

2019 < ŠTEVILKA 4 < OKT. NOV. DEC < LETNIK XXVII < ISSN 1318-1882

04 UPORABNA INFORMATIKA

U P O R A B N A I N F O R M A T I K A

2019 ŠTEVILKA 4 OKT/NOV/DEC LETNIK XXVII ISSN 1318-1882

▣ Znanstveni prispevki

- Živa Rant, Dalibor Stanimirović:
Analysis of e-Health solutions in Slovenia: A usage perspective 133
- Marjeta Marolt, Andreja Pucihar:
Uporaba družbenih medijev za upravljanje odnosov s strankami v slovenskih mikro, malih in srednje velikih podjetjih 143

▣ Kratki znanstveni prispevki

- Manca Žerovnik Mekuč, Ciril Bohak, Rok Romih, Samo Hudoklin, Matija Marolt:
Automatska segmentacija celičnih predelkov v volumetričnih podatkih, pridobljenih z elektronskim mikroskopom 153
- Bojan Klemenc, Franc Solina:
Nizkodimenzionalni model tonskega prostora 157
- Sandi Gec, Dejan Lavbič, Vlado Stankovski:
Do lahkih pametnih pogodb s pametnimi preroki 161
- Matija Rezar, Fabio Ricciato:
Kako poznavanje časa odhoda signala vpliva na lokalizacijo z uporabo časa prihoda signala? 167

▣ Strokovni prispevki

- Eva Grobiša, Jure Erjavec:
Analiza uporabe spletne analitike v malih in srednjih podjetjih v Sloveniji 173

▣ Informacije

- O konferenci Dnevi slovenske informatike 2020** 182
- Slovenija na poti digitalne preobrazbe** 184
- Iz Islovarja** 185

Ustanovitelj in izdajatelj

Slovensko društvo INFORMATIKA
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana

Predstavniki

Niko Schlamberger

Odgovorni urednik

Saša Divjak

Uredniški odbor

Andrej Kovačič, Evelin Krmac, Ivan Rozman, Jan Mendling, Jan von Knop, John Taylor, Jurij Jaklič, Lili Nemeč Zlatolas, Marko Hölbl, Mirjana Kljajić Borštnar, Mirko Vintar, Pedro Simões Coelho, Saša Divjak, Sjaak Brinkkemper, Slavko Žitnik, Tatjana Welzer Družovec, Vesna Bosilj-Vukšić, Vida Groznik, Vladislav Rajkovič

Recenzenti

Alenka Baggia, Andrej Brodnik, Andrej Kovačič, Bojan Rosi, Boštjan Žvanut, Božidar Potočnik, Denis Trček, Franc Solina, Gregor Weiss, Igor Bernik, Igor Kononenko, Janez Demšar, Jure Erjavec, Jurij Jaklič, Jurij Mihelič, Luka Tomat, Marjan Heričko, Marko Hölbl, Martin Vodopivec, Matevž Pesek, Matija Marolt, Mihaela Triglav Čekada, Mirjana Kljajić Borštnar, Mojca Indihar Štemberger, Monika Klun, Niko Lukač, Niko Schlamberger, Peter Trkman, Sandi Gec, Saša Divjak, Slavko Žitnik, Tomaž Dobravec, Tomaž Erjavec, Štefan Kohek, Uroš Rajkovič, Vladislav Rajkovič, Živa Rant

Tehnični urednik

Slavko Žitnik

Lektoriranje angleških izvlečkov

Marvelingua (angl.)

Oblikovanje

KOFEIN DIZAJN, d. o. o.

Prelom in tisk

Boex DTP, d. o. o., Ljubljana

Naklada

200 izvodov

Naslov uredništva

Slovensko društvo INFORMATIKA
Uredništvo revije Uporabna informatika
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana
www.uporabna-informatika.si

Revija izhaja četrtletno. Cena posamezne številke je 20,00 EUR. Letna naročnina za podjetja 85,00 EUR, za vsak nadaljnji izvod 60,00 EUR, za posameznike 35,00 EUR, za študente in seniorje 15,00 EUR. V ceno je vključen DDV.

Revija Uporabna informatika je od številke 4/VII vključena v mednarodno bazo INSPEC.

Revija Uporabna informatika je pod zaporedno številko 666 vpisana v razvid medijev, ki ga vodi Ministrstvo za kulturo RS.

Revija Uporabna informatika je vključena v Digitalno knjižnico Slovenije (dLib.si).

© Slovensko društvo INFORMATIKA

Vabilo avtorjem

V reviji Uporabna informatika objavljamo kakovostne izvirne članke domačih in tujih avtorjev z najširšega področja informatike v poslovanju podjetij, javni upravi in zasebnem življenju na znanstveni, strokovni in informativni ravni; še posebno spodbujamo objavo interdisciplinarnih člankov. Zato vabimo avtorje, da prispevke, ki ustrezajo omenjenim usmeritvam, pošljejo uredništvu revije po elektronski pošti na naslov ui@drustvo-informatika.si.

Avtorje prosimo, da pri pripravi prispevka upoštevajo navodila, objavljena v nadaljevanju ter na naslovu <http://www.uporabna-informatika.si>.

Za kakovost prispevkov skrbi mednarodni uredniški odbor. Članki so anonimno recenzirani, o objavi pa na podlagi recenzij samostojno odloča uredniški odbor. Recenzenti lahko zahtevajo, da avtorji besedilo spremenijo v skladu s priporočili in da popravljeni članek ponovno prejmejo v pregled. Uredništvo pa lahko še pred recenzijo zavrne objavo prispevka, če njegova vsebina ne ustreza vsebinski usmeritvi revije ali če članek ne ustreza kriterijem za objavo v reviji.

Pred objavo članka mora avtor podpisati izjavo o avtorstvu, s katero potrjuje originalnost članka in dovoljuje prenos materialnih avtorskih pravic. Nenaročenih prispevkov ne vračamo in ne honoriramo. Avtorji prejmejo enoletno naročnino na revijo Uporabna informatika, ki vključuje avtorski izvod revije in še nadaljnje tri zaporedne številke.

S svojim prispevkom v reviji Uporabna informatika boste prispevali k širjenju znanja na področju informatike. Želimo si čim več prispevkov z raznoliko in zanimivo tematiko in se jih že vnaprej veselimo.

Uredništvo revije

Navodila avtorjem člankov

Članke objavljamo praviloma v slovenščini, članke tujih avtorjev pa v angleščini. Besedilo naj bo jezikovno skrbno pripravljeno. Priporočamo zmernost pri uporabi tujk in – kjer je mogoče – njihovo zamenjavo s slovenskimi izrazi. V pomoč pri iskanju slovenskih ustreznih priporočamo uporabo spletnega terminološkega slovarja Slovenskega društva Informatika Islovar (www.islovar.org).

Znanstveni članek naj obsega največ 40.000 znakov, strokovni članki do 30.000 znakov, obvestila in poročila pa do 8.000 znakov.

Članek naj bo praviloma predložen v urejevalniku besedil Word (*.doc ali *.docx) v enojnem razmaku, brez posebnih znakov ali poudarjenih črk. Za ločilom na koncu stavka napravite samo en prazen prostor, pri odstavkih ne uporabljajte zamika.

Naslovu članka naj sledi za vsakega avtorja polno ime, ustanova, v kateri je zaposlen, naslov in elektronski naslov. Sledi naj povzetek v slovenščini v obsegu 8 do 10 vrstic in seznam od 5 do 8 ključnih besed, ki najbolje opredeljujejo vsebinski okvir članka. Pred povzetkom in angleščini naj bo še angleški prevod naslova, prav tako pa naj bodo dodane ključne besede v angleščini. Obratno velja v primeru predložitve članka v angleščini.

Razdelki naj bodo naslovljeni in oštevilčeni z arabskimi številkami.

Slike in tabele vključite v besedilo. Opremite jih z naslovom in oštevilčite z arabskimi številkami. Vsako sliko in tabelo razložite tudi v besedilu članka. Če v članku uporabljate slike ali tabele drugih avtorjev, navedite vir pod sliko oz. tabelo. Revijo tiskamo v črno-beli tehniki, zato barvne slike ali fotografije kot original niso primerne. Slik zaslonov ne objavljamo, razen če so nujno potrebne za razumevanje besedila. Slike, grafikoni, organizacijske sheme ipd. naj imajo belo podlago. Enačbe oštevilčite v oklepajih desno od enačbe.

V besedilu se sklicujte na navedeno literaturo skladno s pravili sistema APA navajanja bibliografskih referenc, najpogosteje torej v obliki (Novak & Kovač, 2008, str. 235). Na koncu članka navedite samo v članku uporabljeno literaturo in vire v enotnem seznamu po abecednem redu avtorjev, prav tako v skladu s pravili APA. Več o sistemu APA, katerega uporabo omogoča tudi urejevalnik besedil Word 2007, najdete na strani <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/01/>.

Članku dodajte kratek življenjepis vsakega avtorja v obsegu do 8 vrstic, v katerem poudarite predvsem strokovne dosežke.

Analysis of e-Health solutions in Slovenia: A usage perspective

Živa Rant¹, Dalibor Stanimirović¹

¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Trubarjeva cesta 2, 1000 Ljubljana
ziva.rant@nijz.si, dalibor.stanimirovic@nijz.si

Izvleček

Projekt eZdravje v Sloveniji združuje več različnih informacijskih sistemov in zagotavlja pomembne zdravstvene, ekonomske in administrativne podatke, ki lahko pomembno prispevajo k na podatkih temelječemu odločanju v zdravstvu. Prispevek prikazuje trenutno stanje najpomembnejših rešitev eZdravja v Sloveniji: eRecepta, eNaročanja in Centralnega registra podatkov o pacientih. Osredotoča se predvsem na različne vidike njihove uporabe med zdravstvenimi delavci in pacienti. Prispevek predstavlja poglobljeno analizo funkcionalnosti in uporabe rešitev eZdravja. Analiza je bila izvedena na eni strani na podlagi pregleda projektne dokumentacije in tehničnih specifikacij in po drugi strani na podlagi izkušenj ter strokovnega mnenja strokovnjakov na NIJZ, ki upravljajo z rešitvami eZdravja in dejanskih statističnih podatkov o uporabi iz administratorskega modula rešitev. Raziskava je pokazala velik napredek v zadnjih treh letih in kratkoročni cilji projekta eZdravje so bili skorajda doseženi brez izjeme. Za izkoriščanje potencialov rešitev eZdravja tudi v prihodnje je potrebna sistemska podpora na vseh ravneh in vseh vključenih deležnikov.

Ključne besede: eZdravje, eRecept, eNaročanje, Centralni register podatkov o pacientu, Povzetek podatkov o pacientu, portal zVEM

Abstract

The project for the digitalization of Slovenian health care (eHealth) should integrate all fragmented information systems and provide relevant medical, economic and administrative data, which could improve the increasingly important evidence-based decision-making and management in the health care system. This paper explores the current state of the most important eHealth solutions in Slovenia, i.e. ePrescription, eAppointment and Central Registry of Patient Data, and furthermore specifically focuses on different aspects of their use by health care professionals and patients. The in-depth analysis included the review of eHealth-related sources and structured discussions with the experts responsible for the development and implementation of eHealth solutions. The research reveals that significant progress has been made in the last 3 years and that the short-term objectives of eHealth solutions have been met almost without exception. However, in order to further exploit the potentials of eHealth in the future, all efforts behind this project will have to be supported by systematic measures on all levels as well as the firm commitment of stakeholders.

Keywords: eHealth, ePrescription, eAppointment, Central Registry of Patient Data, Patient Summary Record, patient portal zVEM

1 INTRODUCTION

The project for digitalization of the Slovenian health care system (eHealth) was managed by the Ministry of Health of the Republic of Slovenia from 2008 to November 2015. It was one of the largest national information and communication technology (ICT) projects in the Slovenian history and was co-financed by the EU through the European Social Fund (Rant et al., 2017).

Strategic goals of the project were especially focused on (MZ, 2010):

- Increasing the active role and responsibilities of citizens for their health.
- Improved access to all necessary health information and ability of citizens to participate in the development of high quality health care services.
- Providing secure and reliable access to all key patient information for all health care providers, ge-

neral practitioners (GPs), specialists, pharmacists within Electronic Health Record (EHR) and other data sets.

- Easier planning and management within health care organizations or health care sector in general, based on the reliable and relevant economic, administrative and clinical data.
- Improved access to health care services for underprivileged groups, which tend to be excluded due to their reduced abilities, age or any other reason.

National Institute of Public Health (NIJZ) has taken over the governance of the eHealth project solutions on 1 December 2015. As part of eHealth, NIJZ has taken over the governance of 20 eHealth solutions, i.e. ePrescription, eAppointment, Central register of patient data (CRPD), etc. NIJZ has been facing different challenges, while trying to introduce the eHealth solutions into the health care environment. However, the general success in the implementation of innovative eHealth solutions in Slovenia was recognized by the European Commission. Namely, Digital Economy and Society Index Report placed Slovenia on the sixth place in eHealth Services for 2017 (European Commission, 2019b).

Concerning the efforts in Slovenia focused on the implementation of eHealth solutions, two facts should be stressed out: First, all eHealth solutions in Slovenia are implemented on the national level; second, all people living in Slovenia have a health insurance card. It is an official identity document of persons insured, issued by the Health Insurance Institute of Slovenia (ZZZS). The health insurance card also represents an official patient identifier for the use of eHealth solutions in Slovenia.

This paper presents the most popular eHealth solutions and state of their deployment including core indicators.

2 METHODS

In this paper, we analyzed the Slovenian eHealth solutions from the usage aspect. After an exhaustive examination of the literature, project documentations and exploration of other sources in the international eHealth domain, the current situation in Slovenia concerning this topic was thoroughly analyzed. In the next phase of the research, experts from the NIJZ being in charge of eHealth development and implementation, joined the study and provided their inputs and insights concerning the usage of indi-

vidual eHealth solutions and related issues. Research findings arising from their experience and expertise have been crucial for the overall credibility and reliability of the research results. Their views were supported by the factual usage data extracted from the business intelligence (BI) modules contained in the individual eHealth solutions. The desktop research and in-depth analysis, including the participating experts affiliated with the NIJZ, were conducted from September 2018 to January 2019. The research on usage aspects was predominantly focused on the most popular eHealth solutions in Slovenia: ePrescription, eAppointment and CRPD.

3 RESULTS AND DISCUSSION

In this section we present some facts about the national eHealth solutions ePrescription, eAppointment and CRPD, and outline the findings concerning the different parameters of their usage (Rant et al., 2018; Rant & Stanimirović, 2019).

3.1 ePrescription

ePrescription is the national eHealth solution established for the electronic prescription and dispensing of medications. Despite some difficulties in the early stages, ePrescription now represents a good practice case and can be regarded as one of the most successful and useful eHealth solutions, developed in Slovenia (Stanimirović & Savic, 2018; Stanimirović, Zidarn, Rant, & Matetić, 2018). ePrescription was fully implemented on the national level in 2016 and is daily used at almost all health care providers and pharmacies. The use of e-prescription is almost ubiquitous (it is used by 98 % of general practitioners) and Slovenia ranks 3rd among EU Member States in usage of electronic prescriptions in 2018 (European Commission, 2019a).

Physician (GP or medical specialist) creates ePrescription in his local information system (IS) and sends it to the central database. In order to provide a secure prescribing process, both physician and a pharmacist can access to patient medication history and drug interactions database. The digitally signed document is stored in the central database. Pharmacist retrieves ePrescription and dispenses medications to the patients in the pharmacy. Patients can access to ePrescriptions data via Patient portal zVEM and see full history of prescribed and dispensed medications.

Further below are presented analyses from the ePrescription BI module. Usage of ePrescriptions has been slightly rising in the last 3 years, from 12.326.845

in 2016 through 13.095.808 in 2017 to 13.867.192 in 2018 (see Figure 1). The share of ePrescriptions in total of all prescriptions also rises steadily.

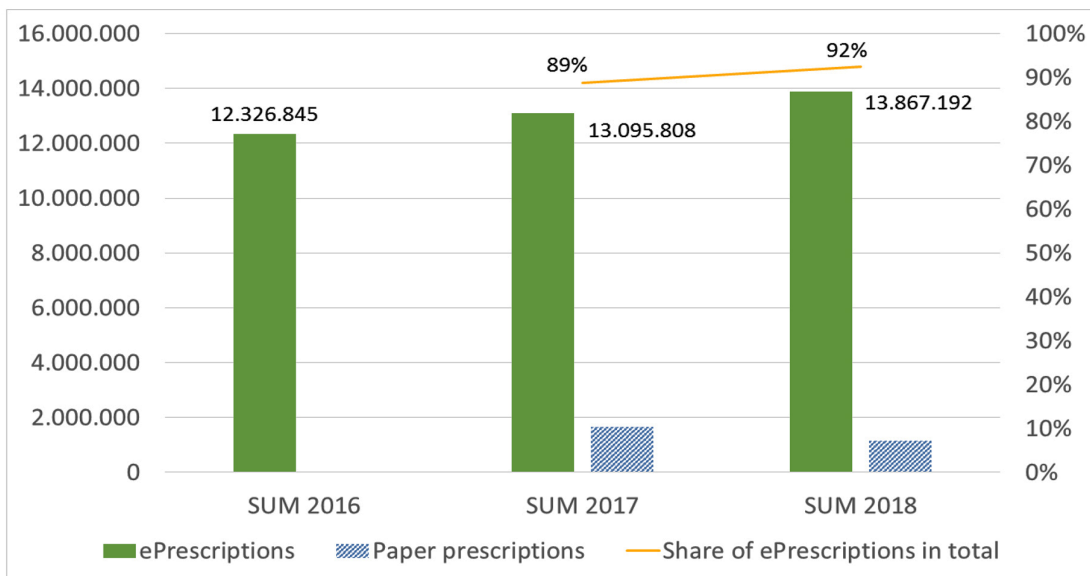


Figure 1: Number of ePrescriptions per years

The number of ePrescription varies through seasons; the lowest values are in the summer months (in

2017 and 2018 in August, in 2016 in July), the highest in winter months (except December).

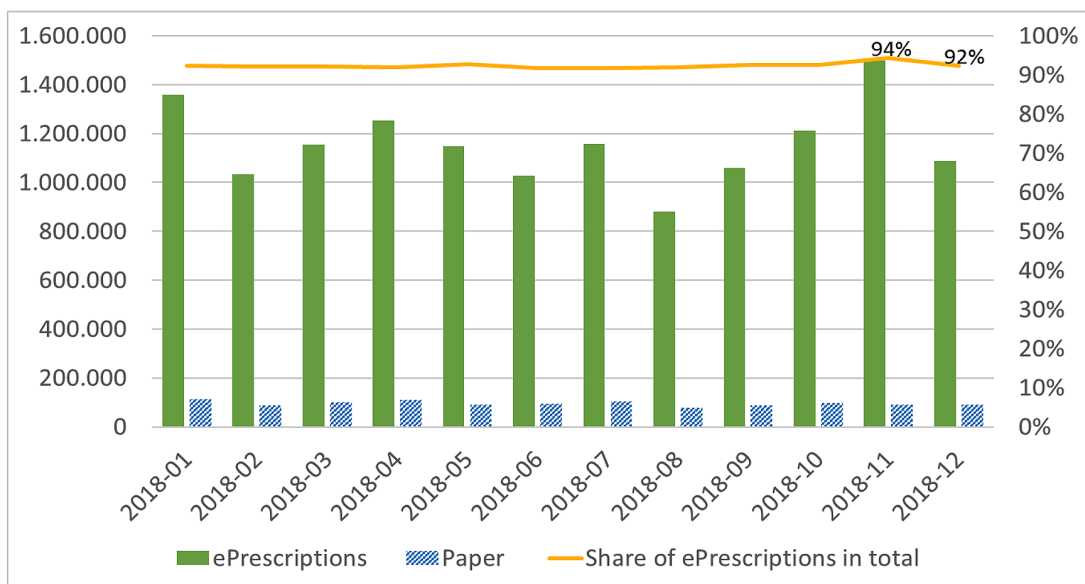


Figure 2: Number of ePrescriptions in 2018

The share of ePrescriptions in total of all prescriptions was practically on the same level in 2018: between 92 % and 94 %. Since certain methods of prescribing are not provided through ePrescription (urgent prescriptions, prescribing at home visits, etc.),

reaching 100 % of all issued prescriptions will not be possible in short-term (Figure 2). The goal from the year 2016, presuming that the share of ePrescriptions would reach 90 % was achieved and its share is even higher at the moment.

3.2 eAppointment

eAppointment is the national eHealth solution, established for the eReferrals, on-line booking of appointments and waiting lists (Stanimirović & Indihar, 2016). eAppointment was gradually implemented in 2016, and it has been used on the national level since April 2017. The process of issuing eReferrals is similar to that of ePrescription. Physician creates eReferral in his local IS. The digitally signed document is stored in the central database.

The on-line booking of appointments for the particular health care service can be carried out using this eReferral. The whole process can be executed by the patient himself through the Patient portal zVEM, or by a nurse or a physician. The central waiting list

is made automatically based on data, retrieved from the local ISs at the health care providers.

eConsultation module was added to eAppointment in 2018. This particular module enables consultation between general practitioners and medical specialists about the concrete patients with the aim to reduce waiting periods and expedite treatment process.

3.2.1 eReferrals

In Figure 3 we can see that the number of eReferrals has been rising in the recent years. The usage of eReferrals rose rapidly in 2017, because on 10 April 2017 eReferral became an official document with the same validity as its paper version (Figure 3).

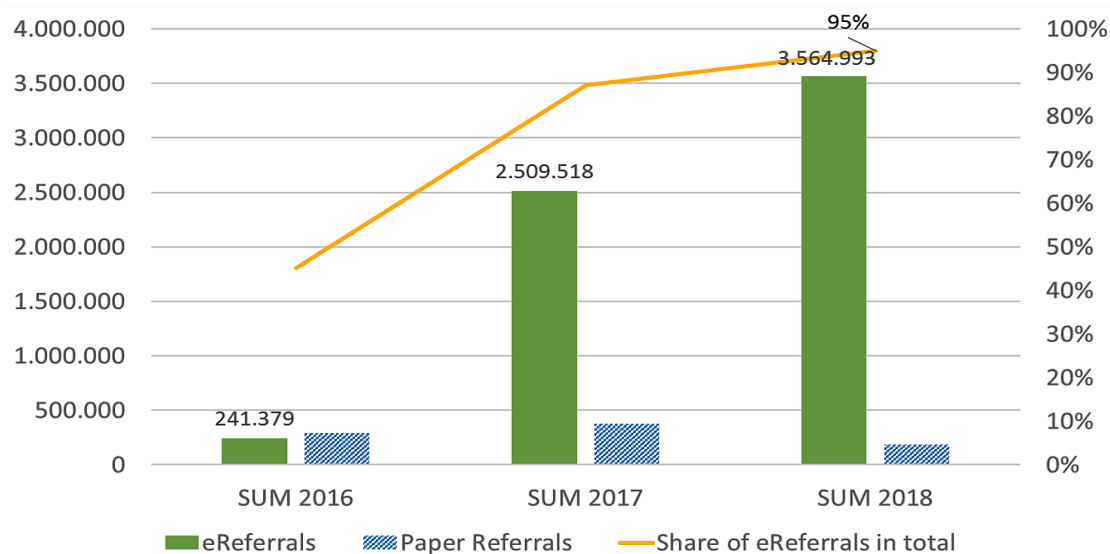


Figure 3: Number of eReferrals per years

The number of eReferrals varies through seasons as well; the lowest values are in the summer months, the highest in winter months.

The share of eReferrals in the total of all referrals was more than 90 % in 2018, i.e. between 93 % and 97 % (Figure 4).

3.2.2 On-line booking of appointments

The number of on-line booking of appointments has been rising quickly through the last years, from 324.092 in 2016 to 5.127.599 in 2018 (see Figure 5).

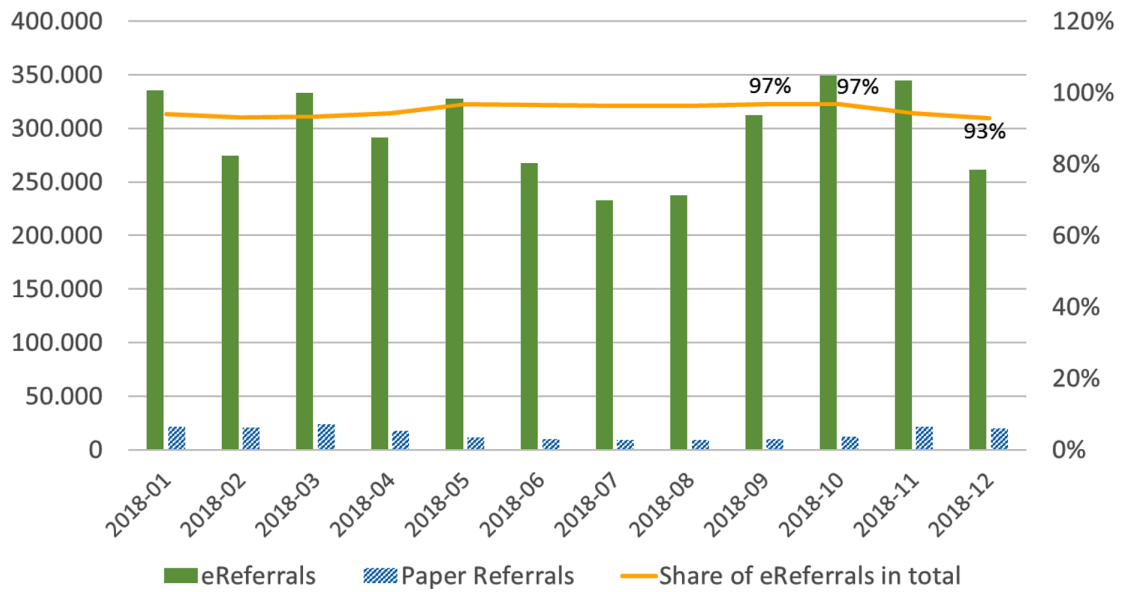


Figure 4: **Number of eReferrals in 2018**

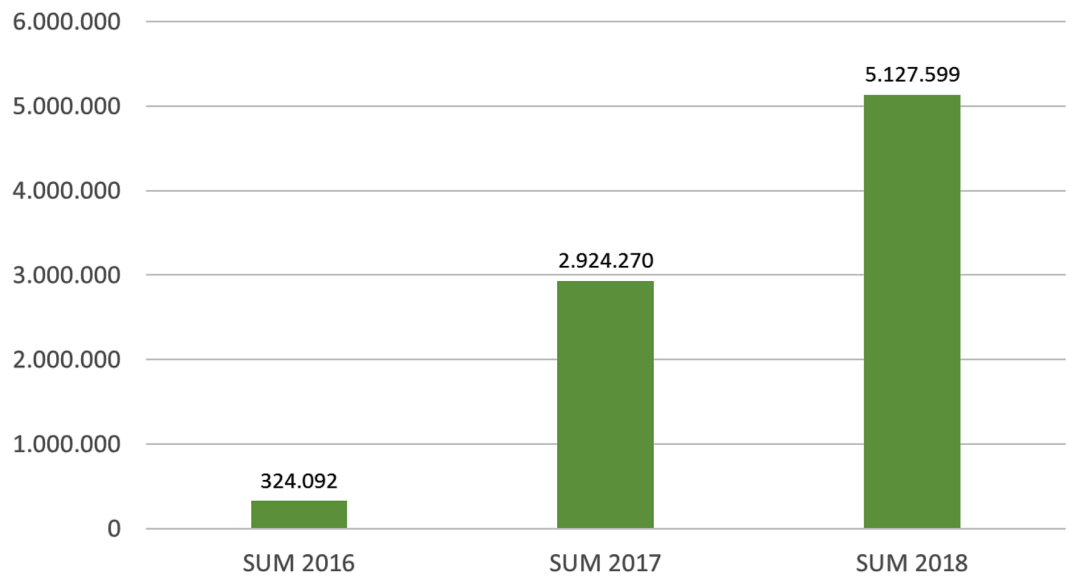


Figure 5: **Number of on-line booking of appointments per years**

The data for waiting lists is generated automatically in the eAppointment BI module using the reported data from the local ISs at the health care providers. However, some waiting list data is still not consistent, since particular process issues at health care providers have still not been adequately addressed, and thus some data are not correct and reliable. NIJZ and other stakeholders in the field are engaged in the task of providing more dependable and exact data, since this is very important information for the

patients and health care policy makers. NIJZ intensively promotes the usage of the on-line booking system, which is supported by the HelpDesk, where trained professionals help patients to execute an on-line booking of appointments with the specialists.

3.3 Central Registry of Patient (CRPD)

CRPD is a database of health documents that can be accessed by residents of Slovenia via Patient portal zVEM. It is focused on the collection of data, which

should be part of the storage and exchange process between health care providers (Tepej Jočić, 2018). There can also be stored documents submitted by patients themselves (i.e. patient consent forms, access permissions and prohibitions, etc.). CRPD consists of patient health documentation and Patient Summary (PPoP). PPoP contains the most important patients' health care data in order to assist urgent health care treatment purposes. Access permissions concerning the data in the CRPD were regulated with the Infor-

mation Commissioner of the Republic of Slovenia, whereas the highest security standards had to be in place before the national roll-out of the CRPD.

Significant rise in usage of patient health documentation and PPoP in CRPD was detected in 2017 and 2018 (Figure 6).

Patient health documentation is mostly consisted of medical examination reports, diagnose records and hospital discharge letters (Figure 7).

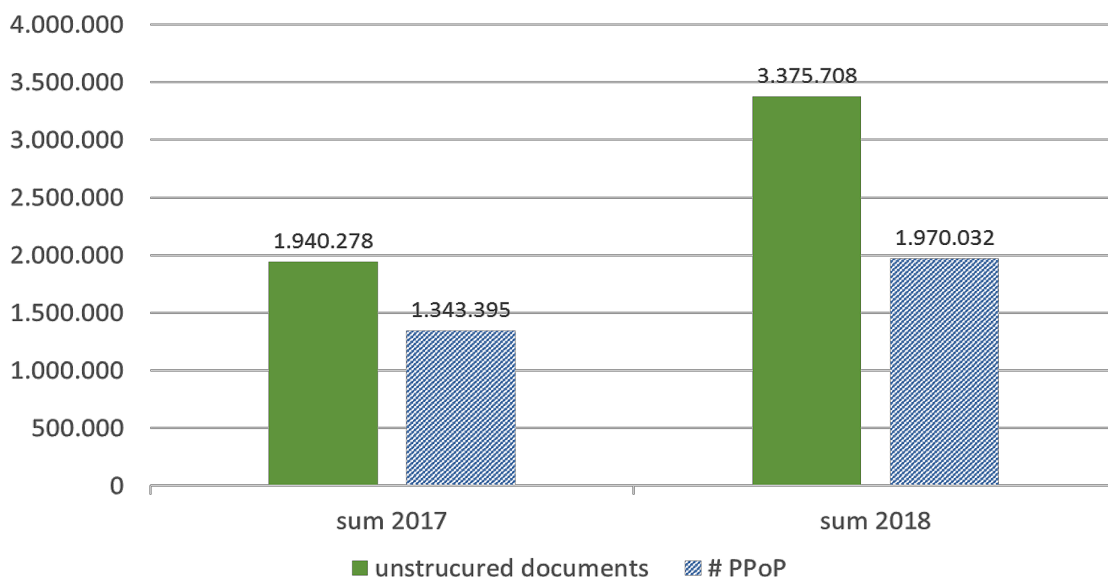


Figure 6: Number of documents in CRPD per years

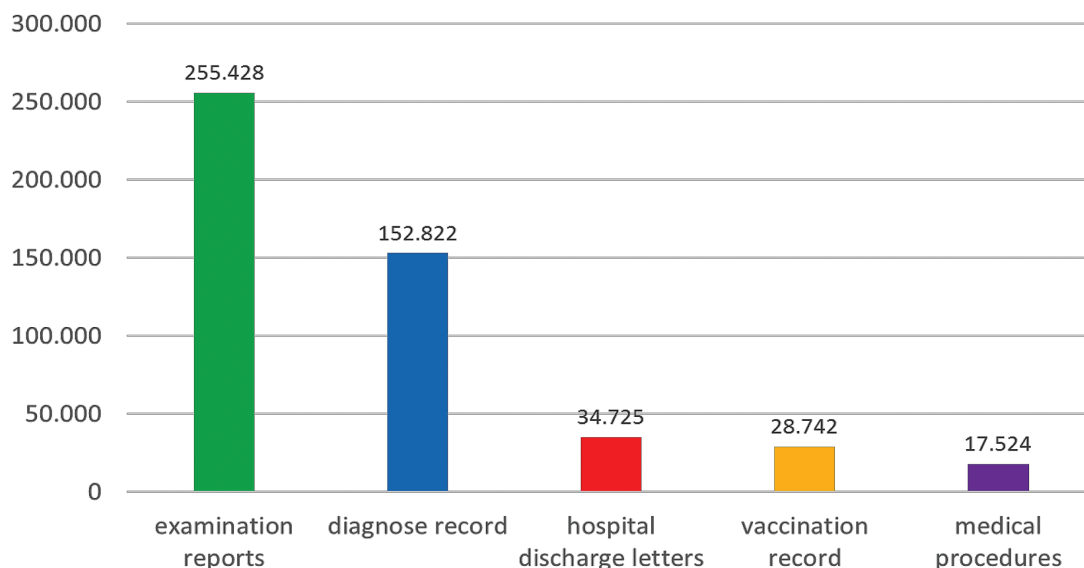


Figure 7: Number of documents in CRPD in 2018 according to different types

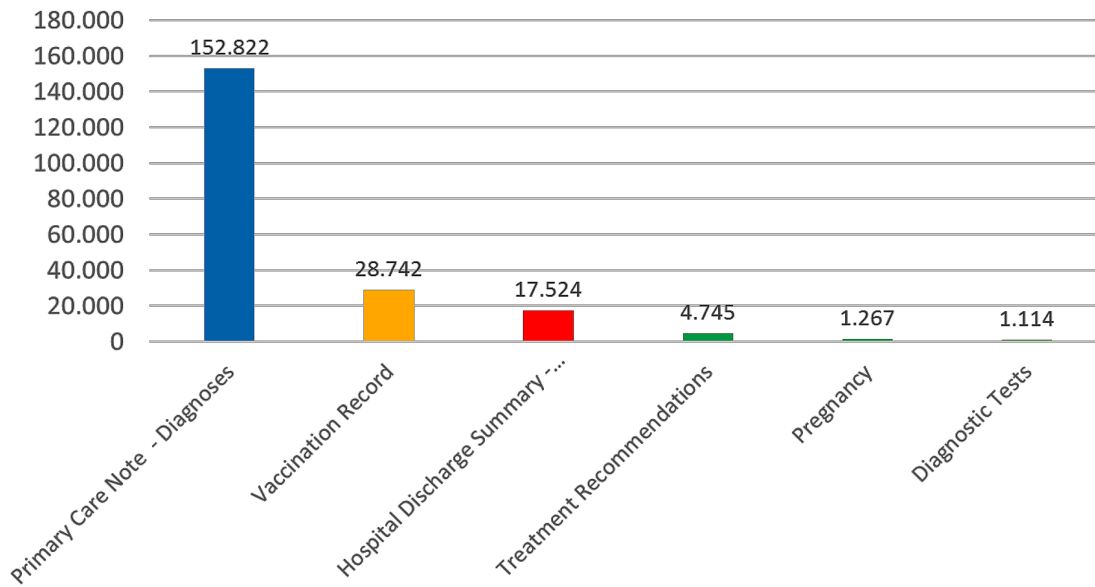


Figure 8: Type of records in PPOp in 2018

The highest number of documents in the PPOp present primary care notes about patient diagnoses, while vaccination records are in the second place (Figure 8).

3.4 National patient portal zVEM (one-stop health)

National patient portal zVEM provides users (citizens / patients) with access to their health data in a one-stop shop manner (Rant, Stanimirović, & Žlender, 2019). Upon registration with digital certificate patients can access to their prescribed and issued medications, issued referrals, hospital discharge letters, specialist reports and PPOP. They can also review waiting periods for particular health care services at individual health care providers and submit a consent or restriction concerning the use of their health data (for countries or health care providers). Access to patient health data is enabled only with a qualified digital certificate, which ensures credible and reliable user verification. The portal zVEM enables the exchange of information and better interaction between health care providers and patients, and can contribute to the empowerment of patients and greater responsibility for their own health. Full use of the national Patient portal zVEM, including the possibility of registration, was established at the beginning of 2017.

4 CONCLUSIONS

The research reveals that Slovenian eHealth solutions are broadly used by health care professionals and patients, and that their usage continues to rise on a monthly basis. Slovenia has developed effective eHealth solutions, which was proved also by the DESI report (DESI, 2018). The foundations for the establishment of the eHealth solutions were set in the eHealth project, co-financed by the EU. However, only the smaller number of eHealth solutions were actually implemented in that period. This research exposed that a tremendous effort is required in order to successfully implement even a simple national ICT solution. Accordingly, a well-coordinated action, persistence, and a great amount of resources have been invested in the national eHealth solutions, which are today implemented nation-wide and accepted by all users (i.e. ePrescription, eAppointment). Nevertheless, on the other hand, some eHealth solutions still need additional impetus and system support to become fully accepted and used. In order to take advantage of the possibilities offered by the ICT, the entire process of the development, implementation and use of eHealth solutions must be supported by systemic measures on various levels, and should be consistent with the interests and needs of the stakeholders. Despite some difficulties and setbacks in the initial stages, significant progress in implemen-

ting and using individual eHealth solutions has been noted over the last two years, which represents an important milestone. We hope that the latest events concerning eHealth confirm the increasing awareness of decision makers that modern eHealth solutions significantly impact the safety and quality of health care treatment, and also provide the necessary support at all levels of management in the health care system.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank all members of the eHealth expert group for their help and support during the preparation of the paper.

REFERENCES

- [1] European Commission. (2019a). *Digital Economy and Society Index (DESI); 2019 Country Report; Slovenia*. Retrieved from https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=59912. Accessed July 29, 2019
- [2] European Commission. (2019b). *Digital Economy and Society Index Report 2019; Digital Public Services*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>. Accessed July 29, 2019
- [3] Ministry of Health of the Republic of Slovenia. (2010). *eHealth Project in Slovenia*, Ljubljana: Ministry of Health
- [4] Rant, Ž., Stanimirović, D., Matetić, V., Indihar, S., Zidarn, J., Beštek, M., ... (2017). eZdravje danes. *Uporabna Informatika*, 25(3), 169-179.
- [5] Rant, Ž., Stanimirović, D., Tepej Jočić, L., Žlender, A., Gaspari, I., Božič, D., ... Zidarn, J. (2018). Rešitve e-Zdravja. In Š. Adamič (Ed.), *30 let Slovenskega društva za medicinsko informatiko*, 184-190. Ljubljana: Slovensko društvo za medicinsko informatiko.
- [6] Rant, Ž., & Stanimirović, D. (2019). Analysis of eHealth Solutions in Slovenia: A Usage Perspective [PDF file]. Retrieved from https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/rant_hospitals-ehealth_solutions-p.pdf. Accessed August 1 2019
- [7] Rant, Ž., Stanimirović, D., & Žlender, A. (2019). Nacionalni Portal zVEM v okviru eZdravja = National portal zVEM within eHealth (P. Šprajc, Ed.). *Ekosistem Organizacij v Dobi Digitalizacije*, 873-884. <https://doi.org/10.18690/978-961-286-250-3.67>
- [8] Stanimirović, D., & Indihar, S. (2016). eNaročanje - trenutno stanje in nadaljnji koraki. *NOVIS*, 43(11), 4-6.
- [9] Stanimirović, D., & Savic, D. (2018). Two years of ePrescription in Slovenia - applications and potentials (A. Ugon, Ed.). *Building Continents of Knowledge in Oceans of Data*, 261-265. Retrieved from doi:10.3233/978-1-61499-852-5-261
- [10] Stanimirović, D., Zidarn, J., Rant, Ž., & Matetić, V. (2018). ePrescription in Slovenia : operative features, user insights, and public health potentials. *European Journal of Public Health*, Vol. 28, 69. Retrieved from https://academic.oup.com/eurpub/article/28/suppl_4/cky213.195/5186228
- [11] Tepej Jočić, L. (2018). Nadgradnje in širitev uporabe CRPP v obdobju 2016-2018 = Enhancements and deployment of CRPD 2016-2018. Proceedings from Kongres medicinske informatike 2018: *30 Let Izkušenj v Podporo Digitalizaciji Zdravstva*, 17-20. Ljubljana: SDMI.

■

Živa Rant, MSc works as an Expert Associate in development in Centre for Health Care Informatics at the National Institute of Public Health Slovenia. Her major research interests include business processes, business process redesign, process organization, knowledge workers, eHealth. She has been a project manager in some information system development projects in the Slovenian enterprises. She has worked on some national and European projects. She was a member of the Extended project group in the eHealth Project in Slovenia. She is guest lecturer on the University of Maribor on knowledge workers, business processes, eHealth.

■

Assist. prof. Dalibor Stanimirović, PhD, is a researcher and head of the Centre for Health Care Informatics at the National Institute of Public Health of the Republic of Slovenia (NIPH). He is an assistant professor of informatics and his work has been published in high-ranked international academic journals, and presented at leading conferences and seminars. His general research interests include ICT policies and projects in health care, evaluation metrics and models, government enterprise architectures, and health information systems.

Uporaba družbenih medijev za upravljanje odnosov s strankami v slovenskih mikro, malih in srednje velikih podjetjih

Marjeta Marolt¹, Andreja Pucihar¹

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, 4000 Kranj
marjeta.marolt@um.si, andreja.pucihar@um.si

Izvleček

Družbeni mediji so pomemben del našega vsakdanjika. Tega se zavedajo tudi podjetja, zato vedno pogosteje uporabljajo družbene medije za poslovne namene, predvsem za trženje in upravljanje odnosov s strankami. Kljub temu, da Statistični urad Republike Slovenije zbira podatke glede uporabe družbenih medijev za poslovne namene, pa ti ne podajajo celovitega vpogleda v njihovo dejansko uporabo. Anketirana podjetja podajajo mnenja le na šest trditev glede rabe družbenih medijev v poslovne namene. Poleg tega so bila mikro podjetja v tej raziskavi udeležena le leta 2013. Naša raziskava se zato usmerja v podrobnejše proučevanje obsega uporabe družbenih medijev za upravljanje odnosov s strankami v mikro, malih in srednje velikih podjetjih. S pomočjo raziskave smo pridobili 119 veljavnih vprašalnikov, ki smo jih analizirali z orodjem SPSS. Ugotavljamo, da se družbeni mediji pogosteje uporabljajo za komunikacijo s strankami, medtem ko je zaznati manjšo stopnjo uporabe družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami za upravljanje podatkov o strankah.

Ključne besede: družbeni mediji, mikro, mala in srednje velika podjetja, upravljanje odnosov s strankami

Abstract

Social media (SM) is becoming an important part of our everyday lives. Since enterprises are aware of this, they have increasingly been using social media for business purposes, especially for marketing and customer relationship management. Despite the fact that the Statistical Office of the Republic of Slovenia collects data on the use of social media for business purposes, this data does not provide comprehensive insights into the actual use of social media for customer relationship management. In addition, micro enterprises have participated in the survey on social media use only once, in 2013. That is why this research focuses on studying the use of social media for customer relationship management in micro, small and medium-sized enterprises. Using a survey, we obtained 119 valid questionnaires, which were analyzed using the SPSS software platform. We determined that social media is more commonly used for the interaction with customers, while the utilization of social media in combination with traditional CRM solutions for customer data management is less evident.

Keywords: Social media, micro, small and medium-sized enterprises, customer relationship management

1. UVOD

Podjetja se že dolgo zavedajo pomembnosti poznavanja strank, saj z ustreznimi aktivnostmi, temelječimi na razumevanju strank, lahko izboljšajo prodajo in zagotovijo boljše izkušnje strank (Lemon & Verhoeff, 2016). V zadnjih desetletjih zaznavamo pospešen razvoj področja upravljanja odnosov s strankami.

Le-ta se je začel v 80-ih letih prejšnjega stoletja, ko so podjetja začela shranjevati podatke o strankah v digitalni obliki (Peterson, Blattberg, & Wang, 1997). Tak način je omogočal podjetjem, da so lahko zbirala in obdelovala velike količine podatkov o strankah.. Leta 1995 se je pojavil pojem upravljanje odnosov s strankami (angl. customer relationship management

– v nadaljevanju CRM). Z razvojem spleta so se pojavile prve spletne CRM rešitve. Salesforce, na primer, je predstavil prvo CRM programsko rešitev kot storitev. Šele s pojavom družbenih medijev pa se je CRM iz osnovnega transakcijskega sistema razvil v močno orodje za tesnejšo interakcijo podjetja s stranko (Greenberg, 2008). Tako povezovanje družbenih medijev s CRM rešitvami imenujemo družbeni CRM.

Družbeni mediji so relativno nova orodja, ki podpirajo spletno komuniciranje. Prvotno so bili družbeni mediji namenjeni za osebno rabo. V zadnjih desetih letih pa so se uveljavili tudi v poslovne namene, saj omogočajo bolj agilni način komunikacije s strankami (Andzulis, Panagopoulos, & Rapp, 2012). Podjetja zaznavajo številne prednosti uporabe družbenih medijev, predvsem na področjih oglaševanja, podpore strankam, tržnih raziskav (Tajudeen, Jaafar, & Ainin, 2018; Zaharah et al., 2018). Prednosti zaznavajo podjetja vseh vrst in velikosti (He, Wang, Chen, & Zha, 2017). Vendar pa Harrigan, Ramsey, & Ibbotson (2009) ugotavljajo, da se uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT) razlikuje med malimi in velikimi podjetji. Razlogi za to se kažejo predvsem v omejenih sredstvih in strokovnih znanjih malih podjetij (Durkin, McGowan, & McKeown, 2013; Harrigan & Miles, 2014).

Velika podjetja uporabljajo družbene medije za poslovne namene bolj intenzivno kot mikro, mala in srednje velika podjetja (MSP). Giannakouris & Smihily (2013) ugotavljata, da jim srednje velika podjetja dokaj uspešno sledijo, medtem ko mikro in mala podjetja opazno zaostajajo. Poročilo Eurostata (Eurostat, 2017) izpostavlja intenzivnejšo uporabo družbenih medijev v EU-28 podjetjih. V podjetjih, ki imajo vsaj 10 zaposlenih, se je uporaba družbenih medijev med letoma 2013 in 2017 povečala za 9 %. Podatki Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) kažejo podobno rast uporabe družbenih medijev v Sloveniji kot jo ugotavlja Eurostat v drugih državah EU-28. SURS je za leto 2013 zbral podatke tudi za podjetja, ki imajo zaposlenih 5-9 ljudi. V kasnejših letih mikro podjetja niso bila vključena v raziskavo uporabe družbenih medijev za poslovne namene. Glede na podatke iz leta 2013 lahko opazimo, da so družbena omrežja najbolj popularni tip družbenih medijev v slovenskih MSP. Podatki kažejo, da je 38 % srednje velikih, 31 % malih in 23 % mikro podjetij leta 2013 uporabljalo družbena omrežja. Ostale vrste družbenih medijev, kot so npr. mikroblogi in wiki, so MSP

uprabljala pod 20 %. Natančneje, izmed vseh MSP, ki so uporabljala družbene medije za poslovne namene, jih je 83 % srednje velikih, 82 % malih in 77 % mikro podjetij uporabljalo za razvoj celostne podobe podjetja ali za trženje izdelkov ali storitev. Le 44 % srednjih, 45 % malih in 42 % mikro podjetij uporablja družbene medije za pridobivanje mnenj ali za odgovarjanje na mnenja in ocene strank (SURS, 2019).

Kljub temu, da je SURS zbiral podatke o uporabi družbenih medijev med leti 2013 in 2017, ti podatki ne ponujajo natančnejšega vpogleda o dejanski uporabi, saj so anketirana podjetja odgovarjala na šest trditev glede rabe družbenih medijev za poslovne namene (trženje, pridobivanje mnenj strank, vključevanje strank v razvoj, sodelovanje s poslovnimi partnerji, zaposlovanje in izmenjava stališč znotraj podjetja). Nadalje, podatki glede uporabe družbenih medijev so se zbirali predvsem za mala, srednje velika in velika podjetja, in s tem zapostavljali mikro podjetja. Izjema je bila le leta 2013, ko so bila v raziskavo zajeta vsa podjetja, ki imajo zaposlenih več kot pet ljudi. Da bi zapolnili omenjene vrzeli, je namen tega prispevka predstaviti dejansko uporabo družbenih medijev za poslovne namene, natančneje upravljanje odnosov s strankami v MSP. To področje uporabe družbenih medijev je po podatkih SURS in Eurostat najbolj razširjeno. Da bi dosegli zastavljen cilj, smo oblikovali spletni vprašalnik, ki je bil poslan 2000 MSP. Pretežni del vprašanj se je nanašal na dejansko uporabo družbenih medijev za vključevanje strank v pogovor in upravljanje podatkov o strankah.

V prispevku najprej predstavimo pregled literature in metodološki pristop. Sledi predstavitev rezultatov raziskave. Na koncu izpostavljamo sklepne misli in priporočila za nadaljnje delo.

2. PREGLED LITERATURE

Od 90-ih let prejšnjega stoletja dalje je zaznati povečanje zanimanja strokovne in raziskovalne javnosti za področje CRM. Obstajajo različne opredelitve pojma CRM (Greenberg, 2008). Nekateri raziskovalci (e.g. Hsieh, 2009; Kale, 2004) menijo, da je CRM tehnološka rešitev, ki ponuja prodajne in trženske funkcionalnosti, ki omogočajo lažje doseganje zastavljenih ciljev. Drugi (Greenberg, 2010; Payne & Frow, 2005) the authors develop a conceptual framework for customer relationship management (CRM razumejo CRM kot celovit pristop za upravljanje odnosov s strankami z namenom ustvariti vrednost za vse deležnike.

Buttle (2009) izpostavlja štiri vidike CRM: strateški, operativni, analitični in sodelovalni. Strateški CRM zajema poslovne procese in tehnologije, ki lahko pomagajo izboljšati vsakodnevno poslovanje s strankami (Iriana & Buttle, 2006). Operativni CRM je običajno razdeljen na avtomatizacijo trženja, avtomatizacijo prodaje in avtomatizacijo poprodajnih aktivnosti (Iriana & Buttle, 2006; Torggler, 2008). Analitični CRM pokriva zajem, shranjevanje, povezovanje, obdelavo, distribucijo in uporabo podatkov o strankah (Buttle, 2009; Torggler, 2008). Sodelovalni CRM pa upravlja vse komunikacijske kanale med podjetjem in njegovimi strankami (Torggler, 2008).

CRM se je prvotno uporabljal za odkrivanje potreb posameznih strank z zbiranjem njihovih podatkov in sledenjem njihovim transakcijam. Podjetje je tako izdelek, ki ga je na novo razvilo, dostavilo kupcu na podlagi informacij, ki jih je imelo o strankah (Constantinides, Yousif, & Vries, 2014). S pojavom in širšo sprejetostjo družbenih medijev pa se že v faze razvoja izdelka oziroma storitve vedno pogosteje vključuje tudi stranke (Greenberg, 2010)

Družbene medije so sprva uporabljali posamezniki za komunikacijo, izmenjevanje slik, video posnetkov ter mnenj o izdelkih in storitvah. To je spodbudilo podjetja, da so začela uporabljati družbene medije za poslovne namene. Ne glede na to, da se je veliko raziskovalcev osredotočilo na raziskovanje področja rabe družbenih medijev, obstaja več različnih opredelitev tega pojma (Kaplan & Haenlein, 2010). Obstajajo tudi različne klasifikacije družbenih medijev. Zaradi raznolikosti družbenih medijev in pojavljanja novih (Sinclair & Vogus, 2011) take klasifikacije postanejo hitro zastarele. Kljub temu pa je treba omeniti klasifikacijo družbenih medijev, ki je zasnovana na teoretičnih spoznanjih in je najpogosteje omenjena v znanstvenih prispevkih. Predstavila sta jo Kaplan in Haenlein (2010). Njuna klasifikacijska shema temelji na dveh konceptih, ki temeljita na nizu teorij s področja medijskih raziskav in družbenih procesov. Na podlagi teh dveh konceptov družbene medije delimo na šest skupin: blogi (ang. blogs), strani za družbena omrežja (ang. social networking sites), virtualni družbeni svetovi (ang. virtual social worlds), skupinski projekti (ang. collaborative projects), vsebinske skupnosti (ang. content communities) in svetovi virtualnih iger (ang. virtual game worlds).

Družbeni mediji povezujejo milijarde uporabnikov (Samuel & Joe, 2016; Statista, 2017; We Are

Social, 2019) in podjetjem ponujajo priložnosti za povezovanje z večjim številom potencialnih kupcev (Jones, Borgman, & Ulusoy, 2015). Kot že omenjeno, se družbeni mediji najpogosteje uporabljajo za upravljanje odnosov s strankami (ang. social CRM). Boulding, Staelin, Ehret, & Johnston (2005) Richard Staelin, Executive Director of the Teradata Center for Customer Relationship Management at Duke University, proposed that Journal of Marketing (JM izpostavlja, da je tehnologija pomembna za uspešno upravljanje odnosov s strankami, vendar za to niso potrebne specializirane programske rešitve. Po mnenju Choudhury & Harrigan (2014) the new dimension of social CRM focuses on customer engagement domain, and now social media technologies have revolutionised the way businesses and consumers interact. This paper focuses on social CRM and builds on a previous CRM model proposed by Jayachandran et al. (2005) družbeni mediji pripomorejo k boljšemu upravljanju odnosov s strankami v dveh segmentih, in sicer v komunikaciji s strankami in upravljanju podatkov o strankah. Družbeni mediji torej omogočajo komunikacijo s strankami skozi življenjski cikel stranke (od pridobivanja strank do vzdrževanja in vse do nadgrajevanja odnosov). Tako stranke niso več pasivni udeleženci, pač pa lahko pomagajo pri promociji podjetja, si nudijo podporo pri problemih, ki jih imajo z določenim izdelkom/storitvijo in celo sodelujejo pri inoviranju poslovnih procesov (Chau & Xu, 2012). Vse te interakcije vplivajo na nastanek velikega števila podatkov, ki jih lahko podjetje združi s transakcijskimi podatki svojih strank. Poleg tega podjetja lažje spremljajo obnašanje strank in njihove preference, družbeni profili uporabnikov pa jim omogočajo lažjo segmentacijo (Greenberg, 2008).

Taneja & Toombs (2014) ugotavljata, da se število MSP, ki uporablja družbene medije, povečuje. Razlogi za to so predvsem v prednostih, ki jih uporaba družbenih medijev prinaša MSP (He et al., 2017; Jones et al., 2015). V zvezi z uporabo družbenih medijev za upravljanje odnosov s strankami Orzan, Platon, Stefanescu, & Orzan (2016) izpostavlja zadovoljstvo strank. Kljub temu, da se povečuje uporaba družbenih medijev, pa Taneja & Toombs (2014) poudarjata, da le 26 % malih podjetij učinkovito in uspešno uporablja družbene medije za ustvarjanje novih prodajnih priložnosti in boljših odnosov s strankami. Razlogi za to so predvsem omejena sredstva, s katerimi mala podjetja razpolagajo (Bakeman & Han-

son, 2012; He et al., 2017; Schaupp & Bélanger, 2014). Skrbi jih tudi stopnja povrnitve naložbe in negativno izpostavljanje blagovnih znamk (Baird & Parasnis, 2011).

MSP se torej soočajo z nekaterimi izzivi, ki jih prinaša uporaba družbenih medijev za upravljanje odnosov s strankami in prav zaradi tega jih ne uporabljajo v obsegu, kot bi si želeli. Ti izzivi se navezujejo predvsem na izbiro primernih tehnologij za podporo dejavnostim upravljanja odnosov s strankami (Kietzmann, Hermkens, McCarthy, & Silvestre, 2011), uporabo družbenih medijev ne samo za trženje, temveč tudi za prodajo in poprodajne aktivnosti (Sussin, 2015), pridobitev dodatnih znanj, ki so potrebna za boljše vključevanje strank v pogovor (Sigala, 2011) in kako izmeriti uspešnost njihovega udejstvovanja (Küpper, Lehmkühl, Wittkuhn, Wieneke, & Jung, 2015; Woodcock, Green, & Starkey, 2011).

3. METODOLOGIJA

Cilj te raziskave je ugotoviti obseg uporabe družbenih medijev za upravljanje odnosov s strankami v slovenskih MSP. Da bi dosegli zastavljen cilj, smo za raziskovalno strategijo izbrali kvantitativno raziskavo, za tehniko zbiranja podatkov pa anketni vprašalnik. Kvantitativna raziskava je učinkovit in uspešen način za ocenjevanje zaznavanja ciljne populacije (Rogelberg & Stanton, 2007) ter omogoča zbiranje informacij iz velikega vzorca (Fink, 2012). V literaturi je izpostavljenih več načinov zbiranja podatkov, na primer preko klasične pošte, telefonsko ali z uporabo spletne ankete. Za slednjo smo se odločili, ker je učinkovito in ekonomično orodje za zbiranje podatkov v relativno kratkem časovnem okviru (Lefever, Dal, & Matthíasdóttir, 2007). Poleg tega omogoča preprosto čiščenje in pripravo podatkov za kasnejšo analizo (Bakla, Çekiç, & Köksal, 2013).

Pri razvoju vprašalnika so bile upoštewane naslednje usmeritve. Uporabili smo samo vprašanja zaprtega tipa, saj je take podatke najlažje obdelovati. Zagotovili smo, da je bilo vsako vprašanje razumljivo in vezano na proučevano področje. Vprašalnik je bil razdeljen na sklope, ki so bili ustrezno poimenovani. Poleg tega so bila dodana jasna navodila, ki so anketirancem pomagala k bolj preprosti navigaciji in hitrejšemu izpolnjevanju (Reynolds, Woods, & Baker, 2007). Prvi sklop se je nanašal na vprašanja o podjetju in splošni uporabi tehnologij za upravljanje odnosov s strankami, drugi pa na dejansko uporabo

družbenih medijev za vključevanje strank v pogovor in upravljanje podatkov o strankah. Dejansko uporabo družbenih medijev so anketiranci ocenjevali na 5-stopenjski lestvici Likertovega tipa, kjer 1 pomeni, da se s trditvijo sploh ne strinjajo in 5, da se popolnoma strinjajo. Vprašalnik je bil pregledan s strani strokovnjakov s področja e-poslovanja in statistike ter testiran na manjšem številu MSP (Callegaro, Manfreda, & Vehovar, 2015).

Iz baze Slovenskega poslovnega registra smo naključno izbrali 1000 mikro, 500 malih in 500 srednje velikih podjetij. V vzorec je bilo izbranih več mikro podjetij, ker so pretekle študije pokazale, da ta niso pripravljena sodelovati v raziskavah v taki meri, kot mala, srednje velika ali velika podjetja. Podjetja so bile razdeljena v skupine mikro, malih in srednje velikih podjetij glede na število zaposlenih in letni promet. Vsem naključno izbranim MSP smo poslali vabilo s kratkim opisom raziskave in povezavo na spletni vprašalnik. Pridobili smo 119 v celoti izpol-

Tabela 1: Lastnosti govornih korpusov

Značilnosti podjetij	Pogostost	Delež
<i>Leto ustanovitve</i>		
Pred 1996	64	53,78 %
1996–2006	27	22,69 %
Po 2006v	28	23,53 %
<i>Velikost podjetja</i>		
Mikro	32	26,89 %
Malo	42	35,29 %
Srednje veliko	45	37,81 %
<i>Dejavnost (po standardni klasifikaciji dejavnosti)</i>		
Finančne in zavarovalniške dejavnosti	1	0,80 %
Poslovanje z nepremičninami	1	0,80 %
Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo	2	1,70 %
Informacijske in komunikacijske dejavnosti	5	4,20 %
Promet in skladiščenje	6	5,10 %
Gostinstvo	7	5,90 %
Kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti	7	5,90 %
Gradbeništvo	9	7,50 %
Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti	10	8,40 %
Druge dejavnosti	12	10,10 %
Predelovalne dejavnosti	20	16,80 %
Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil	39	32,80 %

njenih vprašalnikov, kar predstavlja 5,95 % stopnjo odzivnosti. Podatke smo analizirali s programom SPSS.

4. REZULTATI

4.1 Značilnosti podjetij in anketirancev

Anketirana podjetja so bila ustanovljena med leti 1901 in 2016. Med njimi je bilo 37,8 % srednje velikih, 35,3 % malih in 26,9 % mikro podjetij. Kar 68,1 % vseh podjetij se je klasificiralo v sledeče dejavnosti: trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil, predelovalne dejavnosti, strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti in druge dejavnosti. Natančnejše porazdelitve so predstavljene v Tabeli 1.

Več kot polovica anketirancev je bilo ženskega spola. Najnižja dosežena stopnja izobrazbe je bila srednješolska, največ anketirancev pa ima višješolsko ali univerzitetno izobrazbo. Večina anketirancev je direktorjev ali pa so na delovnem mestu managerja s področja marketinga in prodaje. Ostali anketiranci so večinoma specialisti za prodajo, specialisti za odnose z javnostmi ali svetovalci. Večina anketirancev

Tabela 2: Značilnosti anketirancev

Značilnosti anketirancev	Pogostost	Delež
Spol		
Ženska	71	59,7 %
Moški	48	40,3 %
Dosežena stopnja izobrazbe		
Srednješolska	21	17,6 %
1. bolonjska stopnja	40	33,6 %
2. bolonjska stopnja	44	37,0 %
Znanstveni magisterij	12	10,1 %
Doktorat	2	1,7 %
Delovno mesto		
Direktor/Lastnik	37	31,1 %
Vodja marketinga	34	28,6 %
Vodja prodaje	27	22,7 %
Drugo	21	17,6 %
Izkušnje		
Manj kot 1 leto	4	3,4 %
1-5 let	32	26,9 %
6-10 let	30	25,2 %
11-15 let	35	29,4 %
16 let ali več	18	15,1 %

(68,1 %) ima vsaj 6 let izkušenj na trenutnem ali primerljivem delovnem mestu.

4.2 Uporaba družbenih medijev in drugih tehnologij za upravljanje odnosov s strankami

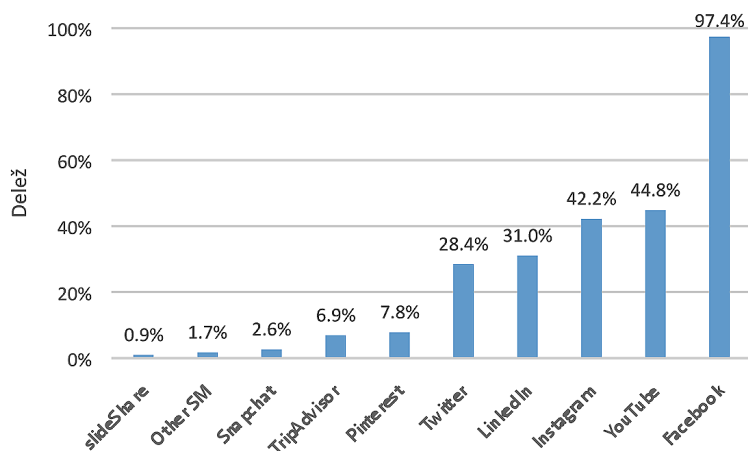
Kar 79 % anketiranih podjetij ne uporablja CRM rešitev, vendar pa vsaj eno od naslednjih tehnologij: celovite programske rešitve (38,7 %), programske rešitve za poslovno analitiko (10,8 %), zbirko pisarniških programov, npr. MS Office (66,4 %) ali druge rešitve (10,1 %), kot so na primer rešitve za vodenje projektov ali računovodske rešitve. Poleg tega jih ima 37,5 % vzpostavljeno spletno trgovino. Med družbenimi mediji najpogosteje uporabljajo Facebook (97,4 %), Twitter (44,8 %) in Instagram (42,2 %). Slika 1 predstavlja družbene medije, ki jih uporabljajo MSP.

4.3 Obseg uporabe družbenih medijev pri upravljanju odnosov s strankami

Kot že omenjeno, družbeni mediji pripomorejo k boljšemu upravljanju odnosov s strankami v dveh segmentih in sicer v komunikaciji s strankami in pri upravljanju podatkov o strankah. Podjetja lahko komunicirajo s stranko skozi vse stopnje življenjskega cikla strank, od pridobivanja strank do vzdrževanja in vse do nadgrajevanja odnosov. Tabela 3 predstavlja povprečje in standardni odklon za vseh petnajst trditev, vezanih na uporabo družbenih medijev pri komunikaciji s strankami skozi življenjski cikel stranke. Vidimo lahko, da MSP najpogosteje uporabljajo družbene medije za objavljane novice v ponudbi ($\bar{x}=4,36$), obveščanje o posebnih ugodnostih za stranke ($\bar{x}=4,25$) in deljenje zgodb, ki gradijo znamko ($\bar{x}=4,25$). Družbeni mediji se v manjšem obsegu uporabljajo za grajenje skupnosti ($\bar{x}=2,87$) in vključevanju vplivnih posameznikov ($\bar{x}=2,99$).

Mikro podjetja v enajstih trditvah od petnajstih uporabljajo družbene medije v večjem obsegu kot mala in srednje velika podjetja. Vendar pa mala in srednje velika podjetja bistveno ne zaostajajo za njimi.

Podjetja uporabljajo družbene medije v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami tudi za upravljanje podatkov o strankah. Tabela 4 predstavlja povprečje in standardni odklon devetih trditev, vezanih na uporabo družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami pri upravljanju podatkov o strankah. Vidimo lahko, da jih podjetja najpogosteje uporabljajo za stalno zbiranje podatkov o strankah ($\bar{x}=3,28$) in uporabo podatkov o strankah



Slika 1: Uporaba družbenih medijev v MSP

za segmentacijo strank $\bar{x} = 3,07$). Se pa družbeni mediji uporabljajo v manjšem obsegu v kombinaciji z drugimi programskimi rešitvami, ki jih podjetja uporabljajo za upravljanje odnosov s strankami in sicer za združevanje podatkov o strankah iz različnih področij v organizaciji ($\bar{x} = 2,87$), združevanje podatkov, zbranih iz različnih virov, ločeno za vsako stranko ($\bar{x} = 2,87$), uporabo podatkov o strankah za lažje vključevanje strank v pogovor ($\bar{x} = 2,87$) in uporabo podatkov o strankah za pripravo ponudbe, prilagojene specifičnim potrebam strank ($\bar{x} = 2,87$).

Če pogledamo razlike med mikro, malimi in sre-

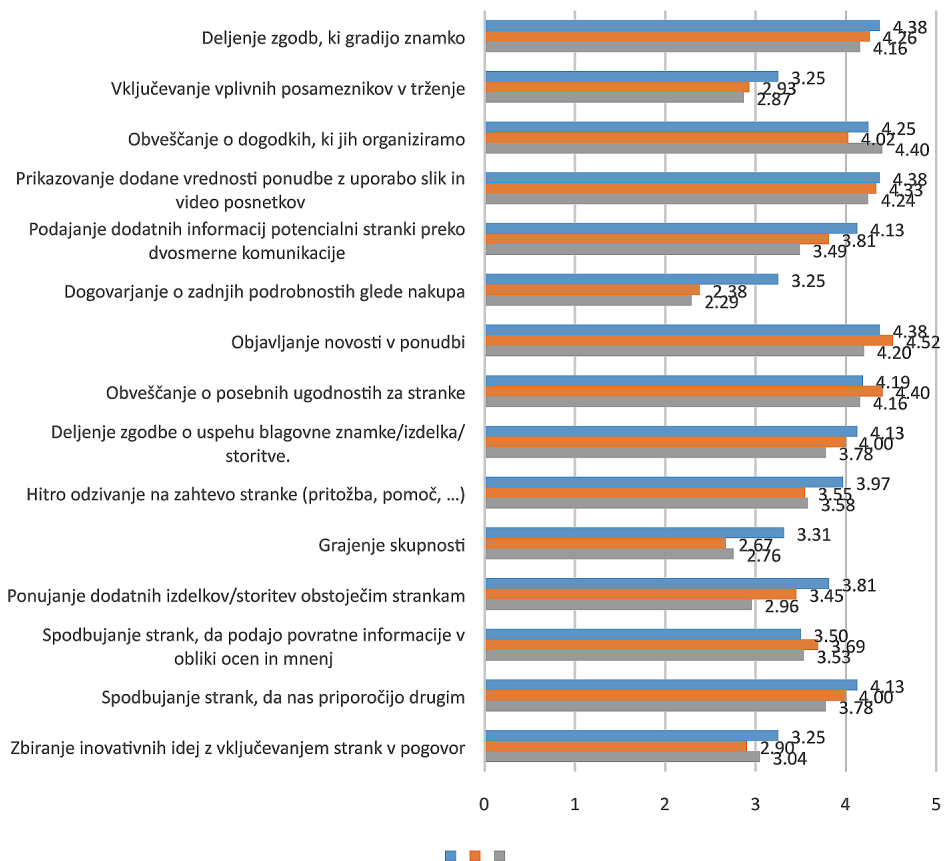
dne velikimi podjetji glede uporabe družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami pri upravljanju podatkov o strankah, lahko vidimo, da mala in srednje velika podjetja v šestih trditvah od devetih uporabljajo družbene medije v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami v večjem obsegu, kot mikro podjetja. Ni pa opaziti večjih razlik med njimi.

5. DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI

Glavni namen te raziskave je bil ugotoviti, v kakšnem obsegu se uporabljajo družbeni mediji za upravljanje odnosov s strankami v MSP. Da bi dosegli zastavljeni

Tabela 3: Povprečje in standardni odklon za trditve vezane na uporabo družbenih medijev pri komunikacij s strankami skozi življenjski cikel stranke

Trditev	Povprečje	Standardni odklon
Deljenje zgodb, ki gradijo znamko	4,25	0,679
Vključevanje vplivnih posameznikov (medijske osebe, blogerji, ...) v trženje	2,99	1,153
Obveščanje o dogodkih, ki jih organiziramo	4,23	0,961
Prikazovanje dodane vrednosti ponudbe z uporabo slik in video posnetkov	4,31	0,734
Podajanje dodatnih informacij potencialni stranki o izdelku ali storitvi preko dvosmerne komunikacije	3,77	1,053
Dogovarjanje o zadnjih podrobnostih glede nakupa	2,58	1,299
Objavljanje novosti v ponudbi	4,36	0,787
Obveščanje o posebnih ugodnostih za stranke	4,25	0,826
Deljenje zgodbe o uspehu blagovne znamke/izdelka/storitve,	3,95	0,982
Hitro odzivanje na zahtevo stranke (pritožba, pomoč, dodatna pojasnila,...)	3,67	1,067
Grajanje skupnosti, kjer so stranke med seboj delijo nasvete, trike ...	2,87	1,246
Ponujanje dodatnih izdelkov/storitev obstoječim strankam	3,36	1,198
Spodbujanje strank, da podajo povratne informacije v obliki ocen in mnenj	3,58	1,062
Spodbujanje strank, da nas priporočijo drugim	3,95	0,862
Zbiranje inovativnih idej z vključevanjem strank v pogovor	3,05	1,185



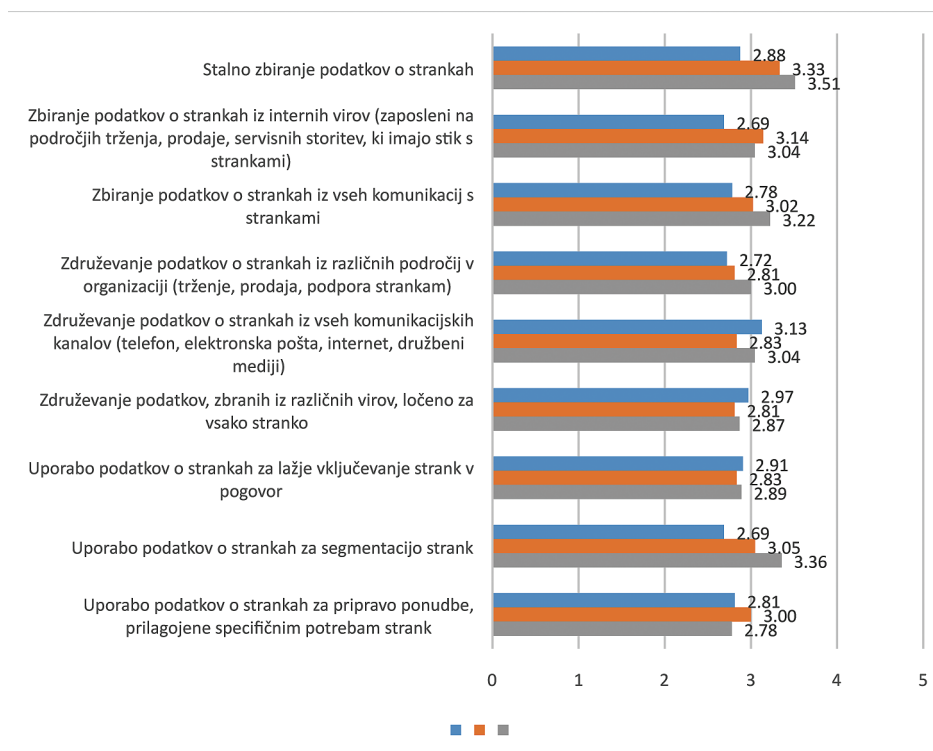
Slika 2: **Razlike med mikro, malimi in srednje velikimi podjetji glede uporabe družbenih medijev pri komunikacij s strankami skozi njihov življenjski cikel**

cilj, smo izvedli raziskavo, v kateri je sodelovalo 119 MSP v Sloveniji.

Na podlagi analize podatkov smo ugotovili, da se družbeni mediji pogosteje uporabljajo za komunikacijo s strankami, medtem ko je zaznati manjšo stopnjo uporabe družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami za upravljanje podatkov o strankah. Če pogledamo uporabo družbenih medijev za komunikacijo s strankami skozi življenjski cikel stranke, lahko opazimo, da so njihove aktivnosti usmerjene predvsem v pridobivanje novih strank in ohranjanje obstoječih, nekoliko manj pa v nadgrajevanje odnosov z njimi, kar se kaže predvsem v grajenju skupnosti in vključevanju strank v proces inoviranja. To je skladno z rezultati SURS, ki kažejo, da MSP uporabljajo družbene medije predvsem za razvoj celostne podobe podjetja ali trženje izdelkov ali storitev (SURS, 2019). Med mikro, malimi in srednje velikimi podjetji ni bistvenih razlik glede uporabe družbenih medijev za komunikacijo s strankami. Presenetljiv pa je rezultat, da mikro pod-

jetja v primerjavi z malimi in srednje velikimi podjetji v večji meri uporabljajo družbene medije za komuniciranje s strankami. Razlog za to je lahko, da mikro podjetja nimajo zadostnih sredstev, da bi uporabljala specializirane CRM rešitve in so velikokrat družbeni mediji njihovo glavno orodje za upravljanje odnosov s strankami (Cappuccio, Kulkarni, Sohail, Haider, & Wang, 2012). Poleg tega imajo z uporabo družbenih medijev že predhodne izkušnje (Ahmad, Abu Bakar, & Ahmad, 2018), kar lahko dodatno pripomore k njihovi večji stopnji uporabe za poslovne namene.

Uporaba družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami za upravljanje podatkov o strankah je manj izrazita v vseh MSP, ne glede na velikost. Podjetja sicer zbirajo podatke o strankah, vendar ne na sistematičen način. To pomeni, da imajo podatke o strankah na različnih mestih, ne uspejo pa jih združiti in jih obdelovati za vsako stranko ločeno. Razlogi za to so lahko pomanjkanje sredstev in dejstvo, da strankam ni tako enostavno slediti, saj imajo lahko več različnih spletnih identitet, ko komuni-



Slika 3: Razlike med mikro, malimi in srednje velikimi podjetji glede uporabe družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami pri upravljanju podatkov o strankah

rajo z določenim podjetjem (Kietzmann, Silvestre, McCarthy, & Pitt, 2012). Tudi razlika med mikro, malimi in srednje velikimi podjetji glede uporabe družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami za upravljanje podatkov o strankah ni velika. Je pa opaziti, da jih pogosteje uporabljajo mala in srednje velika podjetja. V tem pogledu se zdi, da

so veliko bolj primerljiva z velikimi podjetji, ki uporabljajo specializirane rešitve za upravljanje odnosov s strankami (npr. Salesforce, Microsoft Dynamics CRM). Zanimivo je, da mikro podjetja bistveno ne zaostajajo za njimi. Podatki kažejo, da so ta podjetja večinoma samostojni podjetniki, ki komunicirajo s strankami preko družbenih medijev. Poleg tega

Tabela 4: Povprečje in standardni odklon za trditve vezane na uporabo družbenih medijev v kombinaciji s tradicionalnimi CRM rešitvami pri upravljanju podatkov o strankah

Trditev	Povprečje	Standardni odklon
Stalno zbiranje podatkov o strankah	3,28	1,241
Zbiranje podatkov o strankah iz internih virov (zaposleni na področjih trženja, prodaje, servisnih storitev, ki imajo stik s strankami)	2,98	1,235
Zbiranje podatkov o strankah iz vseh komunikacij s strankami	3,03	1,193
Združevanje podatkov o strankah iz različnih področij v organizaciji (trženje, prodaja, podpora strankam)	2,86	1,223
Združevanje podatkov o strankah iz vseh komunikacijskih kanalov (telefon, elektronska pošta, internet, družbeni mediji)	2,99	1,245
Združevanje podatkov, zbranih iz različnih virov, ločeno za vsako stranko	2,87	1,259
Uporabo podatkov o strankah za lažje vključevanje strank v pogovor	2,87	1,266
Uporabo podatkov o strankah za segmentacijo strank	3,07	1,425
Uporabo podatkov o strankah za pripravo ponudbe, prilagojene specifičnim potrebam strank	2,87	1,371

njihovi odnosi velikokrat temeljijo tudi na tesnem osebnem stiku. Spoznanja o strankah, ki jih dobijo iz obeh načinov komuniciranja, smiselno združujejo in uporabljajo za bolj uspešno upravljanje odnosov s strankami.

Ugotavljamo, da obstajajo razlike med mikro podjetji v primerjavi z malimi in srednje velikimi podjetji, zato bi bilo potrebno v nadaljevanju te razlike bolj podrobno raziskati in zagotoviti večjo stopnjo odziva. Raziskava, ki bi se usmerila samo na mikro podjetja, bi lahko prikazala bolj poglobljeno sliko v podjetjih, ki jih je v Sloveniji največ. Dodatna pojasnila glede razlik in dejanske uporabe bi lahko pridobili tudi s kvalitativnim pristopom, predvsem s poglobljenimi intervjuji. MSP lahko na podlagi podatkov o dejanski uporabi družbenih medijev za upravljanje odnosov s strankami lažje načrtujejo njihov vložek v nadaljnje aktivnosti, osredotočene na upravljanje in razvijanje odnosov s strankami.

LITERATURA

- [1] Ahmad, S. Z., Abu Bakar, A. R., & Ahmad, N. (2018). Social media adoption and its impact on firm performance: the case of the UAE. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 25(1), 84–111. <https://doi.org/10.1108/IJE-BR-08-2017-0299>
- [2] Andzulis, J. M., Panagopoulos, N. G., & Rapp, A. (2012). A review of social media and implications for the sales process. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, 32(3), 305–316.
- [3] Baird, C. H., & Parasnis, G. (2011). From social media to Social CRM: reinventing the customer relationship. *Strategy & Leadership*, 39(6), 27–34. <https://doi.org/10.1108/10878571111176600>
- [4] Bakeman, M. M., & Hanson, L. (2012). Bringing social media to small business: A role for employees and students in technology diffusion. *Business Education Innovation Journal*, 4(2), 106–111.
- [5] Bakla, A., Çekiç, A., & Köksal, O. (2013). Web-based surveys in educational research. *International Journal of Academic Research Part B*, 5(1), 5–13. <https://doi.org/10.7813/2075-4124.2013/5-1/B.1>
- [6] Boulding, W., Staelin, R., Ehret, M., & Johnston, W. J. (2005). A Customer Relationship Management Roadmap: What Is Known, Potential Pitfalls, and Where to Go. *Journal of Marketing*, 69(4), 155–166. <https://doi.org/10.1509/jmkg.2005.69.4.155>
- [7] Buttle, F. (2009). *Customer relationship management: concepts and technologies*. Routledge.
- [8] Callegaro, M., Manfreda, K. L., & Vehovar, V. (2015). *Web Survey Methodology*. SAGE Publications.
- [9] Cappuccio, S., Kulkarni, S., Sohail, M., Haider, M., & Wang, X. (2012). Social CRM for SMEs: Current Tools and Strategy. In T. Khachidze, V. Wang, S. Siddiqui, V. Liu, S. Cappuccio, & A. Lim (Eds.), *Contemporary Research on E-business Technology and Strategy* (pp. 422–435). Springer Berlin Heidelberg.
- [10] Chau, M., & Xu, J. (2012). Business intelligence in blogs: understanding consumer interactions and communities. *MIS Quarterly*, 36(4), 1189–1216. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2481674.2481684>
- [11] Choudhury, M. M., & Harrigan, P. (2014). CRM to social CRM: the integration of new technologies into customer relationship management. *Journal of Strategic Marketing*, 22(2), 149–176. <https://doi.org/10.1080/0965254X.2013.876069>
- [12] Constantinides, E., Yousif, A., & Vries, S. De. (2014). Understanding electronic social customer relationship management: foundations and current major themes. *International Journal of Electronic Customer Relationship Management*, 8(4), 180. <https://doi.org/10.1504/IJECRM.2014.067509>
- [13] Durkin, M., McGowan, P., & McKeown, N. (2013). Exploring social media adoption in small to medium-sized enterprises in Ireland. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 20(4), 716–734. <https://doi.org/10.1108/JS-BED-08-2012-0094>
- [14] Eurostat. (2017). *Social media - statistics on the use by enterprises - Statistics Explained*. Retrieved from http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Social_media_-_statistics_on_the_use_by_enterprises
- [15] Fink, A. (2012). How to conduct surveys: a step-by-step guide. In *Sage Publications Ltd (CA)*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED565650>
- [16] Giannakouris, K., & Smihily, M. (2013). Social media - statistics on the use by enterprises. In *Statistics in focus 28/2013*. Retrieved from http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Social_media_-_statistics_on_the_use_by_enterprises
- [17] Greenberg, P. (2008). *CRM at the speed of light: social CRM 2.0 Strategies, tools, and techniques for engaging your customers* (4th ed.). McGraw Hill Professional.
- [18] Greenberg, P. (2010). The impact of CRM 2.0 on customer insight. *Journal of Business Industrial Marketing*, 25(6), 410–419. <https://doi.org/10.1108/08858621011066008>
- [19] Harrigan, P., & Miles, M. (2014). From e-CRM to s-CRM. Critical factors underpinning the Social CRM activities of SMEs. *Small Enterprise Research*, 21(1).
- [20] Harrigan, P., Ramsey, E., & Ibbotson, P. (2009). Investigating the e-CRM activities of Irish SMEs. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 16(3), 443–465. <https://doi.org/10.1108/14626000910977161>
- [21] He, W., Wang, F.-K., Chen, Y., & Zha, S. (2017). An exploratory investigation of social media adoption by small businesses. *Information Technology and Management*, 18(2), 149–160. <https://doi.org/10.1007/s10799-015-0243-3>
- [22] Hsieh, M. H. (2009). A case of managing customer relationship management systems: Empirical insights and lessons learned. *International Journal of Information Management*, 29(5), 416–419. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2009.06.008>
- [23] Iriana, R., & Buttle, F. (2006). Customer Relationship Management (CRM) System Implementations - An Assessment of Organisational Culture. *International Journal of Knowledge, Culture and Change Management*, 6(2), 137–147. Retrieved from <https://www.researchonline.mq.edu.au/vital/access/services/Download/mq:14984/DS01?view=true>
- [24] Jones, N., Borgman, R., & Ulusoy, E. (2015). Impact of social media on small businesses. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 22(4), 611–632. <https://doi.org/10.1108/JSBED-09-2013-0133>
- [25] Kale, S. H. (2004). CRM Failure and the Seven Deadly Sins. *Marketing Management*, 13(5), 42–46.
- [26] Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business Horizons*, 53(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.09.003>

- [27] Kietzmann, J. H., Hermkens, K., McCarthy, I. P., & Silvestre, B. S. (2011). Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media. *Business Horizons*, Vol. 54, pp. 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2011.01.005>
- [28] Kietzmann, J. H., Silvestre, B. S., McCarthy, I. P., & Pitt, L. F. (2012). Unpacking the social media phenomenon: towards a research agenda. *Journal of Public Affairs*, 12(2), 109–119. <https://doi.org/10.1002/pa.1412>
- [29] Küpper, T., Lehmkuhl, T., Wittkuhn, N., Wieneke, A., & Jung, R. (2015). Social CRM Performance Model: An Empirical Evaluation. *28th Bled EConference: #eWellBeing*, 418–435. Retrieved from [https://domino.fov.uni-mb.si/proceedings.nsf/Proceedings/2986D15ABF365087C1257E5B004C6396/\\$File/4_Kupper.pdf](https://domino.fov.uni-mb.si/proceedings.nsf/Proceedings/2986D15ABF365087C1257E5B004C6396/$File/4_Kupper.pdf)
- [30] Lefever, S., Dal, M., & Matthíasdóttir, Á. (2007). Online data collection in academic research: advantages and limitations. *British Journal of Educational Technology*, 38(4), 574–582. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00638.x>
- [31] Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2016). Understanding Customer Experience Throughout the Customer Journey. *Journal of Marketing*, 80(6), 69–96. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0420>
- [32] Orzan, G., Platon, O.-E., Stefanescu, C. D., & Orzan, M. (2016). Conceptual Model Regarding The Influence Of Social Media Marketing Communication On Brand Trust, Brand Affect And Brand Loyalty. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 50(1), 141–156. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/cys/ecocyb/v50y2016i1p141-156.html>
- [33] Payne, A., & Frow, P. (2005). A Strategic Framework for Customer Relationship Management. *Journal of Marketing*, 69(4), 167–176. <https://doi.org/10.1509/jmkg.2005.69.4.167>
- [34] Petrisson, L. A., Blattberg, R. C., & Wang, P. (1997). Database marketing: Past, present, and future. *Journal of Direct Marketing*, 11(4), 109–125. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1522-7138\(199723\)11:4<109::AID-DIR12>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1522-7138(199723)11:4<109::AID-DIR12>3.0.CO;2-G)
- [35] Reynolds, R. A., Woods, R., & Baker, J. D. (2007). *Handbook of research on electronic surveys and measurements*. Retrieved from <https://trove.nla.gov.au/work/8403274?selectedversion=NBD40424185>
- [36] Rogelberg, S. G., & Stanton, J. M. (2007). Introduction. *Organizational Research Methods*, 10(2), 195–209. <https://doi.org/10.1177/1094428106294693>
- [37] Samuel, B. S., & Joe, S. (2016). Social Media and Entrepreneurship. *The Social Sciences*, 11(55), 639–644.
- [38] Schaupp, L. C., & Bélanger, F. (2014). The Value of Social Media for Small Businesses. *Journal of Information Systems*, 28(1), 187–207. <https://doi.org/10.2308/isys-50674>
- [39] Sigala, M. (2011). eCRM 2.0 applications and trends: The use and perceptions of Greek tourism firms of social networks and intelligence. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 655–661. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.007>
- [40] Sinclair, J. K., & Vogus, C. E. (2011). Adoption of social networking sites: an exploratory adaptive structuration perspective for global organizations. *Information Technology and Management*, 12(4), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s10799-011-0086-5>
- [41] Statista. (2017). Number of social media users worldwide 2010–2021. Retrieved December 19, 2017, from <https://www.statista.com/statistics/278414/number-of-worldwide-social-network-users/>
- [42] SURS. (2019). SI-Stat Data Portal. Retrieved July 2, 2019, from <http://pxweb.stat.si/pxweb/dialog/statfile1.asp>
- [43] Sussin, J. (2015). *Top Use Cases and Benefits of Social for CRM in 2015*. Retrieved from <http://www.gartner.com/document/2984019?ref=unauthreader#>
- [44] Tajudeen, F. P., Jaafar, N. I., & Ainin, S. (2018). Understanding the impact of social media usage among organizations. *Information & Management*, 55(3), 308–321. <https://doi.org/10.1016/J.IM.2017.08.004>
- [45] Taneja, S., & Toombs, L. (2014). Putting a Face on Small Businesses: Visibility, Viability, and Sustainability the Impact of Social Media on Small Business Marketing. *Academy of Marketing Studies Journal*, 18(1), 249–260. Retrieved from <https://www.questia.com/library/journal/1G1-397455483/putting-a-face-on-small-businesses-visibility-viability>
- [46] Torggler, M. (2008). The functionality and usage of CRM systems. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 2(5), 261–269. Retrieved from <http://waset.org/publications/2036/the-functionality-and-usage-of-crm-systems>
- [47] Trainor, K. J., Andzulis, J. (Mick), Rapp, A., & Agnihotri, R. (2014). Social media technology usage and customer relationship performance: A capabilities-based examination of social CRM. *Journal of Business Research*, 67(6), 1201–1208. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.05.002>
- [48] We Are Social. (2019). Global Digital Report 2019. Retrieved July 29, 2019, from <https://wearesocial.com/global-digital-report-2019>
- [49] Woodcock, N., Green, A., & Starkey, M. (2011). Social CRM as a business strategy. *Journal of Database Marketing & Customer Strategy Management*, 18(1), 50–64. <https://doi.org/10.1057/dbm.2011.7>
- [50] Zaharah, Z., Ariff, M., Kassim, N. A., Shamsul, M., Shoid, M., Abdullah, C. Z., ... Radzi, R. (2018). The Benefits of Using Social Media and the Impact of not filtering the Information. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 7(3), 304–313. <https://doi.org/10.6007/IJARPE/v7-i3/4368>

Marjeta Marolt je asistentka za področje informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Njena področja raziskovanja med drugim zajemajo uporabo družbenih medijev pri upravljanju odnosov s strankami, inoviranje poslovnih modelov in digitalno preobrazbo. Aktivno sodeluje na domačin in mednarodnih projektih. Rezultate raziskovalnega dela objavlja v uglednih znanstvenih revijah in na konferencah.

Andreja Pucihar je izredna profesorica na področju informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Področje njenega raziskovanja je v zadnjih letih predvsem usmerjeno na digitalno preobrazbo in inovativne e-poslovne modele. Aktivno sodeluje v domačin in mednarodnih projektih. Od leta 2009 vodi svetovno uveljavljeno mednarodno Blejsko e-konferenco. Je članica uredniškega odbora revije »Electronic Markets - The International Journal on Networked Business« in so-urednica revije »Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research«.

█ Avtomatska segmentacija celičnih predelkov v volumetričnih podatkih, pridobljenih z elektronskim mikroskopom

Manca Žerovnik Mekuč¹, Ciril Bohak¹, Rok Romih², Samo Hudoklin², Matija Marolt¹

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenija

²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za biologijo celice, Vrazov trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
manca.zerovnik-mekuc@fri.uni-lj.si, ciril.bohak@fri.uni-lj.si, rok.romih@mf.uni-lj.si, samo.hudoklin@mf.uni-lj.si, matija.marolt@fri.uni-lj.si

Izveček

Segmentacija celičnih predelkov je proces, s pomočjo katerega dobimo kvantitativne informacije o prisotnosti, prostorski porazdelitvi, strukturi in posledično funkciji organizacijskih enot celice, t.i. celičnih predelkov. Z nedavnim razvojem metod elektronske mikroskopije je postal proces ročne segmentacije volumetričnih podatkov ozko grlo v biomedicinskih raziskavah. Da bi pripomogli k učinkovitejšemu poteku celično bioloških raziskav, smo razvili metodo za avtomatsko segmentacijo mitohondrijev in predelkov lizosomalne poti v volumetričnih podatkih tkiva sečnega mehurja, pridobljenih z metodo fokusiranega ionskega snopa in vrstične elektronske mikroskopije (FIB-SEM). Predlagamo cevovod, ki temelji na konvolucijski nevronske mreži in izkorišča znanje, da imajo mitohondriji in predelki lizosomalne poti v določenih regijah podobne teksturne značilnice. Z uporabo tega znanja v omenjenih podatkih naš cevovod bolje segmentira ciljne razrede v primerjavi z ostalimi trenutno vodilnimi metodami, ki so bile predlagane za segmentacijo biomedicinskih podatkov.

Ključne besede: avtomatska segmentacija, elektronska mikroskopija, celični predelki

Abstract

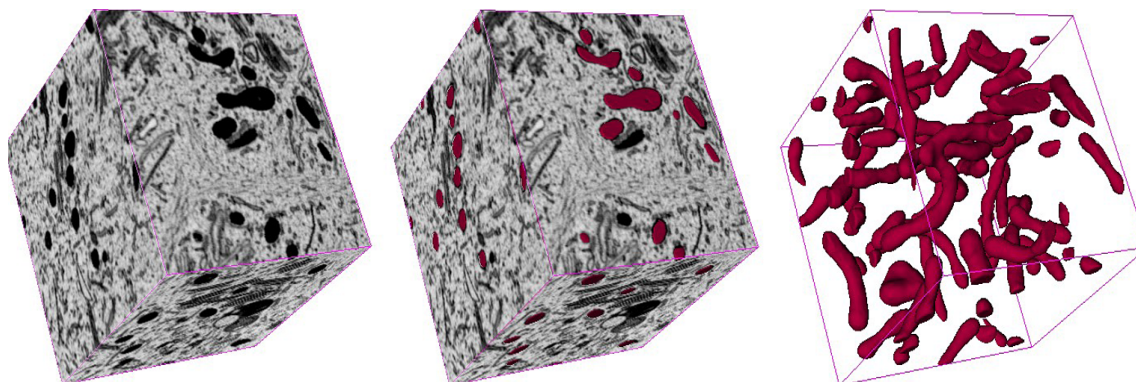
Segmentation of intracellular compartments is a technique that provides quantitative data about the presence, spatial distribution, structure and consequently the function of intracellular compartments, the central organization units of eukaryotic cells. With the recent development of high throughput data acquisition techniques in electron microscopy, manual segmentation is becoming a major bottleneck of the process. To aid biomedical research, we propose a technique for the automatic segmentation of mitochondria and compartments of the lysosomal pathway from cells obtained from the mammalian bladder with the focused ion beam combined with the scanning electron microscopy technique (FIB-SEM). We propose a segmentation pipeline based on the convolutional neural network that exploits the fact that mitochondria and compartments of the lysosomal pathway have similar textural features in certain regions. Using this knowledge, our approach outperforms existing state-of-the-art models evaluated on our dataset.

Keywords: Automatic segmentation, electron microscopy, intracellular compartments

1 UVOD

V našem delu se osredotočamo na segmentacijo celičnih predelkov v podatkih, pridobljenih z elektronskim mikroskopom. Primeri celičnih predelkov so npr. celični organeli, endosomi in transportni vezikli. Na področju biomedicine je segmentacija celičnih

nih predelkov pomembna, saj prinaša kvantitativne podatke o njihovi prisotnosti, prostorski porazdelitvi in posledično o njihovi funkciji v celici, to pa pripomore k raziskavam delovanja evkariontskih celic. Segmentacije se v tovrstnih raziskavah večinoma še vedno opravljajo ročno. Z nedavnim razvojem me-



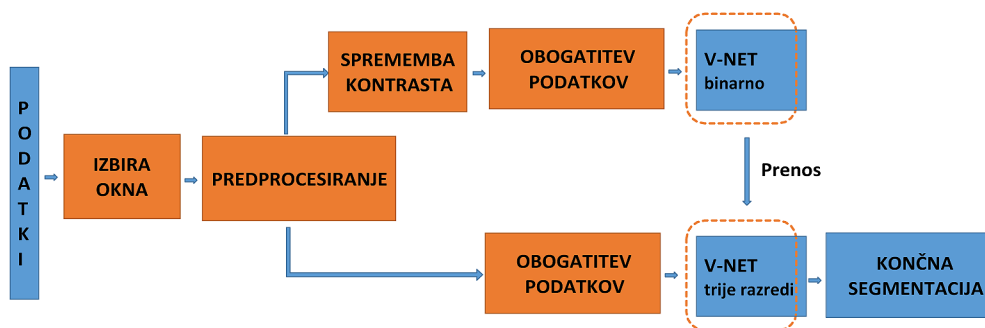
Slika 1: Na levi je primer podatkov, ki jih uporabljamo, na desni pa zelena segmentacija za razred mitohondrijev, ki nam služi kot zlati standard. Na sredini je to dvoje prikazano skupaj.

to za pridobivanje volumetričnih podatkov v elektronski mikroskopiji je ročna segmentacija v raziskavah postala časovno ozko grlo. Posledično se je okrepiło področje raziskovanja metod za avtomatsko segmentacijo tovrstnih podatkov. Podatki, s katerimi se ukvarjamo v našem delu, so pridobljeni z metodo fokusiranega ionskega snopa in vrstične elektronske mikroskopije (FIB-SEM). V tem delu predlagamo cevovod za segmentacijo dveh ciljnih celičnih predelkov in sicer mitohondrijev in predelkov lizosomalne poti. Primer segmentacije mitohondrijev je prikazan na sliki 1. Na področju segmentacije biomedicinskih podatkov so v zadnjih letih najbolj uspešni pristopi, ki temeljijo na globokem učenju [Litjens et al., 2017]. Pri segmentaciji celičnih predelkov se ti osredotočajo predvsem na segmentacijo mitohondrijev [Ozcel et al., 2017, Xiao et al., 2018]. S segmentacijo predelkov lizosomalne poti, ki po našem vedenju v literaturi še niso bili obravnavani, smo povečali raznolikost segmentiranih celičnih predelkov. Predlagan segmen-

tacijski cevovod smo ovrednotili na novi podatkovni zbirki, pridobljeni iz tkiva sečnega mehurja. Obstoječi pristopi za segmentacijo mitohondrijev so bili razviti in ovrednoteni na podatkih pridobljenih iz možganskega tkiva, ki ima v primerjavi s tkivom sečnega mehurja manjšo gostoto in kompleksnost zastopanja celičnih predelkov. Pričakujemo, da bo zato predlagana metoda bolj robustna in uspešna tudi na podatkovnih zbirkah celic drugih tkiv. Evalvacija naše metode je pokazala, da uspešno segmentira volumetrične podatke v ciljne razrede in da v primerjavi z obstoječimi najuspešnejšimi metodami s področja na naših podatkih vrača boljše rezultate.

2 SEGMENTACIJSKI CEVOVOD

Segmentacijski cevovod, ki ga predlagamo, temelji na arhitekturi V-Net [Milletari et al., 2016]. Cevovod izkorišča informacije pogostejše zastopane razreda mitohondrijev za izboljšavo segmentiranja predelkov lizosomalne poti, za katere imamo v učni



Slika 2: Cevovod za segmentacijo mitohondrijev in predelkov lizosomalne poti. V prvi veji učenje poteka na binarnem problemu. Na podlagi naučenih in prenesenih uteži nato v drugi veji model bolje segmentira redkeje zastopani razred.

Tabela 1: Rezultati vrednotenja na testni množici.

Metoda	Klasifikacijska točnost mitohondriji	Diceov koeficient mitohondriji	Klasifikacijska točnost predelki liz. poti	Diceov koeficient predelki liz. poti
U-Net 3D [Çiçek et al., 2016]	0.96	0.60	0.89	0.06
DeepMedic [Kamnitsas et al., 2017]	0.97	0.66	0.98	0.27
V-Net [Milletari et al., 2016]	0.98	0.60	0.96	0.00
Predlagan cevovod	0.99	0.77	0.98	0.46

množici zelo malo primerov. Koraki predlaganega cevovoda so prikazani na sliki 2. V vsaki ponovitvi učenja iz podatkov izrežemo okno velikosti $64 \times 64 \times 64$ vokslov.

Izbiranje okna je uravnoteženo glede na ciljne razrede. V koraku predprocesiranja podatke v izbranem oknu normaliziramo. Po predprocesiranju se cevovod razdeli v dve veji. Najprej učimo zgornjo vejo, kjer spremenimo kontrast vhodnih podatkov, tako da oba ciljna razreda izgledata podobno. Na podatkih s spremenjenim kontrastom uimo mrežo V-Net, ki je konvolucijska nevronska mreža z volumetričnimi operacijami [Milletari et al., 2016]. Naučene uteži prenesemo v spodnjo vejo, kjer uporabimo podobno arhitekturo V-Net, le da ta segmentira vhodne podatke v tri ciljne razrede. Ta model učimo na podatkih brez spremenjenega kontrasta. Pred uporabo obeh modelov izvedemo tudi bogatenje podatkov in sicer s postopki skaliranja, elastičnih deformacij in zrcaljenja osi.

3 REZULTATI

3.1 Podatki

Podatki, ki jih uporabljamo, so bili z metodo FIB-SEM pridobljeni iz površinskih celic epitelijskega tkiva sečnega mehurja miši (urotelij). Na teh podatkih smo s pomočjo orodja Slicer 3D ročno označili mitohondrije in predelke lizosomalne poti v petih izrezanih volumnih velikosti $256 \times 256 \times 256$ vokslov. Oznake so pregledali in popravili biomedicinski eksperti. Volumne smo razdelili v učno množico z dvema volumni, validacijsko množico z enim volumnom in testno množico z dvema volumnoma. V vsakem volumnu je od 15 do 85 mitohondrijev, število predelkov lizosomalne poti pa je manjše. V vsakem volumnu jih je okrog 10.

3.2 Vrednotenje

Na naših podatkih smo ovrednotili tri obstoječe metode in predlagani cevovod. Uporabili smo dve različni meri uspešnosti in sicer Diceov koeficient in klasifikacijsko točnost:

$$\text{Diceov koeficient} = \frac{2TP}{2TP + FP + FN} \quad (1)$$

$$\text{Klasifikacijska točnost} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (2)$$

V zgornjih enačbah TP predstavlja število pravilno pozitivnih, TN število pravilno negativnih, FP število napačno pozitivnih, FN pa število napačno negativnih vokslov v volumnu. Rezultati so prikazani v Tabeli 1. Rezultati predlaganega cevovoda v zadnji vrstici tabele kažejo, da naša metoda dosega najvišje mere uspešnosti za oba ciljna razreda. Vidimo, da je Diceov koeficient pri razredu lizosomalnih predelkov še vedno precej nižji kot pri razredu mitohondrijev. Razlog je v tem, da je ta razred v podatkih redkeje zastopan in ima poleg tega znotraj razreda večjo raznolikost. To bomo naslovili v prihodnosti.

4 ZAKLJUČEK

Predstavili smo cevovod za avtomatsko segmentacijo mitohondrijev in predelkov lizosomalne poti iz FIB-SEM podatkov urotelijskih celic. Z našim cevovodom smo zmanjšali vpliv majhne podatkovne zbirke in neuravnoteženosti učne množice, kjer mitohondriji predstavljajo približno 80 odstotkov, predelki lizosomalne poti pa 20 odstotkov označenih celičnih predelkov. Predlagani pristop v primerjavi z ostalimi ovrednotenimi arhitekturami v naši podatkovni zbirki bolje segmentira ciljne razrede. V prihodnosti bomo metodo razširili z uporabo domenskega znanja o morfologiji ciljnih razredov. Dobljena segmentacija bo pripomogla k boljšemu razumevanju delovanja in funkcije celic mehurja.

LITERATURA

- [1] [Çiçek et al., 2016] Çiçek, Ö., Abdulkadir, A., Lienkamp, S. S., Brox, T., and Ronneberger, O. (2016). 3D U-Net: Learning Dense Volumetric Segmentation from Sparse Annotation. pages 424–432.
- [2] [Kamnitsas et al., 2017] Kamnitsas, K., Ledig, C., Newcombe, V. F., Simpson, J. P., Kane, A. D., Menon, D. K., Rueckert, D., and Glocker, B. (2017). Efficient multi-scale 3D CNN with fully connected CRF for accurate brain lesion segmentation. *Medical Image Analysis*, 36:61–78.
- [3] [Litjens et al., 2017] Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciampi, F., Ghafoorian, M., van der Laak, J. A., van Ginneken, B., and Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42(December 2012):60–88.
- [4] [Milletari et al., 2016] Milletari, F., Navab, N., and Ahmadi, S.-A. (2016). V-Net: Fully Convolutional Neural Networks for Volumetric Medical Image Segmentation. In 2016 Fourth International Conference on 3D Vision (3DV), pages 565–571. IEEE.
- [5] [Oztel et al., 2017] Oztel, I., Yolcu, G., Ersoy, I., White, T., and Bunyak, F. (2017). Mitochondria segmentation in electron microscopy volumes using deep convolutional neural network. In 2017 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), volume 2017-Janua, pages 1195–1200. IEEE.
- [6] [Xiao et al., 2018] Xiao, C., Chen, X., Li, W., Li, L., Wang, L., Xie, Q., and Han, H. (2018). Automatic Mitochondria Segmentation for EM Data Using a 3D Supervised Convolutional Network. *Frontiers in Neuroanatomy*, 12:92.
- [7]

■

Manca Žerovnik Mekuč je asistentka in doktorska študentka na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Njeni raziskovalni interesi so segmentacija volumetričnih podatkov, globoko učenje in rekonstrukcija volumetričnih podatkov. Trenutno poučuje pri predmetu Programiranje 2.

■

Ciril Bohak je asistent na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Njegovi raziskovalni interesi so računalniška grafika, interakcija med človekom in računalnikom, tehnologija iger, poigrivet, e- učenje in pridobivanje informacij iz glasbe. Trenutno poučuje pri predmetih Računalniška grafika, Tehnologija iger in Računalniško podprto oblikovanje. Je eden izmed ustanovnih članov slovenske skupnosti HCI.

■

Rok Romih je redni profesor na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani. Njegovo raziskovalno in pedagoško delo sodi na področje molekularne celične biologije. Glavni interesi v raziskovanju so diferenciacija celic, zno- trajcelični transporti, medcelično signaliziranje, mehanizmi interakcije nanodelcev s celicami, regeneracija tkiv in celična biologija raka. Na področju mikroskopije se posveča predvsem razvoju metod za pripravo bioloških vzorcev za presevno in vrstično elektronsko mikroskopijo. Na dodiplomskem študiju poučuje pri predmetih Celična biologija, Celična biologija z genetiko in Humana genetika, na doktorskem študiju pa pri predmetih Medicinska celična biologija, Svetlobna in elektronska mikroskopija, Kriometode v elektronski mikroskopiji in Dinamičnost celične arhitekture. Je vodja raziskovalnega programa ARRS P3-0108 Diferenciacija urotelijskih celic.

■

Samo Hudoklin je docent na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani habilitiran za področje celične biologije. Raziskovalno se ukvarja z mehanizmi polariziranega vezikularnega transporta v normalnih in spremenjenih urotelijskih celicah ter vlogo Golgijevega aparata in ostalih celičnih predelkov pri tem. Pri svojem delu uporablja širok nabor svetlobno in elektronsko mikroskopskih metod.

■

Matija Marolt je izredni profesor na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Je predstojnik Laboratorija za računalniško grafiko in multimedije. Njegove raziskave so na področjih pridobivanja informacij iz glasbe s poudarkom na semantičnih opisih in razumevanju zvočnih signalov, pridobivanju in organizaciji glasbenih arhivov in interakcije med človekom in računalnikom.

▣ Nizkodimenzionalni model tonskega prostora

Bojan Klemenc¹, Franc Solina¹

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, Ljubljana
bojan.klemenc@fri.uni-lj.si, franc.solina@fri.uni-lj.si

Izvleček

Podrobnosti človeškega zaznavanja tonov oziroma glasbe kot celote, so še vedno odprto raziskovalno področje. Osredotočamo se na nizkodimenzionalne geometrijske modele, ki pomagajo človeku razumeti slušni prostor. Večini obstoječih modelov manjka intuitivna preslikava, ki ohranja zaznavne razdalje med tonskim prostorom, prostorom akordov in tonalitet. Zato predlagamo nov dopolnjen model preslikovanja tonov in tonalitet v vizualni prostor, ki v primerjavi z obstoječimi modeli boljše modelira zaznavne razdalje. Predlagani model je kvocientni prostor, ki smo ga izpeljali s pomočjo zmanjševanja števila dimenzij izvornih podatkov psihoakustičnih poskusov. Model ohranja zajeto varianco najboljših primerljivih modelov, pri čemer omogoča lažjo interpretacijo od obstoječih modelov.

Ključne besede: zaznavanje glasbe, tonski prostor, zmanjševanje števila dimenzij, vizualizacija

Abstract

How human brain perceives and processes tones or music as whole is still an active area of research. We focus on low dimensional models that aid the human understanding of auditory space. Most existing models lack intuitive perceptual distance preserving mapping that would simultaneously represent relationships between tones, chords and tonalities. We propose an augmented model and mapping of tone and tonal region space to a visual space that uses improved perceptually uniform mapping from auditory space to visual space compared to existing solutions. The proposed quotient space model is based on existing models derived with dimensionality reduction methods from psychoacoustic data. The model preserves the captured variance of best comparable existing models while the dimensions of the model are easier to interpret compared to existing models.

Keywords: Music perception, pitch space, dimensionality reduction, visualization

1. UVOD

Podrobnosti človeškega zaznavanja tonov oziroma glasbe kot celote, so še vedno odprto raziskovalno področje. Raziskovalci na področju psihoakustike so v zadnjih desetletjih zgradili več zaznavnih modelov (Krumhansl and Cuddy, 2010), da bi razumeli značilnosti človeškega slušnega zaznavnega prostora, kot na primer zaznavanje harmonskih odnosov med toni, akordi in tonalitetami – kaj zaznamo kot konsonantno ali disonantno v različnih kontekstih. Te modele lahko uporabimo za analizo glasbe, pri učenju in ustvarjanju nove glasbe. Razdelimo jih v dve skupini: če so namenjeni človeku, modeli ne smejo biti preveč zapleteni, da olajšajo razumevanje; če pa so namenjeni računalniku, so lahko bolj zapleteni. Osredotočimo se na modele, ki pomagajo

človeku razumevati zaznavni tonski prostor. Človek se lahko uči konceptov (npr. igranja glasbil) med drugim s ponotranjanjem množice pravil. Pri tem si lahko tudi pomagamo z vizualnimi modeli. Zato se osredotočamo na podskupino zaznavnih modelov tonskega prostora, ki jih je preprosto vizualizirati – geometrijske modele. Primerjali smo obstoječe modele in ugotovili, da mnogi modeli ne uporabljajo preslikav, ki bi v vizualnem modelu ohranjale slušno zaznavno razdaljo med toni, akordi in tonalitetami. Takšni neintuitivni modeli so vseeno uporabni, vendar imajo bolj strmo krivuljo učenja.

Predlagamo nov, dopolnjen model preslikave tonov in tonalitet v vizualni prostor, ki bolje ohranja zaznavne razdalje pri preslikavi iz slušnega v vizualni prostor. Pri izdelavi modela je bilo glavno vo-

dilo zgraditi model, ki lahko pomaga človeškemu razumevanju tonskega prostora. Model je zgrajen na podlagi obstoječih geometrijskih modelov, ki so izpeljani s pomočjo zmanjševanja števila dimenzij: večdimenzionalnega skaliranja (angl. multidimensional scaling – MDS) in razvijanja z maksimalno varianco (angl. maximum variance unfolding – MVU). Topološko imajo ti modeli obliko 2-torusa, kjer so tonalitete na površini torusa. Takšni nizkodimenzionalni modeli ponujajo dodatno vizualno orodje, s katerim lahko uporabniku olajšamo razumevanje, v kakšnih medsebojnih razmerjih iz harmonskega vidika so posamezni toni, akordi in tonalitete. Predpogoj za smotrnost uporabe takšnega modela pa je, da model zajame čim večjo varianco izvirnega večdimenzionalnega zaznavnega prostora.

Čeprav se topologija 2-torusa razlikuje od topologije barvnega prostora, lahko izbrane dimenzije 2-torusa preslikamo v barvni prostor. Zaznavna bližina v tonskem prostoru se tako preslika v zaznavno bližino v vizualnem oziroma barvnem prostoru. Posledično lahko preslikavo predlaganega modela v barvni prostor uporabimo za nadgradnjo obstoječih orodij za vizualizacijo glasbe ter za nadgradnjo glasbil, kjer si lahko uporabniki s pomočjo barv pomagajo pri orientaciji po predlaganem modelu. Predlagani model lahko tako pri učenju nadomesti preprostejše modele, kot na primer kvintni krog, ter se zaradi ohranjanja zaznavnih razdalj uporabi v obstoječih algoritmih za segmentacijo in prepoznavanje tonov, akordov in tonalitete.

2 OZADJE IN SORODNI MODELI

Zaznavni modeli so grajeni na osnovi človeške zaznave zvoka, zato za vhodne podatke ne uporabljajo fizičnega signala, ampak glasbene tone, ki že predstavljajo rezultat človeške zaznave zvoka. Na podlagi medsebojnih razmerij med toni lahko zgradimo model tonskega prostora. Eden od možnih pristopov je, da tone začnemo razporejati po prostoru glede na njihova medsebojna razmerja, kakor jih opisuje glasbena teorija (Tymoczko, 2012; Chew, 2000; Harter, 2010). Mnogi takšni modeli imajo probleme pri hkratnem modeliranju zaznavnih razdalj med toni, akordi in tonalitetami.

Drug možen pristop je, da za izhodišče vzamemo rezultate psihoakustičnih poskusov – zaznavne razdalje med toni, akordi in tonalitetami – ter jih postavimo v večdimenzionalen metrični prostor.

Psihoakustični poskusi Krumhanslove (Krumhansl and Cuddy, 2010; Krumhansl, 1990) so zajemali večje skupine ljudi, ki so ocenjevali, kako dobro nek ton sledi zaporedju tonov, akordov ali kakšnega drugega tonskega konteksta. Na podlagi teh poskusov so sestavili tonalitete profile. Tonalitetni profil za posamezno tonaliteto je vektor zaznavnih razdalj med tonaliteto in toni enakomerno temperirane 12-tonske lestvice. Tako dobimo večdimenzionalen metrični prostor, kjer evklidska razdalja med vektorji predstavlja razdaljo med tonalitetami. Nato z metodami za zmanjševanje števila dimenzij modele poenostavimo. Za ciljno število dimenzij 4 in z uporabo MDS, kot predlaga Krumhanslova (Krumhansl and Cuddy, 2010), dobimo 2-torus (T_2) vloženo v \mathbb{R}^4 , kjer tonalitete ležijo na površini torusa.

Burgoyne in Saul (2005) sta predlagala uporabo MVU za zmanjšanje števila dimenzij. Podobno kot pri MDS, z uporabo MVU dobimo 2-torus, vendar z drugačno razporeditvijo tonalitete. Model MDS lahko dopolnimo tako, da vsebuje tudi tonske razrede (slika 1a) – tak model se ujema z nekaterimi starejšimi predlaganimi modeli (Purwins et al., 2007); medtem ko Burgoyne in Saul (2005) pri modelu MVU nista definirala mreže tonskih razredov.

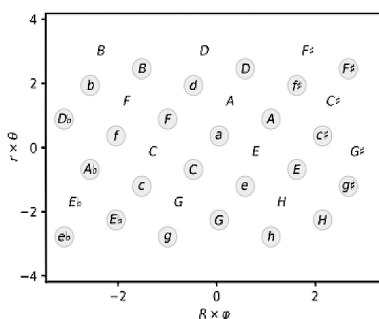
3 PREDLAGANI MODEL TONSKEGA PROSTORA IN REZULTATI

Predlagani model gradimo na obstoječih modelih, ki so izpeljani z zmanjševanjem števila dimenzij višje-dimenzionalnega metričnega prostora, kjer evklidska razdalja predstavlja zaznavno razdaljo. S ciljnim številom dimenzij 4 in uporabo MDS ali MVU dobimo 2-torus (kartezični produkt dveh krožnic $T_2 = S_1 \times S_1$). Uporaba štirih dimenzij je kompromis med poenostavljanjem modela in ohranjanjem čim večje količine informacij.

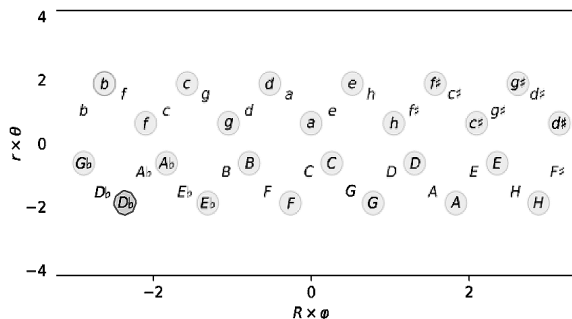
Modele smo evalvirali tako, da smo primerjali, kako dobro ohranjajo zaznavne razdalje proti izvornemu večdimenzionalnemu modelu. Za vsako tonaliteto smo v izvornem modelu izračunali tonalitetni profil – vektor razdalj tonalitete do ostalih tonalitete (T-T); podobno izračunamo razdalje posameznih tonov do tonalitete (t-T). Zanima nas, kako dobro model ohranja relativne razdalje tonalitetnih profilov, zato izračunamo Pearsonov korelacijski koeficient med vektorji razdalj izvornih tonalitetnih profilov in vektorji nizkodimenzionalnih modelov na podlagi MDS in MVU (model 1 in model 3 v tabeli 1). Podobno

izračunamo korelacijski koeficient za tonsko-tonalitetne profile. Pri obeh nizkodimenzionalnih modelih prvi dve dimenziji ($R \times \varphi$ na slikah 1a in 1b) predstavljata dva prekrivajoča se kvintna kroga. Pri modelu MDS preostali dve dimenziji ($r \times \theta$) ni tako preprosto interpretirati, medtem ko pri modelu MVU dobimo kontrast med duri in moli, kar je prednost modela

MVU. Po drugi strani pa je korelacija modela MDS z izvornim modelom boljša od modela MVU. Poleg tega je relativno preprosto dodati tonske razrede v model MDS (predlagana različica je prikazana na sliki 1a, pripadajoča korelacija z izvornimi profili pa je podana v tabeli 1 (model 2).



(a) Obstoječi model razporeditve tonalitet na podlagi večdimenzionalnega skaliranja (MDS) (Krumhansl, 1990) z dodanimi toni.



(b) Predlagani model na podlagi razvijanja z maksimalno varianco (MVU) je kvocientni prostor, kjer toni in tonalitate predstavljajo ekvivalenčne razrede. Vsak ton se v modelu vizualno pojavi dvakrat (enkrat v kontekstu dura – velike črke, enkrat v kontekstu mola – male črke), vendar obe pojavitvi predstavljata isti ekvivalenčni razred.

Slika 1: Primerjava razvitih površin 2-torusov obeh modelov tonalitetnega prostora – na podlagi MDS in na podlagi MVU z dodanimi ekvivalenčnimi razredi. Za lažje razločevanje so na sliki tonalitate obkrožene, toni pa so neobkroženi. Enharmonični ekvivalenti so zaradi boljše preglednosti označeni samo z enim od imen. Evklidske razdalje med toni in tonalitetami predstavljajo zaznavne razdalje.

Tabela 1: Primerjava tonsko-tonalitetnih modelov zgrajenih na podlagi psihoakustičnih podatkov. Primerjamo korelacijo vektorjev tonalitetnih profilov (T-T) in tonsko-tonalitetnih profilov (t-T) posameznih modelov z vektorji referenčnega modela. Model 2 smo dopolnili, da ga lahko primerjamo s predlaganimi modeloma 4 in 5.

modeli	korelacijski koeficienti	
	T-T	t-T
1. MDS → 2-torus (Krumhansl, 1990)	0.88	
2. MDS → 2-torus z dodatnimi toni (dopolnjeni model)	0.88	0.89
3. MVU → 2-torus (Burgoyne and Saul, 2005)	0.64	
4. MVU → 2-torus → kvocientni prostor nad R^2 (predlagani model)	0.80	0.79
5. MVU → 2-torus → kvocientni prostor nad R^3 (predlagani model)	0.87	0.90

Predlagamo nov model, osnovan na modelu MVU, ki združuje prednosti obeh obstoječih modelov. Če poskusimo dodati tone v model MVU, kakor smo dodali v MDS, je korelacija vektorja razdalj z vektorjem izvornih tonalitetnih profilov precej slabša. V predlagani model zato vsak ton dodamo dvakrat – enkrat za durov in enkrat za molov kontekst. Ker so vsi toni in tonalitate na površini torusa, lahko torus razvijemo v R^2 (slika 1b) in definiramo ekvivalenčno relacijo, ki enači vse primerke iste tonalitetne T v ekvivalenčni razred $[T]$.

Podobno definiramo ekvivalenčno relacijo za tone, ki vse primerke istega tona in njegovih enharmoničnih ekvivalentov enači v ekvivalenčni razred $[t]$. Dobimo kvocientni prostor $R^2 / \sim_{[T,t]}$.

Prednost tako opredeljenega modela je, da ga še vedno lahko vizualiziramo v R^2 (slika 1b). Korelacija vektorja razdalj predlaganega modela (model 4 v tabeli 1) z vektorjem razdalj izvornih tonalitetnih profilov (stolpec T-T v tabeli 1) je višja od obstoječega modela MVU, prav tako je tudi korelacija z izvornimi tonsko-tonalitetnimi profili (stolpec t-T) visoka, ven-

dar manjša od modela MDS. Problem rešimo tako, da namesto nad R^2 definiramo kvocientni prostor nad R^3 (model 5) in tako dosežemo približno enako korelacijo z izvornimi profili kot model MDS, hkrati pa je dimenzije predlaganega modela lažje interpretirati kot dimenzije modela na podlagi MDS.

4 ZAKLJUČEK

Predlagali smo nov model, ki je osnovan na nizkodimenzionalni vložitvi tonskega prostora na podlagi zmanjševanja števila dimenzij z metodo MVU. Obstoječi model na podlagi MVU vsebuje le tonalitete, predlagani model pa spremeni obstoječi model v kvocientni prostor, da lahko dodamo tonske razrede ter hkrati ohranjamo zaznavne razdalje glede na izvorne večdimenzionalne tonalitete profile. Korelacija predlaganega modela je primerljiva z najboljšim podobnim obstoječim modelom MDS, hkrati pa ima bolj enostavne interpretacije dimenzij iz vidika glasbene teorije in je posledično bolj primeren za človeško razumevanje tonskega prostora. V nadaljevanju bomo za testiranje predlaganega modela preslikali model v barvni prostor ter prenesli v obstoječa orodja za analizo glasbe in aplicirali na glasbila – npr. klavir s tipkami osvetljenimi z LED-lučkami, ki uporabniku

pomagajo najti lokacije tonov, akordov in tonalitete v računalniški vizualizaciji modela. Cilj predlaganega modela je pomagati človeškemu razumevanju slušnega tonskega prostora, kar bi lahko omogočilo lažje razumevanje glasbene teorije, hitrejše učenje igranja glasbil in ustvarjanja glasbe.

LITERATURA

- [1] Burgoyne, J. A. and Saul, L. K. (2005). Visualization of Low Dimensional Structure in Tonal Pitch Space. In *International Computer Music Conference Proceedings*, pages 243–246, Barcelona.
- [2] Chew, E. (2000). *Towards a Mathematical Model for Tonality*. Ph.D. dissertation, Operations Research Center, MIT, Cambridge, MA.
- [3] Harte, C. (2010). *Towards automatic extraction of harmony information from music signals*. PhD thesis, Department of Electronic Engineering, Queen Mary, University of London.
- [4] Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive foundations of musical pitch*. Number no. 17 in Oxford psychology series. Oxford University Press, New York.
- [5] Krumhansl, C. L. and Cuddy, L. L. (2010). A Theory of Tonal Hierarchies in Music. In Riess Jones, M., Fay, R. R., and Popper, A. N., editors, *Music Perception*, volume 36, pages 51–87. Springer New York, New York, NY.
- [6] Purwins, H., Blankertz, B., and Obermayer, K. (2007). Toroidal models in tonal theory and pitch-class analysis. *Computing in Musicology (Tonal Theory for the Digital Age)*, 15:73–98.
- [7] Tymoczko, D. (2012). The Generalized Tonnetz. *Journal of Music Theory*, 56(1):1–52.

■

Bojan Klemenc je asistent na Fakulteti za računalništvo in informatiko ter član Centra za jezikovne vire in tehnologije Univerze v Ljubljani. Magistriral je leta 2016 na Fakulteti za računalništvo in informatiko. Raziskovalno se ukvarja z modeliranjem zaznavanja glasbe, vizualizacijami in korpusno leksikografijo. Je soavtor polavtomatiziranega odzivnega digitalnega Slovarja sopomenk in Kolokacijskega slovarja sodobne slovenščine.

■

Franc Solina je redni profesor računalništva in informatike na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani ter ustanovitelj Laboratorija za računalniški vid (1991). Diplomiral (1979) in magistriral (1982) je na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, doktoriral pa iz računalništva (1987) na University of Pennsylvania v ZDA. Raziskovalno se ukvarja s 3D modeliranjem na osnovi slik in z uporabo računalniškega vida na področju uporabniških vmesnikov ter umetniških instalacij. Je član IEEE, IAPR, ICOMOS, Zveze društev slovenskih likovnih umetnikov ter Evropske akademije znanosti in umetnosti.

█ Pametna pogodba z metodo za zagotavljanje ravni storitev z uporabo pametnih prerokov

Sandi Gec^{1,2}, Dejan Lavbič¹, Vlado Stankovski²

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana, Slovenija

²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija
sandi.gec@fri.uni-lj.si, dejan.lavbic@fri.uni-lj.si, vlado.stankovski@fgg.uni-lj.si

Izvleček

Od razvoja tehnologije veriženja blokov ter pristopov, kot so pametne pogodbe, je zanimanje za vključitev tovrstnih pristopov v obstoječe arhitekture računalništva v oblaku v vzponu. Pametne pogodbe so v splošnem porazdeljene aplikacije, ki omogočajo prenos digitalnih sredstev med pogodbenimi strankami po vnaprej dogovorjenih pogojih, so se izkazale kot obetavne zlasti zaradi transparentnega izvajanja med različnimi deležniki. S povečanjem algoritmičnih kompleksnosti funkcionalnosti, kot v našem primeru metoda za izvajanje sporazuma na ravni storitve v pametnih pogodbah, lahko postane vprašljiva smotnost izvedljivosti predvsem s stroškovnega stališča, zato je mogoče uporabiti sodoben pristop komunikacije pametnih pogodb z zunanjimi viri, ki ga imenujemo pametni preroki. Poenostavitev pametnih pogodb je mogoča, če del jedra funkcionalnosti ali algoritma izvajamo zunaj verige. V tem prispevku predlagamo novo metodo za izvajanje sporazuma na ravni storitve na pametni pogodbi s prenosom operacij z verige na namenske storitve zunaj verige z uporabo pametnih prerokov. Predlagana metoda dokazuje, da je mogoče zmanjšati skupne stroške izvajanja pametne pogodbe in hkrati izboljšuje raven distribucije rešitve.

Ključne besede: tehnologija veriženja blokov, pametne pogodba, pametni prerok

Abstract

Since the development of blockchain technology such as Smart Contracts, the attempts for the integration into cloud computing architectures have been on the rise. Smart Contracts are distributed applications that facilitate the transfer of digital assets between parties under the agreed-upon terms and have proven to be promising mechanisms that are able to interact with different stakeholders. However, with the increase of the algorithmic complexity of Smart Contract functionalities, such as the Service Level Agreement, the cost feasibility may become questionable. As a result, we have used the approach known as Smart Oracles, which enables the interaction of Smart Contracts with off-chain data. It is possible to migrate the computational core of the algorithms to off-chain execution. In this paper, we propose a novel method for the Service Level Agreement by migrating on-chain operations to off-chain dedicated services via Smart Oracles. The proposed method shows that it is possible to reduce the overall Smart Contract execution cost and at the same time increase the distribution level of the solution.

Keywords: Blockchain, Smart Contract, Smart Oracle

1 UVOD

S pojavom tehnologije veriženja blokov ter omrežij, kot je Ethereum [Buterin, 2015] zagnan leta 2015, so se odprle nove možnosti za izvajanje operacij zaupanja. Te vključujejo uporabo pametnih Pogodb (PP), ki poleg prvotne interakcije s podatki v verigi omogočajo neposredno interakcijo s podatki izven verige s pomočjo pristopa pametnih prerokov (PPR) ali tradicionalno, vendar neučinkovito z uporabo načrtoval-

skega vzorca preroka, predlaganega od [Wöhler in Zdun, 2018]. PPR lahko v osnovi opišemo kot decentralizirano storitev, ki omogoča interakcijo PP izven verige.

V primerih, kjer so scenariji dinamični in posledično bolj zapleteni, se ta kompleksnost odraža v funkcijah PP, ki so stroškovno dražje in obenem so njihovi klici časovno manj učinkoviti (npr. se izvedejo v 2 ali več blokovnih ciklih). Takšne funkcije PP

zato nimajo realnih temeljev uporabe v produkcijskih okoljih oblakovnega računalništva, v našem primeru pri izvajanju sporazuma o ravni storitev (ang. service-level agreement - SLA).

Cilj tega dela je predlagati novo metodo v PP za SLA, ki temelji na uporabi pametnih prerokov ter jo primerjati s konvencionalno metodo SLA, podprto v celoti v PP. Smotnost nove SLA metode je podkrepjena z empirično analizo, kjer dokažemo, da se v primerjavi z obstoječo metodo zmanjša skupni strošek izvajanja PP. Obenem se poveča stopnja distribucije sistema ter posledično tudi razpoložljivosti na več ravneh, kot so PPR vozlišča. Nova PPR vozlišča lahko po potrebi namestimo v učinkovitem času na poljubnih geolokacijah. Torej, našo rešitev lahko predstavimo z analogijo tri-nivojskih sistemov, kjer želimo doseči tankega oz. lahkega odjemalca v PP, ki je sestavljen iz manj kompleksnih in posledično cenejših funkcij.

2 SORODNO DELO

V tem poglavju so predstavljena sorodna raziskovalna dela, ki temeljijo na tehnologiji veriženja blokov. Pri tem se osredotočamo na dela PP in PPR, kot temeljna pristopa za doseganje naše raziskave.

Za pripravo robustnih PP smo uporabili orodja GasReducer avtorjev [Chen idr., 2018] ter Oyente avtorjev [Luu idr., 2016], ki nam nudijo za identifikacijo najdražjih funkcij v PP. Po identifikaciji funkcij smo pripravili prototipno rešitev brez uporabe pametnih prerokov na podlagi oblikovalskega vzorca PPR, ki sta ga predlagala [Wöhler in Zdun, 2018]. Ker predlagan oblikovalski vzorec vsebuje preveč varnostnih pomanjkljivosti (npr. kako zagotoviti varen pretok podatkov, integriteta zunanje storitve in drugi), smo uporabili zaupanja vreden pristop z uporabo Chain-Link1 PPR. Sorodno našemu predhodnemu delu, kjer je bila osredotočenost na zaupanju PPR z uporabo ogrodja Oraclize2 in našega pristopa [Kochovski idr., 2019], kjer v tem delu predstavimo smotnost migracije segmentov najdražjih funkcij izven verige. Avtorji [Zhou idr., 2019] predlagajo SLA metodo v celoti na PP brez uporabe PPR, vendar je stroškovni vidik pri takšnem pristopu vprašljiv za produkcijske namene.

V našem delu predlagamo novo SLA metodo, ki je definirana na PP ter zunanji storitvi dostopni s pomočjo PPR. Poleg visoke stopnje distribucije takšnega pristopa, metoda omogoča večjo skalabilnost, saj je metodo mogoče nadgraditi v realnem času obe-

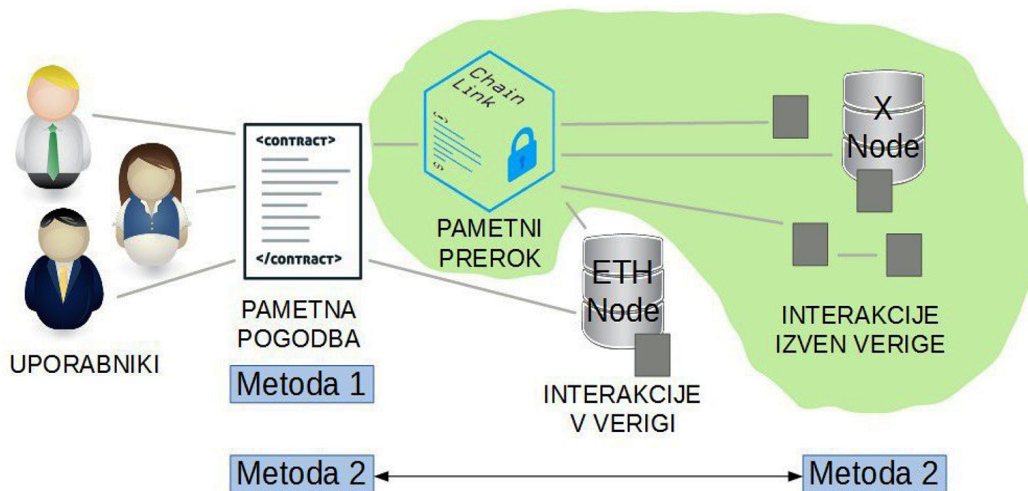
nem pa hraniti obstoječe rezultate v sorodni verigi in s tem ohraniti integriteto delovanja.

3 INTERAKCIJA PAMETNIH POGODB NA VERIGI Z ZUNANJIMI SISTEMI

PP v osnovi omogočajo posredno interakcijo s podatki izven verige. Na primer, uporabnik lahko podatke izven verige posreduje preko vhodnih atributov funkcije PP. Raziskovalno so se [Carminati idr., 2018] ukvarjali z naslovitvijo konceptov varnega pretoka podatkov v poslovnih procesih z uporabo tehnologije veriženja blokov. Od pojavitve javnih PPR rešitev so PP sposobne komunicirati s storitvami tretjih oseb (npr. podatki, ki so del drugih sistemov na tehnologiji veriženja blokov) preko (de)centraliziranih storitev PPR, ki omogočajo sprožitve zunanjih storitev in neposredno pridobivanje rezultatov PP v jedru same funkcije. Interakcija s podatki zunaj verige je omogočena s sledečimi entitetami: vozlišči tehnologij veriženja blokov vključno z drugimi sorodnimi sistemi, javnimi storitvami ali kombinacijo sistemov ter storitev. Proces, ki opisuje predstavljeno interakcijo med PP in PPR, je prikazan na sliki 1, kjer se interakcija poleg omrežja Ethereum (predstavljena z ETH Node) razširja tudi na druge blokovne rešitve (predstavljena kot X Node). Naša ideja je, da izkoristimo prednosti uporabe PPR z redefinicijo obstoječih funkcij PP, ki niso primerne za produkcijsko rabo – pomanjkanje preverljivosti, razširljivosti in predvsem stroškovne smotnosti.

V našem delu je primer uporabe obravnavan na PP, ki ga lahko v grobem povzamemo kot SLA, kjer je namen PP digitalno preveriti pogoje uporabe specifične oblakovne storitve in posledično olajšati konsenz med deležniki, uporabnikom ter sistemom, ki ponuja oblakovno storitev. Na primer, končni uporabnik želi uporabljati storitve v oblaku pod določenimi SLA pogoji (npr. dostopnost storitve 99.9 %, latenca, manjša od specificirane vrednosti itd.). Najprej se izvede dogovor o ceni in SLA pogojih – končni uporabnik plača določeno ceno, ki je zaklenjena v PP in začne uporabljati storitev v oblaku. Ko končni uporabnik preneha uporabljati to storitev, se izvede funkcija preverjanja SLA. Potek funkcije je opisan v algoritmu 1. V takšni obliki je funkcija PP za preverjanje SLA draga zaradi zahtevnejših vhodnih podatkov (npr. tabele) in jedra funkcije z vrsto zank, ki so potrebne za samo izvedbo funkcije.

¹<https://chain.link/>



Slika 1: Prikaz procesa interakcije PP med uporabniki, instanco PP in vozliščem Ethereum. Pri pristopu uporabe PPR, ki je prikazano z zelenim ozadjem, je razvidna povezljivost z zunanjimi sistemi na tehnologiji veriženja blokov in storitvami tretjih oseb. Osnovni algoritem (Metoda 1) na PP in novi algoritem (Metoda 2), kjer del algoritma predstavlja zunanja storitev.

Vhodni podatki: tabela SLA_{OsnovneMeritve}, tabela ločila, decimalnoŠtevilko CiljSLA

Izhodni podatki: operacija FormalneLogike je Dosežen tabela (razdeli SLA_{OsnovneMeritve} po ločniku); decimalnoŠtevilko RezultatSLA = 0; tabela MeritveSLA = razdeli(SLA_{OsnovneMeritve}, ločila);

dokler MeritveSLA obstajajo **naredi**

decimalnoŠtevilko vsotaMeritev = 0; število števec = 0;

// za vsak seznam SLA meritev;

ZA število i = 0, i++, dokler i < MeritveSLA.dolina; vsotaMeritev += meritev; števec++;

RezultatSLA += pragPomembnosti (vsotaMeritev/števec);

konec

če RezultatSLA CiljSLA **potem**

// SLA je bil dosežen; vrni pravilen;

drugo

// SLA ni bil dosežen; vrni napačen;

konec

Algoritem 1: Primer funkcije za izračun SLA, ki temelji na interakciji s podatki na Ethereum verigi brez uporabe PPR.

V SLA primeru uporabe nadgrajenim s PPR interakcijo, je algoritem preoblikovan na takšen način, da je računanje oz. jedro funkcije v celoti preneseno v zunanjo storitev. Pri tem je potrebno pametno pogodbo razširiti s *ChainlinkClient* pametno pogodbo, ki definira ogrodje za podporo ChainLink PPR. Ta neposredno komunicira s SLA podatki, shranjenimi v namenski sorodni verigi (npr. IOTA³) pri čemer so takšni podatki obenem tudi vedno preverljivi. Obenem se vhodni podatki poenostavijo iz tabel v nize ali so dodatno nizi ločeni z ločili kot reference na SLA

podatke ter s časovnimi okvirji relevantnimi za izračun SLA. Povzetek PP funkcije podprte s PPR predstavlja algoritem 2.

4 EKSPERIMENTALNA ŠTUDIJA

V tem poglavju je predstavljena eksperimentalna metodologija in prvotno doseženimi empiričnimi rezultati

³<https://www.iota.org/>

Vhodni podatki: tabela SLA_{OsnovneMeritve}, tabela ločila, decimalnoŠtevilo CiljSLA

Izhodni podatki: operacijaFormalneLogike jeDosežen podatki = (SLA_{OsnovneMeritve}, ločila, CiljSLA);

// gradnja nove poizvedbe;

Chainlink.Request memory poizvedba = buildChainlinkRequest(jobId, this, this.izpolnjevalnaFunkcija);

// dodamo parametre poizvedbe in sicer URL ter tip REST klica; poizvedba.add(„get“, „API-URL“);

// dodamo pot (ang. path) z vsemi vhodnimi podatki v JSON obliki; poizvedba.add(„path“, podatki);

// pošiljanje poizvedbe z 1 LINK žetonom v PPR; RezultatSLA = sendChainlinkRequest(poizvedba, 1 * LINK); če

RezultatSLA ≥ *CiljSLA* **potem**

// SLA je bil dosežen; vrni pravilen;

drugo

// SLA ni bil dosežen; vrni napačen;

konec

Algoritem 2: **Primer funkcije za izračun SLA, ki temelji na interakciji s podatki na Ethereum verigi nadgrajen z uporabo PPR.**

4.1 Eksperimentalna metodologija

Eksperimentalno okolje temelji na testnem javnem Ethereum vozlišču Rinkeby, ki omogoča največjo stopnjo funkcionalnosti (npr. naprednejše poslušalce vozlišča). Druga možnost, kjer se izognemo vzpostavitvi lastnih vozlišč, je spletno orodje Infura4, ki povezljivost vozlišč zagotavlja preko storitev in s tem omogoča interakcijo z javnimi Ethereum testnimi Rinkeby omrežji. V tem primeru smo nekoliko funkcionalno omejeni, saj ne moremo zagnati poslušalcev na nivoju bloka ali transakcijskih funkcij za bloke, imenovanih opazovalci (ang. observers). V našem primeru poganjamo svoja testna vozlišča in tako imamo možnost zagnati poslušalca na nivoju bloka, kar pomeni da smo o potrjeni transakciji (izvedeni funkciji PP) nemudoma obveščeni, ko je blok na novo ustvarjen. Skozi empirično analizo želimo odgovoriti na ključni vprašanji:

- Ali je v našem primeru bolj primeren pristop z uporabo zgolj PP ter s tem interakcijo podatkov na verigi ali je bolj smotrno del podatkov obravnavati zunaj verige z uporabo PPR?
- V primeru pomanjkanja PPR vozlišč ali jih je mogoče namestiti v obstoječem ciklu (trajanje cikla cca 15 sekund) na poljubno geolokacijo?

4.2 Rezultati in razprava

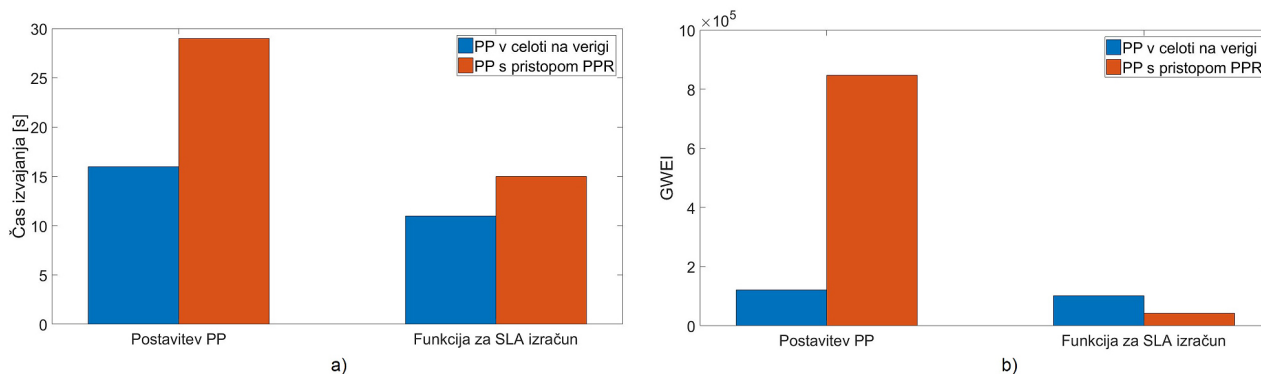
V okviru eksperimentalne metodologije in implementacije našega primera uporabe smo izvedli evalvacijo, kjer smo naš primer uporabe izvedli 10-krat na testnem Ethereum omrežju Rinkeby. Rezultati so prikazani na sliki 2, kjer se v primeru metrike za ceno uporablja denominacijo GWEI5.

Rezultati delovanja kažejo, da se postavitev PP v primeru klasičnega pristopa izvede v enem bloku, medtem ko v primeru pristopa z uporabo PPR le ta potrebuje čas dveh blokov. Naš pristop torej ni primeren takrat, ko so performančne zahteve ključnega pomena.

V fazi integracije ChainLink PPR vozlišč, ki služijo kot osnovne komponente za interakcijo s PPR, smo le te uporabljali v obliki kontejnerskih slik (ang. Container images). Pri tem smo instance kontejnerskih slik namestili s storitvijo Kubernetes v Sloveniji na različne geografske lokacije. Storitve Kubernetes je nameščena na strojni opremi s 4 virtualnimi procesorskimi jedri s strojnim pospeševanjem procesorja (ang. CPU) Intel Xeon E5649 jedri s posamičnimi frekvencami 2.53GHz, 2GB delovnega pomnilnika in trdega diska kapacitete 20GB. V poskusu namestitve ChainLink vozlišč smo namestitev kontejnerskih slik izvedli 10-krat na različnih geolokacijah kot prikazuje tabela 1. Visoka stopnja distribucije nudi hitrejšo interakcijo PP s PPR in je ključna v primerih, ko se interakcija PPR izvaja na globalnem nivoju.

⁴<https://infura.io>

⁵1 Ethereum = 1, 000, 000, 000 GWEI (10⁹)



Slika 2: Performančni časi (a) in rezultati stroškov z uporabo denominacije GWEI (b) na testnem Ethereum omrežju Rinkeby.

Tabela 1: Časi namestitve kontejnerskih slik ChainLink vozlišča različnih geolokacijah.

Ime oblaka	Kontinent	Časi namestitve [ms]
Arnes	Evropa	3133
flexiOps	Združeno kraljestvo	80332
GKE-EU-WEST	Evropa	1866
GKE-ASIA-EAST	Azija	5133
GKE-US-WEST	Združene države Amerike	2266

Z vidika ocene stroškov je pri uporabi našega pristopa s PPR (podatki PP deloma izven verige), kjer so v PP globalne spremenljivke bistveno kompleksnejše in sicer večinoma tipa *uint256* in *bajtov*. To kot posledica terja večje stroške postavitve PP. Poleg tega je s pristopom PPR obvezna uporaba dodatnih knjižnic (npr. matematične, vmesniki, odločevalske itd.), ki jih je treba vključiti v PP, kar tudi terja svoj strošek pri postavitvi PP. Po drugi strani pa s prenosom logike na storitve, ki niso povezane z verigo, postane naša funkcija SLA bistveno cenejša v primerjavi z običajnim pristopom. Obenem je za nadaljnjo analizo potrebno podrobneje definirati zahteve uporabe in arhitekturo v oblaku, opraviti pregled smiselnih funkcij za prenos ter izvedbo v PP takšnih funkcij, ki se izvajajo večkrat, da bi zmanjšali skupne stroške PP, ki se običajno ocenjujejo, če se ujema s statističnim pristopom zlatega križa (ang. golden cross pattern).

5 ZAKLJUČEK

V okviru tega dela smo ugotovili, da je nova predlagana metoda SLA v PP z interakcijo PPR smotrna v

tistih primerih uporabe, kjer je uporaba funkcij pogosta in posledično na dolgi rok privede do nižjih celovitih stroškov izvedbe funkcije oz. transakcij na verigi. Učinkovitost sistema pri uporabi nove metode na sam sistem ne vpliva negativno. Kljub temu študija ni obravnavala podrobnejših statističnih analiz, da bi našla ustrezne mejne vrednosti za ocenitev smotrnosti izbranega primera uporabe. Poleg tega lahko v času trajanja generiranja bloka namestimo poljubno novo vozlišče ChainLink PPR.

To delo temelji na prvotnih prizadevanjih, ki so namenjena boljšemu razumevanju PPR, novega pristopa PP v interakciji s podatki izven verige. Predstavljena metoda predstavlja segment primera uporabe v projektu ABC. Predstavljeni primer uporabe prikazuje potencialnost PPR pristopa za uporabo v drugih scenarijih računalništva v oblaku.

ZAHVALA

Raziskava je bila finančno podprta s sredstvi projekta Evropske unije Horizon 2020 program za raziskave in inovacije na podlagi sporazuma št. 815141 (DECENTER projekt: Decentralised technologies for orchestrated cloud-to-edge intelligence).

LITERATURA

- [Buterin, 2015] Buterin, V. (2015). Ethereum white paper, posodobljeno september 30, 2015. <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>.
- [Carminati idr., 2018] Carminati, B., Ferrari, E., in Rondonani, C. (2018). Blockchain as a platform for secure inter-organizational business processes. *2018 IEEE 4th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)*, pages 122–129.
- [Chen idr., 2018] Chen, T., Li, Z., Zhou, H., Chen, J., Luo, X., Li, X., in Zhang, X. (2018). Towards saving money in using smart contracts. In *Proceedings of the 40th International*

- Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results*, ICSE-NIER '18, pages 81–84, New York, NY, USA. ACM.
- [4] [Kochovski idr., 2019] Kochovski, P., Gec, S., Stankovski, V., Bajec, M., in Drobintsev, P. D. (2019). Trust management in a blockchain based fog computing platform with trustless smart oracles. *Future Generation Computer Systems*, 101:747 – 759.
- [5] [Luu idr., 2016] Luu, L., Chu, D.-H., Olickel, H., Saxena, P., in Hobor, A. (2016). Making smart contracts smarter. In *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, CCS '16, pages 254–269, New York, NY, USA. ACM.
- [6] [Wöhrrer in Zdun, 2018] Wöhrrer, M. in Zdun, U. (2018). Design patterns for smart contracts in the ethereum ecosystem.
- [7] [Zhou idr., 2019] Zhou, H., Ouyang, X., Ren, Z., Su, J., de Laat, C., in Zhao, Z. (2019). A blockchain based witness model for trustworthy cloud service level agreement enforcement. In *IEEE INFOCOM 2019 - IEEE Conference on Computer Communications*, pages 1567–1575.

■

Sandi Gec je zaposlen kot asistent na Fakulteti za računalništvo in informatiko, Univerze v Ljubljani. V raziskovalno-razvojnih projektih se je ukvarjal z uporabo semantičnih tehnologij pri razvoju oblačnih sistemov, bazami znanja ter integracijo podpornih rešitev v oblaku. Svoje znanje je apliciral na Horizon 2020 projektih SWITCH in ENTICE. Trenutno se v okviru Horizon 2020 projekta DECENTER ukvarja z novimi pristopi tehnologije veriženja blokov, predvsem s pametnimi pogodbami ter komunikacijo med verigami in zunaj verige.

■

Vlado Stankovski je izredni profesor računalništva na Univerzi v Ljubljani. Ima več kot 15 let izkušenj s področja oblakovnega računalništva, porazdeljenih sistemih, semantike, programskega inženirstva, strojnega učenja in podatkovnega rudarjenja. Dr. Stankovski ima izkušnje s področja integracije programske opreme, kjer je svoje sodobne smernice področja gradil na več projektih EU, vključno z DataMiningGrid (2004–2006), InteliGrid (2004–2007), mOSAIC (2011–2013), ENTICE (2015–2018), SWITCH (2015–2018) in trenutno DECENTER (2018–2021) projektu. Sodeluje v nedavno oblikovanem konzorcijskem superračunalniškem centru Slovenije in pri slovenskih projektih pametne specializacije, kot je IQ DOM. Vlado Stankovski trenutno aktivno sodeluje v gruči projektov programskega inženiringa Horizon 2020, kot predstavnik projektov ENTICE, SWITCH in DECENTER.

■

Dejan Lavbič je leta 2010 doktoriral na področju računalništva in informatike na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, kjer je zaposlen kot docent. Na raziskovalnem področju se ukvarja z inteligentnimi agenti, večagentnimi sistemi, ontologijami, poslovnimi pravili, semantičnim spletom, odkrivanjem plagiatorstva s pomočjo socialnih omrežij, kakovostjo informacij in naprednimi pristopi za porazdelitev podatkov. Sodeloval je pri številnih gospodarskih in raziskovalnih projektih s področja strateškega planiranja, metodologij razvoja informacijskih sistemov, uporabe inteligentnih sistemov, avtomatizacije poslovnih procesov in obvladovanja ter porazdelitve velike količine podatkov.

How Time-of-departure Knowledge relates to Time-of-arrival localization accuracy?

Matija Rezar¹, Fabio Ricciato¹

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, 1000 Ljubljana

matija.rezar@fri.uni-lj.si

Izvleček

Razvitih in preizkušenih je bilo že mnogo sistemov za lokalizacijo, vendar večina študij analizira le zmogljivosti konkretnih sistemov, medtem ko jih malo preučijo vplive osnovnih predpostavk sistema. V tem članku analiziramo točnost metod lokalizacije vira, ki temeljijo na meritvah časa prihoda s strani sodelujočih sider. Oglejmo si tri različne modele: enega z znanim in dva z neznanim časom odhoda signala. Naša analiza temelji na elipsoidih, ki predstavljajo Cramér–Raovo mejo za vsak model. Tako pridobimo vpogled v geometrijske lastnosti modelov. Analiza razkrije, da je vpliv poznavanja časa odhoda zelo velik zunaj konveksne ovojnice sider, znotraj pa skromen. Rezultati kažejo, da je mogoče določene lastnosti zasnove z gotovostjo zamenjati za večjo točnost, med tem ko drugih ni mogoče.

Ključne besede: Cramér–Raova meja, lokalizacija, čas prihoda, čas odhoda.

Abstract

Many localization systems have been developed and tested. However, most works only analyze the performance of the concrete systems in question. Few examine the effects of the underlying system assumptions. In this paper, we analyze the accuracy of source localization methods based on time-of-arrival (ToA) measurements from a set of cooperating receivers (anchors). We examine three different system models, one with and two without the knowledge of the time-of-departure (ToD) of the signal. Our analysis is based on Cramér–Rao Bound (CRB) ellipsoids for each model. We use these to provide insight into the geometric properties of the models. The analysis reveals that the impact of ToD knowledge on the achievable accuracy is very large outside the convex hull of the anchors, but only modest inside. The presented results show that certain system design choices can be reliably traded for better accuracy, while others cannot.

Keywords: Cramér–Rao Bound (CRB), localization, time-of-Arrival, time-of-Departure.

1 INTRODUCTION AND MOTIVATIONS

All time-based localization methods require the measurement of the Time-of-Arrival (ToA) of signals by one or more receiving nodes. The primary factor determining the localization precision is the measurement noise. Therefore, from an engineering point of view, ToA should be measured as precisely as possible using more or less advanced signal processing methods in the receiver hardware, firmware or software layer [Calvo-Palomino et al., 2018]. We can consider certain other features of the system to be optional. One such feature is node clock synchronization: if node clocks are left unsynchronized, localization

can still be performed by estimating (and correcting for) the clock error terms during the ToA data processing and location estimation phases [Ricciato et al., 2018, Wu and Gu, 2017, Nagy et al., 2011].

Another prominent optional system feature is knowledge of the transmission time, hereafter called Time-of-Departure (ToD). Like with clock errors, if ToD is unknown we can treat it as a nuisance variable to be estimated jointly with the position variables. Time-of-Departure knowledge can translate into higher precision, but comes at the cost of additional engineering burden in terms of ToD control. On the other hand, systems with unknown ToD require the

deployment of one additional anchor to ensure that the problem is identifiable. The choice between localization systems that rely on ToD knowledge, and those that do not, is therefore a matter of engineering trade-offs between costs and benefits. Most previous work on localization skips this engineering question and directly assumes a particular system model, either with or without ToD knowledge.

In this paper we take a step back and study the impact of ToD knowledge on the final estimation accuracy. To do so, we consider different system models, both with and without ToD knowledge, and qualitatively assess their achievable precision. Our analysis is based on general properties of the time-based localization problem, not bound to a specific radio technology or particular scenario. We resort to theoretical results from estimation theory to produce concrete recommendations for the engineers designing localization systems. A key finding is that the additional precision gain brought by ToD knowledge is modest *if the source node is located within the anchors' convex hull*, indicating that there is a design trade-off between ToD knowledge and anchor topology.

The rest of the document is organized as follows. Related work is summarized in Sec. 2. In Sec. 3 we define three different system models. The Cramér–Rao Bounds (CRB) and their relations are described in Sec. 4. Graphical interpretation and geometric considerations are presented in Sec. 5. Finally, we draw conclusions and implications for practical system engineering in Sec. 6.

2 RELATED WORK

The use of CRB for the analysis of localization precision is well-established. Previous papers have derived the CRB for different system models, with ToD knowledge and without. Shen et al. [Shen et al., 2010, Shen and Win, 2010] provide a detailed treatise on the topic of known-ToD localization, including the notion of the Equivalent Fisher Information Matrix (EFIM), which is a method of comparing models with different numbers of parameters. In [Ricciato et al., 2018] the authors analyzed systems without ToD knowledge. They derived the CRB and used it as a reference to assess estimation performances in a sample scenario.

Huang et al. [Huang et al., 2015] show that knowledge of noise characteristics affects the CRB. They come to the conclusion that heteroscedastic noise may in fact aid localization, provided that the heteroscedasticity can be modeled accurately. Their work reinforces the idea that a properly conducted *theoretical* analysis of CRB can provide insight to steer the *practical* design of real-world systems.

In this paper we use EFIM to analyze the effect of model assumptions on the result. Cramér–Rao bounds are a good approximation of the accuracy that can be achieved by Maximum Likelihood Estimators (MLE) in practice [Ricciato et al., 2018, Musicki et al., 2010]. It is also a good approximation for non-gaussian noise [Ricciato et al., 2018]. This gives practical interest to the analysis of the theoretical CRB.

3 SYSTEM MODELS

Our scenario comprises two types of nodes: a transmitter in an unknown position (*source*) and several receivers in fixed known locations (*anchors*). For each incoming packet, every anchor measures the ToA, i.e., the reception timestamp. The anchors cooperate in the localization process and share the ToA measurements with a central unit in charge of the computation. We consider three different packet transmission patterns: (i) known transmission times (known ToD); (ii) periodic transmissions with unknown starting time; and (iii) unknown transmission times (unknown ToD). In all scenarios we account for packet loss, i.e., we do not require each packet to be received by all anchors.

We assume that signal propagation occurs over line-of-sight (LoS) paths between transmitter and receiver. We consider a three-dimensional Euclidean space, but for the sake of simplicity we assume that the vertical component of the source position is known. Therefore we have a planar problem (two unknown variables) embedded in a 3D Euclidean space¹. This choice simplifies the analysis and the graphical presentation of the results without jeopardizing the key insights.

In our models, the ToA measurement error variance is constant and does not depend on the distance between transmitter and receiver. The measurement errors are independent and identically distributed

¹ Note that the full three-dimensional specification (as opposed to purely two-dimensional) is relevant to the measurement of angles, as seen in Figure 1. In two dimensions the two represented angles would be complementary, whereas in three dimensions the two angles are not directly related.

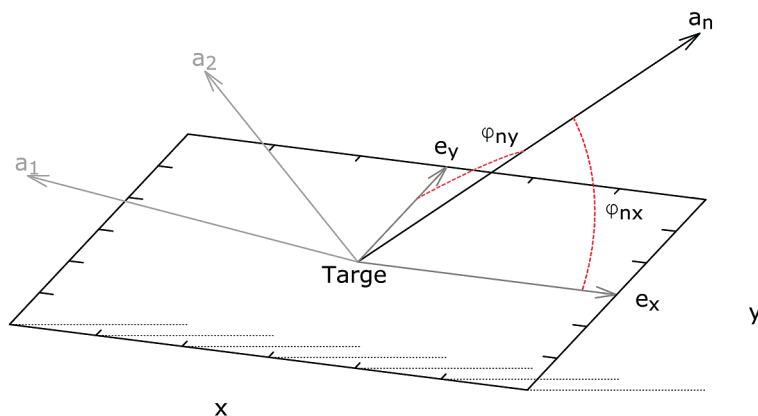


Figure 1: In 3D geometry ϕ_{nx} (resp. ϕ_{ny}) denotes the angle between the basis vector e_x (resp. e_y) and the source-anchor n vector a_n .

with a Gaussian distribution. This assumption is coherent with empirical evidence from real-world ToA measurements, when received signals have a high Signal-to-Noise Ratio (SNR)[Calvo-Palomino et al., 2018].

Modeling equations for our models are:

$$r_{nm} = \tau_m + \frac{1}{c} \|p - a_n\| + \varepsilon,$$

meaning that the ToA r_{nm} of packet m $1. \in M$ at anchor n $1. \in N$ is the sum of transmission time τ_m (ToD), the propagation time along the direct path from the source position $p = (p_x, p_y)$ to the anchor position a_n with propagation speed c , and the measurement error E , which has zero mean and constant (possibly unknown) variance.

Depending on the transmission pattern we define three model variants:

- **Model-0** – All transmission times τ_m are known, and only the position variables p_x, p_y need to be estimated.
- **Model-1** – The transmission times are perfectly periodic with known period T starting from an unknown time τ_1 , i.e., they can be expressed as $\tau_m = \tau_1 + (m - 1) \cdot T$.
- **Model-2** – All transmission times τ_1, \dots, τ_M are unknown and present M nuisance variables in the model.

4 CRAMÉR-RAO BOUND

The CRB represents a lower bound on the Mean Squared-Error (MSE) of any unbiased estimator [Kay, 1993]. For multivariate estimators, the CRB provides

a lower bound on the estimation error covariance.

The CRBs depend on the angles between the source-anchor vectors and the basis vectors, as shown in Figure 1. The effects can be split into two components. The first is “axial diversity”, which describes how much offset anchors have on each axis, relative to the offset on the other axes. This means that the further from a given axis anchors are, the more accurate the estimate on that axis can be. Interestingly, the direction (positive or negative) of the offset does not matter. The second component is “angular diversity”, i.e., how much variety there is in the angles between different anchors, as seen from the source. Similarly to axial diversity this translates to offsets. However, in this case the direction does matter: bigger variety of offsets, i.e., both positive and negative offsets, translates to more accurate estimations. Axial diversity affects both known and unknown ToD models, while angular diversity affects only the unknown ToD models.

We can show that $C_{(2)} \geq C_{(1)} \geq C_{(0)}$ following Loewner order [Horn and Johnson, 2012] (where $C_{(i)}$ is the CRB for model i), by proving that the differences between the EFIMs are positive semi-definite. We can do this by employing the Sylvester criterion and the Schur complement [Horn and Johnson, 2012]. This means that the errors of Model-0 can be on average smaller than those of Model-1, which can be, in turn, smaller than those of Model-2.

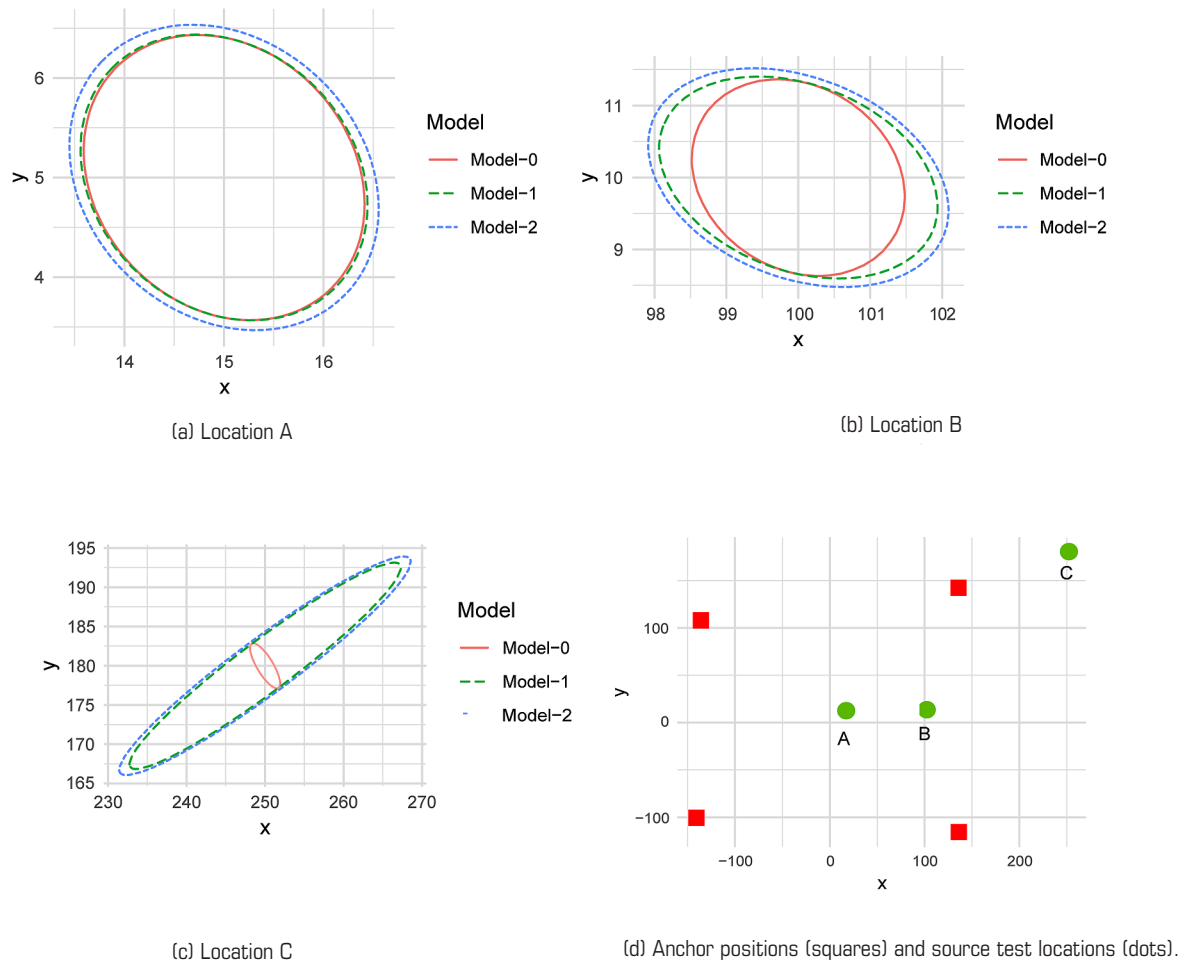


Figure 2: **Comparison of CRB confidence ellipses for moderate packet loss $p_{\text{loss}} = 0,25$. Models 1 and 2 behave similarly to Model-0 inside the convex hull, but depart distinctly outside it**

5 GRAPHICAL INTERPRETATION

We start by considering a simple layout with four anchor nodes arranged as shown in Figure 2d. We assume a moderate level of packet loss probability equal to $p_{\text{loss}} = 0.25$. For analysis, we consider the three different test locations labeled A, B and C in Figure 2d. The confidence ellipses that represent the CRBs as covariance matrices of a multivariate normal distribution are plotted in Figures 2a to 2c for the three model variants for all test locations.

It is clear that the models are strictly ordered resulting in the inclusion of their respective confidence ellipses.

The smallest confidence ellipses are obtained in test location A, well inside the convex hull of the anchors, while the ellipses get larger for all models in test location B (note the different scale of Figure

2b). As soon as the source node moves outside the convex hull, the confidence ellipses for Model-1 and Model-2 stretch, and get dramatically larger, while the enlargement remains contained for Model-0.

To better illustrate the change confidence ellipses for a regular grid of different locations are plotted in Figures 3a and 3b for Model-0 and Model-2, respectively.

In Figure 3a we can see the behavior of CRB for Model-0. The CRB is the lowest and most circular in the middle, where the anchors have high axial offset, and worsens as the source moves away. After leaving the convex hull, the CRB stretches along the angular direction: when moving to the right (positive x direction), the ellipses enlarge vertically, because the anchors have less axial offset along the y axis than on the x axis.

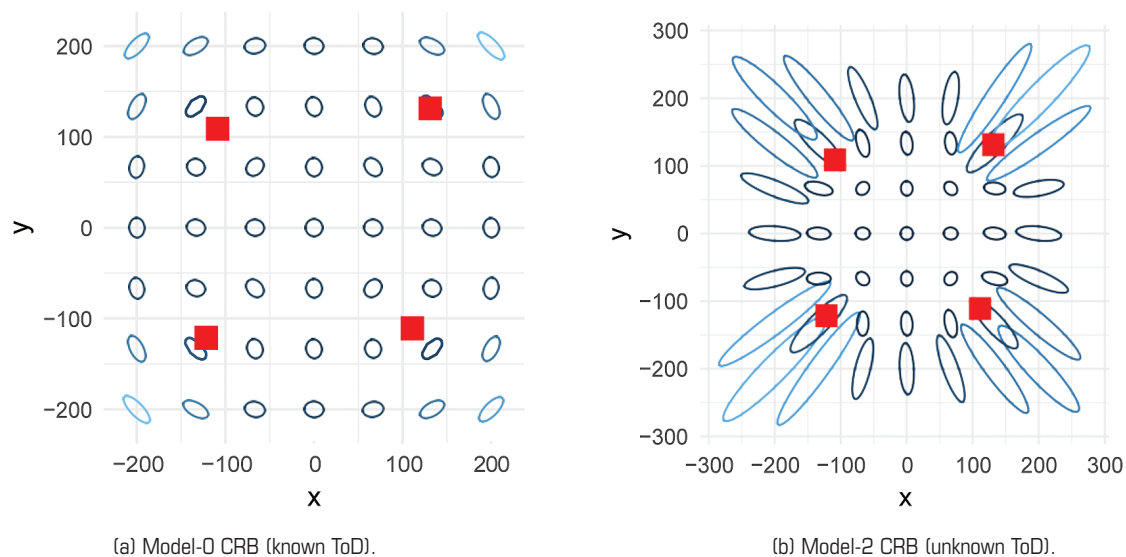


Figure 3: **CRB ellipses (magnified for readability). Line color proportional to CRB trace. The CRB is similar inside the convex hull, but differs wildly outside it.**

We can see the effect of angular diversity in Figure 3b. Inside the convex hull, the angles' contributions tend to cancel out, leading to CRB behavior similar to that of Model-0. Upon leaving the convex hull we start losing angular diversity. Moving in the positive x direction in Figure 3b, the angular diversity on the x axis drops very quickly, because all anchors are on the same side, relative to the source, resulting in low diversity and therefore loss of precision in that direction. On the y axis, however, the diversity fades much slower. The effect is that the direction (or angle in polar coordinates) of the source can be estimated much better than the distance (range).

For an intuitive interpretation, consider that from the perspective of a single receiver, we cannot discriminate between (i) the source being further away and (ii) the packet transmission occurring at an earlier time. In other words, there is an ambiguity between transmission time (ToD) and distance, resulting in the elongation of the ellipse in the radial direction, as can be seen in Figure 3b. In contrast, Model-0 (Figure 3a) does not suffer from that problem.

6 CONCLUSIONS

Most studies of localization systems focus on one system and do not examine the effects of basic system assumptions on the achievable accuracy. We showed how one property, transmission time knowledge, affects this.

From the analysis presented in this work we can draw recommendations for real-world system engineering. First, we have found that ToD knowledge only brings a large gain in localization accuracy outside the anchors' convex hull. Therefore, we may waive the transmission time measurement, if we can ensure that the area of interest remains inside the convex hull. Second, when the source lies outside the convex hull and ToD is unknown, we can still achieve a good estimation of the source azimuth, but not of the range. However, this might suffice whenever the range information can be obtained by other (prior) data or is not critical to the application, reducing both cost and complexity.

REFERENCES

- [1] [Calvo-Palomino et al., 2018] Calvo-Palomino, R. et al. (2018). Nanosecond-Precision Time-of-Arrival Estimation for Aircraft Signals with Low-Cost SDR Receivers. In *17th ACM/IEEE IPSN*, Porto.
- [2] [Horn and Johnson, 2012] Horn, R. and Johnson, C. (2012). *Matrix analysis*. Cambridge Press, 2nd edition. [Huang et al., 2015] Huang, B. et al. (2015). TDOA-Based Source Localization With Distance-Dependent
- [3] Noises. *IEEE Trans. on Wireless Comm.*, 14(1).
- [4] [Kay, 1993] Kay, S. M. (1993). *Fundamentals of statistical signal processing*. Prentice Hall signal processing series. Prentice-Hall.
- [5] [Musicki et al., 2010] Musicki, D. et al. (2010). Mobile Emitter Geolocation and Tracking Using TDOA and FDOA Measurements. *IEEE Trans. on Signal Processing*, 58(3).
- [6] [Nagy et al., 2011] Nagy, A. et al. (2011). Time-based localisation in unsynchronized wireless LAN for industrial automation

- systems. In *IEEE ETFA*.
- [7] [Ricciato et al., 2018] Ricciato, F. et al. (2018). Position and Velocity Estimation of a Non-cooperative Source From Asynchronous Packet Arrival Time Measurements. *IEEE Trans. on Mobile Computing*, 17(9).
- [8] [Shen et al., 2010] Shen, Y. et al. (2010). Fundamental Limits of Wideband Localization— Part II: Cooperative Networks. *IEEE Trans. on Information Theory*, 56(10).
- [9] [Shen and Win, 2010] Shen, Y. and Win, M. Z. (2010). Fundamental Limits of Wideband Localization— Part I: A General Framework. *IEEE Trans. on Information Theory*, 56(10).
- [10] [Wu and Gu, 2017] Wu, X. and Gu, Z. (2017). A joint time synchronization and localization method without known clock parameters. *Pervasive and Mobile Computing*, 37.

■

Matija Rezar studied at the Faculty of Computer and Information Science at University of Ljubljana, where he received a Master's degree in 2016 and enrolled into the PhD programme in 2017. He is currently also employed there as a researcher in the area of localization and Bayesian statistics.

■

Fabio Ricciato graduated in Electrical Engineering (1999) and received a PhD in Information and Communication Technologies (2003) from University La Sapienza, Italy. Between 2004 and 2017 he worked in telecommunications research across different institutions. He worked as research manager at the Telecommunications Research Center Vienna and at the Austrian Institute of Technology, leading medium size research units of up to 45 researchers. He has served as assistant professor in Italy (Faculty of Engineering at University of Salento) and as associate professor in Slovenia (Faculty of Computer Science at University of Ljubljana) teaching various subjects in the telecommunications field, from networking to signal processing, including traffic monitoring and radio-based localisation. He has recently joined Eurostat, the statistical office of the European Union. His current interests revolve around applications of statistics, privacy-preserving computation methods and analysis of mobile phone network data.

Analiza uporabe spletne analitike v malih in srednjih podjetjih v Sloveniji

Eva Grobiša¹, Jure Erjavec²

¹Ekonomski fakulteta, Kardeljeva ploščad 17, 1000 Ljubljana

²Ekonomski fakulteta, Kardeljeva ploščad 17, 1000 Ljubljana

eva.grobisa@gmail.com, jure.erjavec@ef.uni-lj.si

Izvleček

Spletna analitika s skokovitim razvojem spleta in rastjo obsega poslovanja, ki ga podjetja opravijo preko spleta, vedno bolj pridobiva veljavo. Namen raziskave, predstavljene v prispevku, je bil ugotoviti, v kolikšni meri se v Sloveniji med malimi in srednjimi podjetji uporablja spletna analitika, katera orodja spletne analitike se najbolj pogosto uporabljajo in kako rezultati spletne analitike vplivajo na poslovanje malih in srednjih podjetij v Sloveniji. Raziskava je bila opravljena na podlagi spletnega anketnega vprašalnika, ki je bil konec leta 2017 posredovan 1000 podjetjem. V raziskavi je sodelovalo 199 anketirancev, od tega je anketo v celoti ali delno izpolnilo 158 anketirancev. Rezultati raziskave kažejo, da spletna analitika v malih in srednjih podjetjih v Sloveniji še ni tako razvita, kot bi pričakovali. Večinoma imajo podjetja zaposlene osebe, ki se poleg s svojim delom ukvarjajo še s spletno analitiko. Izkazalo je se, da so bila nekatera pričakovanja od uvedbe spletne analitike večja od dejanskih rezultatov.

Ključne besede: mala in srednja podjetja, spletna analitika, orodja spletne analitike.

Abstract

With the rapid development of the web and the growth in volume of business that companies make online, web analytics are gaining in importance. The purpose of the research presented in this paper was to determine the extent to which web analytics are used in Slovenia, which web analytics tool is most widely used and how the results of web analytics affect the operations of small and medium-sized enterprises in Slovenia. The survey was carried out on the basis of an online questionnaire, which was forwarded to 1000 companies at the end of 2017. The survey involved 199 respondents, of whom 158 fully or partially completed the survey. The results of the survey show that web analytics in small and medium-sized enterprises in Slovenia is not yet as developed as expected. Most businesses have employees who are only partially engaged in web analytics. It turned out that certain expectations with the launch of the web analytics were greater than the actual results.

Keywords: Small and medium-sized enterprises, web analytics, web analytics tools.

1 UVOD

Nove tehnologije podjetjem omogočajo, da imajo na voljo vedno več podatkov in informacij, kot so jih imela v preteklosti, vendar mnoga podjetja še vedno iščejo boljše načine za pridobivanje celovitih podatkov, ki jim bodo pomagali pri boljšem razumevanju trgov in poslovanja. Hitro povečanje razširjenosti in uporabe interneta v povezavi z eksplozijo različnih tehnologij sta bila povod za razvoj številnih e-storitev, kot so e-poslovanje, e-bančništvo, e-uprava in e-učenje. Spletne strani, ki ponujajo te storitve, uporabljajo veliko različnih načinov vrednotenja podatkov uporabnikov. Za preoblikovanje teh podatkov je treba uporabiti spletno analitiko, ki omogoča boljše

razumevanje prednosti in slabosti e-storitev. Ustvarja različne vrste vrednosti in njihovi mehanizmi generirajo celotno vrednost in obenem zagotavljajo navodila za njihovo izboljšanje in optimizacijo (Loukis, Pazalos & Salagara, 2012, str. 129).

Uporaba poslovne analitike se je v zadnjem desetletju skokovito povečala in postala ključen izziv podjetij, saj se dnevno srečujejo z vprašanjem, kako povečati poslovno vrednost podjetja. Živimo v dobi, v kateri smo obdani s podatki. Kamorkoli gremo, vse, kar smo rekli in kupili, pušča digitalno sled, ki je posneta in shranjena. Slovenska podjetja se iz dneva v dan vse bolj intenzivno soočajo s problemom majhnosti domačega trga. V času globalizacije ta namreč

ne more omogočiti pravega razvoja, širitve in uspešnega poslovanja. Ustrezne, predvsem pa dostopne rešitve se kažejo skozi napreden razvoj informacijske tehnologije in strukturirano uporabo informacij, ki jih ponuja svetovni splet.

Namen raziskave, predstavljene v prispevku, je bil ugotoviti, v kolikšni meri se spletna analitika uporablja v Sloveniji, katera orodja spletne analitike se pri nas najbolj pogosto uporabljajo in kako rezultati spletne analitike vplivajo na poslovanje malih in srednjih podjetij v Sloveniji. V raziskavi ugotavljamo, ali uporaba spletne analitike poveča konkurenčnost podjetja in pozitivno vpliva na poslovanje malih in srednje velikih podjetij v Sloveniji, ali uporaba spletne analitike omogoča hitro prilagajanje na spremembe trga, ali bo podjetje, ki ima zaposleno osebo z ustreznimi znanji spletne analitike, prej uvedlo in uporabilo orodje spletne analitike ter ali spletna analitika neposredno vpliva na učinkovitost odločitev.

2 SPLETNA ANALITIKA

Podjetja dnevno zbirajo ogromne količine podatkov. Zbiranje, analiza in uporaba podatkov prinese nove priložnosti, ustvarjanje konkurenčne prednosti in je temelj pri procesu odločanja. Vse podatke, pridobljene za izvajanje in uporabo pri analizah, je treba obravnavati kot izhodišče za ustvarjanje konkurenčne prednosti posameznega podjetja (Doruk, Ozturk & Vayvay, 2016, str. 166). Spletno analitiko lahko opredelimo kot merjenje, zbiranje, analiziranje spletnih podatkov in poročanje o njih za namene razumevanja in optimizacije uporabniških izkušenj na spletu (Burby et al., 2007; Peterson, 2004).

Konkurenčnost pri ustvarjanju učinkovitih odločitev temelji na razumevanju podatkov, ki se oblikujejo na trgu. Pridobivanje podatkov zunaj in znotraj podjetja predstavlja ključni poslovni uspeh podjetja. Za podjetje je tudi tehnologija ključnega pomena, saj s tem lažje sledi spremembam na trgu. Spletna analitika vodi do uspeha in pomaga podjetjem do večje konkurenčnosti na trgu.

Spletna analitika s skokovitim razvojem spleta in rastjo obsega poslovanja, ki ga podjetja opravijo preko spleta, vedno bolj pridobiva veljavo. Uspešno se uporablja na mnogih področjih, vključno z znanostjo, zdravstvom, trženjem in financami, za pomoč pri vodstvenem načrtovanju in odločanju v podjetju, da le-to pridobi pomembno konkurenčno prednost na trgu (Alghalith, 2015, str. 12). Mortenson, Doher-

ty in Robinson (2015) trdijo, da analitika predstavlja šesto obdobje digitalne paradigme, ki ga oblikujejo velike količine raznovrstnih podatkov, ki so dopolnjeni z vrsto orodij za zajemanje, obdelavo in vizualizacijo le-teh.

Pri spletni analitiki gre za kompleksno interakcijo med ljudmi, napravami in algoritmi, ki pogosto ustvarja velike količine podatkov, ki jih je treba zbrati, obdelati in analizirati. Uporabljamo jo lahko kot orodje za tržne raziskave, da oceni in izboljša učinkovitost neke spletne strani. Vsebuje informacije o številu obiskovalcev spletne strani in o številu ogledov strani. Pomaga meriti količino prometa in priljubljenost trendov. Gre za podatke, ki so zelo koristni za tržne raziskave v podjetju.

Uporaba spletne analitike podjetjem prinaša številne prednosti, med drugim tudi (Alghalith, 2015, str. 14): ujemanje razpoložljivih virov z interesi obiskovalcev, povečanje vrednosti posameznega obiskovalca, izboljšanje obiskovalčeve izkušnje na spletni strani, izvajanje in doseganje zastavljenih ciljev, zbiranje informacij na različne načine, preizkušanje ustreznosti vsebine spletne strani, optimizacija spletnih strani.

Spletna analitika predstavlja učinkovito orodje za izboljšanje odnosa s strankami. Bistveno je, da ima sistem, ki uporabniku pomaga najti v najkrajšem možnem času ustrezne in zanesljive informacije na spletu. Spletna analitika spremlja in napoveduje navade uporabnika spletne strani. To daje obiskovalcem zanesljivejše informacije pri oblikovanju spletne strani. Tehnologija spletne analitike lahko tehničnim delavcem v podjetju pomaga pri oblikovanju spletne strani, s tem pa posameznemu uporabniku olajša pot, čas in trud do pridobitve želene informacije. Shranjevanje podatkov, povezanih z obiskovalci, lahko kasneje podjetju omogoči uporabo le-teh in s tem omogoči optimizacijo spletne strani (Alghalith, 2015, str. 16).

Zbiranje in analiziranje podatkov lahko vsakemu podjetju omogoči globlje razumevanje obstoječega in potencialnega stanja znotraj podjetja, kakšne so njegove konkurenčne prednosti in kako analiza v prihodnje pripomore h kvantitativnim in kvalitativnim raziskavam (Doruk, Ozturk & Vayvay, 2016, str. 166).

Za podjetje je pomembno, da je zmožno analizirati in napovedati tržno vedenje in vedenje kupcev na podlagi velikih količin podatkov, ki jih ima na razpolago. Če analize podatkov pravilno izvajamo, lahko to podjetju prinese večjo prilagodljivost, odzivnost,

pričakovanje in zmožnost izpolnjevanja potreb kupcev (Doruk, Ozturk & Vayvay, 2016, str. 164).

S pomočjo spletne analitike si podjetja povečajo prihodke ali znižajo stroške. Pri tem si podjetja lahko pomagajo z naslednjimi tehnikami (Ramaswamy, 2016, str. 34):

- razvrščanje strank glede na njihovo vedenje in želje, kjer se uporabljajo novi segmenti ustvarjanja ciljnih sporočil,
- podatkovna inteligenca se lahko uporablja za razumevanje, kako in koliko potrošnikov zanima blagovna znamka podjetja na socialnih platformah,
- inteligentni algoritmi in orodja, ki se uporabljajo za velike količine podatkov, s katerimi bi dobili boljši vpogled v kupca in dosegli ciljno usmerjenost oglasa k vsakemu potrošniku.

2.1 Orodja spletne analitike

Vsako podjetje mora dobro premisliti, katero orodje za spletno analitiko bo izbralo, saj ima lahko napačna izbira na dolgi rok strateške posledice. Spletna analitična orodja zagotavljajo temelje za sprejemanje odločitev. Kakovostna analitika pa neposredno vpliva na učinkovitost odločitev. Uporaba spletnih orodij za analizo se lahko prepleta z izdelavo organizacijskega notranjega odločanja in procesov na splošno. Podatki, ki so pridobljeni za analizo, se običajno zbirajo v daljšem časovnem obdobju, zato je lahko napačna izbira analitičnega orodja kritična za celotno poslovanje podjetja (Nakatani & Chaung, 2011, str. 172).

Več kot 70 % najbolj obiskanih spletnih mest uporablja spletna analitična orodja, vendar jih zaradi količine podatkov težko učinkovito uporabljajo. Vedeti morajo, kakšna vrsta podatkov je potrebna za uspešno delo pri razvoju spletne strani (Omidvar, Mirabi & Shokry, 2011, str. 16).

Orodja za spletno analitiko sledijo številu klikov obiskovalcev spletnih strani in spremljajo, kaj obiskovalec na spletni strani počne. Z orodji spletne analitike se primarno zbirajo podatki o obiskovalcih spletnih strani. Ti se uporabljajo predvsem za merjenje celotnega obsega prometa, kar predstavlja bogat vir pridobivanja vedenjskih podatkov o posameznikih. Na podlagi zbranih podatkov podjetja nato iščejo načine, kako izboljšati učinkovitost spletne strani. Podatke, zbrane s pomočjo orodij spletne analitike, lahko uporabijo, da določijo (Kent, Carr, Husted & Pop, 2011, str. 536) katere strani na spletnih straneh

podjetij so najbolj priljubljene, katere spletne strani so najbolj dostopne, kakšna vrsta obiskovalcev obiskuje določeno spletno stran in koliko časa preživijo obiskovalci na določenem spletnem mestu.

Orodja spletne analitike lahko razkrijejo vedenjske vzorce, ki se povezujejo z več primeri uporabe spletne strani, zlasti pa se z njimi oblikuje specifična uporabniška izkušnja. Pomemben element orodij spletne analitike je tudi zmožnost testiranja hipotez, saj na ta način podjetja lahko preizkusijo in razumejo, katere vsebine (npr. besedilo, slika, video posnetek) so ciljne skupine obiskovalcev spletne strani (Hemann & Burbary, 2013, str. 91).

2.2 Uporaba spletne analitike v malih in srednjih podjetjih

Med letoma 1990 in 2000 se je začel razmah širokopasovne informacijske tehnologije, ki je zahtevala obsežne naložbe v tehnološka sredstva in dolgoročni dostop do kapitala. Takšne kapitalske zahteve niso bile dostopne majhnim in srednjim podjetjem (Ramaswamy, 2016, str. 32). Dostop do kapitala in uveljavljena blagovna znamka sta glavni prednosti velikih podjetij, malih in srednjih pa fleksibilnost. Biti morajo tudi zelo odzivna in prilagodljiva glede na zahteve kupcev, dejanja konkurentov in spremembe v gospodarstvu (Ramaswamy, 2016, str. 31). Sposobna so preživeti v vse bolj konkurenčnem globalnem okolju in v veliki meri temeljijo na svoji zmogljivosti, da izkoristijo pridobljene informacije. Manjša velikost podjetja je koristna zlasti pri predvidevanju in odzivu na spremembe, omogoča pa tudi globljo in tesnejšo interakcijo s strankami. Dostop do informacij ima pomembno vlogo pri odločanju in sprejemanju ključnih odločitev (Ramaswamy, 2016, str. 31).

Mala in srednja podjetja se pogosto srečujejo z visokimi stroški in kompleksnostjo ravnanja z velikimi količinami podatkov. V preteklosti so podjetja, ki so želela izkoristiti velike količine podatkov, vlagala v nakup drage strojne in programske opreme, tak pristop pa zaradi omejenih virov ni bil primeren za mala in srednja podjetja. Toda trendi, ki jih narekuje svetovni splet in računalništvo v oblaku, so to spremenili. Analitične strategije podatkov lahko pomagajo majhnim in srednjim podjetjem do izboljšanja zasnov in konceptov, ki so postavljeni v podjetju (Ramaswamy, 2016, str. 33).

Študija Goebela, Normana in Karanasiosa (2015) kaže, da imajo mala in srednja podjetja veliko možnosti za vpeljavo analitike v svoje podjetje. Poslovna

vrednost analitike v malih in srednjih podjetjih povezuje njihove poslovne izzive s konceptom poslovne vrednosti informacijske tehnologije. Ukrepi izkoriščenosti, ki zagotavljajo vrednost sistema, kakovost informacij, zasnovo in razširitev sistema, ponujajo razvoj orodij za različne vpogleds. Študija kaže, da vpeljava analitike v mala in srednja podjetja pripomore k reševanju mnogih specifičnih poslovnih izzivov v današnjem svetu, prav tako pa lahko ta podjetja postavijo okvir za izgradnjo konkurenčnih prednosti na trgu. Prav tako avtorji ugotavljajo, da ima spletna analitika velik potencial za mala in srednja podjetja in predstavlja zanje ključni informacijski izziv (Goebel, Norman & Karanasios, 2015, str. 13–15).

Izbira prave informacijske tehnologije in spletnega analitičnega orodja lahko pomaga majhnim in srednjim podjetjem premagovati izzive in tržne ovire, s katerimi se srečujejo, ter ustvariti nove priložnosti, ki bi jim pomagale do boljšega položaja na trgu. Pri tem imajo na voljo prilagodljivo informacijsko infrastrukturo, ki jim omogoča hitro prilagajanje spremembam. S to infrastrukturo lahko nastanejo nova podjetja ali pa že obstoječa postanejo bolj učinkovita in se osredotočijo na inovacije. Pričakuje se, da bodo mala in srednja podjetja uporabljala veliko količino podatkov za poglobljeno analizo, ki bo preučila korelacije, tvegana, priložnosti, napovedovanje povpraševanja, optimizacijo procesov, načrtovanje predvidevanja zalog in segmentacijo trga (Doruk, Ozturk & Vayvay, 2016, str. 165). Imajo tudi nekaj prednosti v primerjavi z velikimi podjetji, pri čemer je ena izmed teh zagotovo lažje in hitreše prilagajanje spremembam. Mala in srednja podjetja so lahko tudi inovativna, če imajo na razpolago dovolj sredstev, v nasprotnem primeru pa so v večini odvisna od medsebojnega sodelovanja, podpirajo pa se tudi preko informacijske tehnologije. Spletna analitika predstavlja okvir za spodbujanje konkurenčnih prednosti za mala in srednja podjetja (Goebel, Norman & Karanasios, 2015, str. 26). Mala in srednja podjetja lahko s pomočjo spletne analitike preidejo na višjo raven strateškega upravljanja, z ustvarjanjem priložnosti pa si lahko povečajo tudi konkurenčni položaj (Doruk, Ozturk & Vayvay, 2016, 165).

Spletna analitika se izkazuje kot pomembno področje za delavce v podjetjih in raziskovalce, ki odražajo obseg in vpliv težav, s katerimi se spopadajo podjetja. Večina velikih podjetij uporablja spletno analitiko, kar pomeni, da bo vse več ljudi imelo globalne analitične sposobnosti, managerji pa bodo zna-

li analizirati vse več podatkov, ki bodo vplivali na učinkovite odločitve (Chen, Chiang & Storey, 2012, str. 1165), vendar pa to ne rešuje problematike spletne analitike v malih in srednjih podjetjih.

3 METODOLOGIJA IN VZOREC

Raziskava je bila opravljena na podlagi spletnega anketnega vprašalnika, sestavljenega iz 23 vprašanj, ki so bila odprtega in zaprtega tipa. Začetni vprašanja sta se nanašala na velikost podjetja in na funkcijo anketiranca v podjetju. V nadaljevanju so sledila vprašanja o uporabi spletne analitike v podjetju, katera orodja uporabljajo, ali je le-teh več, koliko časa to orodje že uporabljajo, kaj je pripomoglo k uvedbi spletne analitike v podjetje in kdo je odgovoren zanj. V zadnjem delu pa so anketiranci ocenjevali razloge za uvedbo spletne analitike in kako le-ti vplivajo na podjetje po uvedbi, ali so s spletno analitiko zadovoljni ter ali ta neposredno vpliva na učinkovitost odločitev. Tisti, ki orodja spletne analitike ne uporabljajo, so navedli več razlogov, ki jih bomo v nadaljevanju tudi predstavili.

Anketni vprašalnik je bil poslan na elektronske naslove podjetij, ki smo jih pridobili iz poslovnega imenika bizi.si. Izbirali smo elektronske naslove tistih podjetij, ki se po velikosti uvrščajo med mala in srednje velika podjetja. V raziskavo niso bila vključena mikro in velika podjetja. Anketni vprašalnik je bil posredovan 1000 podjetjem. Reprezentativnost vzorca smo zagotavljali z razmerjem malih in srednjih podjetij v vzorcu (1:0,85), ki je primerljivega velikostnega reda malih in srednjih podjetij v populaciji (1:0,29) (SURs, 2017). Podatke smo zbirali v mesecu septembru in oktobru 2017. V omenjenem času je anketni vprašalnik odprlo 451 anketirancev, od tega jih je 233 kliknilo na anketo. V raziskavi je sodelovalo 199 anketirancev, od tega je anketo v celoti ali delno izpolnilo 158 anketirancev.

Anketiranci so bili razdeljeni v tri skupine, in sicer vrhnji management, srednji management ter ostali zaposleni v podjetju. Odgovore so podajali zaposleni, ki v podjetjih v večini spadajo v vrhnji (35 %) in srednji management (44 %), ostalih anketirancev pa je bilo 21 %.

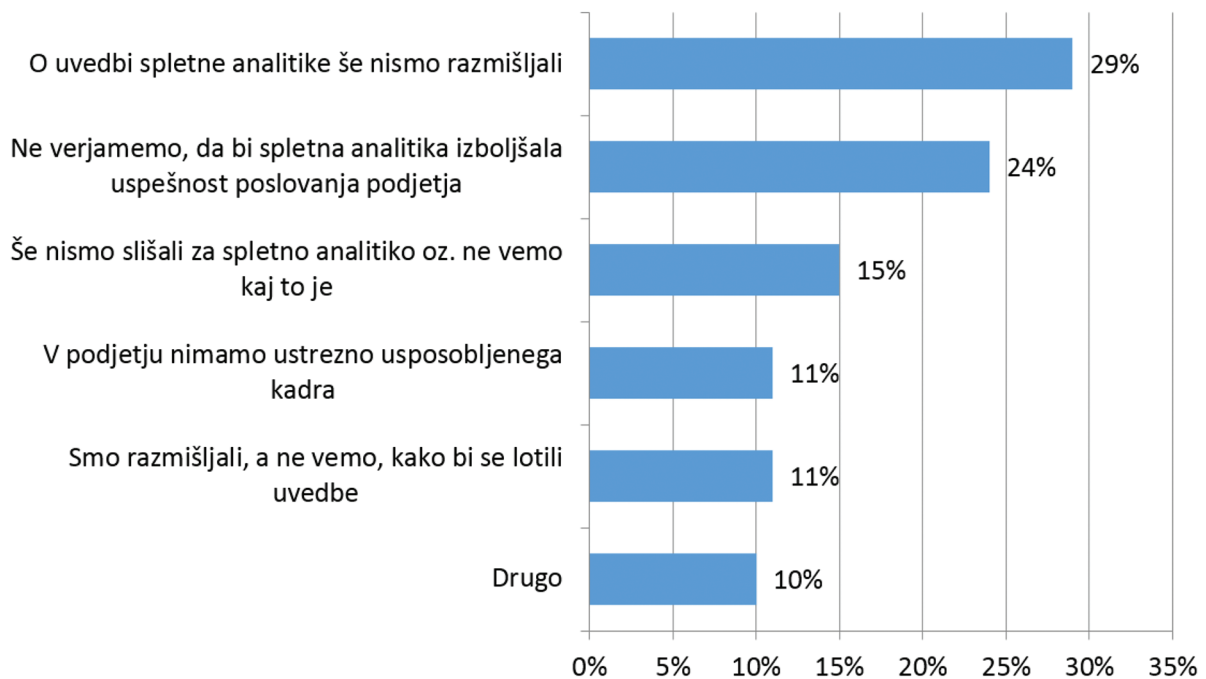
4 REZULTATI

Najprej smo preverjali, če podjetja uporabljajo spletno analitiko. Na to vprašanje je odgovorilo 135 anketirancev. Izkazalo se je, da je več kot polovica,

86 anketirancev (64 %), takih, katerih podjetja spletne analitike ne uporabljajo, 47 anketirancev (35 %) pa je takih, katerih podjetja le-to uporabljajo. Dva anketiranca sta odgovorila, da so v podjetju uporabljali orodje Google Analytics, a ga ne uporabljajo več. Kot razlog za prenehanje uporabe analitičnega orodja so navedli uvedbo piškotkov, ki je pripomogla k izgubi vsebinske vrednosti podatkov, ter uporabo spletnega orodja zgolj v času oglaševanja.

V nadaljevanju smo se najprej osredotočili na tiste anketirance (skupaj 86), katerih podjetja spletne analitike ne uporabljajo. Zanimali so nas razlogi za neuporabo spletne analitike v podjetju. Odgovori so prikazani na Sliki 1. Od teh je največ (29 %) anketirancev

odgovorilo, da o uvedbi spletne analitike še niso razmišljali. Po velikosti jim sledi skupina anketirancev, ki ne verjame, da bi spletna analitika izboljšala uspešnost poslovanja podjetja (24 %), 15 % anketirancev še ni slišalo za spletno analitiko oz. ne vedo, kaj to je. Manjši del podjetij (11 %) je takih, ki so o uvedbi spletne analitike razmišljali, a ne vedo, kako bi se tega lotili. Enak delež (11 %) anketiranih podjetij meni, da za to nimajo usposobljenega kadra. Ostala podjetja (10 %) so navedla druge razloge (spletne analitike ne potrebujejo, za njih to izvaja zunanji izvajalec oz. je podjetje vodeno iz tujine, uporabljajo interne tabele v podjetju).



Slika 1: Razlogi za neuporabo spletne analitike v podjetju (v %).

V nadaljevanju smo osredotočili na podjetja, kjer spletno analitiko uporabljajo. Več kot polovica podjetij spletno analitiko uporablja več kot 3 leta, največ podjetij je takih, kjer spletno analitiko uporabljajo 3-5 let. Le eno podjetje izmed vseh anketiranih uporablja spletno analitiko dlje kot 10 let.

Večina podjetij (68 %) uporablja zgolj eno orodje za spletno analitiko, preostala podjetja (32 %) pa uporabljajo več orodij. Podjetja, ki uporabljajo le eno analitično orodje, v večini (96 %) uporabljajo orodje spletne analitike podjetja Google (Google Analytics ali Google Universal Analytics). Tudi pri podjetjih,

kjer uporabljajo več kot eno orodje za spletno analitiko prednjači Google Analytics (62 %), poleg pa uporabljajo tudi Google Universal Analytics, Piwik, Adobe Analytics, Mixpanel, Yahoo!Web, Bing Webmaster Tools, LiveChat in Woora.

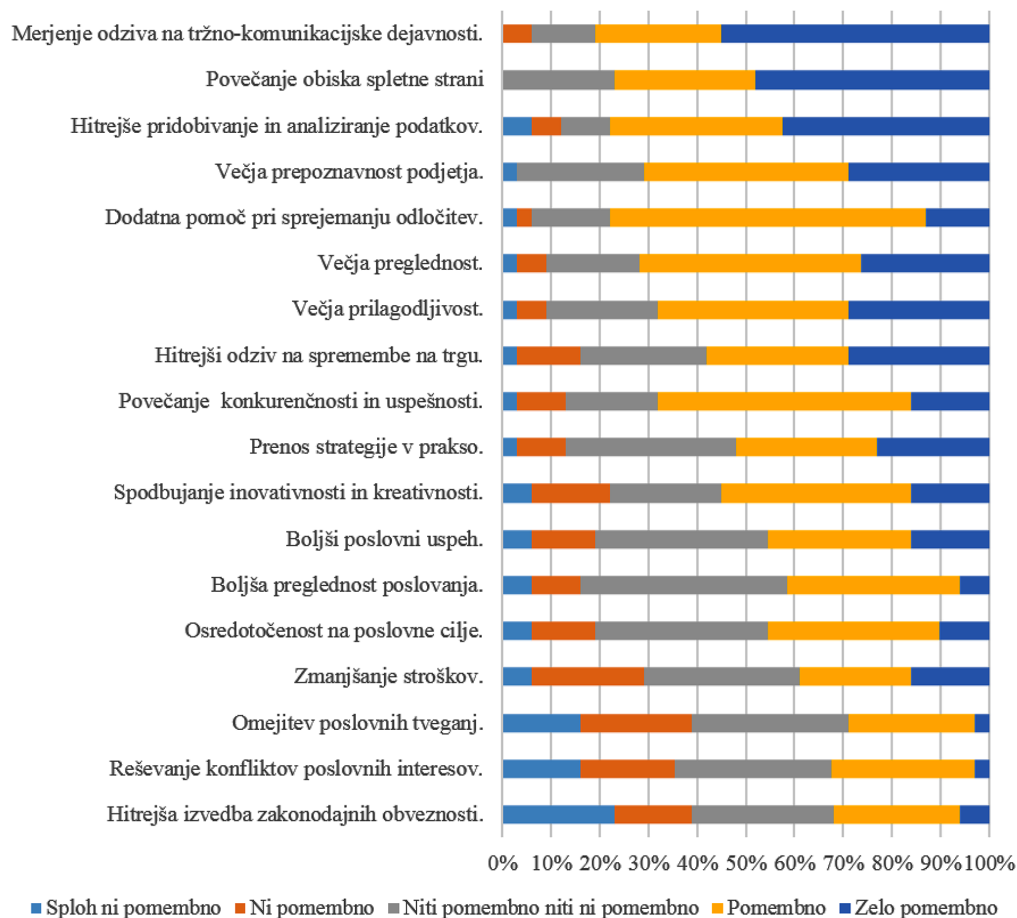
V nadaljevanju nas je zanimalo, kje so zaposleni, ki se v podjetjih ukvarjajo s spletno analitiko, pridobili svoja znanja s področja spletne analitike. Največji delež (58 %) predstavljajo podjetja, kjer so se zaposleni uporabe spletne analitike priučili sami, sledijo podjetja (37 %), kjer so zaposleni znanja o spletni analitiki pridobili v okviru formalnih izobraževanj,

preostala podjetja (5 %) pa imajo za to najete zunanje izvajalce. Preverili smo tudi, kakšne morajo biti veščine in znanja spletnih analitikov v anketiranih podjetjih. V ospredju oz. najpomembnejše so lastnosti, ki so povezane z analitičnim pristopom: poznavanje področja spletne analitike, reševanje problemov in poznavanje informacijskih tehnologij. Popolnoma na dnu pomembnosti pa so vedenjske lastnosti ter koordiniranje in vodenje delovnih skupin.

Preverjali smo tudi vpliv uporabe spletne analitike na poslovanje podjetja ter na učinkovitost odločitev. V večjem delu podjetij (77 %) menijo, da spletna analitika pozitivno vpliva na poslovanje podjetja, preostala podjetja pa se niso opredelila, ali spletna analitika pozitivno ali negativno vpliva na poslovanje podjetja. Nobeno podjetje se ni opredelilo, da spletna analitika na poslovanje vpliva negativno. V povezavi z učinkovitostjo odločitev meni večina anketiranih podjetij (57 %), da spletna analitika pozitivno vpliva na učinkovitost odločitev, preostala podje-

tja pa se niso opredelila, ali spletna analitika vpliva ali ne vpliva na učinkovitost odločitev.

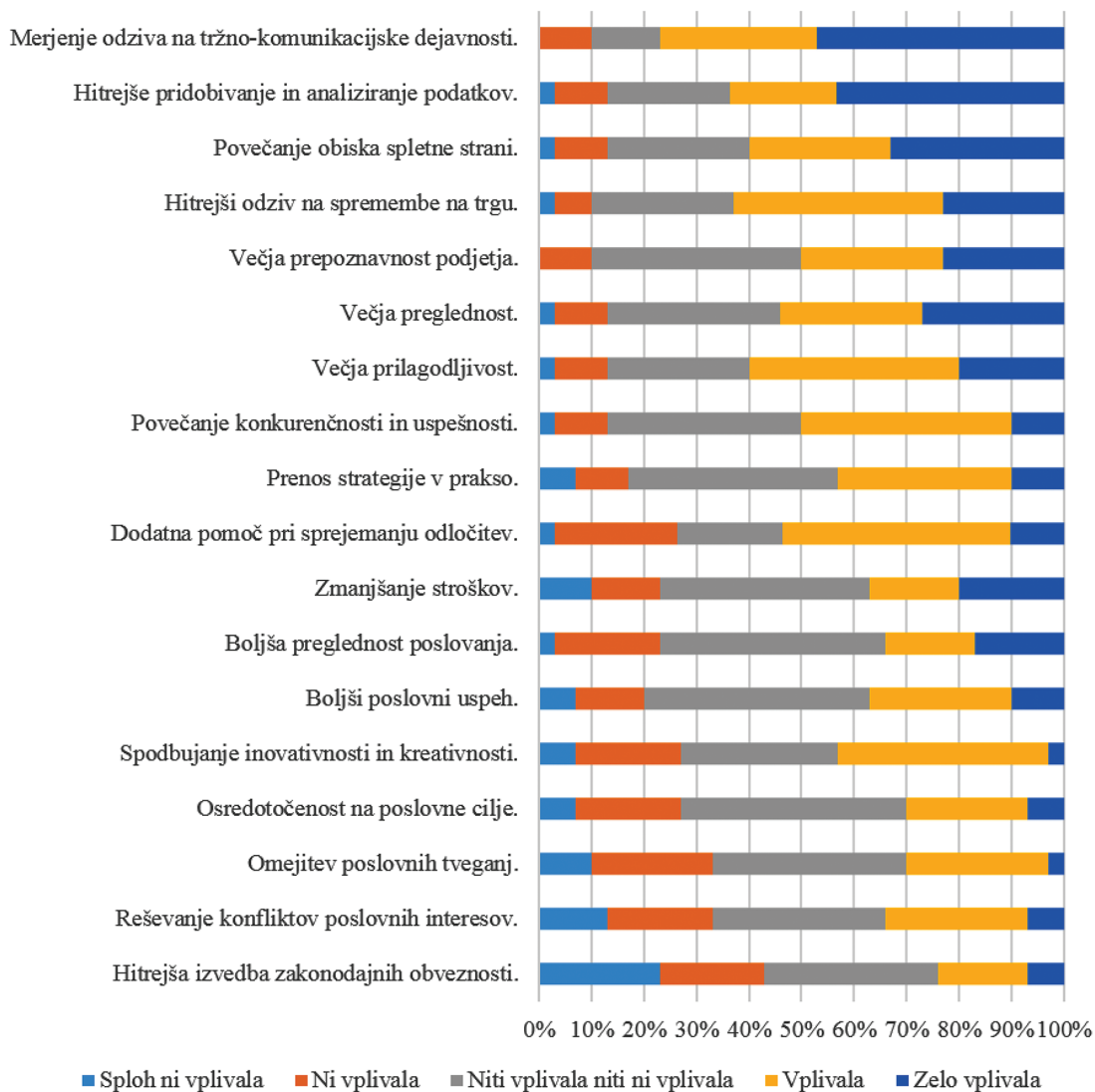
V zadnjem delu raziskave smo preverjali še pomembnost razlogov za uvedbo spletne analitike, ki so jih imela podjetja pred uvedbo spletne analitike. Na Sliki 2 so predstavljeni razlogi od najpomembnejšega do najmanj pomembnega (1 – sploh ni pomembno, 5 – zelo pomembno). Razlogi so razvrščeni po velikosti od razloga z najvišjo povprečno oceno do razloga z najnižjo povprečno oceno. Iz Slike 2 je razvidno, da so kot najpomembnejše razloge za uvedbo spletne analitike podjetja navedla merjenje odziva na tržno-komunikacijske dejavnosti, povečanje obiska spletne strani ter hitrejša pridobivanje in analiziranje podatkov. Ti trije razlogi edini dosegajo povprečno oceno 4,0 ali več. Med najmanj pomembne razloge so podjetja uvrstila omejitev poslovnih tveganj, reševanje konfliktov poslovnih interesov ter hitrejšo izvedbo zakonodajnih obveznosti. Slednji trije razlogi edini dosegajo povprečno oceno nižjo od 3,0.



Slika 2: Pomembnost razlogov za uvedbo spletne analitike.

Na koncu smo preverili še, na kaj je uvedba spletne analitike vplivala in v kakšnem obsegu, kar je prikazano na Sliki 3 (1 – sploh ni vplivalo, 5 – zelo vplivalo). Vplivi na razloge so razvrščeni po velikosti od vpliva na razloge z najvišjo povprečno oceno do vpliva na razloge z najnižjo povprečno oceno. Iz Slike 3 je razvidno, da so kot najpomembnejši vpliv na razloge za uvedbo spletne analitike podjetja navedla

merjenje odziva na tržno-komunikacijske dejavnosti, ki je tudi edini presegel povprečno oceno 4,0 ali več. Med najmanj pomembne vplive na razloge so podjetja uvrstila omejitev poslovnih tveganj, reševanje konfliktov poslovnih interesov ter hitrejšo izvedbo zakonodajnih obveznosti. Slednji trije vplivi na razloge edini dosegajo povprečno oceno nižjo od 3,0.



Slika 3: Dejanski vpliv spletne analitike na posamezne razloge za uvedbo po uvedbi spletne analitike.

5 DISKUSIJA

Rezultati raziskave kažejo, da spletna analitika v malih in srednjih podjetjih v Sloveniji še ni tako razvita, kot bi pričakovali. Anketiranci so kot razloge za neuporabo navedli, da nekateri o uvedbi sploh še niso razmišljali, da ne verjamejo, da bi se z uvedbo spletne analitike izboljšala uspešnost poslovanja podjetja. Nekaj anketirancev za spletno analitiko sploh še ni slišalo, nekatera podjetja pa ne vedo, kako bi se tega lotila niti za to nimajo usposobljenega kadra. Marsikdo meni, da spletne analitike v podjetju sploh ne potrebujejo, nekatera podjetja pa imajo za to zunanje izvajalce. Na podlagi predstavljene raziskave tako glavne razloge za neuporabo spletne analitike pri podjetjih, ki so o njeni uporabi razmišljala, najdemo v nezaupanju podjetij v spletno analitiko, takoj zatem pa sledi nepoznavanje spletne analitike bodisi na nivoju celotnega podjetja bodisi zgolj na nivoju usposobljenosti kadrov.

Rezultati predstavljene raziskave kažejo, da v Sloveniji podobno kot v svetu (Datanyze, 2019) prevladujeta orodji Google Analytics in njegova nadgrajena različica Google Universal Analytics.

Ugotavljamo, da uporaba spletne analitike poveča konkurenčnost in uspešnost podjetja in pozitivno vpliva na poslovanje malih in srednjih podjetij. Rezultati so pokazali, da so anketiranci uvrstili povečanje konkurenčnosti in uspešnosti v zgornjo polovico razlogov za uvedbo spletne analitike. Vendar pa se je izkazalo, da so bila pričakovanja pred uvedbo večja (povprečje 3,7), kot pa se je izkazalo po uvedbi (3,4). Hkrati se je tudi pokazalo, da spletna analitika vpliva na odzivnost na spremembe na trgu. Raziskava je pokazala, da so bila pričakovanja pred uvedbo spletne analitike (povprečje 3,7) enaka kot po uvedbi (povprečje 3,7).

Le peščica podjetij ima zaposlene šolane spletne analitike. Večinoma imajo podjetja zaposlene osebe, ki se poleg s svojim delom ukvarjajo še s spletno analitiko. Rezultati so pokazali, da delo poslovnega analitika v večini opravljajo priučeni zaposleni. Podjetja bi morala več investirati v njihovo izobraževanje oz. poiskati nov kader, ki je šolan na tem področju, saj priučeni zaposleni nimajo dovolj znanj, da bi imeli pregled nad celotnim poslovanjem podjetja. Pregled imajo informatiki, a imajo premalo vpogleda v vse vidike procesov niti nimajo zadostnega znanja, da bi lahko videli, kje v samem procesu nastaja dodana vrednost za kupca, kar pa je za poslovni izid in uspeh podjetja lahko ključno.

Izkazalo je se, da so bila nekatera pričakovanja od uvedbe spletne analitike tudi pri najvišje uvrščenih razlogih večja od dejanskega rezultata, vendar pa se poprečne vrednosti pričakovanj od povprečnih vrednosti dejanskega vpliva v teh primerih razlikujejo za največ dve desetinki ocene. V skladu z visokimi pričakovanji spletna analitika podjetjem prinaša v prvi vrsti:

- boljše merjenje odziva na tržno-komunikacijske dejavnosti,
- hitrejšo pridobivanje in analiziranje podatkov,
- povečanje obiska spletne strani,
- hitrejši odziv na spremembe na trgu,
- večjo prepoznavnost podjetja in
- večjo preglednost in prilagodljivost.

Po drugi strani pa spletna analitika najmanj vpliva na:

- omejitev poslovnih tveganj,
- reševanje konfliktov poslovnih interesov in
- hitrejšo izvedbo zakonodajnih obveznosti.

Pred uvedbo spletne analitike v podjetje so podjetja pričakovala, da se bodo zmanjšali njihovi stroški, ter da bodo imeli boljšo preglednost poslovanja. Rezultati so pokazali, da so se po uvedbi spletne analitike stroški zmanjšali v skladu s pričakovanji, prav tako pa se je v skladu s pričakovanji povečala preglednost poslovanja.

Višja pričakovanja (razlika v povprečnih vrednostih več kot 0,5) so bila pri:

- spodbujanju inovativnosti in kreativnosti in
- dodatni pomoči pri sprejemanju odločitev.

Malo manjši, a še vedno pozitivni učinek po uvedbi spletne analitike pa so prinesle naslednje lastnosti:

- osredotočenost na poslovne cilje,
- večja prepoznavnost podjetja in
- ugotavljanje želja obiskovalcev in povečanje obiska spletnih strani.

Glede na napoved in rezultate, ki jih prinaša spletna analitika, lahko podjetje izboljša zelo veliko odločitev. Mala in srednja podjetja lahko z vključitvijo spletne analitike pripomorejo k večji konkurenčnosti na trgu.

6 SKLEP

V prispevku smo obravnavali uporabo spletne analitike med malimi in srednjimi podjetji v Sloveniji. Poslovno okolje se zelo hitro spreminja, zato je pomembno, da mala in srednja podjetja izkoristijo vse vire podatkov, ki so v danem trenutku na voljo. To

lahko storijo s pomočjo spletne analitike, saj se ta uporablja za merjenje, zbiranje, analiziranje in poročanje o spletnih podatkih za namene razumevanja in optimizacije uporabe spleta. Na podlagi prejetih podatkov se lahko oceni in izboljša učinkovitost neke spletne strani ter poveča uspešnost poslovanja podjetja.

Rezultati raziskave kažejo, da je med malimi in srednjimi podjetji v Sloveniji še veliko takih, ki spletne analitike zaradi različnih razlogov ne uporabljajo. Med podjetji, ki spletno analitiko uporabljajo, pa se pričakovanja, ki jih podjetja od uvedbe spletne analitike imajo, pogosto skladajo z dejanskimi učinki spletne analitike. Večinoma imajo podjetja zaposlene osebe, ki se poleg s svojim delom ukvarjajo še s spletno analitiko. Izkazalo je se, da so bila nekatera pričakovanja od uvedbe spletne analitike večja od dejanskih rezultatov.

Menimo, da bi z uvedbo spletne analitike mala in srednja podjetja potencialno povečala svojo rast. To bi lahko dosegla na podlagi novih znanj, tehnologije in usposobljenega kadra. Vsekakor pa morajo biti pripravljena tudi na izzive, s katerimi se bodo ob uvedbi spletne analitike srečevala.

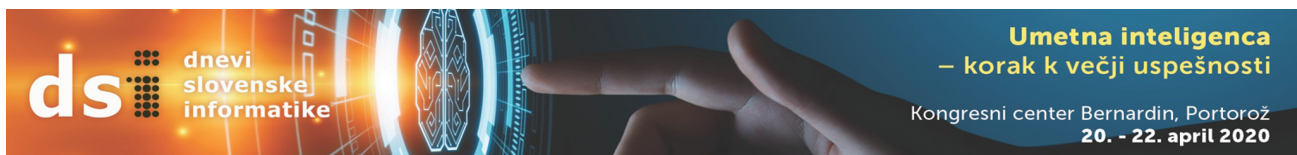
Na podlagi raziskave ocenjujemo, da so za mala in srednja podjetja v prihodnosti ključni izzivi v izobraževanju in usposabljanju kadrov, osredotočanju na digitalizacijo poslovanja, uporabi tržnih orodij in uporabi orodij spletne analitike.

LITERATURA

- [1] Alghalith, N. (2015) Web Analytics: Enhancing Customer Relationship Management. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 10(2), 11–17.
- [2] Burby, J., Brown, A., & WAA Standards Committee. (2007). Web analytics definitions. Washington DC: Web Analytics Association.
- [3] Chen, H., Chiang, R. H. L. & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165–1188.
- [4] Datanyze (2019). Web analytics market share. Pridobljeno 12.7.2019 na <https://www.datanyze.com/market-share/web-analytics>
- [5] Doruk, S., Ozturk, M. & Vayvay, O. (2016). An Overview of Big Data for Growth in SMEs. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 235, 159-167.
- [6] Goebel, R., Norman, A. & Karanasios, S. (2015). Exploring the Value of Business Analytics Solutions for SMEs. *UK Academy for Information Systems*, 22, 1–31.
- [7] Hemann, C. & Burbary, K. (2013). Digital Marketing Analytics: Making Sense of Customer Data in a Digital World. Pearson Education.
- [8] Kent, M. L., Carr, B. J., Husted R. A. & Pop R. A. (2011). Learning web analytics: A tool for strategic communication. *Public Relations Review*, 37, 536-543.
- [9] Loukis, E., Pazalos, K. & Salagara, A. (2012). Transforming e-services evaluation data into business analytics using value models. *Electronic Commerce Research and Applications*, 11(2), 129–141.
- [10] Mortenson, M. J., Doherty, N. F. & Robinson, S. (2015). Operational research from Taylorism to terabytes: A research agenda for the analytics age. *European Journal of Operational Research*, 241, 583–595.
- [11] Nakatani, K. & Chaung, T. (2011). A web analytics tool selection method: an analytical hierarchy process approach. *Internet Research*, 21(2), 171-186.
- [12] Omidvar, M. A., Mirabi, V. R. & Shokry, N. (2011). Analyzing the impact of visitors on page view with Google Analytics. *International Journal of Web & Semantic Technology*, 2(1), 14–32.
- [13] Peterson, E. T. (2004). Web Analytics Demystified: A Marketer's Guide to Understanding how Your Web Site Affects Your Business. Ingram.
- [14] Ramaswamy, M. (2016) *Leveraging information technology for small and medium scale enterprises. Issues in Information Systems*, 17(3), 31–38.
- [15] Statistični urad Republike Slovenije. Podjetja, Slovenija, 2017.

Eva Grobiša je diplomirala na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani, smer javni sektor. Nekaj let kasneje pa na isti fakulteti tudi magistrirala, smer poslovna logistika. Šestnajst let je bila aktivna športnica in v času študija zastopala Ekonomsko fakulteto na številnih košarkarskih tekmovanjih. Trenutno je zaposlena na Mestni občini Ljubljana na Oddelku za varstvo okolja.

Jure Erjavec je docent na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer poučuje predmete s področja poslovne informatike, poslovne logistike in managementa oskrbnih verig ter je vodja podiplomskega študijskega programa Poslovna logistika. Raziskovalno se ukvarja s področji digitalne preobrazbe in managementa oskrbnih verig. Svoje raziskovalno delo je med drugim objavil v *International Journal of Production Economics*, *International Journal of Production Research*, *Applied Ergonomics* in drugih uglednih mednarodnih revijah. Sodeluje in vodi različne svetovalne projekte, nazadnje na področjih upravljanja poslovnih procesov, poslovne analitike in prevzemanja tehnologij.



0 konferenci Dnevi slovenske informatike 2020

Konferenca Dnevi slovenske informatike je vsakoletno strokovno srečanje informatikov, uporabnikov ter ponudnikov naprav in storitev že od leta 1994. S konferenco želimo omogočiti pregled dosežkov slovenske informatike, se seznaniti s pomenom informatike na vseh področjih ter povezati gospodarstvo, javni sektor in znanstveno-izobraževalne ustanove. Konferenca DSI 2020 bo potekala v Portorožu, Hotel Bernardin v dneh od 21. do 22. aprila 2020. 20. aprila 2020 bo predkonferenčni dogodek, ki bo še posebej posvečen odločevalcem (izvršni direktorji (CEO) in vodje informatike (CIO)), njihovemu informiranju in mreženju. Vzpodbujamo tudi ustvarjalno mreženje med odločevalci, uporabniki in strokovnjaki s področja informacijske tehnologije.

Za rdečo nit konference smo izbrali aktualno področje »**Umetna inteligenca – korak k večji uspešnosti**«. Njen cilj je predstaviti udeležencem umetno inteligenco kot novo sredstvo za povečanje uspešnosti v vseh dejavnostih tako v zasebnem kot v javnem sektorju.

Cilj konference je vzpostaviti vrhunsko prizorišče za informatike, odločevalce, uporabnike, raziskovalce in strokovnjake iz gospodarstva za izmenjavo novih idej, dosežkov, dobrih praks, rezultatov raziskav in razvojnih izkušenj na različnih področjih računalništva in informatike

Namen konference je združiti tako mlade kot tudi izkušene znanstvenike, strokovnjake, inštruktorje, nevladne organizacije in predstavnike zasebnega sektorja, da bi izmenjali in razpravljali o teoretičnih in praktičnih vidikih IKT. Poleg vrhunskih predstavitev prispevkov je konferenca tudi platforma za razpravljanje o aktualnih vprašanih in inovativnih tehnologijah.

Kaj lahko od konference pričakujemo: odlične zamisli, prikaz novih pristopov k reševanju aktualnih problemov, usmerjeno mreženje. Konferenca zagotavlja prosto in odprto vzdušje, kjer udeleženci izmenjujejo izkušnje in informacije, se spoznavajo in se ukvarjajo z ustvarjalnostjo. Na voljo bodo:

- predavanja strokovnjakov iz gospodarstva o stanju dosežkih informatike v njihovih okoljih
- razvojno naravnana predavanja, ki bodo navdihovala in informirala
- predstavitve inovativnih raziskovalcev in praktikov
- diskusijsko usmerjene sekcije in odmori za mreženje, ki bodo priložnost za poglobljanje poznanstev in sklepanje novih vzpodbujali sodelovanja

V okviru rdeče niti se bomo na konferenci ukvarjali poleg že ustaljenih vsebin z zanimivimi novimi temami oziroma trendi informatike:

- prenosljivost rešitev
- primeri dobrih praks
- problemi in rešitve interoperabilnosti
- inovativne rešitve
- računalništvo v oblaku
- masivni podatki
- upravne in komercialne e-storitve
- standardi in poenotenje razvojnega in uporabniškega okolja
- tehnologija – naprave, komunikacije
- razvojne metodologije
- vse na internetu (IoT)
- mobilno računalništvo
- izkušnje uporabnikov
- oddajanje del in zasebno-javno partnerstvo
- primerjava nacionalnih dosežkov z evropskimi in svetovnimi
- predstavitev načrtovanih ali realiziranih projektov
- aktualni problemi informatike
- sodelovanje javnega in zasebnega sektorja
- informatika v dejavnostih
- informatika v javnem sektorju
- mobilne rešitve
- organizacija in upravljanje informatike
- masivni podatki
- obrobno računalništvo
- digitalna etika in zasebnost
- obogatena analitika
- razvoj, voden z umetno inteligenco
- pametni prostori
- avtonomne stvari (agenti, naprave, vozila)
- digitalni dvojčki
- potopne tehnologije
- digitalna orodja in pristopi
- digitalna preobrazba

Spremljajoči dogodek konference bosta praktični delavnici, posvečeni primerom dobre prakse s področja implementacije metod umetne inteligence.

Če ste se vprašali, zakaj bi se konference udeležili, vam ponujamo nekaj razlogov: srečali in spoznali boste zanimive ljudi, s katerimi si morebiti želite poslovati in katerih izkušnje bi vam lahko koristile; slišali boste, kako so probleme, ki jih imate mogoče tudi vi, rešili drugi; mogoče boste lahko rešitev, ki se je že obnesla, uporabili tudi sami. Mogoče bodo predavatelji spodbudili razmislek, ali lahko isto delate drugače, bolje; ali lahko delate kaj drugega enako ali celo bolj uspešno.

Prepričani smo, da bo čas, ki ga boste prebili na konferenci, dobra investicija.

Vabljeni!

Slovensko društvo INFORMATIKA

📌 Slovenija na poti digitalne preobrazbe

Pred natanko letom dni smo v reviji Uporabna informatika predstavili knjigo »Slovenija na poti digitalne preobrazbe«, ki je izšla v založbi UL FRI, 2018. Avtorji knjige so Cene Bavec, Andrej Kovačič, Marjan Krisper, Vladislav Rajkovič in Mirko Vintar. Knjiga je sestavljena iz petih poglavij, ki se medsebojno smiselno navezujejo in vzajemno naslavlajo. Osnovna želja avtorjev je bila, da opozorijo na družbene, ekonomske in politične izzive, ki jih digitalizacija prinaša. Knjiga je tako nujno branje za vsakogar, ki lahko kakor koli prispeva k uvajanju digitalne preobrazbe v našo družbo. S hitrim vstopanjem v digitalizirani svet se so pred nami spremembe, ki jim včasih sicer težko sledimo, vendar se jim moramo vsaj prilagajati. Pri tem srečujemo različne ovire in lahko naletimo na različne napake, ki se jim želimo izogniti. Izziv lahko najdemo tudi v inovativnem uvajanju, ki pa mora biti usklajeno z drugimi podsistemi. Knjiga zaokroženo in kritično predstavlja slabosti sedanjega okolja in nakazuje verjetno prihodnost in nujnost digitalne preobrazbe, ki se ji ne moremo in niti ne smemo izogniti. Vsekakor bi jo morali prebrati vsi, ki bodo lahko tako ali drugače vplivali na spremembe, ki so pred nami.

V naslednjih številkah so nekateri od avtorjev še sami predstavili dele svojih poglavij. Omenimo naj prispevek Andreja Kovačiča v 1. številki revije v letu 2019, v katerem obravnava vprašanje, ali so slovenska podjetja pripravljena na digitalizacijo poslovanja.

V drugi številki revije zasledimo prispevek Cene Bavec, ki govori o tem, ali Slovenija 4.0 le želja ali dosegljiv cilj. Dejansko ta prispevek temelji na uvodnem predavanju avtorja na konferenci »Dnevi Slovenske Informatike 2019«.

To serijo prispevkov zaokrožuje v 3. številki revije članek »Analiza digitalne preobrazbe Slovenije v EU okolju« istega avtorja.

Tako izkoriščamo četrto številko revije za informiranje bralcev, da je knjiga da je sedaj knjiga avtorjev Bavec, C., Kovačič, A., Krisper, M., Rajkovič, V., Vintar, M., z naslovom "Slovenija na poti digitalne preobrazbe" na voljo brezplačno v elektronski obliki na naslovu <http://zalozba.fri.uni-lj.si/bavec2019.pdf>

Prijetno in razmišljajoče branje
Saša Divjak



Iz Islovarja

Islovar je spletni terminološki slovar informatike, ki ga objavlja jezikovna sekcija Slovenskega društva INFORMATIKA in ga najdete na naslovu <http://www.islovar.org>. Tokrat objavljamo izbor izrazov iz zbirke »vmesnik«. Vabimo vas, da tudi vi prispevate svoje pripombe, predloge ali nove izraze..

besedilni uporabniški vmésnik -ega -ega -a m (*angl. text user interface, textual user interface, text terminal user interface, TUI*)

uporabniški vmesnik, ki za interakcijo med človekom in računalnikom uporablja besedilo

glasovni uporabniški vmésnik -ega -ega -a m (*angl. voice user interface*)

uporabniški vmesnik, ki za interakcijo med človekom in računalnikom uporablja glas oz. govor

grafični uporabniški vmésnik -ega -ega -a m (*angl. graphical user interface, GUI*)

uporabniški vmesnik, pri katerem uporabnik za interakcijo z računalnikom izbira s klikom in/ ali premikanjem gradnikov¹ na zaslonu (1); sin. slikovni uporabniški vmesnik; prim. WIMP

možganski računalniški vmésnik -ega -ega -a m (*angl. brain-machine interface, neural-control interface, NCI, mind-machine interface, MMI, direct neural interface, DNI, BMI*)

vmesnik, ki prevaja možganske signale v računalniku razumljive signale; prim. BCI

nèposrédno rokovanje -ega -a s (*angl. direct manipulation*)

upravljanje z objekti v uporabniškem vmesniku, ki posnema rokovanje iz realnega sveta in omogoča sprotno povratno informacijo, npr. premikanje datotek, večanje velikosti oken.; prim. vmesnik z neposrednim rokovanjem

nevrónski vmésnik -ega -a m (*angl. direct neural interface*)

vmesnik, ki prevaja nevrnske signale v računalniku razumljive signale

oprijemljivi uporabniški vmésnik -ega -ega -a m (*angl. tangible user interface, TUI*)

uporabniški vmesnik, ki predstavi podatke in informacije z otipljivimi predmeti in omogoča interakcijo z njimi

skúpni prehódni vmésnik -ega -ega -a m (*angl. common gateway interface, CGI*)

standardizirani protokol za komunikacijo (1) strežnika (2) z uporabniško programsko opremo, npr. za izvedbo dinamične spletne strani

slikóvni uporabniški vmésnik -ega -ega -a m (*angl. graphical user interface, GUI*)

uporabniški vmesnik, pri katerem uporabnik za interakcijo z računalnikom izbira s klikom in/ ali premikanjem gradnikov¹ na zaslonu (1); sin. grafični uporabniški vmesnik; prim. WIMP

splétni vmésnik -ega -a m (*angl. web interface*)

vmesnik za prikaz spletnih strani in uporabo spletnih storitev

uporábniški vmésnik -ega -a m (*angl. user interface*)

vmesnik, ki omogoča interakcijo med človekom in računalnikom

vmésnik -a m (*angl. interface*)

del sistema, ki omogoča interakcijo med programi, napravami

vmésnik z neposrédnim rokóvanjem -a -- -- -- m (*angl. direct manipulation interface*)

uporabniški vmesnik, ki omogoča neposredno
rokovanje z objekti in sprotno povratno
informacijo

vmésnik za upravljanje računalniškega okólja -a
--- m (*angl. intelligent platform management
interface, IPMI*)

vmesnik, ki omogoča upravljanje in nadzor
strežnikov neodvisno od njihovih operacijskih
sistemov in strojne opreme

Včlanite se v Slovensko društvo INFORMATIKA

Pristopna izjava

za članstvo v Slovenskem društvu INFORMATIKA

Pravne osebe izpolnijo samo drugi del razpredelnice

Ime in priimek	
Datum rojstva	
Stopnja izobrazbe	srednja, višja, visoka
Naziv	prof., doc., spec., mag., dr.
Domači naslov	
Poštna št. in kraj	
Ulica in hišna številka	
Telefon (stacionarni/mobilni)	

Zaposlitev člana oz. člana - pravna oseba

Podjetje, organizacija	
Kontaktna oseba	
Davčna številka	
Poštna št. in kraj	
Ulica in hišna številka**	
Telefon	
Faks	
E-pošta	

Zanimajo me naslednja področja/sekcije*

- jezik
- informacijski sistemi
- operacijske raziskave
- seniorji
- zgodovina informatike
- poslovna informatika
- poslovne storitve
- informacijske storitve
- komunikacije in omrežja
- softver
- hardver
- upravna informatika
- geoinformatika
- izobraževanje

podpis

kraj, datum

Pošto društva želim prejemati na domači naslov / v službo.

Članarina znaša: 18,00 € - redna

7,20 € - za dodiplomske študente in seniorje (ob predložitvi dokazila o statusu)

120,00 € - za pravne osebe

Članarino, ki vključuje glasilo društva – revijo **Uporabna informatika**, bom poravnal sam / jo bo poravnal delodajalec.

DDV je vključen v članarino.



Naročilnica na revijo UPORABNA INFORMATIKA

Naročnina znaša: 35,00 € za fizične osebe

85,00 € za pravne osebe – prvi izvod

60,00 € za pravne osebe – vsak naslednji izvod

15,00 € za študente in seniorje (ob predložitvi dokazila o statusu)

DDV je vključen v naročnino.

ime in priimek ali naziv pravne osebe in ime kontaktne osebe

davčna številka, transakcijski račun

naslov plačnika

naslov, na katerega želite prejemati revijo (če je drugačen od naslova plačnika)

telefon/telefaks

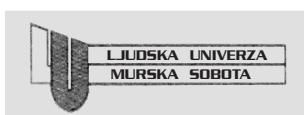
elektronska pošta

Podpis

Datum

Izpitni centri ECDL

ECDL (European Computer Driving License), ki ga v Sloveniji imenujemo evropsko računalniško spričevalo, je standardni program usposabljanja uporabnikov, ki da zaposlenim potrebno znanje za delo s standardnimi računalniškimi programi na informatiziranem delovnem mestu, delodajalcem pa pomeni dokazilo o usposobljenosti. V Evropi je za uvajanje, usposabljanje in nadzor izvajanja ECDL pooblaščen ustanova ECDL Foundation, v Sloveniji pa je kot član CEPIS (Council of European Professional Informatics) to pravico pridobilo Slovensko društvo INFORMATIKA. V državah Evropske unije so pri uvajanju ECDL močno angažirane srednje in visoke šole, aktivni pa so tudi različni vladni resorji. Posebno pomembno je, da velja spričevalo v 148 državah, ki so vključene v program ECDL. Doslej je bilo v svetu izdanih že več kot 11,6 milijona indeksov, v Sloveniji več kot 17.000, in podeljenih več kot 11.000 spričeval. Za izpitne centre v Sloveniji je usposobljenih osem organizacij, katerih logotipe objavljamo.



Znanstveni prispevki

Živa Rant, Dalibor Stanimirović:

ANALYSIS OF E-HEALTH SOLUTIONS IN SLOVENIA: A USAGE PERSPECTIV

Marjeta Marolt, Andreja Pucihar:

UPORABA DRUŽBENIH MEDIJEV ZA UPRAVLJANJE ODNOSOV S STRANKAMI
V SLOVENSКИH MIKRO, MALIH IN SREDNJE VELIKIH PODJETJIH

Kratki znanstveni prispevki

Manca Žerovnik Mekuč, Ciril Bohak, Rok Romih, Samo Hudoklin, Matija Marolt:
AVTOMATSKA SEGMENTACIJA CELIČNIH PREDELKOV V VOLUMETRIČNIH
PODATKI, PRIDOBLENJIH Z ELEKTRONSKIM MIKROSKOPOM

Bojan Klemenc, Franc Solina:

NIZKODIMENZIONALNI MODEL TONKEGA PROSTORA

Sandi Gec, Dejan Lavbič, Vlado Stankovski:

DO LAHKIH PAMETNIH POGODB S PAMETNIMI PREROKI

Matija Rezar, Fabio Ricciato:

KAKO POZNAVANJE ČASA ODHODA SIGNALA VPLIVA NA LOKALIZACIJO
Z UPORABO ČASA PRIHODA SIGNALA?

Strokovni prispevki

Eva Grobiša, Jure Erjavec:

ANALIZA UPORABE SPLETNE ANALITIKE V MALIH IN SREDNJIH PODJETJIH
V SLOVENIJI

Informacije

O KONFERENCI DNEVI SLOVENSKE INFORMATIKE 2020

SLOVENIJA NA POTI DIGITALNE PREEBRAZBE

IZ ISLOVARJA

