

Otkrivanje zakonitosti u procesima (eng. Process mining)





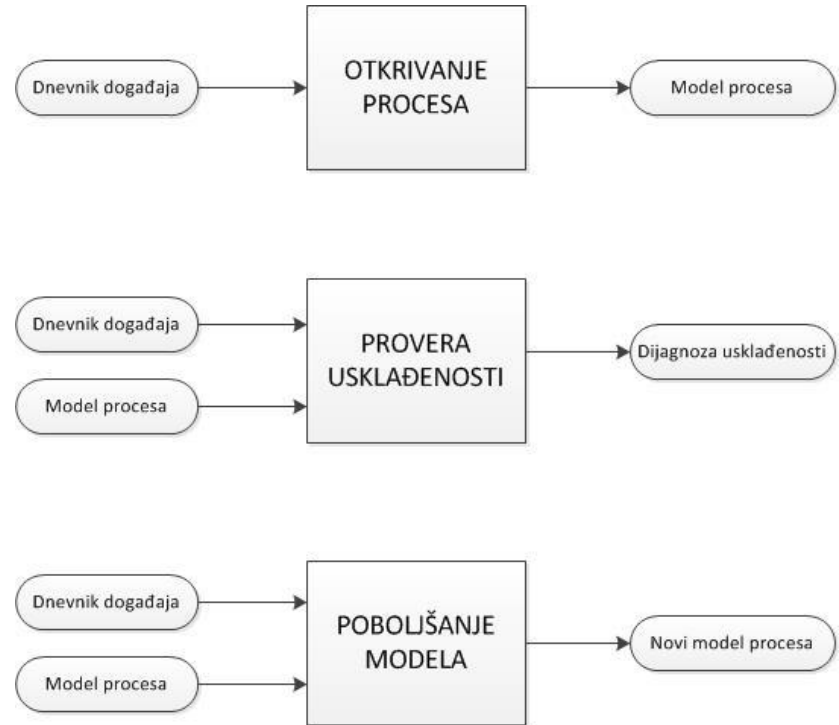
1.

Otkrivanje zakonitosti u procesima

obuhvata tehnike, alate i metode za otkrivanje, nadgledanje i unapređenje procesa izdvajanjem znanja iz podataka o izvršenim aktivnostima.

Process mining tehnike

- ◎ Otkrivanje procesa-kreira se model procesa uopštavanjem realnih događaja.
- ◎ Provera usklađenosti-utvrđivanje odstupanja realnog ponašanja sistema od projektovane specifikacije.
- ◎ Poboljšanje modela-proširenje ili poboljšanje postojećeg modela na osnovu podataka o događajima.



Tehnike otkrivanja procesa

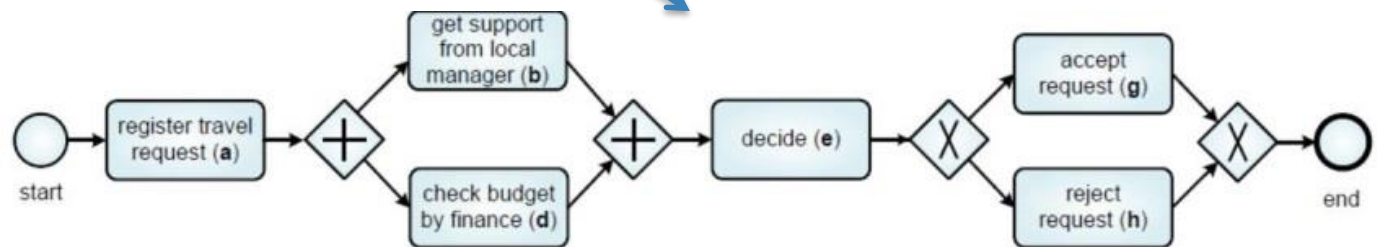
■ Primer slučaja:

a b d e g

a d b e g

a b d e h

a d b e h



Tehnike otkrivanja procesa

- ⊙ α algoritam
 - ⊙ heuristički algoritmi,
 - ⊙ genetski algoritmi,
 - ⊙ fuzzy miner,
 - ⊙ AGNEs (*Artificially Generated Negative Events*) i dr.
- ⊙ Izazovi u radu:
 - Predstavljanje duplih aktivnosti,
 - Nemogućnost predstavljanja hijerarhije,
 - Rad sa podacima koji sadrže šum,
 - Polazi se od pretpostavke da radimo sa kompletnim modelom,
 - Rad sa nedostajućim vrednostima,
 - Nepostojanje negativnih primera za rad.

Tehnika provere usklađenosti

- ◎ Glavna pretpostavka: postoji normativan ili deskriptivan model procesa.
- ◎ Cilj je identifikovati dve vrste odstupanja:
 - ponašanje zabeleženo u sistemu, koje nije projektovano modelom
 - ponašanje dozvoljeno u modelu, ali se nije odigralo u sistemu
- ◎ Model procesa je uglavnom prikazan Petrijevom mrežom.
- ◎ Pristup treba da obezbedi vizuelni prikaz mesta odstupanja i dijagnostičke informacije razumljive korisnicima, čime se dobija osnova za popravku modela.

Dnevnik dogadajaja



predstavlja zapise o događajima koji su
vezani za određeni proces.

Format dnevnika događaja

- ⦿ Događaj se odnosi na izvršenje određene aktivnosti za konkretan predmet obrade, odnosno slučaj.
- ⦿ Registrovan slučaj se sastoji od niza događaja i predstavlja jednu instancu procesa.
- ⦿ **Osnovna pretpostavka:** svaki događaj se može nedvosmisleno mapirati sa određenom instancom procesa.

Primer dnevnika događaja: obrada porudžbenice

Broj porudžbenice	Aktivnost	Datum	Proizvod	Količina
9901	Registrowanje porudžbenice	16-01-2014@9.15	Samsung S5	3
9902	Registrowanje porudžbenice	16-01-2014@9.18	iPhone 6	1
9903	Registrowanje porudžbenice	18-01-2014@9.27	Slušalice za iPhone 7 plus	2
9901	Provera zaliha	16-01-2014@9.18	Samsung S5	3
9901	Isporuca robe	17-01-2014@10.20	Samsung S5	3
9903	Provera zaliha	18-01-2014@9.33	Slušalice za iPhone 7 plus	2
9901	Plaćanje robe	20-01-2014@14.15	Samsung S5	3
9902	Provera zaliha	16-01-2014@10.38	iPhone 6	1
9902	Otkazivanje porudžbine	16-01-2014@10.40	iPhone 6	1

Primer dnevnika događaja: pregled pacijenata

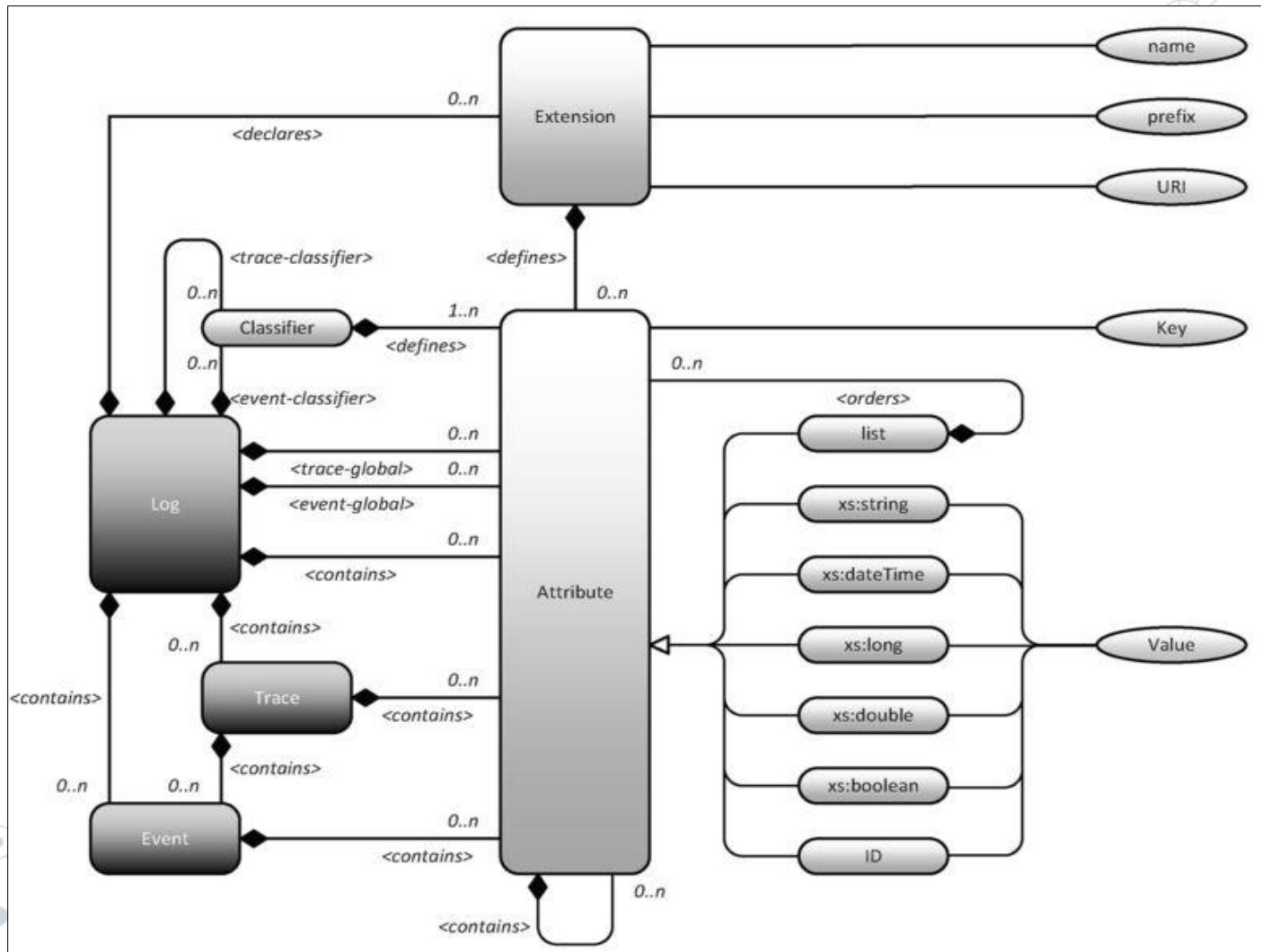
patient	activity	timestamp	doctor	age	cost
5781	make X-ray	23-1-2014@10.30	Dr. Jones	45	70.00
5541	blood test	23-1-2014@10.18	Dr. Scott	61	40.00
5833	blood test	23-1-2014@10.27	Dr. Scott	24	40.00
5781	blood test	23-1-2014@10.49	Dr. Scott	45	40.00
5781	CT scan	23-1-2014@11.10	Dr. Fox	45	1200.00
5833	surgery	23-1-2014@12.34	Dr. Scott	24	2300.00
5781	handle payment	23-1-2014@12.41	Carol Hope	45	0.00
5541	radiation therapy	23-1-2014@13.57	Dr. Jones	61	140.00
5541	radiation therapy	23-1-2014@13.08	Dr. Jones	61	140.00
...

Svaki red predstavlja jedan događaj (transakciju)

IEEE eXtensible Event Stream (XES) standard

- ◎ Glavni element XML dokumenta je dnevnik koji se odnosi na jednu definiciju procesa.
- ◎ Dnevnik element sadrži liste događaja, a jedna lista predstavlja slučaj.
- ◎ Svaki događaj mora minimalno da sadrži attribute:
 - Identifikacionu oznaku
 - Naziv aktivnosti
 - Vremensku oznaku

IEEE eXtensible Event Stream (XES) standard



Izvori za dnevnik događaja

BPM, WfM sistemi

- događaji se beleže na sistematičan način, jasna semantika -

Transakcioni sistemi (ERP, CRM i dr.)

- slučajevi i aktivnosti nisu eksplicitno definisani-

Dnevnik nastalih grešaka i drugi logovi sistema, tabele za izračunavanje i dr.



2.

ERP transakcioni podaci- problem ekstrakcije

glavni zapisi su transakcije koje se mogu izvršiti u okviru više različitih procesa.

ERP transakciona baza podataka

- ⊙ Zasniva se uglavnom na dokumentima i javlja se odnos zavisnosti „jedan prema više“ i „više prema više“ između entiteta.
- ⊙ Podaci o događajima koji su vezani za određeni proces čuvaju se u mnogim, često ne direktno povezanim tabelama.
- ⊙ *Nepostojanje jedinstvenog identifikatora za instancu procesa.*
- ⊙ *Javlja se odnos „više prema više“ između konkretnih transakcija i instanci procesa.*

Primer: proces nabavke

- Više entiteta
 - više predmeta obrade
 - više definicija procesa

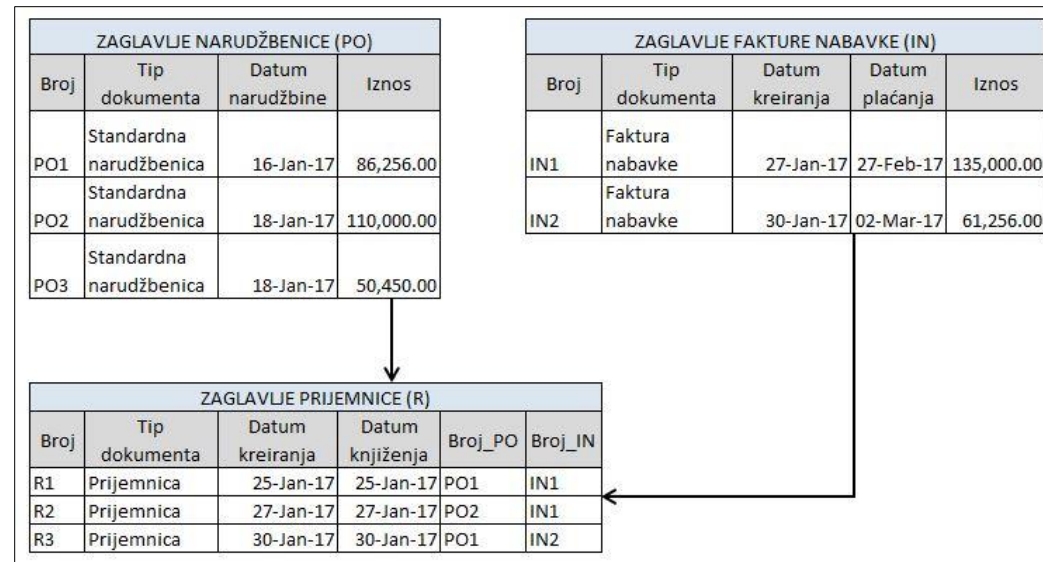
- Dva problema prilikom otkrivanja modela procesa:

1. Divergencija

podataka- više događaja istog tipa pripada jednoj instanci procesa,

2. Konvergencija

podataka- jedan događaj se može mapirati sa više različitih instanci procesa.



Tradicionalni pristupi za ekstraktovanje podataka

- ⊙ Dnevnik događaja: svaka transakcija opisuje izvršenje instance procesa nezavisno od drugih instanci.
- ⊙ Nemogućnost ispravnog konvertovanja transakcionih podataka u jedinstveni dnevnik događaja kada postoji zavisnost „više prema više“ između entiteta.
- ⊙ Javljaju se pogrešne zavisnosti između događaja i ponavljanje događaja, koje savremene *process mining* tehnike ne mogu da prepoznaju.

Korisna literatura

- de Murillas, E. G. L., Reijers, H. A., & van der Aalst, W. M. P. (2018). Connecting databases with process mining: a meta model and toolset. *Software and Systems Modeling*, 1–39. <http://doi.org/10.1007/s10270-018-0664-7>
- Pajić Simović, A., Babarogić, S., & Pantelić, O. (2018). A Domain-Specific Language for Supporting Event Log Extraction from ERP systems. In *2018 7th International Conference on Computers Communications and Control (ICCCC)* (pp. 12–16).
- Wil M.P. van der Aalst, 2016. *Process mining: Data Science in Action*. Springer, Berlin, Nemačka.
- Kalenkova, A. A., Burattin, A., Leoni, M. De, Aalst, W. M. P. Van Der, & Sperduti, A. (2016). Discovering High-level BPMN Process Models from Event Data. *Tech. Rep. BPM Center Report BPM-16-09*, 46.
- Ghawi, R. (2016). *Process Discovery using Inductive Miner and Decomposition*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1610.07989>
- Gupta, E. (2014). Process mining algorithms. *International Journal of Advance Research In Science And Engineering*, 3(11), 401–412.
- Reichert M. and Weber B. 2012. *Enabling Flexibility in Process-Aware Information Systems: Challenges, Methods, Technologies*. Springer-Verlag, Berlin, Nemačka.
- Tiwari, A., Turner, C. J., & Majeed, B. (2008). A review of business process mining: state-of-the-art and future trends. *Business Process Management Journal*, 14(1), 5–22. <http://doi.org/10.1108/14637150810849373>
- Internet stranice:
www.processmining.org
www.win.tue.nl/ieeetfpm/
www.fluxicon.com/blog/
www.promtools.org