

DIRBTINIS INTELEKTAS EDUKACIJOJE: INTEGRAVIMO GALIMYBIŲ TEORINĖ ANALIZĖ

ALEKSANDRA BATUCHINA¹, DALIA BAZIUKĖ², JULIJA MELNIKOVA³, GRAŽINA ŠMITIENĖ⁴, GITA ŠAKYTĖ-STATNICKĖ⁵

Klaipėdos universitetas, Klaipėdos valstybinė kolegija (Lietuva)

ANOTACIJA

Dirbtinis intelektas vis labiau skverbiasi į mokyklas ir edukacijos procesą. Tad svarbu nustatyti, kaip jis gali padėti tobulinti mokymo(si) procesą. Šiame straipsnyje apžvelgiamos ir sisteminamos šiuolaikinės dirbtiniu intelektu paremtos edukacinės technologijos, atskleidžiant jų galimus privalumus ir trūkumus, kuriant personalizuotas mokymo(si) aplinkas. Siekiant išsikelti tikslo, taikytas mokslinės literatūros analizės metodas. Jo pagrindu skiriamos pagrindinės dirbtinio intelekto integravimo į edukacines technologijas tendencijos, jos išsamiai aptariamoms. Teigiama, kad įvertinus dirbtinio intelekto privalumus ir galimybes edukacijoje, jis turėtų būti vertinamas kaip edukacijos praktiką transformuojantis procesas, kur būtina iš esmės persvarstyti pagrindinius vaidmenis. Svarbiausias efektyvaus dirbtinio intelekto naudojimo edukacijoje veiksnys – mokytojų raštingumas dirbtinio intelekto srityje.

PAGRINDINIAI ŽODŽIAI: *dirbtinis intelektas, edukacija, šiuolaikinės technologijos.*

JEL KLASIFIKACIJA: I21, O33.

DOI: <https://doi.org/10.15181/rfds.v37i2.2418>

Įvadas

Nuo aštuntojo praeito amžiaus dešimtmečio pradžios dirbtinis intelektas edukacijoje vystėsi kaip specializuota tarpdalykinė sritis, apimanti technologijos taikymą siekiant mokymo(si) tikslų, daugiausia aukštojo mokslo kontekste (Southgate ir kt., 2018). V. Nabiye'as (2010) dirbtinį intelektą apibrėžia kaip kompiuteriu valdomo įrenginio gebėjimą atlikti užduotis, panašiai, kaip tai daro žmogus. Autorius nurodo, kad į žmogų panašios savybės apima tokius psichinius procesus, kaip samprotavimas, prasmės kūrimas, apibendrinimas ir mokymas(is), remiantis praeities patirtimi. Dirbtinio intelekto technologiniai sprendimai edukacijoje gali būti įkūnyti robotuose ar virtualiuose mokymo(si) asistentuose, be to, jie gali būti integruoti į virtualio-

¹ Aleksandra Batuchina – docentė, daktarė (edukologijos mokslai), Klaipėdos universiteto Socialinių ir humanitarinių mokslų fakulteto Socialinės geografijos ir regionistikos centras

Moksliniai interesai: ugdomasis vadovavimas, fenomenologija, kokybiniai tyrimai

El. paštas: aleksandra.ro@gmail.com

² Dalia Baziukė – docentė, daktarė (informatikos mokslai), Klaipėdos universiteto Informatikos ir statistikos katedra

Moksliniai interesai: duomenų mokslas, mašinių mokymasis, logika, virtualios mokymosi aplinkos

El. paštas: Dalia.Baziuke@ku.lt

³ Julija Melnikova – daktarė (edukologijos mokslai), Klaipėdos universiteto Socialinių ir humanitarinių mokslų fakulteto Pedagogikos katedros mokslo darbuotoja

Moksliniai interesai: švietimo vadyba, lyderystė, šiuolaikinės technologijos ir edukacija

El. paštas: Julija.Melnikova@ku.lt

⁴ Gražina Šmitienė – docentė, daktarė (edukologijos mokslai), Klaipėdos universiteto Socialinių ir humanitarinių mokslų fakulteto Pedagogikos katedra

Moksliniai interesai: socialinė pedagogika, socialinė edukologija, socialinė pedagoginė pagalba

El. paštas: g.smitiene@gmail.com

⁵ Gita Šakytė-Statnickė – docentė, daktarė (vadybos mokslai), Klaipėdos valstybinė kolegija

Moksliniai interesai: skirtingų kartų organizacijos darbuotojai, skaitmeninės rinkodaros komunikacija

El. paštas: g.statnicke@kvk.lt

sios ar išplėstinės realybės aplinkas. Dirbtinio intelekto technologijos yra pajėgios rinkti įvairią informaciją mokymo(si) procese, pvz., vaizdo, klausos ir fiziologinius duomenis apie mokinius. Šio tipo duomenys apie mokinius ir jų mokymą(si) galėtų būti naudojami toliau projektuojant mokymo(si) procesą, siekiant geriau suprasti, kaip vyksta mokymo(si) procesas realiuoju laiku, be to, jie galėtų padėti mokytojams pasirinkti efektyviausias mokymo(si) strategijas ir metodus (Luckin ir kt., 2016). Dirbtinio intelekto taikymo tikslas taikant edukacines technologijas – sudaryti sąlygas labiau personalizuotam, lankstesniam, įtraukesniam ir įtraukiamam mokymui(si); leidžia automatizuoti rutinines mokymo(si) užduotis, pritaikant automatinio vertinimo ir grįžtamojo ryšio teikimo galimybes (Gulson ir kt., 2018; Luckin ir kt., 2016).

Tyrimais įrodyta (Gulson ir kt., 2018), kad dirbtinis intelektas gali didinti bendrojo ugdymo programų pajėgumą. Dirbtinio intelekto programos gali prisidėti prie mokymo(si) mišriose klasėse; asmeniniams poreikiams pritaikytos mokymosi programos, paremtos dirbtiniu intelektu, teikia mokiniams išsamius ir savalaikius atsiliepimus apie jų mokymąsi, o automatizuotos vertinimo sistemos padeda mokytojams, išlaisvindamos juos nuo pernelyg didelio darbo krūvio. Dirbtinio intelekto įrankiai leistų spręsti mokinių iškritimo iš švietimo sistemos ar mokytojų perdegimo darbe problemas (Coccoli, Maresa, Stanganelli, 2016) ir padėtų įveikti mokinių mokymo(si) spragas, kurių atsiranda dėl individualių ar socialinių skirtumų.

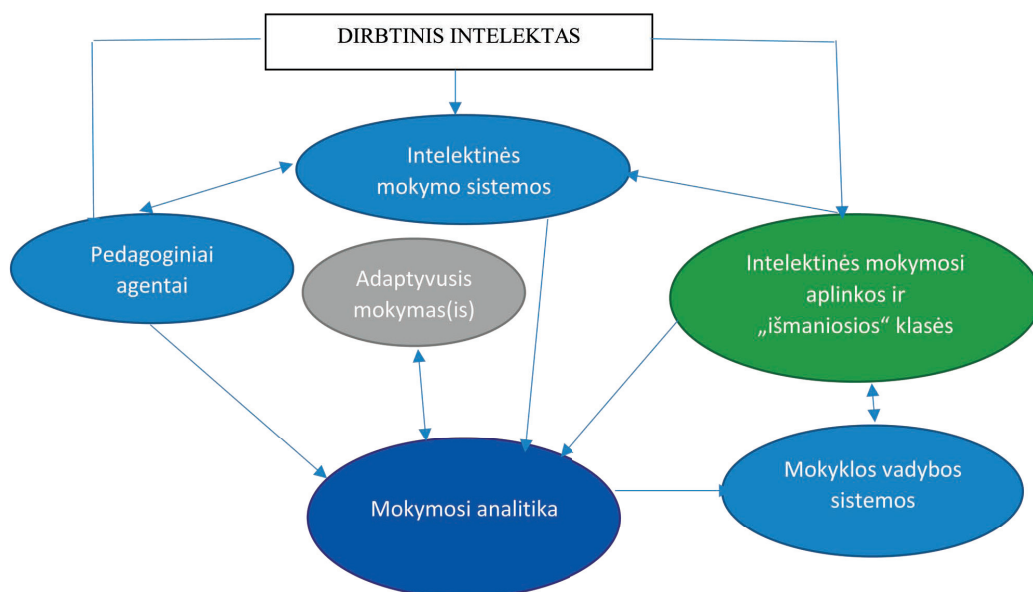
Kartais manoma, kad turint omenyje visus dirbtinio intelekto privalumus jis turėtų būti vertinamas kaip edukacijos praktiką transformuojantis procesas, kai iš esmės būtina persvarstyti žmonių daugelyje darbo sričių atliekamus vaidmenis (Popenici, Kerr, 2017). Veiksmingas dirbtinio intelekto taikymas sudarytų sąlygas mokytojams atlikti tas funkcijas, kurias jie atlieka geriausiai: spręsti sudėtingas dviprasmiškas situacijas, teisėjauti, išnaudoti aukšto lygio abstraktaus mąstymo gebėjimus (Daugherty, Wilson, 2018).

Nors šios srities tyrimai (Du Boulay, 2016) vykdyti išties dešimtmečius, dabartinės dirbtinio intelekto priemonės iki galo technologijų potencialo neišnaudoja ir turbūt visų turimų lūkesčių neišpildo (Stone ir kt., 2016). Kitų tyrėjų teigimu, dirbtinio intelekto taikymas edukacijoje vyksta gana lėtai (Gulson ir kt., 2018), todėl tikslinga apžvelgti esamas dirbtiniu intelektu paremtas edukacines technologijas. Šio straipsnio tikslas – apžvelgti ir susisteminti šiuolaikines dirbtiniu intelektu paremtas edukacines technologijas, atskleidžiant jų galimus privalumus ir trūkumus kuriant personalizuotas mokymo(si) aplinkas. Mokslinių straipsnių paieška vykdyta keturiuose internetinėse mokslinių duomenų bazėse. Kaip sisteminei analizei tinkamos laikytos publikacijos nuo 2005 metų, nes jų skaičius nedidelis. Analizei atrinkta 30 publikacijų. Duomenys pristatomi pagal penkias pagrindines dirbtinio intelekto integravimo į edukacines technologijas tendencijas (Southgate ir kt., 2018):

- intelektinės mokymo sistemos (angl. *intelligent tutoring systems*);
- pedagoginiai agentai (arba asistentai, arba padėjėjai) (angl. *pedagogical agents*);
- „protingos (išmaniosios) klasės“ technologijos ir intelektinės mokymo(si) aplinkos (angl. *intelligent learning environments*);
- mokymosi analitika (angl. *learning analytics*);
- adaptyvusis mokymasis (angl. *adaptive learning*).

Galima skirti tam tikrą intelektinių mokymo sistemų, pedagoginių agentų ir adaptyviojo mokymo sistemų sankirtą (Baziukaitė ir kt., 2006), kuri reiškia aiškios ribos, kur baigiasi viena ir prasideda kita, nebuvimą. Tokios skaitmeninės priemonės, kaip, pvz., intelektinės mokymo sistemos, gali turėti integruotus pedagoginius agentus. Tiek intelektinės mokymo, tiek adaptyviosios sistemos bei pedagoginiai agentai yra ir duomenų „gamybos“ terpė, nes dirbdami skaitmeninėse platformose duomenis savo veikla generuoja platformų naudotojai. Minėtas platformas ir pačią mokymosi analitiką įgalina išmaniosios klasės, mokymosi aplinkos ir pačios mokyklos, veikiančios kaip mokymo(si) aplinka (žr. 1 pav.).

Tikslinga detaliau apžvelgti kiekvieną dirbtinio intelekto integravimo į edukacines technologijas kryptį.



1 pav. Dirbtinį intelektą integruojančių skaitmeninių sistemų įvairovė, jų ryšys su mokymosi analitika

Šaltinis: Southgate ir kt., 2018.

1. Intelektinės mokymo sistemos

Intelektinės mokymo sistemos imituoja individualų žmogaus mokymą(si) (Luckin ir kt., 2016). Mokymas (angl. *tutoring*), kaip pedagoginė strategija, pasiteisina kaip efektyvi (Van Lehn, 2011). Manoma, kad intelektinių mokymo sistemų mokytojai tiksliai diagnozuoja savo mokinių motyvaciją ir žinias, individualizuoja pasirinktą mokymo(si) veiklą ir siekia, kad užduotys atitiktų jų mokinių poreikius. Mokymo(si) procese tokie mokytojai taiko raginimą, patarimus ir teikia greitą grįžtamąjį ryšį padėdami mokiniams atlikti kiekvieną užduoties sprendimo žingsnį. Kiti tyrimai rodo, kad besimokantieji pasinaudoja ne visa galima mokymo(si), kaip edukacinės strategijos, nauda, nes retai užduoda klausimus, tuo tarpu mokytojai nėra tobuli, pvz., gali suklysti diagnozuodami mokinių mokymosi spragas ar individualizuodami mokymosi užduotis (Van Lehn, 2011). Visgi dirbtinio intelekto įgalintos mokymo strategijos mokymosi sistemose diegiamos. Jų tikslas – pasirinkti pedagogines strategijas ir mokymo(si) metodus, įtraukti mokinį į individualų mokymosi dialogą (Baker, 2016).

Dažniausia pasitaikantys intelektinių mokymo sistemų komponentai:

- *eksperto modelis*, kuriame saugomos tam tikro dalyko ekspertų žinios;
- *pedagoginis modelis*, kuriame saugomos veiksmingos pedagoginės ir mokomosios strategijos;
- *studento modelis*, pagrįstas besimokančiojo savybėmis ar veiksmais.

Taikant intelektinių mokymo sistemų technologiją galima rinkti duomenis ir daryti išvadas apie mokinių žinias, teisingus ar klaidingus užduočių sprendimus, mokinių emocijas ar motyvaciją. Remiantis šiais duomenimis, intelektinės mokymo technologijos gali diagnozuoti nukrypimą nuo *eksperto modelio* ir pasiūlyti suasmenintas užduotis, patarimus ar grįžtamąjį ryšį. Šios sistemos turi sąsają, kurios skirtos komunikuoti su besimokančiuoju. Komunikacija gali vykti rašytine arba sakytine kalba kaip dialogas su virtualiais pedagoginiais agentais, atstovaujančiais intelektinėms mokymo sistemoms arba ne (McArthur, Lewis, Bishay, 2005; Du Boulay, 2016).

Analizuojant mokslinius tyrimus, kuriuose lyginamas intelektinių mokymo sistemų efektyvumas ir mokytojų įprastinė pedagoginė veikla, galima pastebėti nemažai intelektinių mokymo sistemų privalumų. Tyrimų išvadose nurodoma, kad intelektinės mokymo sistemos gerokai efektyvesnės nei daugelis kitų mokymo(si)

priemonių, tokių kaip įprastos pamokos, namų darbų užduotys, mokymas(is) naudojant vadovėlius (Kulik, Fletcher, 2016; Ma ir kt., 2014; Steenbergen-Hu, Cooper, 2014; Van Lehn, 2011). Kitų tyrimų duomenimis, intelektinių mokymo sistemų teigiamas poveikis mokymuisi panašus į mokymąsi vadovaujant mokytoji (žmogui) (Van Lehn, 2011; Du Boulay, 2016; Ma ir kt., 2014), tačiau, pvz., kolegijų studentams intelektinės mokymo(si) sistemos buvo mažiau veiksmingos nei mokytojai žmonės (Steenbergen-Hu, Cooper, 2014). Poveikis matematikos sričiai K-12 (viduriniame ugdyme) populiacijose buvo nedidelis, ryškiausiai pasireiškė motyvuotiems mokiniams, turintiems puikių savęs valdymo įgūdžių (Steenbergen-Hu, Cooperis, 2014). Moksliniai tyrimai atskleidė, kad vien intelektinių mokymo sistemų taikymas edukacijoje savaime nėra veiksmingas visų besimokančiųjų pasiekimų spragų šalinimo veiksnys (Harley, Lajoie, Frasson, Hall, 2017).

Per pastarąjį dešimtmetį buvo sukurta daugybė skirtingų intelektinių sistemų (Southgate ir kt., 2018). Tačiau jos vystytos labai siauromis kryptimis – nukreiptos į konkrečias švietimo sritis ir jų tikslus. Vienas žinomiausių IMS tyrinėtojų ir kūrėjų Tomas Murray'us, apibendrinamas savo mokslines bei praktines įžvalgas, teigė, kad intelektinės mokymo sistemos orientuotos į ugdymo turinio perteikimą ir besimokančiųjų elgseną, todėl joms trūksta besimokančiųjų ateities poreikio numatymo.

Analizuojant intelektines mokymo sistemas pabrėžiama ir tai, kad jos susitelkusios ties komponentais – analizuoja paskirus komponentus bei jų tarpusavio santykius (Siemens, Baker, 2012), t. y. paremtos redukcionistiniu principu. Jos kritikuojamos, nes bando:

- suplanuoti žinių sričių struktūrą, mažinant ugdomų įgūdžių skaičių iki paskirų (mokomųjų) dalykų žinių ir įgūdžių (Barnes, 2005), tad diskutuotina, ar vienas įgūdis tam tikruose dalykuose gali kompensuoti kitą įgūdį (Pardos ir kt., 2008).
- nustatyti, kuris požiūris efektyviausias, siekiant numatyti būsimus mokinių pasiekimus (Baker ir kt., 2008; Pavlik ir kt., 2009);
- įvertinti pagalbos kokybę, ieškant tiesioginio teigiamo poveikio veiklos rezultatams (pvz., Chang ir kt., 2006).

Apibendrinant galima teigti, kad intelektinės mokymo sistemos galėtų būti naudingos mokytojams. Svarbu pabrėžti, kad šių sistemų technologijos tebetobulinamos, jos dar neapima visų dalykų sričių ir turinio, tad, jei yra prieinamos tam tikrose ugdymo srityse (pvz., matematikoje), gali veiksmingai papildyti mokinių mokymąsi klasėje ar už jos ribų. Tačiau vargu ar jos pakeis mokytojus ir dėstytojus visose srityse ir (ar) panaikins įvairių grupių mokinių ir studentų pasiekimų spragas.

2. Pedagoginiai agentai

Kita dirbtinio intelekto integravimo į edukacines technologijas galimybė yra pedagoginiai agentai. Tai skaitmeniniai arba virtualūs personažai, integruoti į mokymo technologijas, jų tikslas – palengvinti mokymą(si). Jie kuriami, siekiant į skaitmenines mokymosi priemones įtraukti socialinį, emocinį, motyvacinį komponentus (Gulz, Haake, 2006; Kim, Baylor, 2016) ir bendrauti su besimokančiaisiais natūraliai žmonių taikomais būdais (Johnson, Lester, 2016).

Pedagoginiai agentai gali būti įvairių formų (Heidig, Clarebout, 2011). Dažniausia jie yra įkūnyti, tai reiškia, kad besimokantieji gali matyti nuotraukas, virtualius personažus ar avatus (pseudoportretus) ekrane, kurie realiai ar abstrakčiai primena žmones, išgalvotus personažus, gyvūnus ar daiktus.

Pedagoginiai agentai bendrauja su besimokančiaisiais rašytine ar sakytine kalba. Svarbiausias pedagoginių agentų bruožas yra mokymo funkcija, kuria jie išsiskiria iš vadinamųjų pokalbių agentų, tokių kaip „Apple Siri“ (Schroeder, Gotch, 2015).

Pedagoginis agentas gali (Heidig, Clarebout, 2011):

- tarnauti kaip informacijos šaltinis;
- demonstruoti ar modeliuoti mokymosi turinį;
- būti kuratoriumi;
- įvertinti besimokančiuosius.

Jie gali veikti ir kaip navigacijos vadovai arba nukreipti dėmesį gestais ir žvilgsniais (Johnson, Lester, 2016). Tačiau dauguma pedagoginių agentų naudojami tokioms žemesnio lygio funkcijoms, kaip informacijos perteikimas (Schroeder, Gotchas, 2015). Svarbu paminėti, kad mokymosi sistemos gali turėti keletą pedagoginių agentų, kurie atlieka skirtingas funkcijas, pvz., eksperto, motyvatoriaus, pagalbininko (Kim, Baylor, 2016).

Pedagoginius agentus nebūtinai nukreipia dirbtinis intelektas, tačiau daugelis jų gali būti klasifikuojami kaip dirbtinis intelektas (Schroeder, Adesope, Gilbert, 2013). Vis dėlto net jų tyrėjai pripažįsta, kad pedagoginiai agentai dažnai nelabai „protingi“ (Kim, Baylor, 2016). Naujausios technologijos leidžia toliau juos tobulinti (Johnson, Lester, 2016). Šiandien jau įmanoma sukurti virtualius žmones, kurie leidžia mokymosi technologijoms (sistemoms, kurios jaučia, interpretuoja, imituoja ir net gali paveikti žmogaus emocijas), įskaitant pedagoginius agentus, atpažinti emocijas ir prisitaikyti prie besimokančiųjų, reaguoti į jų nuobodulį ar kitas emocijas. Sakytinės kalbos apdorojimas leidžia pedagoginiams agentams bendrauti su besimokančiais (ribotas interaktyvus dialogas), jie netgi gali būti įkūnyti robotuose, kad galėtų bendrauti su besimokančiais klasės aplinkoje.

Pedagoginių agentų veiksmingumas pagrįstas. Teoriniu lygmeniu jų šalininkai teigia, kad pedagoginių agentų buvimas turėtų suteikti socialinę dimensiją, kuri paskatintų besimokantįjį bendrauti su mokymosi technologija tuo pačiu principu, kaip ir su kitu žmogumi (pvz., Heidig, Clarebout, 2011; Schroeder ir kt., 2015), o į žmones panašūs balsai ar gestai teoriškai turėtų sustiprinti mokymąsi ir motyvuoti. Be to, kartu su intelektinėmis mokymo sistemomis pedagoginiai agentai galėtų suteikti besimokantiems individualių ir praktiškai naudingų instrukcijų. Pedagoginių agentų kritikų tvirtinimu, jų kuriami dialogai ir tam tikros jų detalės gali trukdyti mokiniams sutelkti dėmesį į mokymosi turinį (Heidig, Clarebout, 2011; Schroeder ir kt., 2013).

3. Intelektinė mokymosi aplinka, išmaniosios klasės

Besivystant technologijoms kuriami naujausi technologiniai sprendimai – intelektinės mokymosi aplinkos, pvz., „LearnLab“ „Realise“ sistemos, integruojančios dirbtinį intelektą ir mokymosi analitiką ir paremtos duomenimis grįsta sprendimo priėmimo prieiga. Šios technologijos bando spręsti T. Murray'aus (žiūrėti aukščiau) iškeltas intelektinių mokymo sistemų problemas (Mitchell, Howlin, 2019).

Intelektinės mokymosi aplinkos pedagoginiu požiūriu yra tobulesnės, nes, skirtingai nei redukcionizmu grįstos intelektinės mokymo sistemos, remiasi konstruktyvizmo priegomis (remiantis Mitchell, Howlin, 2019):

- Daugiadiscipliniai mokymosi metodai. Sistemos suteikia bendrą aplinką mokiniui mokytis įvairių dalykų, tokių kaip kalbos, matematika, tikslieji mokslai ir socialinio ugdymo dalykai. Vieno besimokančiojo mokymosi tikslas gali apimti skirtingus dalykus. Šis požiūris skatina kuriant individualius mokymosi planus atsižvelgti į tarpdisciplininių įgūdžių ugdymą.
- Individualūs dinamiški mokymosi keliai. Kiekvieno besimokančiojo mokymosi kelias ir tikslai turėtų būti dinamiški. Mokymosi kelias neatsiejamas nuo galimybės mokymosi procese naršyti po mokomąją medžiagą ir konsultuotis (galbūt keisti kelią). Intelektinės mokymosi platformos užtikrina, kad vartotojas visada gali nustatyti „kur aš esu?“ funkcijas ir palyginti savo pažangą, siekdamas numatytų mokymosi tikslų.
- Dėmesys individualiam mokymuisi ir tinkamam mokymosi dizainui. Sistema sukurta siekiant mažinti „technologinį triukšmą“, kuris dažnai būdingas el. mokymosi programoms. Tai ypač svarbu, kai daug vertingo mokymosi laiko eikvojama sprendžiant technologijų problemas.
- Lanksčiai pritaikoma mokymosi aplinka. Sistemos kuriamos taip, kad atitiktų kognityvinio krūvio teoriją, t. y. numato protingą lankstumą, atsižvelgiant į individualius besimokančiojo poreikius.

B. Du Boulay'us (2019) skyrė šiuos pagrindinius intelektinės mokymosi aplinkos plėtros aspektus:

- yra įvairių intelektinių mokymo sistemų ir mokymosi patyrimo platformų, kurios komerciškai sėkmingos, ypač tokiose šalyse kaip JAV, Australija, Didžioji Britanija;

- pirminis tokių technologijų kūrimo tikslas buvo savarankiškas mokinių mokymas(is) technologijomis pagrįstose aplinkose;
- ankstyvųjų intelektinių mokymo sistemų ir mokymosi patyrimo platformų reputacija skatinant pasyvų mokinių mokymąsi buvo gera;
- intelektinės mokymo sistemos ir mokymosi patyrimo platformos įvertintos, remiantis mokslinių tyrimų rezultatais, siekiant atsakyti į klausimą, kiek jos padeda siekti geresnių mokymosi rezultatų, palyginti su mokytojo veiksmais įprastoje klasėje, visgi jos neprilygsta individualiai su mokiniu dirbančiam kvalifikuotam mokytojui;
- yra įvairių pagalbos mokytojams priemonių, padedančių valdyti mokinių klasę, pasitelkus intelektines mokymo sistemas ir mokymosi patyrimo platformas;
- intelektinės mokymo sistemos ir mokymosi patyrimo platformos šiuo metu labiau skirtos nebe individualiam mokinių mokymuisi;
- pedagoginiai metodai, taikomi intelektinėse mokymo sistemose ir mokymosi patyrimo platformose, turėtų skirtis nuo taikomų tradicinėje klasėje;
- geriausi rezultatai pasiekiami įtraukiant ir apmokant mokytojus, kaip organizuoti darbą, dirbant su intelektinėmis mokymo sistemomis ir mokymosi patyrimo platformomis, kaip jas taikyti savo klasėje;
- pabrėžtina, kad intelektinės mokymo sistemos ir mokymosi patyrimo platformos naudingos mokinių mokymosi elgesio požiūriu;
- intelektinės mokymo sistemos ir mokymosi patyrimo platformos šiandien traktuojamos kaip pagalbininkai dirbant klasėje.

4. Adaptyvusis mokymasis

Aukščiau minėtos sistemos neatsiejamos nuo adaptyviojo mokymosi idėjos. Adaptyvusis (prisitaikantis), individualizuotas mokymas(is) yra svarbi pedagoginė strategija ir siekis, skatinantis kurti adaptyviojo mokymosi technologinius sprendimus.

Edukacijoje adaptyvusis mokymas(is) reiškia mokymo(si) strategijų, metodų, užduočių ar jų sunkumo lygio keitimą ir pritaikymą, atsižvelgiant į besimokančiųjų ar jų grupių poreikius. Adaptyvieji mokymo(si) metodai orientuoti į besimokančiojo elgesį, pasiekimus ir mokymosi nuostatas (Tseng, Chu, Hwan, Tsai, 2010). Tuo tarpu prisitaikomasis mokymasis – tai informatikos mokslų samprata, reiškianti algoritmų, skirtų nustatyti, kaip ir kada pritaikyti tam tikrą mokymosi aplinką bei (arba) užduotis, kūrimą. Pavyzdžiui, intelektinė mokymosi sistema, taikoma mokinių matematikos gebėjimams tobulinti, pasitelkus adaptyvųjį mokymo(si) komponentą, pasiūlo mokiniams užuominų, kad jie savarankiškai galėtų spręsti sudėtingesnius uždavinius. Be to, adaptyviojo mokymo(si) technologija pajėgi laipsniškai naikinti užuominas, mokiniui pasiekus tam tikrą lygį, ir įvesti sudėtingesnes užduotis su patarimais, taip išlaikydama mokinį nuolatinio tobulėjimo procese (Baziukaitė ir kt., 2006; Arroyo, Woolf, Burelson, Muldner, 2014).

5. Mokymosi analitika

Technologijomis grįstos mokymosi aplinkos, adaptyviojo mokymosi technologijos, intelektinio mokymosi sistemos, „išmaniosios klasės“ ir kitos technologijos generuoja daugelį su besimokančiais susijusių duomenų. Besimokančiųjų generuojami duomenys gali apimti elementarius nesudėtingus duomenis, pvz., virtualioje aplinkoje ar mokymosi sistemoje praleistą laiką, ar užduotims atlikti skirtą laiką. Sudėtingesni duomenys apima įvairius užduočių sprendimo rodiklius. Šie duomenys dažnai yra skaitmeniniai, bet kartais apima tekstus, vaizdus ir vaizdo įrašus, jie dažnai yra laikino pobūdžio, fiksuojantys sistemų naudotojų sąveikas besimokant individualiai ar grupėse, ilgesnio laikotarpio besimokančiųjų mokymosi planus. Remiantis įvardytomis duomenų charakteristikomis, šie duomenys priskiriami didiesiems duomenims. Tuo tarpu mokymosi procese surinkti duomenys yra mokymosi analitikos sritis.

Iš visų dirbtinio taikymo sričių edukacijoje būtent besimokančiųjų duomenų analizė pajėgi pateikti naudingų išvalgų, kurios svarbios priimant sprendimus dėl išteklių paskirstymo ar mokinių mokymosi kokybės gerinimo (Long, Siemens, 2011). Pvz., besimokantieji ir mokytojai galėtų pasinaudoti automatinėmis dirbtiniu intelektu pagrįstomis duomenų analitikos suvestinėmis ir grįžtamuoju ryšiu, apmąstydami savo mokymo(si) procesą bei pažangą.

Mokymosi analitika palieka mokytojui ir mokiniui galimybę priimti sprendimą, bet suteikia tam tikrą automatizuotą duomenų analizę. Atitinkamai mokymosi analitikos bendras tikslas – agreguoti (kaupti) duomenis iš įvairių edukacinių aplinkų ir atlikti jų analizę, kad būtų tobulinami galutiniai mokinių mokymosi arba mokytojų sprendimai.

Apibendrinimas

Technologijų pažanga įgalino ugdymo proceso dalyvius veiksmingiau siekti mokymo(si) tikslų. Dirbtinio intelekto technologija leido sukurti mokymosi platformas, kurios suteikia daugiau įtraukiosios mokymosi patirties, nei tai galėjo daryti ankstesnės įprastos mokymosi valdymo sistemos, pvz., *Moodle*. Intelektinės mokymosi aplinkos, tokios kaip *EduTen Playground*, *Matific*, *Fast ForWord*, *EduAi*, *Stream LXD*, *Adobe Captivate Prime*, *LearnLab* ir kt., besimokantiesiems leidžia personalizuoti tai, ko jie mokosi, kaip mokosi ir kada / kur pasirenka mokytis. Pasitelkę šio tipo platformas ugdymo proceso dalyviai gali nusistatyti konkrečias įgūdžių ar žinių spragas, susipažinę su jiems pateikta veiklos analize ir veiksmy, kurie padėtų tobulinti pasiekimus, siūlymais. Kaip minėta, intelektinių mokymosi aplinkų funkcinės galimybės susijusios su tomis, kurios prieinamos intelektinio ir adaptivityviojo mokymosi sistemose, turi bendrų ir skirtingų savybių, tačiau būtent dėl geresnių, išmatuojamų ir labiau suasmenintų šiuolaikinio mokinio mokymosi patirčių poreikio intelektinės mokymosi aplinkos kartu su intelektinėmis mokymosi sistemomis tampa ugdymo proceso būtinybe.

Mokslininkų pateiktos tyrimų išvados atskleidžia, kad siekiant šiuolaikinių technologijų patrauklumo mokytojams ir besimokantiesiems, būtina tobulinti į žmogų orientuotą edukacinių technologijų prieigą (angl. *Human-centered EdTech Approach*) (Baker, 2016). Ji remiasi nuostata, kad skaitmeninių edukacinių įrankių projektavimas turi apimti ne tik veiksmingus technologinius bei pedagoginius sprendimus, bet ir apsvastyti daugybę kontekstinių bei žmogiškųjų veiksnių, siekiant atsakyti į klausimus, kodėl ir kaip jie bus naudojami, kas ir kokiame kontekste tai darys. Be to, šie įrankiai turi būti sukurti vartotojų naudai, o ne primesti IT dizainerių ar edukologijos tyrėjų. Diskusijos centre – būtinybė suprasti, įtraukti ir remti mokytojus – pagrindinius suinteresuotuosius subjektus, kurie vykdo mokymo(si) procesą kasdienėje edukacijos praktikoje ir yra atsakingi už mokinių mokymosi proceso organizavimą bei valdymą realiuoju laiku (Southgate ir kt., 2018).

Mokytojai turės parengti mokinius sparčiai kintančiam dirbtinio intelekto pasauliui su neaiškiais ateities darbo jėgos įgūdžiams keliamais reikalavimais. Labiausiai tikėtina, kad didesnis dėmesys ugdymo procese bus skiriamas neįprastiems pažintiniams ir nepažintiniams XXI amžiuje svarbiems gebėjimams: atvirumas naujovėms, kritinis mąstymas, problemų sprendimas, sprendimų priėmimas ir bendradarbiavimas (Gulson ir kt., 2018; Luckin ir kt., 2016). Tad norėdami pasitelkti dirbtinį intelektą edukacijai mokytojai dirbtinio intelekto aspektu turės būti raštingi (Kandlhoferis ir kt., 2016). Tai leis susidaryti realų supratimą apie jo galimybes edukacijoje, siekiant sėkmingai organizuoti ir prižiūrėti dirbtinio intelekto įrankių naudojimą, aiškinant duomenis, tobulinant pedagoginį požiūrį į mokinių mokymąsi ir įsitraukimą (Pinkwart, 2016).

Straipsnis parengtas vykdant projektą „Dirbtinis intelektas mokyklose: mokymosi analitikos plėtojimo scenarijai modernizuojant bendrąjį ugdymą Lietuvoje“ (DIMA_LT). Vykdančioji institucija – Klaipėdos universitetas. Projekto partneris – Mokyklų tobulinimo centras. Projektą finansuoja Europos Sąjunga (projekto Nr. S-DNR-20-4) pagal dotacijos sutartį su Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).

Literatūra

- Arroyo, I., Woolf, B. P., Bursleson, W., Muldner, K., Rai, D., Tai, M. (2014). A multimedia adaptive tutoring system for mathematics that addresses cognition, metacognition and affect. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), 387–426.
- Baker, R. S. (2016). Stupid tutoring systems, intelligent humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 600–614.
- Barnes, T. (2005). The Q-matrix method: Mining student response data for knowledge. *American association for artificial intelligence 2005 educational data mining workshop*, 1–8. USA Pittsburgh, PA: AAAI Press.
- Baziukaitė, D., Idzelytė, D., Vaira, Ž., Vičkus, V. (2006). Virtualios mokymo (si) aplinkos adaptyvi intelektuali posistemė: koncepcinis modeliavimas ir diegimas. *Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje*. Klaipėdos universitetas, 141–151.
- Chang, K. M., Beck, J., Mostow, J., Corbett, A. (2006). A bayes net toolkit for student modeling in intelligent tutoring systems. Intelligent Tutoring Systems. *Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. Jhongli.
- Coccoli, M., Maresca, P., Stanganelli, L. (2016). Cognitive computing in education. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 12(2), 55–69.
- Daugherty, P. R., Wilson, H. J. (2018). *Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI*. Boston, MA: Harvard Business Press.
- Du Boulay, B. (2016). Artificial intelligence as an effective classroom assistant. *IEEE Intelligent Systems*, 31(6), 76–81.
- Edwards, C., Edwards, A., Spence, P. R., Lin, X. (2018). I, teacher: Using artificial intelligence (AI) and social robots in communication and instruction. *Communication Education*, 67(4), 473–480.
- Gulson, K. N., Murphie, A., Taylor, S., Sellar, S. (2018). *Education, work and Australian society in an AI world. A review of research literature and policy recommendations*. (Research Report). Sydney: Gonski Institute for Education, UNSW.
- Gulz, A., Haake, M. (2006). Design of animated pedagogical agents – A look at their look. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(4), 322–339.
- Harley, J. M., Lajoie, S. P., Frasson, C., Hall, N. C. (2017). Developing emotion-aware, advanced learning technologies: A taxonomy of approaches and features. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 27(2), 268–297.
- Heidig, S., Clarebout, G. (2011). Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning? *Educational Research Review*, 6, 27–54.
- Johnson, W. L., Lester, J. C. (2016). Face-to-face interaction with pedagogical agents, twenty years later. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26 (1), 25–36.
- Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., Huber, P. (2016). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. *IEEE Conference on Frontiers in Education*, 1–9.
- Kulik, J. A., Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78.
- Kim, Y., Baylor, A. M. (2016). Research-based design of pedagogical agent roles: A review, progress, and recommendations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 160–169.
- Kulik, J. A., Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of educational research*, 86(1), 42–78.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. London.
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of educational psychology*, 106(4), 901.
- Murray, T. (1999). Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of the Art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 98–129.
- Nabiyev, V. V. (2010). *Yapay zeka (Artificial intelligence)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Pardos, Z., Heffernan, N., Ruiz, C., Beck, J. (2008, June). The composition effect: Conjunctive or compensatory? An analysis of multi-skill math questions in ITS. *Educational Data Mining*, 1–10.
- Pavlik Jr, P. I., Cen, H., Koedinger, K. R. (2009). *Performance Factors Analysis – A New Alternative to Knowledge Tracing*. Online Submission.
- Pinkwart, N. (2016). Another 25 years of AIED? Challenges and opportunities for intelligent educational technologies of the future. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 771–783.
- Popenici, S. A. D., Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 1–13.

- Porayska-Pomsta, K. (2016). AI as a methodology for supporting educational praxis and teacher metacognition. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 679–700.
- Schroeder, N. L., Gotch, C. M. (2015). Persistent issues in pedagogical agent research. *Journal of Educational Computing Research*, 53(2), 183–204.
- Schroeder, N. L., Adesope, O. O., Gilbert, R. B. (2013). How effective are pedagogical agents for learning? *A meta-analytic review. Journal of Educational Computing Research*, 49(1), 1–39.
- Segovia, K., Bailenson, J. (2009). Virtually true: Children's acquisition of false memories in virtual reality. *Media Psychology*, 12(4), 371–393.
- Siemens, G., Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 30.
- Southgate, E., Blackmore, K., Pieschl, S., Grimes, S., McGuire, J., Smithers, K. (2018). *Artificial intelligence and emerging technologies (virtual, augmented and mixed reality) in schools: A research report*. Australia, Newcastle: University of Newcastle.
- Steenbergen-Hu, S., Cooper, H. (2014). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 331–347.
- Stone, P., Brooks, R., Brynjolfsson, E., Calo, R., Ezioni, O., Hager, G.,..., Teller, A. (2016). *Artificial intelligence and life in 2030: One hundred year study on artificial intelligence*. Report of the 2015 study panel.
- Tseng, J. C., Chu, H. C., Hwang, G. J., Tsai, C. C. (2008). Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information. *Computers & Education*, 51(2), 776–786.
- Van Lehn, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist*, 46(4), p. 197–221.
- Welham, D. (2008). AI in training (1980–2000): Foundation for the future or misplaced optimism? *British Journal of Educational Technology*, 39(2), 287–296.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: THE THEORETICAL ANALYSIS OF INTEGRATION POSSIBILITIES

ALEKSANDRA BATUCHINA, DALIA BAZIUKĖ, JULIJA MELNIKOVA, GRAŽINA ŠMITIENĖ,
GITA ŠAKYTĖ-STATNICKĖ
Klaipėda University, Klaipėda State University of Applied Sciences (Lithuania)

Summary

Artificial intelligence is increasing its role in schools and in the educational process. As a result, it is important to identify how it can help improve the learning process, but before that to find out what the existing technologies are. The aim of this article is to review and systematise literature on modern educational technologies based on artificial intelligence, revealing their possible advantages and disadvantages in creating personalised learning environments. To achieve this goal, the method of analysis of scientific literature was used. Based on an analysis of scientific literature, the main tendencies in the integration of artificial intelligence into educational technologies were singled out and discussed in detail. The search for scientific articles was performed on four online scientific databases. Publications since 2005 were considered suitable for systematic analysis, and 30 publications were selected for analysis. The data are presented according to five main trends in the integration of artificial intelligence into educational technologies (Southgate *et al.*, 2018): intelligent tutoring systems, pedagogical agents, smart classes, learning analytics, and adaptive learning.

Intelligent tutoring systems simulate individual human learning (Luckin *et al.*, 2016). Studies (van Lehn, 2011; Baker, 2016; du Boulay, 2016; etc) show that intelligent tutoring systems are significantly more effective

ve than many other teaching/learning tools, such as regular lessons, homework and textbook learning. It is important to emphasise that the technologies of intelligent tutoring systems are still evolving and do not yet cover all areas and content. Therefore, if intelligent tutoring systems are available in a particular field of education (e.g. mathematics), they can effectively complement students learning inside or outside the classroom. However, these systems are unlikely to replace teachers and lecturers in all areas and/or close gaps in achievement between different groups of pupils and students.

Another possibility for integrating artificial intelligence into educational technologies is through pedagogical agents. Pedagogical agents are digital or virtual characters integrated into learning technologies with the aim of facilitating teaching/learning.

Also, smart class environments are more advanced in a pedagogical sense because, unlike reductionism-based smart learning systems, they rely on constructivist approaches (according to Mitchell, Howlin, 2019).

The above-mentioned systems are directly related to the idea of adaptive learning and the data obtained. Adaptive/individualised teaching is an important pedagogical strategy and goal that promotes the development of technological solutions for adaptive learning. And the data obtained is an area of learning analytics. Learning analytics leaves the teachers and students to make a decision, but provides some automated data analysis.

It is argued that, given the merits of artificial intelligence and its benefits in education, it should be seen as a process transforming educational practices that requires a fundamental rethink of the key roles. The most important factor in the effective use of artificial intelligence in education is teacher literacy in the field of artificial intelligence.

KEY WORDS: *artificial intelligence, education, modern technologies in education.*

JEL CODES: I21; O33.

Gauta: 2022-04-09

Priimta: 2022-05-10

Pasirašyta spaudai: 2022-05-20