

Mobiliosios duomenų tyrybos paslaugų analizė

Gediminas Bazilevičius

Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos instituto doktorantas
 Vilnius University, Institute of Mathematics and Informatics, PhD student
 Akademijos g. 4, Vilnius
 El. paštas: gediminas.bazilevicius@mii.vu.lt.

Mobilioji medicina užima vis didesnę sveikatos priežiūros dalį. Naudojamos pažangesnės, spartesnės, mobilesnes technikos, stebinčios pacientų sveikatos būklę bei informuojančios apie galimus sveikatos sutrikimus. Identifikuoti sveikatos pokyčius neužtenka vien pažangios technikos. Įrenginiams kuriama programinė įranga, taikomosios programos, o šiems naudojami metodai, kurie galėtų kuo tiksliau identifikuoti menkiausius sveikatos pokyčius. Šis straipsnis skirtas apžvelgti, kokie žinių gavybos proceso duomenų tyrybos metodai gali būti naudojami mobiliuosiuose ir dėvimuosiuose įrenginiuose, taikant paslaugų stiliaus architektūros modelį ir saityno paslaugas medicinos sistemose.

Įvadas

Pirmiausia apibrėžkime įrenginius, kuriais vyksta duomenų gavyba bei tyryba. Mobilusis įrenginys – tai rankinis mažas kompiuteris, kuris dažniausiai turi operacinę sistemą, ekranėlį, integruotus belaidžio ryšio įrenginius (*Wireless, Bluetooth*), procesorių, operatyviąją atmintį, duomenų saugyklą, bateriją bei kitą techninę ir programinę įrangą. Mobilųjų įrenginių klasei galima priskirti mobilųjį telefoną, delninį kompiuterį, planšetinį kompiuterį, knygų skaityklę. Šie įrenginiai gali atlikti duomenų gavybos, tyrybos, saugyklos funkcijas. Dėvimiesiems įrenginiams galima priskirti prastesnių nei mobiliųjų įrenginių techninių charakteristikų įrenginius su jutikliais, kurie įprastai atlieka tik duomenų gavybos bei jų siuntimo funkciją. Šie elektroniniai įrenginiai dažniausiai turi specifinę programinę įrangą, minimalias įrenginio valdymo galimybes, bateriją, vieną belaidžio ryšio įrenginį (*Wireless* ar *Bluetooth*). Šiuo metu jau yra dėvimųjų įrenginių, kuriuose integruojamas mažas ekranas, procesorius, operatyvioji atmintis. Dėvimųjų įrenginių klasei galima priskirti: *Google* akinius,

elektroninę tekstilę, sveikatos stebėjimo sistemas (pvz.: laikrodžiai, apyrankės, krūtinės ląstos diržai ir pan.) ir daug kitų įrenginių.

Dėvimųjų jutiklių siunčiami duomenys gali būti surenkami ir iš dalies kaupiami mobiliuosiuose įrenginiuose arba stacionariuose kompiuteriuose esančiose duomenų saugyklose. Klasikinis duomenų gavybos procesas atliekamas su duomenimis, esančiais duomenų saugyklose (Han, Kamber 2006). Tobulėjant mobiliesiems įrenginiams vis daugiau duomenų gavybos proceso etapų perkeliama į šiuos įrenginius. Duomenų surinkimo ir išankstinio apdorojimo atlikimas mobilijame įrenginyje palengvina ir paspartina duomenų perdavimą į duomenų saugyklas.

Šiuolaikinis medicinos sektorius yra sudėtingas, nes daugybė programinės ir įvairios kompiuterinės įrangos yra naudojama skirtingose platformose: internetinių sistemų komunikavimui, medicinos sistemų integravimui, medicininių duomenų kaupimui, apdorojimui ir t. t. Didžioji dalis šiuolaikinės programinės įrangos priklauso paskirstytosioms sistemoms, kurios yra sudarytos klientas-serveris (angl. *client-*

server) architektūros pagrindu. Šios sistemos paprastai aptarnauja didelį skaičių vartotojų, kurie naudojami serverio teikiamomis paslaugomis. Dažniausiai paskirstytąsias sistemas sudaro duomenų bazės bei veikiančios paslaugos (angl. *services*).

Šis straipsnis skirtas apžvelgti, kokie žinių gavybos proceso duomenų tyrybos metodai gali būti naudojami mobiliuosiuose ir dėvimuosiuose įrenginiuose, taikant paslaugų stiliaus architektūros modelį ir saityno paslaugas medicinos sistemose.

Į paslaugas nukreipta architektūra

Į paslaugas nukreipta architektūra (angl. *Service Oriented Architecture* – SOA) – tai programinės įrangos architektūros modelis, skirtas sujungti verslo ir skaičiavimo išteklius, kad būtų galima pasiekti galutinius vartotojo pageidaujamus rezultatus (Thomas 2005).

Šios architektūros apibrėžimas tapatinamas su saityno paslaugų naudojimu, nes remiantis šia architektūra kuriamos į paslaugas nukreiptos technologijos.

Į paslaugas nukreiptoje architektūroje gali būti jungiamos programos, nepriklausomai nuo platformos (t.y. operacinės sistemos, naudojamo serverio architektūros) ir programavimo kalbos, kurių funkcionalumas prieinamas per saityno paslaugas. SOA leidžia pagrindinį įmonės verslą padaryti nepriklausomą nuo jos informacinių technologijų. Į paslaugas nukreiptos architektūros pagrindas – standartizuotas centrinis modulis (angl. *Enterprise service bus* – ESB), prie kurio jungiami likę tam tikrą paslaugą atliekantys moduliai, pavyzdžiui, santykių su klientais valdymas (angl. *Customer Relationship Management* – CRM), įmonės išteklių planavimas (angl. *Enterprise Resource Planning* – ERP), finansų apskaitų sistemos, sandėliavimas, sąskaitų išrašymas ar net paprasčiausia dokumentų redagavimo programa. Standartizuotas centrinis modulis yra tarpinė programinė įranga, skirta atskirų programų arba sistemų integracijai ir atliekanti duomenų transformavimo ir persiuntimo funkciją (IBM 1986).

Saityno paslauga – tai modulinės save aprašančios taikomosios programos, suprojektuotos siekiant užtikrinti heterogeninių kompiuterinių sistemų sąveiką tinkle (Kreger 2001). Išskirtinė saityno paslaugų savybė yra ta, kad saityno paslaugos skirtos programa-programa (mašina-mašina) bendravimui. Antra, saityno paslaugos pasiekiamos per internetą. Trečia, joms aprašyti naudojami XML pagrindu sukurti sprendimai (Akinci 2004). Norint paslaugą padaryti lanksčią ir plačiau pritaikomą, duomenų dalijimuisi būtina, kad paslauga atitiktų standartus: XML (angl. *Extensible Markup Language*), SOAP (angl. *Simple Object Access Protocol*), WSDL (angl. *Web Service Description Language*), UDDI (angl. *Universal Description, Discovery and Integration*). Kitos sistemos sąveikauja su saityno paslaugomis, atsižvelgdamos į paslaugas nustatytomis taisyklėmis, SOAP protokolo pranešimais ar REST pagalba.

Duomenų tyryba

Duomenų tyryba (angl. *data mining*) – tai anksčiau nežinomos ir potencialiai naudingos informacijos ištraukimas iš didelių duomenų saugyklų (Margaret 2002). Tai tendencijų, šablonų, ryšių ir kategorijų aptikimo procesas, naudojant šablonus bei mašininis mokymosi algoritmus. Šio proceso metu, naudojant šablonų atpažinimo protokolus ir taikant statistinius bei matematikos metodus, išsamiai tiriami duomenys. Tradiciniai duomenų tyrybos metodai taikomi tuomet, kai turima visa duomenų aibė, t. y. ji yra fiksuota. Jeigu duomenys gaunami srautu ir taip greitai, kad juos nenaudinga išsaugoti duomenų saugykloje, o reikia tirti realiu laiku, – turime srauto duomenų tyrybos atvejį (Anand ir Jeffrey 2012).

Galima išskirti šias srauto duomenų informaciją apibūdinančias charakteristikas:

- duomenys gaunami nenutrūkstamai iš srauto duomenų;
- nėra iškeltų srauto duomenų tvarkymo prielaidų;
- gaunamas srauto duomenų kiekis yra nenumatomas ir nesuskaičiuojamas.

Kai turime srautą duomenų, tirti juos tradiciniais duomenų tyrybos metodais negalima, nes neįmanomas daugkartinis duomenų skenavimas informacijai išgauti. Efektyviai ir veiksmingai fiksuoti žinias iš srauto duomenų yra sudėtinga dėl tinkle atliekamos stebėsenos bei saityno srauto. Šiuo atveju reikalingi dalinai automatiniai interaktyvūs metodai, kuriais išgaunamos paslėptos žinios ir informacija realiu laiku.

Tiriamo srauto duomenų problema gali būti išspręsta remiantis šiomis metodologijomis (Neha, Indejeet 2013):

- viso duomenų rinkinio poaibių nagrinėjimas arba duomenų transformavimas siekiant sumažinti duomenų dydį;
- efektyvus algoritmų panaudojimas laiko ir vietos atžvilgiu.

Pirmoji metodologija susijusi su įvykiu, kurio metu visi duomenys turi būtų sumažinami iš viso kiekio duomenų arba rankiniu būdu parenkama tam tikra rinkinio dalis (poaibis). Tam naudojami šie metodai: atranka (angl. *sampling*), apkrova (angl. *shedding*), piešimas (angl. *sketching*), konspektavimas (angl. *synopsis*), duomenų struktūrinimas ir kaupimas (angl. *aggregation*) (Neha ir Indejeet 2013).

Antroji metodologija stengiasi efektyviau išnaudoti esamus duomenų tyrybos algoritmus, tam juos modifikuodama ir pritaikydama srauto duomenų charakteristikas bei ypatybes. Siekiama, kad srauto duomenų tyrybos algoritmai veiktų realiu laiku. Į šią kategoriją pa-

tenka apytikslio skaičiavimo algoritmas (angl. *approximation algorithm*), slenkančio lango algoritmas (angl. *sliding windows algorithm*) ir detalios išėigos algoritmas (angl. *output granularity algorithm*) (Neha, Indejeet 2013).

Pagrindinai skirtumai tarp srauto ir tradicinės duomenų tyrybos pateikiami lentelėje.

Pastaraisiais metais vis labiau populiarėjant mobiliesiems įrenginiams bei didėjant jų techninėms galimybėms, kuriamos mobiliosios duomenų tyrybos sistemos. Šių sistemų pagrindas yra belaidė į paslaugas orientuota architektūra. Tokiu būdu mobiliųjų įrenginių klientinės taikomosios programos gali taikyti nuotolinį duomenų tyrybos užduočių vykdymą ir atvaizduoti duomenų rezultatus mobiliajame įrenginyje. Mobiliosios duomenų tyrybos paslaugas leidžia vartotojams naudotis saugomais duomenimis, kurie yra geografiškai nutolę nuo vartotojo buvimo vietos, bei leidžia išgauti žinias iš duomenų saugyklų. Apibendrinant pasakytina, kad mobilioji duomenų tyryba – tai mobiliųjų įrenginių procesas, vykstantis duomenų tyrybos taikomosiose programose, kurios naudojami nutolusiais ištekliais (kompiuteriais) ir nutolusiais duomenų centrais (Domenico, Paolo 2010).

Mobilioji duomenų tyryba – tai technologija, suteikianti galimybę realiu laiku analizuoti srauto duomenis, generuotus pačiame telefone arba iš dėvimųjų įrenginių, kurie yra netoli šio įrenginio. Atskirais atvejais mobilusis įrenginys gali atstoti tarpininką tarp serverio ir jutiklio.

Lentelė. Duomenų apdoravimo skirtumai srauto ir tradicinės duomenų tyrybose (Mohamed et al., 2010)

Srauto duomenų tyryba	Duomenų tyryba
Apdorojimas realiu laiku	Tradicinis apdorojimas
Greita duomenų tyryba, priklausanti nuo skaičiavimo išteklių	Normali arba lėta duomenų tyryba, santykinai priklausanti nuo turimų skaičiavimo šaltinių
Duomenų saugojimas nėra įgyvendintas	Duomenų saugojimas yra įgyvendintas
Priimami apytiksliai rezultatai	Reikalingi tikslūs rezultatai
Duomenų mėginių apdorojimas yra įprastas darbas	Kiekvieno duomenų elemento/įrašo apdorojimas yra įprastas darbas
Agreguota saugykla, kurioje saugomi tik apibendrinti duomenys	Neapdorotų duomenų saugykla
Erdvinis ir laikinis kontekstas yra ypač svarbus	Erdvinis ir laikinis kontekstas yra laikomas tam tikroms taikomųjų programų klasėms, pvz.: <i>Geographical Information Systems</i> (GIS)
Naudojami linijiniai ir daugialinijiniai skaičiavimų metodai	Naudojami metodai, reikalaujantys didelio kiekio atminties ir daug laiko

Mobiliosios srauto duomenų tyrybos metodai paprastai sutelkti į prisitaikančius srauto duomenų tyrybos algoritmus, kurie veiktų veiksmingai mobiliuosiuose prietaisuose. Taigi tikslas yra toks: srauto duomenų tyryba turi būti atliekama taip, kad neviršytų ribotų skaičiavimo išteklių, ekrano dydžio, energijos suvartojimo bei nurodytų žemiausių ir aukščiausių tikslumo ribų. Tam naudojamos įvairios duomenų tyrybos strategijos, leidžiančios dinamiškai keisti algoritmų parametrus atsižvelgiant į esamų išteklių būklę, situaciją ir kitus apribojimus. Tam algoritmai yra kuriami naudojant lengvos formos (angl. *light-weight*) technikas:

- klasterizavimo algoritams:
 - *Light-Weight Clustering*;
 - *RA-Cluster* ir *DRA-Cluster*;
- pasikeitimui aptikti:
 - CHANGE-DETECT;
- klasifikavimo algoritams:
 - *Light-Weight Class*;
- dažnai pasitaikantiems elementams ir asociacijoms nustatyti:
 - *Light-Weight Frequent Items*;
 - *High Correlated Energy-Efficient*.

Iš daugybės duomenų tyrybos tematikos tyrimų galima teigti, kad įmanoma analizuoti srauto duomenis realiu laiku mobiliajame įrenginyje. Rezultatų atvaizdavimas realiu laiku tebėra iššūkis. Tačiau galima paminėti, kad dirbant šia kryptimi susiduriama su šiomis problemomis:

1. Dėl įvairių mobiliųjų įrenginių gausos ir jų mažų ekranų sudėtinga efektyviai išnaudoti skirtingų matmenų ekranus, kad duomenis būtų galima pateikti naudingai ir informatyviai;
2. Vizualizuojant duomenis reikia nuolat vykdyti skaičiavimus, kad vartotojas neprarastų atvaizduojamų duomenų tikrovės;
3. Greitai ir dažnai keičiant vaizdus reikėtų fiksuoti ir saugoti duomenis taip, kad nebūtų prarastas tikslumas (Shonali et al., 2012).

Šiame straipsnyje panagrinėsime keletą į paslaugas nukreiptoje architektūroje sukurtų mobiliosios duomenų tyrybos paslaugų.

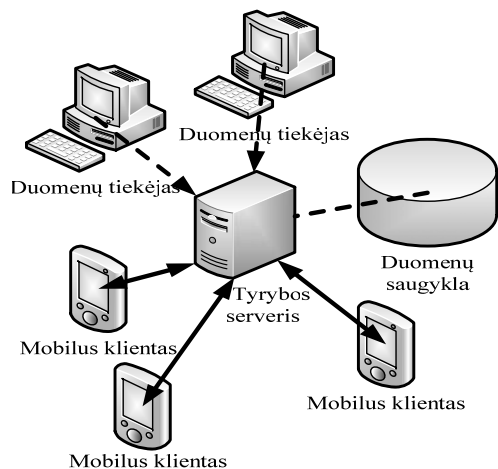
Mobilioji duomenų tyryba, naudojanti saityno paslaugas

Mobiliųjų įrenginių, kaip saityno paslaugų klientų, valdančių duomenų tyrybos užduotis, naudojimas yra vienas iš klasikinių mobiliųjų įrenginių naudojimų būdų. Tokia sistema leidžia nutolusiems vartotojams vykdyti duomenų tyrybos užduotis iš mobiliojo telefono ar asmeninio skaitmeninio asistento (angl. PDA) ir gauti analizuojamų duomenų rezultatus. Tokios sistemos pagrindiniai komponentai (1 pav.):

- duomenų tiekėjas: taikomosios programos, gaminančios duomenis apdoroti;
- mobilusis klientas: taikomoji programa, kuri reikalauja vykdyti duomenų tyrybą nutolusiuose duomenų centruose;
- tyrybos serveris: serverio mazgai, kurie naudojami generuotiems ir iš tiekėjų gautiems duomenims saugoti bei duomenų tyrybos užduotims vykdyti.

Generuoti tiekėjų duomenys yra surenkami tyrybos serverių ir laikomi lokalioje duomenų saugykloje. Priklausomai nuo taikomosios programos reikalavimų, iš tiekėjų gauti duomenys įkeliami daugiau nei į vieną tyrybos serverį.

Pagrindinė tyrybos serverių taisyklė yra leidimas klientams vykdyti duomenų tyrybą nu-



1 pav. Mobiliosios tyrybos sistemos architektūra (Domenico, Paolo, 2010)

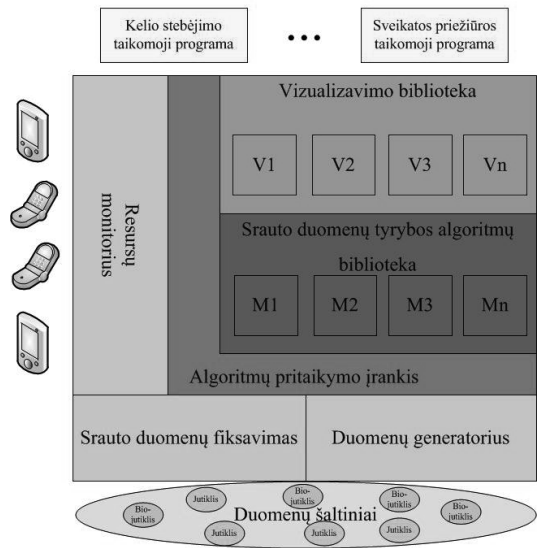
tolusiame duomenų centre naudojant duomenų tyrybos algoritmų rinkinius. Kai mobilusis klientas yra prijungtas prie serverio, jam leidžiama pasirinkti duomenų dalį bei algoritmą. Pasibaigus duomenų tyrybos užduočiai tyrybos serveryje, skaičiavimo rezultatai yra siunčiami ir atvaizduojami kliento įrenginyje tekstine arba vaizdine forma.

Duomenų tyrybos paslauga mobilieji klientai naudojami tam, kad atliktų duomenų tyrybos uždavinius. Duomenų tyrybos paslaugos sąsaja apibrėžia veiksmų rinkinį, kuris leidžia gauti prieinamų duomenų rinkinių ir algoritmų sąrašą, pateikti duomenų tyrybos užduotis, gauti esamą skaičiavimo būseną ir rezultatus. Duomenų tyrybos paslauga atlieka duomenų analizę naudodama algoritmų rinkinius, kuriuos turi taikomosios programos Weka biblioteka (Hall et al., 2009). Kai duomenų tyrybos uždaviniai yra pateikti duomenų tyrybos paslaugai, tuomet naudotojo pasirinktas Weka bibliotekos algoritmas yra naudojamas lokaliai duomenų rinkiniui analizuoti.

Plačiau paties mobiliojo įrenginio galimybes stengiamasi išnaudoti pasitelkiant „Open Mobile Miner“ (Krishnaswamy et al., 2009) – programinį paketą, veikiančią mobiliajame įrenginyje ir leidžiantį apdoroti srautu gaunamus duomenis. Šis įrankių rinkinys gali būti lengvai pritaikomas sveikatos duomenims apdoroti, akcijų ar nekilnojamojo turto duomenims analizuoti. Taip pat jis leidžia kurti duomenų tyrybos programas, pritaikytas daugeliui mobiliųjų įrenginių, integruoti į įrankį naujus ar esamus srauto duomenų tyrybos algoritmus, suteikia sąsają gauti duomenis iš įvairių srauto šaltinių (pvz., Bluetooth daviklių).

Pagrindinės *Open Mobile Miner* architektūros dalys (2 pav.): duomenų šaltiniai, srauto duomenų fiksavimas, srauto duomenų tyrybos algoritmų biblioteka, algoritmų pritaikymo įrankis, vizualizavimo biblioteka, išteklių monitorius.

Duomenų šaltiniai gali būti srauto duomenys, siunčiami iš aplinkos jutiklių (temperatūros, spaudimo ir kt.), biojutiklių (širdies ritmo, kardiogramos, judėjimo lygio ir t. t.). Šie juti-



2 pav. **Konceptuali „Open Mobile Miner“ architektūra (Krishnaswamy et al., 2009)**

kliai gali komunikuoti / siųsti duomenis per įvairius komunikavimo kanalus (pvz., 802.11, Bluetooth). Tai pat duomenų šaltiniai gali būti lokalūs CSV failai. Srauto duomenų fiksavimo komponentė perduoda iš duomenų šaltinių gautus duomenis į duomenų tyrybos algoritmus per algoritmų pritaikymo įrankį.

Srauto duomenų tyrybos algoritmų bibliotekoje yra algoritmai, skirti mobiliajai duomenų tyrybai. Šie algoritmai atlieka įvairių tipų analizę: klasterizavimą (*LightWeight Cluster* (LWC), *RA-Cluster*, *RA-VFKM*), klasifikavimą (*LightWeight Classification* (LWClass), dažnų šablonų aptikimą (*LightWeight Frequent items*), pasikeitimų aptikimą (*Change-Detection*) ir laiko eilutės analizę (*RA-SAX*). Algoritmų pritaikymo įrankis naudoja įvairias strategijas šių algoritmų dinamiškam valdymui atžvelgiant į srauto duomenų charakteristikas: duomenų šaltinį, įrenginio išteklių lygį (t. y. skaičiavimo išteklių būseną, įskaitant baterijos lygį), norimo rezultato tikslumo lygį. Išteklių monitorius atsakingas už atminties užpildymo, procesoriaus apkrovos ir baterijos talpos įvertinimą. Ši informacija yra perduodama algoritmų pritaikymo

įrenginiui. Vaizdavimo biblioteka leidžia analizės proceso rezultatus parodyti įvairiais metodais. Šis komponentas yra pakankamai lankstus, kad galėtų prisiderinti prie skirtingų duomenų tyrybos algoritmų bei mobiliųjų įrenginių techninių charakteristikų.

Išvados

Literatūros analizė parodė tendenciją, kad sveikatos priežiūros srityje vis dažniau pritaikomos pažangesnės, spartesnės, mobilesnes technikos. Jos stebi, kaupia duomenis apie pacientų sveikatos būklę ir informuoja apie galimus sveikatos sutrikimus. Menkiausiems sveikatos pokyčiams identifikuoti kuriamos bei tobulinamos mobiliųjų įrenginių programinės įrangos, taikomosios programos naudojant tam tikrus metodus ir technologijas. Dėl nesudėtingo integralumo su kitomis sistemomis imta plačiau naudoti saityno paslaugas, kurios pagrįstos į paslaugas orientuota architektūra.

Šiame darbe apžvelgtos mobiliosios duomenų tyrybos, srautinės duomenų tyrybos prob-

lemos, įrankiai. Analizė parodė, kad nors technologija vystoma gana seniai, tačiau sukurtų ar modifikuotų algoritmų, skirtų mobiliajai duomenų tarybai, nėra daug. Duomenų tyrybą mobiliuosiuose įrenginiuose riboja skaičiavimo išteklių (atminties kiekis, procesoriaus greitis, tinklo pralaidumas, baterijos talpa), mobiliųjų įrenginių gausa ir techninių charakteristikų skirtumai, todėl dažnai duomenų tyrybos rezultatų neįmanoma turėti realiu laiku. Analizuojant literatūroje minimus algoritmus nustatyta, kad modifikuojant algoritmus mobiliesiems įrenginiams prarandamas rezultatų tikslumas. Siekiant gauti tikslesnius skaičiavimų rezultatus, padidėja laiko sąnaudos arba kyla problemų dėl nepakankamų mobiliųjų įrenginių techninių išteklių.

Padėka. Šis tyrimas atliktas Europos socialinio fondo finansuojamo projekto „Paslaugų interneto technologijų kūrimo ir panaudojimo našių skaičiavimų platformose teoriniai ir inžineriniai aspektai“ (Nr. VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-010) lėšomis.

LITERATŪRA

AKINCI, H. 2004. Geospatial web services for e-municipality. *International archives of photogrammetry remote sensing and spatial information sciences*, no. 35(2). ISSN: 1682-1750.

Anand, R.; JEFFREY, D. U. 2012. *Mining of massive datasets*. United Kingdom: Cambridge University Press. ISBN-13: 9781107015357.

DOMENICO, T.; PAOLO, T. 2010. *Service-oriented distributed knowledge discovery*. Minnesota: Chapman & Hall/CRC. ISBN: 9781439875315.

HALL, M.; FRANK, E.; HOLMES, G.; PFAHRINGER, B.; REUTEMANN, P.; WITTEN, I. H. 2009. The WEKA data mining software: an update. *SIGKDD Explorations*, vol. 11(1). ISSN: 1931-0145

HAN, J.; KAMBER, M. 2006. *Data mining: concepts and techniques*. 2nd. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers. ISBN-13: 9781558609013.

IBM. 1986 m. kovo 19 d. *Į paslaugas orientuota architektūra (SOA)* (IBM) [žiūrėta 2013 m. balandžio

14 d.]. In: IBM – Lietuva: Prieiga per internetą: <<http://www-05.ibm.com/lt/ondemand/insights/soa.html>>.

KREGER, H. 2001. *Web services conceptual architecture* (WSCA 1.0). New York: IBM Software Group.

KRISHNASWAMY, S.; GABER, M. M.; HARBACH, M.; HUGUES, C.; SINHA, A.; GILLICK, B.; et al. 2009. Open mobile miner: a toolkit for mobile data stream mining. In: *Proceedings of the ACM KDD '09*. Paris: ACM.

MARGARET, H. D. (2002). *Data mining: introductory and advanced topics*. USA, USA: Prentice Hall. ISBN: 0130888923.

MOHAMED, M. G.; ARKADY, Z.; SHONALI, K. (2010). Data stream mining. In: M. Oded, R. Lior. *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. New York: Springer, p. 761.

Neha, G.; Indeejeet, R. (2013). Stream data mining: a survey. *International Journal of Engineering*

Research and Applications, vol. III(1), p. 1113–1118. ISSN: 2248–9622.

SHONALI, K.; JOAO, G.; MOHAMED, M. G. (2012). *Mobile data stream mining: from algorithms*

to applications. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society Washington, p. 360–363.

THOMAS, E. (2005). *Service-oriented architecture: concepts, technology, and design*. New York, USA: Prentice Hall. ISBN: 0131858580.

ANALYSIS OF SERVICES FOR MOBILE DATA MINING

Gediminas Bazilevičius

S u m m a r y

Medicine takes an increasing share of health care in web services. Smarter, faster mobile equipment is applied to monitor a patient's medical condition and to inform about his possible health problems. A special software for mobile devices is developed to

recognize the smallest changes in a patient's health state. In the paper mobile data mining and mobile stream data mining methods and solutions, based on the service-oriented architecture, as well as Web services are analysed in the context of medical systems.