. Dodatno, nastavnik ima na raspolaganju sledeće akcije: zakazivanje sastanka sa učenicima, informisanje akademskog savetnika o procenjenom riziku i slanje elektronske pošte ili tekstualne poruke putem telefona (Arnold & Pistilli, 2012).

Efekti primene sistema obećavaju jer je u eksperimentalnoj grupi (u kojoj je sistem implementiran) povećan broj dobrih ocena („B“ i „C“) za 12%, a smanjen broj slabijih ocena („D“ i „F“) za 14%. Takođe, učenici iz eksperimentalne grupe će ranije zatražiti pomoć nego studenti iz kontrolne grupe (Arnold, 2010). Reakcije studenata na novi sistem su mahom dobre, 89% je iskazalo zadovoljstvo sistemom, a 58% bi želelo da svaki kurs koji pohađaju bude podržan tim rešenjem. Izdvajamo podatak, koji će inspirisati deo kasnije diskusije, da je većina korisnika ocenila automatski generisane poruke sa povratnim informacijama kao deo lične komunikacije sa nastavnikom (Arnold & Pistilli, 2012).

Iz mišljenja da je prikazani pristup fokusiran na nastavnika koji na osnovu izveštaja donosi odluku koju smatra adekvatnom, a ne na učenika koji bi iz povratne informacije u realnom vremenu samostalno mogao da odabere odgovarajuću akciju, razvija se alat „Check My Activity“. Primenjen je na Univerzitetu u Merilendu i omogućava učenicima da se na sopstvenu inicijativu informišu kako je procenjena njihova aktivnost u elektronskom okruženju za učenje u odnosu na vršnjake, sa ciljem da se podigne samosvest korisnika koji su u većem riziku od neuspeha (Fritz, 2011). Slično sistemsko rešenje funkcioniše sasvim drugačije usred pomeranja fokusa na potrebe druge interesne grupe.

Izveštavanje nastavnika o procenjenim karakteristikama učenika

Pristup zasnovan na podacima primenjuje se za dodatno informisanje nastavnika o zakonitostima i strukturama u podacima koji reprezentuju učenike. Prikazano je istraživanje (Romero, Ventura & Garcia, 2008) sprovedeno sa ciljem da se strategija nastavnika prilagodi na osnovu informacija o zakonitostima u podacima koji predstavljaju grupu učenika. Podaci o 438 studenata izdvojeni su sa sedam kurseva na Moodle sistemu Univerziteta u Kordobi i analizirani upotrebom OZP tehnika. Tih sedam kurseva izabrano je zbog velikog broja i raznovrsnosti aktivnosti, ali i zbog dostupnosti podataka o konačnoj oceni na datom kursu. Prvi korak je podrazumevao diskretizaciju podataka na osnovu pretpostavke da su kategoričke vrednosti razumljivije nastavnicima.

Učenici su primenom algoritama za klasterovanje grupisani tako da u okviru iste grupe budu što sličniji po karakteristikama koje su uzete u obzir, dok se između grupa teži različitosti. Korišćene su varijable koje ukazuju na broj urađenih domaćih zadataka, pročitanih poruka, uspešno ili neuspešno urađenih kvizova, vreme provedeno na forumu i broj postavljenih komentara. Kao rezultat dobijena su tri klastera koje su istraživači u skladu sa karakteristikama nazvali: neaktivni (karakterišu ih niske vrednosti po svim razmatranim varijablama), aktivni (vrednosti varijabli su oko proseka) i veoma aktivni učenici (vrednosti varijabli su iznad proseka). Na osnovu tog izveštaja nastavnik može odlučiti da, u slučaju grupnih aktivnosti, organizuje grupe tako da podjednak broj pripadnika svih klastera bude zastupljen ili da grupe budu sačinjene od pripadnika samo jednog klastera. Naravno, ne postoji konačan skup mogućih akcija već je na nastavniku da na osnovu tih informacija i procene šire situacije osmisli odgovarajuću strategiju.

Upotrebljivost takvog pristupa podacima iz obrazovnog konteksta potvrđuju i drugi primeri primene tehnika za otkrivanje zakonitosti u podacima sa ciljem izveštavanja nastavnika (Kovačić, 2010; Talavera & Gaudioso, 2004).

Sveobuhvatan pristup učenju Knuda Illerisa

Prikazani slučajevi pristupa zasnovanog na podacima u upravljanju učenjem mogu se razložiti pomoću predstavljenog okvira za analitiku u učenju (Greller & Drachsler, 2012). Ograničenje prikazanog okvira proizilazi iz činjenice da je razvijen iz postojećih primera primene i diskusija u internet zajednici, pretežno tehnički orijentisanih. Da bismo prevazišli tehnocentričnu perspektivu i utvrdili mogućnosti pristupa zasnovanog na podacima, predstaviceemo sveobuhvatan pristup učenju orijentisan ka sticanju opštih kompetencija, koji se može primenjivati za planiranje i analizu procesa učenja, a objedinjuje više savremenih teorija (Illeris, 2003).

Sveobuhvatan pristup uvažava dva procesa u učenju, jedan koji se odvija eksterno na relaciji pojedinac i njegovo okruženje (društveno, kulturno i materijalno) i drugi kojim se interno, psihološkim mehanizmima, novi impulsi usvajaju i obrađuju uz povezivanje sa prethodnim znanjem. Istaknute su tri dimenzije učenja: kognitivna, emotivna i društvena. Prve dve dimenzije povezane su sa procesom akvizicije u kome je kognitivna funkcija angažovana sadržajem koji se uči, a emotivna obezbeđivanjem mentalne ravnoteže potrebne za proces učenja. Dakle, proces akvizicije podrazumeva usvajanje

znanja i veština (kognitivna funkcija) i angažovanje mentalne energije (psihodinamička funkcija) neophodne za proces učenja, u vidu osećanja i motivacije. Društvena dimenzija se odnosi na interakciju sa društvom u kome se svaki proces učenja odvija.

Predloženi sveobuhvatni model se u osnovi oslanja na konstruktivistički pristup i time učenje definiše kao proces aktivne konstrukcije mentalnih struktura koji izvodi svaki pojedinac. Novi elementi sa kojima se susrećemo nameću potrebu da se izgrade nove ili dopune postojeće mentalne šeme, pa se na osnovu karakteristika tog procesa mogu izdvojiti različiti tipovi učenja: kumulativno, asimilativno, akomodativno i transformativno. Kumulativno učenje se dešava kada usvajamo nešto novo, što nije deo postojećih šema. Često je u prvim godinama života, a kasnije samo u posebnim situacijama, na primer, kada treba zapamtiti niz slučajnih brojeva. Najzastupljeniji tip učenja je asimilativno, dodavanje novih elemenata postojećim kognitivnim šemama, što je tipično za učenje u školi. Akomodativno učenje zahteva prilagođavanje postojeće mentalne šeme kako bi se novo iskustvo, koje se tu ne uklapa, pridružilo i pretvorilo u znanje. Izmena šema angažuje dosta kapaciteta, a proces preispitivanja naučenog može biti praćen i osećajem neprijatnosti. Zauzvrat, rezultat takvog učenja je znanje primenljivo u različitim situacijama, nezavisno od konteksta u kome se odvijao proces učenja, što predstavlja direktnu prednost u odnosu na asimilativno. Transformativno učenje je još izazovnije jer obuhvata prilagođavanje ne jedne šeme već klastera šema i paterna u svim dimenzijama učenja. Javlja se kao odgovor na izazovne situacije ili krize kada je promena pojedinca nužna za nastavak funkcionisanja.

Da bismo razumeli probleme koji se javljaju u učenju, neophodno je uvažiti sve pomenute dimenzije učenja. Okolnosti koje proizilaze iz modernog društva, emotivno stanje pojedinca ili neposredno okruženje jesu relevantni faktori kada pokušavamo da objasnimo odbrane ili otpore u procesu učenja. Jedan od mehanizama odbrane podrazumeva razvoj svakodnevnog svesti koja ima funkciju filtera u poimanju okruženja, pri čemu se elementi koji se ne uklapaju u izgrađeno razumevanje određene oblasti odbacuju ili menjaju da bi se prilagodili postojećem znanju. Otpori su, za razliku od odbrana, izazvani situacijom u kojoj se učenje dešava i javljaju se onda kada pojedinac nije u stanju da ostvari rezultat koji očekuje, a prepreke koje ga u tome ometaju za njega nisu očigledne. Razlikovanje između otpora i odbrana ima veliku važnost za upravljanje procesom učenja jer se preporučeni pristup nastavnika razlikuje zavisno od prirode prepreke.

Izazovi i ograničenja upravljanja učenjem na osnovu podataka

Poređenjem sveobuhvatnog pristupa učenju i okvira za analitiku u učenju izdvojili smo više faktora, o kojima će biti reči u narednim poglavljima, čije uvažavanje predstavlja izazov za pristup zasnovan na podacima. Okruženje možemo razložiti na materijalno, društveno i kulturno (Illeris, 2009). Fokusiraćemo se na uvažavanje društvenog i kulturnog okruženja, koje je u modelu za analitiku (Greller & Drachsler, 2012) pokriveno komponentama: interesna grupa, spoljašnja ograničenja i instrumenti. Materijalno okruženje nema svoje mesto u predstavljenom okviru za analitiku, ali se često, vrlo detaljno, modeluje upotrebom senzora za merenje vlažnosti i temperature vazduha, intenziteta svetlosti i sl.

Dimenzije učenja (kognitivna, emotivna i društvena) su, prema okviru za analitiku, dostupne kroz komponente: podaci i tehnike. Zabeleženi podaci daju uvid u to kako se učenik nosi sa sadržajem, a pretpostavlja se i uvid u njegovo emotivno stanje (D'mello, Craig, Witherspoon, McDaniel & Graesser, 2008) ili kako interaguje sa društvenim okruženjem. Društvena dimenzija se posmatra na osnovu podataka o interakciji između korisnika tokom učenja, a na njih se primenjuju tehnike za socijalnu analizu mreža, odnosno skup analitičkih metoda za merenje povezanosti između čvorova u mreži i njihovog uticaja. Dakle, izborom odgovarajuće grupe podataka i tehnike postiže se fokusiranje na željenu dimenziju učenja, ali smatramo da je za pristup vođen podacima najizazovnije emotivna dimenzija učenja.

Upravljanje otporima i odbranama još uvek nije prepoznato kao relevantna tema za pristup vođen podacima jer ih predstavljeni okvir, zasnovan na pregledu radova i diskusija iz oblasti, ne prepoznaje. Autorima su poznati primeri analize čiji je cilj otkrivanje osećaja dosade kod učenika (Baker, D'mello, Rodrigo & Graesser, 2010), a to je stanje koje možemo povezati sa otporom. Ipak, samo prepoznavanje otpora ili odbrane predstavlja samo početak procesa upravljanja, koji je izazovan i za obrazovne stručnjake.

Modelovanje društvenog i kulturnog okruženja

Za modelovanje društvenog i kulturnog okruženja pristup zasnovan na podacima polazi od interesnih grupa. U formalnom obrazovnom sistemu prepoznaje instituciju, nastavnike i učenike. U radnoj organizaciji kao relevantne izdvaja zaposlene i linijske menadžere. Reč je o onim interesnim grupama koje se često pojavljuju kao značajne, što znači da lista nije konačna već je otvorena za izmene zavisno od specifičnosti poduhvata. Mapiranjem uključenih grupa i njihovih

interesa osigurava se da rešenje koje se razvija, kao što je Purdue Signals (predstavljen u radu), odgovora nekim potrebama svih strana. Na primer, redovna povratna informacija učenicima olakšava da se orijentišu kako napreduju sa učenjem u elektronskom kursu, a automatizacija procesa procene rizika od neuspeha i pružanja te informacije čini e-kurs upravljivim za nastavnike. Autori okvira za analitiku u učenju (Greller & Drachsler, 2012) iskazuju zabrinutost zbog mogućnosti direktnog preslikavanja prepoznatih interesa na ciljeve projekta. Dakle, ukoliko se ono što želimo da postignemo pristupom zasnovanim na podacima svodi isključivo na zadovoljenje potreba interesnih grupa, javlja se opasnost od dominacije efikasnosti nad pedagoškim principima.

Osim interesnih grupa, pristup zasnovan na podacima od društvenog i kulturnog okruženja uvažava norme i konvencije društva ili, kako ih okvir za analitiku kategorije: spoljašnja ograničenja. Normama su označena sva ograničenja koja proizilaze iz zakona i standarda, a konvencijama etička, sa naglaskom na zaštitu podataka o ličnosti. Jasno je da će način na koji je odnos prema podacima o ličnosti zakonski regulisan uticati na mogućnosti primene pristupa, kao i ono što se u određenoj zajednici smatra etički prihvatljivim. Iz društvenog okruženja prepoznaju se još i teorije o učenju, koje su prema okviru za analitiku raspoređene u grupu instrumenti. Planiranje i realizacija procesa upravljanja učenjem na osnovu podataka razlikovaće se zavisno od toga koje su pretpostavke o učenju prihvaćene.

Činjenica je da model, čak i vrlo precizan, nužno ne može da uvaži svu složenost društvenog i kulturnog okruženja. Stoga su kritike takvog pristupa u prepoznavanju socijalnog i kulturnog okruženja usmerene ka nedostatku mogućnosti za problematizaciju odnosa ili interesa koje opisuju (Perrotta & Evans, 2013). Jednostavnim svođenjem na ograničenja, zarad modelovanja, društveno okruženje se ne samo pojednostavljuje (što je u modelovanju prihvatljivo) već se korisnicima potencijalno predstavlja kao predefinisano, čime se ugrožava mogućnost promišljanja dinamike koja određuje sama ograničenja. Situacija u kojoj se prilikom modelovanja ograničenja okruženja prihvataju zarad veće preciznosti samog modela a svi uključeni korisnici ne podstiču na istraživanje tih ograničenja rezultuje jasnim instrukcionističkim pristupom nauštrb potencijala za razvoj kritičkog razmišljanja.

Regulisan na takav način, pristup zasnovan na podacima orijentiše se ka unapređenju procesa asimilativnog učenja, dodavanja novih elemenata već izgrađenoj šemi. Problem, u tom slučaju, nastaje onda kada usvojeno znanje treba primeniti van konteksta (određenog i modelom društvenog i kulturnog okruženja) u kome se odvijalo učenje (Illeris, 2009), što je redovan zahtev za obuku zaposlenih i u visokoškolskim ustanovama. Izazov predstavlja stvaranje mogućnosti za akomodativno učenje, koje je nužno praćeno revidiranjem ili čak odbacivanjem po-

stojećih mentalnih šema. Ako je karakteristika okruženja u kome se učenje odvija da se društvene i kulturne karakteristike vide kao ograničenja, nešto već zadato, čime se učenik ne bavi, osnovana je pretpostavka da će se nekritički stav prema znanju odraziti na smanjenje potencijala za preispitivanje mentalnih šema uopšte.

Rešenje možemo tražiti u uključivanju svih interesnih grupa u osmišljavanje i realizaciju poduhvata upravljanja učenjem na osnovu podataka, odnosno u diskusiji i pregovorima o ciljevima. Ukoliko su ciljevi projekta predefinisani, prelazno rešenje je informisanje svih strana o okolnostima (interesima, normama, konvencijama i sl.) koje su odredile takav ishod. Etička praksa pristupa zasnovanog na podacima podrazumeva uključivanje učenika u proces odlučivanja (Slade & Prinsloo, 2013). Drugim rečima, prepoznate okolnosti treba učiniti zajedničkim znanjem, što podrazumeva da svi uključeni raspolažu tim informacijama, ali i da svi znaju da su informacije dostupne svima (Hendricks & Hansen, 2016). Sa aspekta menadžmenta, preporučeni koraci pripadaju fazi uvođenja tehnologije kada se može ostvariti značajan uticaj na stav korisnika prema implementiranom rešenju. Na taj način se postiže uključivanje ne samo normi i konvencija društva u širem značenju već i normi koje dele specifične zajednice, recimo zajednica učenika u elektronskom okruženju.

Emotivna dimenzija učenja

Nove tendencije u razvoju pristupa zasnovanog na podacima odnose se na prepoznavanje emotivnog stanja korisnika. Iz ideje da emotivna komponenta ima veliki uticaj na uspešnost procesa učenja istraživanja su usmerena na prepoznavanje emotivnih stanja i proučavanje veze između određenih stanja i uspešnosti učenika (D'mello, Craig, Witherspoon, McDaniel & Graesser, 2008). Sistem prepoznaje pravilnosti u ponašanju korisnika i poistovećuje ih sa doživljajem određene emocije, pa je jasno da taj proces ima ograničenja zbog poistovećivanja ponašanja sa mentalnim stanjima.

Uspešnost procene emotivnog stanja na osnovu podataka evaluira se samoizjašnjavanjem korisnika ili u odnosu na rezultate obučениh stručnjaka. Osim tehnologije za obradu velikih baza podataka, koriste se i posebni senzori za praćenje pokreta očiju, mišića lica, telesne temperature, pulsa i slično. Druga grupa podataka koja potencijalno razotkriva kako se učenici osećaju dolazi iz njihove međusobne komunikacije.

Međutim, sveobuhvatan pristup učenju emotivnu dimenziju učenja vidi u funkciji angažovanja mentalne energije neophodne za proces učenja. Kvantifikacija mentalne energije može se pokazati kao zahtevan ili nemoguć zadatak, pa

ne čudi to što su naponi ipak usmereni ka prepoznavanju ispoljavanja konkretnih emotivnih stanja. Važno je naglasiti da visok nivo mentalne energije nije nužno vezan za stanja koja bismo doživeli kao prijatna. Stanje frustracije se, upravo zbog angažovanja mentalne energije, može većtom intervencijom nastavnika pretvoriti u značajnu priliku za akomodativno učenje (Illeris, 2009). Uprkos tome, u literaturi se negativna emotivna stanja povezuju sa lošijim kvalitetom učenja (Baker, D'mello, Rodrigo & Graesser, 2010), što se često može pokazati kao pogrešno.

Prelazak sa merenja mentalne kategorije na praćenje ponašanja, odnosno iskazivanja emocije, sličan je praćenju uključenosti zaposlenih umesto njihove motivisanosti. Stavljanje u vezu iskazivanja određene emocije i uspeha u učenju pre svega stvara opasnost od redukcije ljudskog ponašanja kategorisanjem emocija na poželjne i nepoželjne u odnosu na njihov doprinos učenju. Adekvatan odgovor je pomeranje fokusa sa rezultata u učenju na, primera radi, unapređenje komunikacije ili održavanje mentalne higijene. Procena ispoljenih emocija alternativno se može primeniti za planiranje radnih grupa uz različite pretpostavke koje su podložne proverbi, a potiču od stručnjaka koji radi sa konkretnom grupom. Na primer, rezultate grupa sačinjenih od učenika koji dele obrazac ispoljavanja emocija možemo uporediti sa rezultatima grupa nastalih po drugačijem principu. Druga mogućnost je upotreba te procene u prepoznavanju studenata kojima je potrebna podrška za očuvanje mentalnog zdravlja, što je sve zastupljenija tema u zajednici za analitiku u učenju.

Otpori i odbrane u učenju

Slično kao sa prepoznavanjem emotivnih stanja, prepoznavanje otpora i odbrana koji se javljaju prilikom učenja spada u teške zadatke. Dosadašnji naponi su dali određene rezultate u otkrivanju ponašanja koje karakteriše neučenje, odnosno kada korisnik velikim brojem pokušaja i nasumičnim izborima pokušava da prevari sistem za elektronsko učenje (Baker, Corbett & Koedinger, 2004; Baker, Koedinger, Corbett & Wagner, 2004). Nije dovoljno poistovetiti takvo ponašanje sa pojavom otpora ili odbrane jer zarad njihovog prevazilaženja treba napraviti razliku između otpora, koji se javlja kao odgovor na situaciju u kojoj se odvija učenje, i odbrana, razvijenih kao odgovor na prethodne događaje.

Kako je navedeno, jedan od mehanizama odbrane je „svakodnevna svest“ kojom se elementi koji se ne slažu sa trenutnim razumevanjem nekog koncepta odbacuju ili iskrivljuju, tako da se prilagode postojećem znanju. Često se susrećemo i sa odbranom u vidu ambivalencije, kada učenik istovremeno želi i ne želi da nauči nešto. Čak i ako je na osnovu podataka moguće prepoznati „krivljenje“

nekim informacija ili ponašanje koje karakteriše ambivalentan stav učenika, izostaje mogućnost pronalazjenja odgovora na pitanje zašto se takvo ponašanje javlja. Podatke koji bi nam ponudili uvid u učenikov unutrašnji svet, te potencijalno i razlog za javljanje odbrane, nije moguće razumeti van subjektivnog okvira za čije uvažavanje se nastavnik može osloniti na svoje iskustvo i kompetencije.

Rad sa otporima i odbranama zahtevan je za nastavnika i učenika, ali donosi priliku za novo, značajno učenje, ukoliko se situaciji pristupi na odgovarajući način. Upravljanjem otporima se može podstaći razvoj ličnih kompetencija učenika: samostalnosti, kreativnosti i fleksibilnosti (Illeris, 2009). Zbog nemogućnosti uvažavanja složenosti konteksta, čije je razumevanje neophodno za razlikovanje otpora i odbrane, smatramo da je domet pristupa zasnovanog na podacima, u ovom slučaju, otkrivanje problema prilikom učenja. Kada na osnovu podataka postoji sumnja da se učenik nalazi u situaciji koja ne rezultuje učenjem, ipak je neophodna intervencija ljudskog faktora. Upravljanje otporima i odbranama prepoznamo kao ograničenje pristupa vođenog podacima, ali se kvantifikacija može koristiti, pre svega u elektronskom okruženju, za prepoznavanje učenika kojima je potrebna dalja intervencija.

U poređnom analizom dva okvira: za analitiku u učenju i za sveobuhvatan pristup učenju Knuda Illerisa, prepoznali smo neka ograničenja i neke izazove pristupa zasnovanog na podacima. Izazovi su modelovanje društvenog i kulturnog okruženja i sagledavanje emotivne dimenzije učenja. Ograničenje predstavlja rad sa učenikom koji se nosi sa otporom ili odbranom prilikom učenja. Naglašeni su samo izazovi i ograničenja koji direktno slede iz poređenja dva okvira da bismo, na primer, proširili zahteve koji se odnose na modelovanje društvenog okruženja, koje je bitno drugačije predstavljeno u referentnim okvirima. Opštija razmatranja, koja se tiču konstrukt valjanosti u pristupu zasnovanom na podacima (Braun & Kuljanin, 2015) ili etičkih implikacija izgradnje strukture bliske Fukoovom Panoptikonu⁵ (Slade & Prinsloo, 2013), uzeta su u obzir u analizi, ali nisu centralna tema ovog rada.

Zaključak

Upotreba velikih baza podataka pronašla je svoju funkciju i van poslovnog konteksta. Kada je o učenju reč, situacija je specifična jer se proces odvija u poslovnim organizacijama, ali i u obrazovnim institucijama ili čak u neformalnim grupama.

⁵ Panoptikon je vrsta institucije, izvorno zatvorske, koja je dizajnirana tako da jedan čuvar može da nagleda sve zatvorenike. Mišel Fuko je koristio tu ideju Džeremija Bentama kao metaforu za društvo u kome pojedinac ima svest o potencijalnom, konstantnom nadzoru.

Zbog te raznovrsnosti otvoreno je pitanje: da li se funkcija koju analiza podataka ima u kompaniji prenosi i na druge kontekste? Transparentno je da se upravljanje razvojem zaposlenih u organizaciji vrši u funkciji povećanja profita, ali na fakultetu i u učionici situacija izgleda nešto drugačije. Fokus je na različitim pokazateljima uspešnosti obrazovnog procesa i učenja, kao što su stopa diplomiranja (na nivou ustanove) ili prosečno vreme zadržavanja studenta (na nivou kursa). Praćenje takvih pokazatelja je, iako ne nužno u u funkciji profita, povezano sa racionalnom upotrebom resursa. Kako smo naveli, taj zahtev proizilazi iz većih investicija u obrazovanje, odnosno shvatanja znanja kao faktora kompetitivnosti. Potencijalna opasnost je da se izborom pokazatelja uvažavaju samo neke interesne grupe, pri čemu briga o isplativosti investicija može postati prioritet u odnosu na kvalitet obrazovanja.

Mogućnosti primene pristupa zasnovanog na podacima, koje predstavljaju odgovore na potrebe interesnih grupa, kreću se od kvantifikacije, preko izvođenja složenih analiza, izveštavanja različitih uključenih grupa o rezultatima analize, do predlaganja ili preduzimanja korektivnih akcija. Svi ti procesi imaju potencijal za automatizaciju, odnosno smanjivanje ili isključivanje učešća ljudskog faktora. Predstavljeno sistemsko rešenje za merenje performansi studenata i dostavljanje redovne povratne informacije (Signal) automatizovano je u velikoj meri, ali je konačna odluka o intervenciji prepuštena instruktoru. Na nižem nivou automatizacije je drugi prikazani primer: analiza podataka iz elektronskih kurseva sa ciljem detaljnijeg informisanja nastavnika.

Upravljanje učenjem zasnovano na podacima zahteva multidisciplinarni pristup, razumevanje i uvažavanje tehničkih mogućnosti i ograničenja, ali i rezultata u istraživanju učenja iz oblasti psihologije i andragogije. Znanja o procesu učenja iz teorije ili prakse važna su komponenta funkcionisanja modela vođenog podacima jer nude orijentaciju u primeni tehnologije za obradu podataka. Upoređivanjem dva okvira za analizu i upravljanje učenjem, potekla iz dva različita konteksta, mapirani su izazovi za dalji razvoj pristupa zasnovanog na podacima i njegova ograničenja.

Uvažavanje društvenog i kulturnog okruženja je, zbog prirode procesa modelovanja, moguće samo uz pojednostavljivanje, te je kao mogućnost unapređenja pristupa izdvojeno veće uključivanje svih interesnih grupa u proces odlučivanja. Na taj način se postiže transparentnost, ali i inkorporiranje manjih zajednica sa njihovim karakteristikama u model okruženja. Emotivna dimenzija učenja je na osnovu podataka u određenoj meri dostupna za praćenje, ali isključivo u smislu ispoljavanja emotivnih stanja. Dosadašnji napor nastoje da iskazivanje određenih stanja dovedu u vezu sa uspehom ili neuspehom u učenju, a izazov koji prepoznajemo odnosi se na primenu tih mogućnosti za unapređenje komunikacije i blago-

stanja učenika. Upravljanje otporima i odbranama u učenju je, zbog specifičnih veština koje zahteva i potencijala za razvoj, prepoznato kao aktivnost koja se mora prepustiti stručnjacima, dok se na osnovu podataka može izvršiti detekcija problema u učenju.

Neka od pitanja za dalja razmatranja su: koje su komponente društvenog i kulturnog okruženja najčešće uzimane u obzir, a koje izostavljane? Kako se upotrebljavaju zaključci o ispoljavanju emotivnih stanja izvedeni upotrebom tehnologije za obradu podataka? Na koji način se prepoznaje i tretira obrazac u ponašanju učenika koji karakteriše problem u učenju? Neophodno je da se u traženju odgovora na ta pitanja oslonimo na nauke o učenju, te sa razumevanjem složenosti procesa učenja sagledamo dosadašnje napore u oblasti upravljanja učenjem na osnovu podataka. Pristup zasovan na podacima uvažava proces učenja do određenog nivoa složenosti jer je odbacivanje detalja sastavni deo svakog modelovanja. Važno je da se, zavisno od specifičnosti konteksta, ustanovi: koje detalje isključujemo, na koji način to utiče na rezultate, kako utiče na korisnike i kako da taj uticaj učinimo poznatim svim stranama. Uključivanje šire zajednice, interesnih grupa i stručnjaka iz različitih oblasti predstavlja početni korak u tom smeru.

Reference:

- ARNOLD, K. E. (2010). Signals: Applying academic analytics. *Educause Quarterly*, 33(1), 1–10.
- ARNOLD, K. E., & PISTILLI, M. D. (2012). Course signals at Purdue: using learning analytics to increase student success. U S.B. Shum, D. Gasevic & R. Ferguson (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge– LAK '12* (267-270). New York: ACM.
- BAKER R.S., CORBETT A.T., & KOEDINGER K.R. (2004). Detecting Student Misuse of Intelligent Tutoring Systems. U J.C. Lester, R.M. Vicari & F. Paraguacu (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems – ITS 2004* (531–540). Berlin: Springer Verlag.
- BAKER, R. S., CORBETT, A. T., KOEDINGER, K. R., & WAGNER, A. Z. (2004). Off-task behavior in the cognitive tutor classroom: when students “game the system”. U E. Dykstra-Erickson & M. Tscheligi (Eds.), *Proceedings of the 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI '04* (383–390). New York: ACM.
- BAKER, R. S., & INVENTADO, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. U J. Larusson & B. White (Eds.), *Learning analytics* (61–75). New York: Springer.
- BAKER, R. S., D'MELLO, S. K., RODRIGO, M. M. T., & GRAESSER, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners' cognitive–affective states during interactions with three different computer-based

- learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(4), 223–241.
- BRAUN, M. T., & KULJANIN, G. (2015). Big Data and the challenge of construct validity. *Industrial and Organizational Psychology*, 8(4), 521–527.
- CAMPBELL, J. P., DEBLOIS, P. B., & OBLINGER, D. G. (2007). Academic analytics: A new tool for a new era. *EDUCAUSE review*, 42(4), 40–57.
- CASTRO, F., VELLIDO, A., NEBOT, À., & MUGICA, F. (2007). Applying Data Mining Techniques to e-Learning Problems. U L. C. Jain, R. A. Tedman & D. K. Tedman (Eds.), *Evolution of teaching and learning paradigms in intelligent environment* (183–221). New York: Springer Verlag.
- CHOI, N. (2005). Self-efficacy and self-concept as predictors of college students' academic performance. *Psychology in the Schools*, 42(2), 197–205.
- D'MELLO, S. K., CRAIG, S. D., WITHERSPOON, A., MCDANIEL, B., & GRAESSER, A. (2008). Automatic detection of learner's affect from conversational cues. *User modeling and user-adapted interaction*, 18(1–2), 45–80.
- DRINGUS, L. P., & ELLIS, T. (2005). Using data mining as a strategy for assessing asynchronous discussion forums. *Computers & Education*, 45(1), 141–160.
- FERGUSON, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5–6), 304–317.
- FRITZ, J. (2011). Classroom walls that talk: Using online course activity data of successful students to raise self-awareness of underperforming peers. *The Internet and Higher Education*, 14(2), 89–97.
- GAŠEVIĆ, D., DAWSON, S., & SIEMENS, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64–71.
- GRELLER, W., & DRACHSLER, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 42–57.
- HAN, J., PEI, J., & KAMBER, M. (2011). *Data mining: concepts and techniques*. Waltham: Morgan Kaufmann.
- HAZELKORN, E. (2010). *Assessing Europe's university-based research*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- HENDRICKS, V. F., & HANSEN, P. G. (2016). *Infostorms: Why do we like? Explaining individual behavior on the social net*. New York: Springer.
- HSIEH, P., SULLIVAN, J. R., & GUERRA, N. S. (2007). A closer look at college students: Self-efficacy and goal orientation. *Journal of Advanced Academics*, 18(3), 454–476.
- ILLERIS, K. (2003). Towards a contemporary and comprehensive theory of learning. *International journal of lifelong education*, 22(4), 396–406.
- ILLERIS, K. (2009). *Contemporary theories of learning: learning theorists... in their own words*. New York: Routledge.
- KOULAOUZIDES, G. A., & POPOVIĆ, K. (Eds.). (2017). *Adult Education and Lifelong Learning in Southeastern Europe*. Rotterdam: Sense Publishers.

- KOVACIC, Z. (2010). Early prediction of student success: Mining students enrolment data. U E. Cohen (Eds.), *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference* (647–665). Wellington: Open Polytechnic.
- MAZZA, R., & DIMITROVA, V. (2004). Visualising student tracking data to support instructors in web-based distance education. U S. Feldman & M. Uretsky (Eds.), *Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters* (154–161). New York: ACM.
- MCINTOSH, N. E. (1979). Barriers to implementing research in higher education. *Studies in Higher Education*, 4(1), 77–86.
- PERROTTA, C., & EVANS, M. A. (2013). Orchestration, power, and educational technology: A response to Dillenbourg. *Computers & education*, 69, 520–522.
- ROMERO, C., & VENTURA, S. (2010). Educational data mining: a review of the state of the art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), 601–618.
- ROMERO, C., VENTURA, S., & GARCÍA, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 51(1), 368–384.
- SCHEUER, O., & MCLAREN, B. M. (2012). Educational data mining. U N.M. Seel (Eds.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (1075–1079). Boston: Springer.
- SLADE, S., & PRINSLOO, P. (2013). Learning analytics: Ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1510–1529.
- SMITH, R., & LYNCH, D. (2010). *Rethinking Teacher Education: Teacher education in the knowledge age*. Sydney: AACLM Press.
- TALAVERA, L., & GAUDIOSO, E. (2004). Mining student data to characterize similar behavior groups in unstructured collaboration spaces. U R.L. de Mantaras & L. Saitta (Eds.), *Proceedings of the 16th European conference on artificial intelligence* (17–23). Amsterdam: IOS Press.
- TINTO, V. (1993). Building community. *Liberal Education*, 79(4), 16–21.
- WELSH, E. T., WANBERG, C. R., BROWN, K. G., & SIMMERING, M. J. (2003). E-learning: emerging uses, empirical results and future directions. *International Journal of Training and Development*, 7(4), 245–258.

Nikola Petrović⁶, Jelena Anđelković Labrović⁷
Faculty of Organisational Sciences, University of Belgrade

A Data-driven Approach to Learning Management: Possibilities, Challenges, and Limits

Abstract: Data mining techniques have long been applied to data collected from the education process in the private and public sectors. Learning management professionals take the discovered patterns in consideration when they create and implement a strategy to achieve the learning goals. Greller and Drachsler framework for learning analytics was introduced with identified key factors that need to be considered during planning and conducting analysis. The comprehensive learning theory by Knud Illeris was also presented to determine whether they agree on the importance of certain factors and the way they represent them. A comparative analysis of the two frameworks identified the possibilities of data driven learning management, possible challenges and limitations. Social environment, emotional component, resistance and defense were understood at a higher level of complexity within the comprehensive learning framework while data driven approach is challenged to improve understanding of these factors.

Key words: learning management, data mining, learning analytics, modelling the social environment

⁶ Nikola Petrović, MA is a teaching assistant and PhD candidate at the Faculty of Organisational Sciences, University of Belgrade.

⁷ Jelena Anđelković Labrović, PhD is an assistant professor at the Faculty of Organisational Sciences, University of Belgrade.