

# სამუშაო ნაკადების ვიზუალიზაცია პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის ბაზაზე

ეკატერინე თურქია, სოფიო სტომადოვა  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია მონაცემთა მეცნიერების მეთოდებისა და ბიზნესპროცესების მოდელირების განვითარების ტექნოლოგია „process mining“ (პროცესების მოპოვება). მისი გამოყენებით რეალიზებულია პროცესების ანალიზის ინსტრუმენტის პროტოტიპი, რომელიც შესაძლებლობას გვაძლევს სააღრიცხვო ჟურნალებიდან (ე.წ. Event log) ინფორმაციის ამოღებით დავინახოთ შესრულებული პროცესების რეალური სურათი. მაგალითის სახით, შემოთავაზებულია სამუშაო პროცესის კოორდინაციის სისტემის ფრაგმენტი, სადაც ჩაშენებულია პროცესის გენერირების ანალიტიკური ვიზუალიზაციის მექანიზმი. სააღრიცხვო ჟურნალის წარმოებისათვის განსაზღვრულია პროცესზე დაკვირვების ინდიკატორები. C#.NET, MS SQL პროგრამული პაკეტებით რეალიზებულია პროცესის ინდიკატორების სააღრიცხვო მონაცემებად გარდაქმნა და მიღებული მონაცემებით პროცესის დინამიკის ავტომატიზებული გენერირება BPMN ფორმატში.

**საკვანძო სიტყვები:** WorkFlow Management, Process Mining, BPMN, Model Driven Technology.

## 1. შესავალი

თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიებში ობიექტზე, პროცესსა და მოდელზე ორიენტირებულ მიდგომებთან ერთად, აქტუალური გახდა მონაცემზე ორიენტირებული მეთოდები (data-driven), რომლის ერთ-ერთი მთავარი მიზანია მოხდეს ფოკუსირება მონაცემებსა და ფაქტებზე, მოსალოდნელი და მოულოდნელი ცოდნის მისაღებად. ეს მიმართულება ცნობილია, როგორც მონაცემთა მეცნიერება (Data science) [1]. მასში ერთიანდება ყველა ის მეთოდი და ინსტრუმენტი, რაც მონაცემთა დამუშავებასთან აღიქმება და აერთიანებს მონაცემთა ბაზების, ცოდნის ბაზების, მონაცემთა ანალიტიკური კვლევის ალგორითმებისა და მონაცემებით ცოდნის მიღების თეორიებს. ამ თეორიებს მიეკუთვნება და არ შემოიფარგლება ისეთი თანამედროვე ტექნოლოგიები, როგორცაა: პროცესების მოპოვება (Process mining), მონაცემთა მოპოვება (Data mining), მანქანური სწავლება (machine learning), ბიზნესის ანალიტიკური მართვა (Business Intelligence), ალფა ალგორითმი (Alfa Algorithm), კლასტერული ანალიზი (Cluster Analysis), მონაცემთა საცავები (Data Warehousing) და სხვ [1,2].

მონაცემებზე დაყრდნობით ცოდნის მიღების კონცეფცია დაედო საფუძვლად ბიზნეს-პროცესების დაპროექტებისა და ანალიზის ტექნოლოგიის განვითარებასაც. ამ მიმართულებით შეიქმნა პროცესების მოპოვების ტექნოლოგია (Process mining Technology), რომელიც მონაცემებიდან პროცესზე დაკვირვების საშუალებას იძლევა და ახდენს მონაცემების დინამიური ქცევის მონიტორინგს [2, 3]. პროცესზე რეალური ფაქტებით დაკვირვება, დაგეგმილი ბიზნეს-პროცესის მართვის ახალ ხედვას წარმოშობს - მიახლოებულს რეალურ პროცესთან, რეალური მონაცემების იმიტაციით. მიღებული პროცესი მოდელზე-ორიენტირებული ტექნოლოგიით (MDA- Model Driven Technology)

შესაძლებელია ინტეგრირდეს ან კონვერტირდეს სხვა დაკავშირებულ მოდელებთან [4]. გამომდინარე აქედან, პროცესების მოპოვების ტექნოლოგია საწარმოო პროცესის გაუმჯობესების ხელშემწყობი მოქნილი საშუალებაა. პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის გამოყენება რეკომენდირებულია სამუშაო ნაკადების კოორდინაციის მართვის პროცესში (Workflow Management), დოკუმენტ-ბრუნვის მართვის პროცესში (DocFlow Management), საწარმოო რესურსების დაგეგმვის პროცესში (Enterprise Resource Planning), ოპერაციული მართვის პროცესში (Business Operations Management) და ა.შ.

ორგანიზაციული პროცესების შესრულების კონტროლის ამოცანებში ხშირია, პროცესის ეტაპებში, დროით რეგლამენტში უზუსტობები, რაც მენეჯერული და ოპერაციული დონის პროცესების მართვაში მნიშვნელოვანი საკითხია, რადგან შესაძლებელია ორგანიზაცია გარკვეული რისკების წინაშე აღმოჩნდეს. ხშირია სიტუაციები, როდესაც საჭირო ხდება ემპირიულად და ბიზნეს-მხარის ინსტრუქციებზე აწყობილი პროცესის რეალურ გარემოში გამოცდა და პრაქტიკული შედეგებით ჩანაცვლება. ამ პროცესების აღწერისთვის პრაქტიკაში გამოიყენება ბევრი მიდგომა და მოდელი. ჩვენი მიზანია, მოვახდინოთ პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიაზე დაყრდნობით სამუშაო პროცესის, ბიზნეს-პროცესის მოდელის ავტომატიზებული გენერირება, რომელიც რეალურ მონაცემებზე დაყრდნობით მოახდენს შესრულებული პროცესების ფრაგმენტების სხვადასხვა ჭრილში ხედვას ე.წ. „ერთი დაფის“ (Dashboard) რეჟიმში.

## 2. ძირითადი ნაწილი

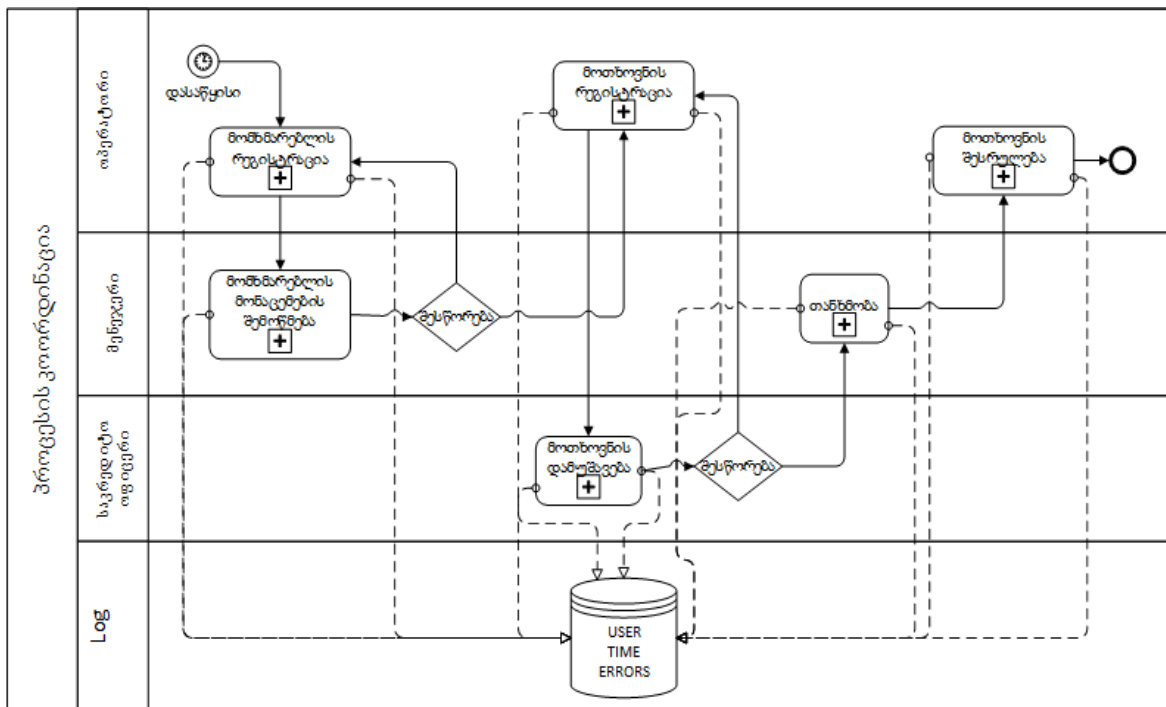
პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის ბირთვია სააღრიცხვო ჟურნალის (log) მონაცემები. ამდენად, ამ ტექნოლოგიის ეფექტიანად გამოყენებისთვის მთავარი მოთხოვნაა ინფორმაციული სისტემების დაპროექტებისას გათვალისწინებული იქნეს მაქსიმალური არაფუნქციური ინფორმაციის შეინახვა მოვლენების ჟურნალებში ე.წ. „event log“-ის სახით. ტრადიციული მოდელირებისგან განსხვავებით process mining-ის მიხედვით მიღებული ალგორითმები ეფუძნება რეალური მოვლენების შესახებ ჩანაწერებს [3].

პროგრამული პროდუქტების მუშაობის პრაქტიკაში სტანდარტულია სააღრიცხვო ჟურნალის წარმოების ინდიკატორები - მომხმარებელი, მოვლენის შესრულების დრო, მოვლენის შინაარსი. იმისათვის, რომ მივიღოთ პროცესის შესრულების სურათი, საჭიროა მოვლენის შინაარსის დეტალიზაცია და გაფართოება.

ფაქტობრივად, პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის მთავარი ფოკუსია პროცესის ინდიკატორები, რომელთა უნივერსალობა რთულად მიღწევადია. ვინაიდან, მახასიათებლები განსხვავებულია, როგორც სხვადასხვა პროცესის ხასიათის და ფუნქციონალობის თვალსაზრისით, ისე პროცესის ანალიტიკის მიზნის ფუნქციებიდან და შეფასების კრიტერიუმებიდან გამომდინარე. გამომდინარე აქედან, პროგრამული პროდუქტის დაპროექტებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას პროცესის შემდგომი ანალიზის ინდიკატორების განსაზღვრა. ასეთი ინდიკატორები შესაძლოა ჩადებული იყოს მზა პროგრამულ აპლიკაციაში არა მხოლოდ პროცესის ბიჯებს შორის გადასვლისას (რაც სტანდარტულად ხორციელდება), არამედ უფრო დეტალურად - მომხმარებლის მიერ სხვადასხვა მართვის ელემენტზე მიმართვის დროს. ასეთი მიდგომა შესაძლებლობას იძლევა აღწეროს მომხმარებლისა და სისტემის რეალური ქცევა, რაც პროცესის ვიზუალიზაციას პროდუქტიულს ხდის, როგორც მომხმარებლის ქმედების, ისე სისტემის

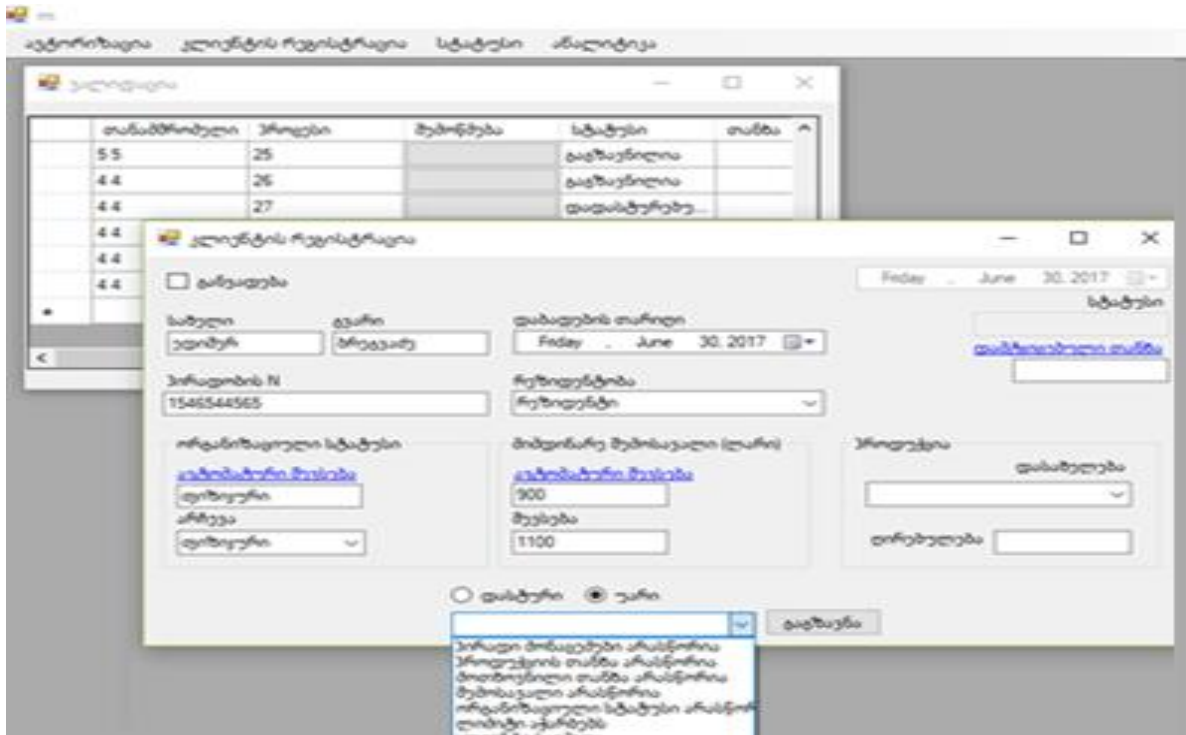
გამართულობის მონიტორინგის თვალსაზრისით. მაგალითად, ხშირია შემთხვევები, როდესაც მომხმარებელი ზუსტად ვერ ახასიათებს პროგრამულ სისტემაში მუშაობისას გამოვლენილ ხარვეზის ზუსტ ან გამომწვევ მიზეზს. სისტემის მონიტორინგისთვის პროცესის გენერირება ასეთი ღრმა ინდიკატორების აღრიცხვით იძლევა საშუალებას გამოვლინდეს - პროცესის შესაბამისობა ავტომატიზაციასთან, ავტომატიზაციის ხარვეზები, სისტემის გამართულობა, მომხმარებლის მიერ სისტემაში სწორი მუშაობა და სხვ. ამ თვალსაზრისით მიიღება დროის რეალურ რეჟიმში ტესტირების, შეცდომების გამოვლენისა და აღრიცხვის ხელშემწყობი მექანიზმები. ხოლო, პროცესისა და მომხმარებლების მონიტორინგის თვალსაზრისით გამოვლინდება პროცესის სწორი დაგეგმვის, დაგეგმილ პროცესთან მომხმარებლების ადეკვატური მუშაობის მაჩვენებლები.

მაგალითის სახით, ჩვენ მიერ ავტომატიზებულია განვადების სამუშაო პროცესის კოორდინაციის სისტემის ფრაგმენტი, სადაც ჩაშენებულია პროცესის გენერირების ანალიტიკური ვიზუალიზაციის მექანიზმი. ინდიკატორების სახით განსაზღვრულია დავალების დაწყების, მომზადების, გადაცემის, მიღების, შესრულების დროისა და მომხმარებლების იდენტიფიკატორის პარამეტრები. პროცესის თითოეული ეტაპის დასაწყისისა და დასასრულისთანავე მონაცემთა ბაზის „LOG“ ცხრილში ინახება ეტაპის შემსრულებლის სისტემური იდენტიფიკატორი, დრო, ხარვეზი (არსებობის შემთხვევაში). პროცესის აღწერის ფრაგმენტი შემოთავაზებულია 1-ელ ნახაზზე. სისტემაში მონაწილე მხარეებია ოპერატორი (ახდენს მომხმარებლის და მოთხოვნის რეგისტრაციას, მოთხოვნის შესრულებას); მენეჯერი (ამოწმებს და ადასტურებს ოპერატორის მიერ შეყვანილი მონაცემების სისწორეს) და საკრედიტო ოფიცერი (ამუშავებს მოთხოვნას).



ნახ. 1. რეალიზებული სისტემის ბიზნეს-პროცესის აღწერის ფრაგმენტი

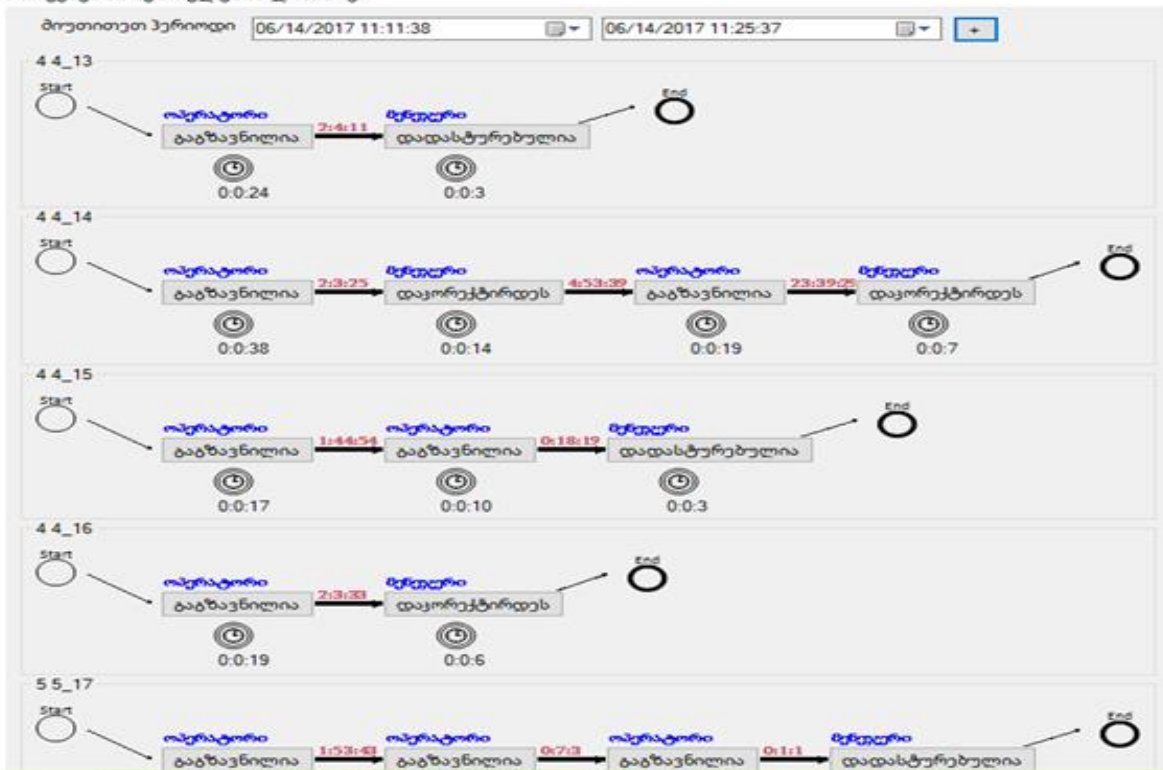
მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია აღწერილი პროცესის ავტომატიზებული სამომხმარებლო ფორმები რეალიზებული .NET C# პროგრამულ ენაზე.



ნახ. 2. რეალიზებული სისტემის სამომხმარებლო ფორმების ფრაგმენტები

მოცემულ ფორმებთან ეტაპობრივად მუშაობს სისტემის ყველა მომხმარებელი, რომელთა მუშაობის შედეგებისა და აღწერილი ინდიკატორების მიხედვით ავტომატიზებულად გენერირდება შესრულებული პროცესის დინამიკა BPMN დიაგრამის ფორმატში (ნახ.3).

პროცესების შესრულების დინამიკა



ნახ.3. ავტომატიზებულად გენერირებული შესრულებული პროცესის დინამიკა BPMN დიაგრამის ფორმატში

### 3. დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილი მაგალითით აღწერილია შესრულებული პროცესების ვიზუალიზაციის კონცეფცია, პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის პრინციპებით - პროცესის ინდიკატორების სააღრიცხვო მონაცემებად გარდაქმნა და მიღებული მონაცემებით პროცესის დინამიკის ავტომატიზებული გენერირება BPMN (Business Process Management Notation) ფორმატში. პროცესის გენერირება ამ შემთხვევაში მხოლოდ ვიზუალიზაციის ხასიათს ატარებს და არ არის დაფუძნებული მოდელზე მართვად ტექნოლოგიაზე, რაც მოდელის მიღებისა და გარდაქმნის კონცეფციაა.

ამ მიმართულებით საინტერესო იქნება გრაფიკული კოდის XML (Extensible Markup Language) კოდით ჩანაცვლება, რაც მოდელის კონვერტაციის შესაძლებლობას შექმნის. მნიშვნელოვანია, რომ საერთაშორისო ბაზარზე ცნობილია პროცესების მოპოვების პროგრამული პროდუქტები: ProM, PMLAB, Apromore, bupaR და სხვ. აღნიშნული რედაქტორები საკმაოდ საინტერესო გარემოს ქმნის პროცესების იმიტაციისა და კონვერტაციისთვის. თუმცა, მოცემულ სისტემებს არ გააჩნია კერძო პროგრამულ პროდუქტში ჩაშენების შესაძლებლობა ან ინტეგრირება, რაც პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის განვითარებისა და კვლევის საკითხია.

### ლიტერატურა-References – Литература:

1. Van der Aalst W.M.P., Reijers H.A., Weijters A.J.M.M., Van Dongen B.F., Alves de Medeiros A.K., Song M., Verbeek H.M.W. (). Business Process Mining: An Industrial Application. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.76.4522&rep=rep1&type=pdf>
2. Claes J., Poels G. (2011). Merging Computer Log Files for Process Mining: an Artificial Immune System Technique. <http://processmining.ugent.be/pdf/ClaesPoels2011BPI@BPM.pdf>
3. თურქია ე., სტომადოვა ს., ბიტარაშვილი მ. (2017). ბიზნეს-პროცესების მართვის სრულყოფა process mining -ტექნოლოგიის გამოყენებით, სტუ, შრ. კრ. „მას“ N1(23), თბ., გვ. 261-264. [http://gtu.ge/Journals/mas/Referat/ASU-2017\(1\\_23\)/261\\_264.pdf](http://gtu.ge/Journals/mas/Referat/ASU-2017(1_23)/261_264.pdf)
4. თურქია ე. (2010). ბიზნეს-პროექტების მართვის ტექნოლოგიური პროცესის ავტომატიზაცია, მონოგრ., სტუ, თბილისი

## WORKFLOW VISUALIZATION BASED ON PROCESS MINING TECHNIQUE

Turkia Ekaterine, Stomadova Sophio

Georgian Technical University

### Summary

The article reviews process mining technology, which is the next generation technology of business-process management and data sciences technique. A prototype of process analyses software based on process mining technology is developed. This system has possibility to see the real picture of the executed processes from the event logs. As an example, business-process model generation from workflow management system is implemented. To construct event logs process monitoring indicators are defined. C#, .NET, and MS SQL software packages are used to transfer process indicators to the event logs and subsequent automated generation of process dynamics in the BPMN format.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАБОЧИХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ

Туркия Е., Стомадова С.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Рассматривается развитие методов научных данных технологии process mining. С его использованием, реализован прототип инструмента процесса анализа, который даёт возможность из журналов событий (так называемые Event log) извлечением информации увидеть реальную картину выполненных процессов. В частности, предложен фрагмент системы координации рабочего процесса, где встроен механизм аналитической визуализации для генерации процесса. Для журналов событий определены показатели процесса наблюдения. С # .NET, MS SQL программными пакетами реализован перенос индикаторов процесса в данные учета и полученными данными автоматизированна генерация динамики процесса в формат BPMN.