

# Pagrindinės tendencijos taikant edukacinių duomenų gavybą mokymuisi personalizuoti

Irina Krikun<sup>1</sup>, Eugenijus Kurilovas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Vilniaus universitetas, Matematikos ir informatikos institutas*

Akademijos 4, LT-08663 Vilnius

<sup>2</sup> *Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Fundamentinių mokslų fakultetas*

Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

E. paštas: irina.krikun@gmail.com, jevgenij.kurilov@mii.vu.lt

**Santrauka.** Straipsnio tikslas yra dvejopas: pirma, atlikti sisteminę literatūros apžvalgą edukacinių duomenų gavybos (angl. Educational Data Mining, EDM) / mokymosi analitikos (angl. Learning Analytics, LA) tema ir, antra, išanalizuoti ir pasiūlyti pagrindines EDM taikymo tendencijas mokymuisi personalizuoti (individualizuoti). Įvairūs duomenų gavybos metodai naudojami el. mokymosi duomenų analizei atlikti. Labiausiai paplitusieji yra asociacija, klasifikacija bei grupavimo ir išskirties pastebėjimai. Duomenų gavybos metodų, priemonių ir jos realizavimo algoritmų pasirinkimas priklauso nuo turimų duomenų, nustatytų mokslinių tyrimų tikslų ir planuotų rezultatų pasiekimo. Straipsnį sudaro įvadas (1 skyrius), sisteminė edukacinių duomenų gavybos / mokymosi analitikos literatūros apžvalgą ir jos rezultatai (2 skyrius), pagrindinės tendencijos taikant edukacinių duomenų gavybą mokymuisi personalizuoti (3 skyrius). Paskutiniame, 4-ame skyriuje yra pateiktos straipsnio išvados.

**Raktiniai žodžiai:** edukacinių duomenų gavyba, mokymosi analitika, mokymosi personalizavimas, sisteminė literatūros analizė, personalizuotos rekomendacijos.

## 1 Įvadas

Straipsnio tikslas yra dvejopas: pirma, atlikti sisteminę literatūros apžvalgą edukacinių duomenų gavybos (angl. Educational Data Mining, EDM) / mokymosi analitikos (angl. Learning Analytics, LA) tema ir, antra, išanalizuoti ir pasiūlyti pagrindines EDM taikymo tendencijas mokymuisi personalizuoti (individualizuoti). Įvairūs duomenų gavybos metodai naudojami el. mokymosi duomenų analizei atlikti. Labiausiai paplitusieji yra asociacija, klasifikacija bei grupavimo ir išskirties pastebėjimai. Duomenų gavybos metodų, priemonių ir jos realizavimo algoritmų pasirinkimas priklauso nuo turimų duomenų, nustatytų mokslinių tyrimų tikslų ir planuotų rezultatų pasiekimo. Straipsnį sudaro įvadas (1 skyrius), sisteminė edukacinių duomenų gavybos / mokymosi analitikos literatūros apžvalga ir jos rezultatai (2 skyrius), pagrindinės tendencijos taikant edukacinių duomenų gavybą mokymuisi personalizuoti (3 skyrius). Paskutiniame, 4-ame skyriuje yra pateiktos straipsnio išvados.

## 2 Sisteminė mokslinės literatūros apžvalga

Siekiant nustatyti mokslinius metodus, įrankius ir galimus rezultatus, taikant EDM mokymuisi personalizuoti, naudojama Kitchenham [4] sisteminės literatūros apžvalgos metodika. Atliekant sisteminę literatūros apžvalgą, visų pirma, buvo iškeltas klausimas: „Kas yra žinoma apie EDM, kokie metodai ir priemonės yra taikomi tam, kad personalizuoti mokymąsi?“ Pritaikius [4] sisteminės apžvalgos metodiką, atrinkta 47 tinkamiausių straipsnių tolimesnei išsamiai analizei tema „mokymosi analitika“, ir 33 – tema „edukacinių duomenų gavyba“. Po to buvo pašalinti pasikartojantys straipsniai, ir 67 tinkamiausių straipsnių palikta tolesnei analizei. Naujausi 2015–2016 m. šaltinių Thomson Reuters Web of Science duomenų bazėje sisteminės apžvalgos rezultatai yra šie: Williamson [9] siūlo dvi naujas skaitmeninių duomenų sistemų studijas. Autorius analizuoja LA platformas, kurios leidžia sekti ir prognozuoti studentų elgesį, naudojant jų elgesio ir duomenų įrašus.

Pagrindinis [2] tyrimo tikslas yra išanalizuoti virtualios mokymosi aplinkos ir personalios mokymosi aplinkos poveikį, atsižvelgiant į mokinių asmeninių tinklų konfigūraciją aukštojo mokslo kontekste. Tyrimo rezultatai atspindi personalios mokymosi aplinkos veiksmingumą lengvinant studentų dalyvavimą ir pagalbą jiems. Hung ir kt. [3] eksperimentas įrodė, kad hibridinio mokymosi stilių nustatymas gali sėkmingai išskaidyti mokymosi stilių į tris ar keturias derinius, remiantis mokymosi rezultatais, o tai rodo, kad taikant EDM metodą galima sėkmingai tyrinėti keletą problemų, susijusių su besimokančiųjų mokymosi stiliais ir gebėjimais. Campagni ir kt. [1] pateikia EDM metodiką, kaip analizuoti universiteto absolventų karjeras. Autoriai pristato skirtingas grupes ir nuosekliųjų technikų metodus, siekiant nustatyti strategijas tam, kad pagerinti absolventų darbą ir egzaminų tvarkaraštį.

Pesare ir kt. [7] teigia, kad per pastaruosius kelerius metus, LA tampa populiariausiu būdu analizuoti surinktus mokymosi aplinkose duomenis, siekiant remti mokytojų ir mokinių kompleksinį mokymosi procesą. Jei jie būtų tinkamai integruoti į mokymosi veiklą, jie galėtų pateikti naudingą informaciją, prisitaikyti prie studento poreikių. Šiame kontekste [7] straipsnyje pristatomos dvi skirtingos mokymosi bazės, kurios buvo sukurtos siekiant išanalizuoti LA metodiką, kurios pagalba buvo siekiama suteikti mokytojams ir besimokantiems lengvai suprantama virtualią mokymosi aplinką, atsižvelgiant į mokymosi duomenis, esamose virtualiose mokymosi aplinkose. Pagal [8], LA gali būti naudinga mokytojams, nes turimos mokymosi informacijos kiekis yra didelis. Eksperimentinio tyrimo metu ( $n = 40$ ) autoriai tyrinėjo dviejų LA įrankių: konceptualaus tako ir pažangos statistikos, kurie suteikia informaciją apie mokinių pažinimo veiklą, efektyvumą. Rezultatai parodė, jei mokytojai turėjo galimybę susipažinti su LA, jie suprato, kad LA siūlo daugiau paramos apskritai ir tikslinėms grupėms, kurios susidūrė su problemomis, konkrečiai. Tai reiškia, kad MLA gali padidinti mokytojų pasitikėjimą veikti, o tai savo ruožtu reiškia, kad besimokantieji galėtų gauti daugiau naudos iš mokytojo veiklos.

Sisteminė apžvalga rodo, kad šiuo metu vis didėja susidomėjimas EDM/LA. Per pastaruosius kelerius metus EDM/LA tampa populiariausiu būdu analizuoti surinktus duomenis virtualiose mokymosi aplinkose, siekiant palaikyti mokytojus ir besimokančiuosius kompleksiniame mokymosi procese. EDM/LA siekia pagerinti mokymosi procesus, sistemingai apdorojant su mokymu(-si) susijusius duomenis, teikiant mokytojams ir besimokantiems rekomendacijas. EDM/LA tyrėjai analizuoja pažinimo,

motyvacijos, įtakos, kalbos, socialinio diskurso ir kitus klausimus, naudojant duomenis iš esamų virtualių mokymosi aplinkų, intelektualių konsultavimo sistemų, masinių atvirųjų internetinių kursų, mokymosi žaidimų ir simuliacijų, bei diskusijų forumuose.

EDM/LA taip pat naudojami ugdyti besimokančiųjų gebėjimus įvertinti savo mokymąsi ir rezultatus. EDM/LA padidina mokytojų pasitikėjimą veikti, o tai savo ruožtu reiškia, kad besimokantieji galėtų gauti daugiau naudos iš mokytojo veiklos. EDM/LA sistemos yra dažnai naudojamos, siekiant padėti mokytojams įvertinti ir siekti kaip vieno besimokančiojo pažangą, taip ir stebint komandinį darbą. EDM/LA skydas yra viena iš populiariausių programų, kuri rodo besimokančiųjų elgesio modelius virtualiose mokymosi aplinkose ir internete. EDM/LA taip pat gali būti naudojami analizuoti duomenis pagal besimokančiųjų neformalius pokalbius socialiniuose tinkluose (pvz., Twitter, Facebook) apie savo mokymosi patirtį, nuomonę bei jausmus susijusius su mokymosi procesu. Galime daryti išvadą, kad EDM/LA yra naudingos priemonės, siekiant pagerinti mokymosi rezultatus ir bendrą mokymosi procesą el. mokymosi aplinkose.

Tačiau mokslinėje literatūroje yra labai mažai informacijos, susijusios su mokymosi personalizavimu. Hibridinio mokymosi stiliaus apibrėžimas gali sėkmingai išskaidyti mokymosi stilių į trijų ar keturių kombinacijų mokymosi variantus, kurie rodo, kad EDM/LA metodai gali sėkmingai tyrinėti keletą mokymosi stilių problemas. Pastaruoju metu naujų EDM metodų pagrindu, atsiranda nauji būdai nustatyti tendencijas bei mokinių elgesį, kurie gali būti panaudoti tobulinant mokymosi metodus, pritraukti daugiau besimokančiųjų ir neleisti tam kiekiui sumažėti, laiku signalizuoti apie pavienių besimokančiųjų problemas ir padėti personalizuoti jų mokymosi patirtis. Taigi, galima teigti, kad EDM/LA gali būti labai naudingos mokymuisi personalizuoti, bet šioje srityje yra būtini tolimesni tyrimai ir, visų pirma, reikia aiškiai nustatyti pagrindines tendencijas, susijusias su galimu EDM/LA taikymu mokymuisi personalizuoti.

### **3 Pagrindinės tendencijos taikant edukacinių duomenų gavybą mokymosi personalizavimui**

Pasak [5], ateities mokykla reiškia personalizavimą plius švietimo intelektiką. Mokymosi personalizavimas reiškia individualių mokymosi scenarijų (modulių) kūrimą ir taikymą rekomendavimo sistemos pagrindu. Šie scenarijai turėtų labiausiai tikti besimokantiems pagal jų asmeninius poreikius. Švietimo intelektika reiškia intelektualių (išmaniųjų) technologijų ir metodų taikymą mokymuisi personalizuoti, siekiant pagerinti mokymosi kokybę ir efektyvumą.

Kaip rodo EDM/LA literatūros analizė, šios technologijos taip pat gali būti naudingos personalizuojant mokymąsi. Vienas iš pagrindinių projektų LA srityje yra Learning Analytics Community Exchange (LACE) [6]. LACE [6] projekto rėmuose sukurtos ir analizuojamos aštuonios ateities (iki 2025 m.) LA taikymo švietime vizijos. Jos yra šios:

1. LA palaiko autonomiją savarankišką mokymąsi;
2. Besimokantieji kontroliuoja savo duomenis;
3. Atviros sistemos adaptuotos LA taikymui;
4. LA sistemos yra pagrindiniai mokymosi valdymo įrankiai;
5. LA retai naudojama mokymuose;

6. Klasių fizinė aplinka stebima tam, kad remti mokymą ir mokymąsi;
7. Mokymas ir mokymasis yra deleguoti kompiuteriams; kuriamos personalizuotos mokymosi rekomendacijos, grįstos EDM duomenimis; ir
8. Asmeninių duomenų stebėjimas palaiko mokymąsi.

Remiantis literatūros apžvalga, manytina, kad šios trys EDM/LA taikymo tendencijos ateityje bus labiausiai tinkamos švietimui:

- (a) LA palaiko autonominiį savarankišką mokymąsi. Artimiausioje ateityje besimokantieji mokinsis pagal kitų parengtas programas. Jie sudarys grupes, kurios dirbs kartu tam, kad nuspręstu savo mokymosi tikslus ir kaip tai pasiekti. „Mokymosi trajektorijos sistema“ naudos LA tam, kad apsikeisti informacija ir palaikyti grupinį bendradarbiavimą, ir besimokantieji galėtų gauti daugiau paramos iš mentorių, o ne iš mokytojų. Veiklos link mokymosi tikslo bus stebimos, ir LA suteiks asmenims grįžtamąjį ryšį, atitinkantį jų mokymosi procesą. Tai apima pasiūlymus, įskaitant tarpusavio besimokančiųjų susisiekimą, ekspertų pagalbą, atitinkamą turinį ir būdą plėtoti ir demonstruoti naujus įgūdžius. Formuojamas vertinimas bus naudojamas vadovauti būsimai pažangai, atsižvelgiant į asmenų savybes, patirtį ir kontekstą, pakeičiant egzaminus, kurie rodo tik tai, ką studentai pasiekė. Tekstai ir kita mokymosi medžiaga bus pritaikyta prie besimokančiųjų kultūrinių savybių, kurios atsiskleidė analizuojant jų sąveiką. Kaip rezultatas, besimokantieji asmeniškai užsiims savo temomis ir motyvuosis jų labai savarankišku mokymusi. Atsiras konvergencija tarp mokymosi veiklų ir darbuotojų plėtojamomis žiniomis ir įgūdžiais [6].
- (b) LA sistemos taps pagrindiniais mokymosi valdymo įrankiais. Artimiausioje ateityje bendrovės pradės kurti sistemas, rekomenduoti išteklius ir prognozuoti rezultatus. Šios sistemos labai paplis. Platus duomenų spektras apie besimokančiojo elgesį bus naudojamas generuoti geros kokybės, realaus laiko prognozes apie galimą sėkmę. Besimokantieji, mokytojai, vadovai ir politikai turi prieigą prie aktualios ir tikslios informacijos apie tai, ką besimokantis norėtų veikti. Besimokantieji ir mokytojai planuos savo darbą patikimų įrankių pagalba, ir tai galės pateikti išsamių ir suasmenintų rekomendacijų apie tai, kas turėtų būti daroma, norint pasiekti geriausių mokymosi rezultatų [6].
- (c) Artimiausioje ateityje, mokymas ir mokymasis bus pagrinde deleguoti kompiuteriams. Žmonės pradės rinkti duomenų rinkinius, kad galėtų analizuoti besimokančiųjų veiklą. Jie naudos didelio masto mokymosi informaciją, ir tai atves prie milžiniškų duomenų rinkinių, kuriuose bus pateikiama informacija apie šimtus tūkstančių besimokančiųjų vystymąsi. Išsamiai analizuojant įvairių besimokančiųjų pažangą bus galima teikti patikimais įrodymais grįstas rekomendacijas apie sėkmingiausias mokymosi trajektorijas (scenarijus), taip pat nustatyti mokymosi medžiagą ir metodus, kurie labiausiai tinka kiekvienam asmeniui kiekviename savo pažangos taške. Šios rekomendacijos bus geresnės ir labiau patikimos už geriausiai apmokyto mokytojo/dėstytojo rekomendacijas. Besimokantieji praleis didžiąją dalį savo laiko dirbant su LA grįstomis sistemomis, ir mokytojų vaidmuo bus sumažintas. Švietimo politika bus grindžiama įrodymais, gautais iš šių sistemų naudojimo [6].

## 4 Išvados

Straipsnio tikslas yra dvejopas: pirma, atlikti sistemingą literatūros apžvalgą EDM/LA naudojimo švietime tematika ir, antra, išanalizuoti ir pasiūlyti EDM/LA taikymo tendencijas individualizuojant mokymąsi. Sisteminė apžvalga parodė, kad EDM/LA gali būti naudinga individualizuojant mokymąsi, bet šioje srityje yra būtini tolimesni tyrimai ir, visų pirma, turėtume aiškiai nustatyti pagrindines tendencijas, susijusias su EDM/LA taikymu individualizuojant mokymąsi. Straipsnyje identifiikuotos trys pagrindinės tendencijos, susijusios su EDM/LA taikymu personalizuojant mokymąsi. Jos yra:

- (1) LA palaiko autonominį savarankišką mokymąsi;
- (2) LA sistemos yra pagrindiniai mokymosi valdymo įrankiai; ir
- (3) Mokymas ir mokymasis yra pagrinde deleguoti kompiuteriams ir EDM/LA grįstos rekomendacijos tampa geresnėmis ir labiau patikimomis už geriausiai apmokyto mokytojo/dėstytojo rekomendacijas. Besimokantieji praleis didžiąją dalį savo laiko dirbant su analitinėmis sistemomis, ir mokytojų vaidmuo sumažės. Švietimo politika bus grindžiama įrodymais, gautais iš EDM/LA sistemų.

## Literatūra

- [1] R. Campagni, D. Merlini, R. Sprugnoli and M.C. Verri. Data mining models for student careers. *Expert Syst. Appl.*, **42**(13):5508–5521, 2015.
- [2] O. Casquero, R. Ovelar, J. Romo, M. Benito and M. Alberdi. Students personal networks in virtual and personal learning environments: a case study in higher education using learning analytics approach. *Int. Lear. Env.*, **24**(1):49–67, 2016.
- [3] Y.H. Hung, R.I. Chang and C.F. Lin. Students personal networks in virtual and personal learning environments: a case study in higher education using learning analytics approach. *Int. Lear. Env.*, **24**:552–561, 2016.
- [4] B Kitchenham. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Joint technical report Software Engineering Group, Keele University, United Kingdom and Empirical Software Engineering, National ICT Australia Ltd., 2004.
- [5] E. Kurilovas. Application of intelligent technologies in computer engineering education. In *Proceedings of IFIP WC3 Working Conference “A New Culture of Learning: Computing and Next Generations”*, Vilnius, Lithuania, 2015, pp. 15–26, 2015.
- [6] LACE. *Learning Analytics Community Exchange*. Available from Internet: <http://www.laceproject.eu/>.
- [7] E. Pesare, T. Roselli, V. Rossano and P. Di Bitonto. Teacher regulation of cognitive activities during student collaboration: Effects of learning analytics. *J. Visual Lang. Comp.*, (31):252–259, 2015.
- [8] A. van Leeuwen, J. Janssen, G. Erkens and M. Brekelmans. Digitally enhanced assessment in virtual learning environments. *Comp. Educ.*, (90):80–94, 2015.
- [9] B. Williamson. Digital education governance: data visualization, predictive analytics, and real-time policy instruments. *J. Educ. Policy*, **31**(2):123–141, 2016.

## SUMMARY

**Resource description framework based methodology to personalise learning***I. Krikun, E. Kurilovas*

The paper aims to analyse Educational Data Mining/Learning Analytics application trends to personalise learning. First of all, systematic literature review was performed. Based on the systematic review analysis, the main trends on applying educational data mining methods to personalise learning were identified. Second, three main tendencies on educational data mining/learning analytics application in education were formulated. They are: (a) Educational Data Mining/Learning Analytics support self-directed autonomous learning; (b) Educational Data Mining/Learning Analytics systems become essential tools of educational management; and (c) most teaching is delegated to computers, and Educational Data Mining/Learning Analytics based recommendations become better and more reliable than those that can be produced by even the best-trained teachers.

*Keywords:* educational data mining, learning analytics, learning personalisation, systematic literature review, personalised recommendations.