A decorative graphic on the left side of the slide consisting of two overlapping parallelograms. The front one is blue and the back one is a light green color. They are positioned diagonally, with the blue one in front of the green one.

Enhancing the Process
Mining Visualization
Tool by adding the
Inductive Miner and
improving the UI



Agenda

- Motivation
- Grundlagen
- Architektur
- Software Development Prozess
- Demo
- Evaluation
- Herausforderungen
- Fazit



Motivation

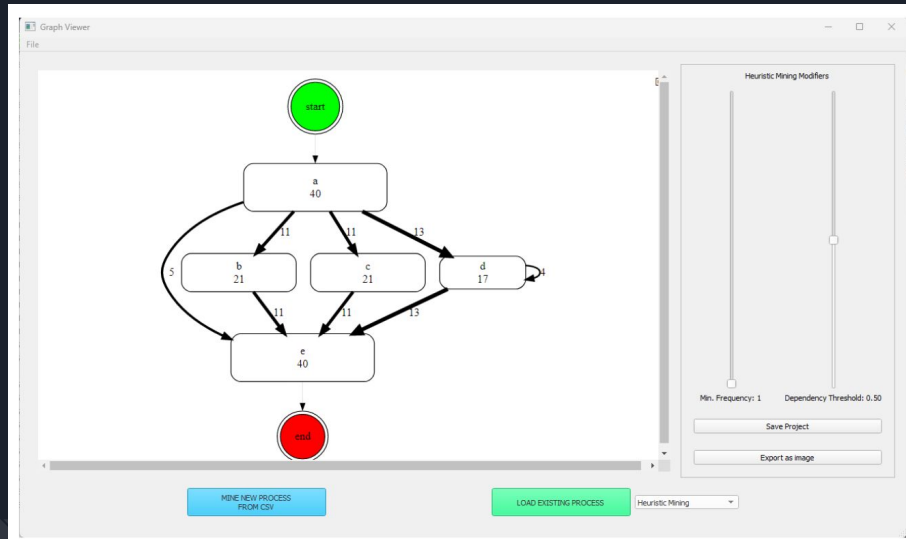
- Wichtigkeit Process Mining [1,2]
- Die meisten Tools ohne Lizenz nicht nutzbar
 - Celonis [13]
 - Disco [10]
 - PMTK [11]
 - Ausnahme ProM 6 [12]
- Verbesserung des Process Mining Visualization Tools [3,4]
 - Erweiterung der analytischen Fähigkeiten
 - Modernisierung des UI



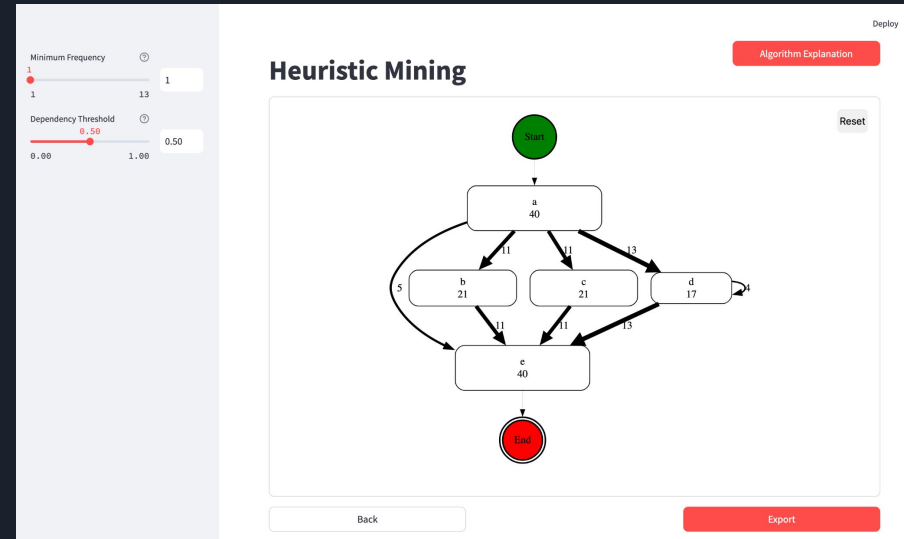
Grundlagen - Verbesserung UI

- Nutzung einer aktuellen Library
- streamlit [8]
 - Einfach zu Verwenden
 - Keine Frontend Kenntnisse erforderlich
- Modernes und responsive User Interface


Grundlagen - Verbesserung UI



Process Mining Visualization Tool 0.1.0 [3]



Process Mining Visualization Tool 0.2.0



Grundlagen - Fehlerbehebungen und Performance Verbesserung

- Fehlerbehebung
 - Alle Graphen haben einen Start- und Endpunkt
 - Drücken von Nodes funktioniert im Bereich der Nodes
 - Fuzzy Miner - Edge filtering
 - Heuristic Miner - Bereich der Minimumfrequenz
 - Delimiter Detection
 - etc.
- Performance Verbesserungen
 - Keine mehrfache Verarbeitung von gleichen Traces
 - Nutzung von Numpy Operationen
 - Verarbeitung von größeren Datensätzen

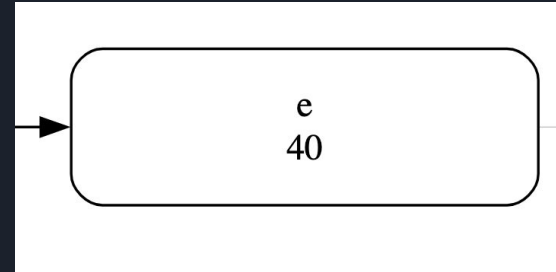
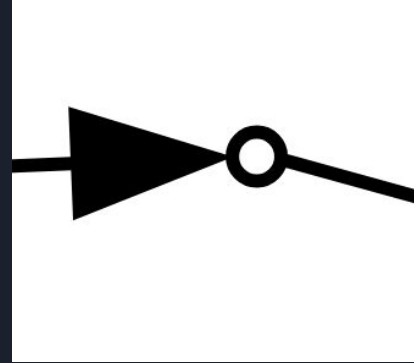


Grundlagen - Inductive Miner [1,5]

- rekursiver Algorithmus ohne Berücksichtigung von Frequenz
- Log Filtering für bessere Modelle
- sucht Partitionen in directly-follows Graphen
- erstellt sound Process Models
- entdeckt mehr Beziehung zwischen Events
 - exklusive Entscheidung
 - Sequenz
 - parallele Ausführung
 - Loop Ausführung
- Ablauf:
 - überprüfen von BaseCases
 - suchen nach Partitionen
 - Cut Detection
 - Log Splitting
 - rekursiver Aufruf mit Sublogs
 - Fall Through

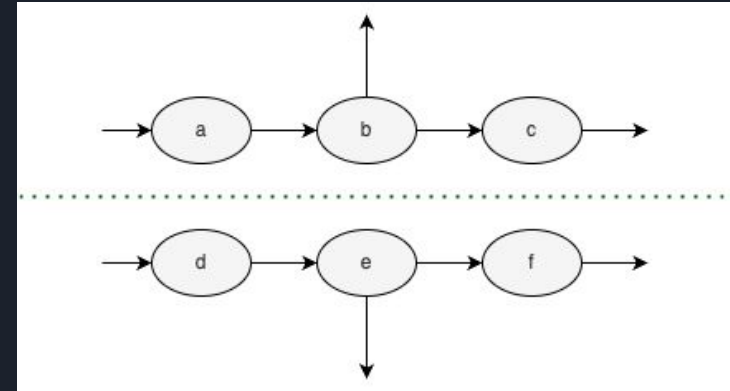
Grundlagen - Base Cases [1,5]

- 2 Base Cases
- Leerer Log
 - keine Events werden ausgeführt
 - wird mit "tau" dargestellt
 - silent transition
- Ein Event Trace
 - ein Event wird ausgeführt
 - wird mit Event Namen dargestellt



Grundlagen - Exclusive Cut [1,5]

- Aufteilung des Graphen in Partitionen
 - Ausführung nur einer Partition
 - ungeordnete Partition
-
- Bedingungen
 - keine Kante zwischen Partitionen





Grundlagen - Exclusive Split [1,5]

- Traces werden als ganzes zugeordnet

Log = [<abc>, <def>, <ab>, <de>]

Partitionen = [{a,b,c}, {d,e,f}]

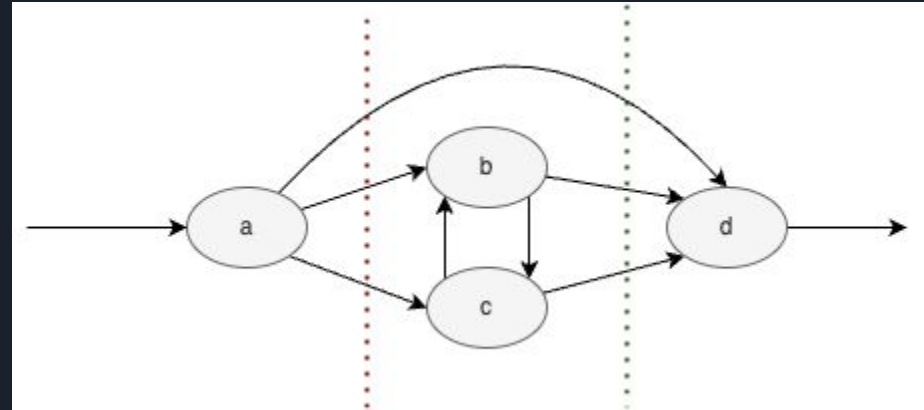
- Vorgehen:
 - Finde Partition vom ersten Event
 - (Optional) Überprüfe restliche Events

Log_1 = [<abc>, <ab>]

Log_2 = [<def>, <de>]

Grundlagen - Sequence Cut [1,5]

- Sequenz der Ausführung
- geordnete Partition
- Bedingungen
 - Pfad von vorherige in nachfolgende
 - kein Pfad von nachfolgende in vorherige





Grundlagen - Sequence Split [1,5]

- Traces werden als geteilt
- Subtraces werden zugeordnet
- Vorgehen (für jeden Trace):
 - a. Starte bei 1.Partition und Event
 - b. solange Event in Partition
 - zu Subtrace hinzufügen
 - nächstes Event wählen
 - c. Wenn Event nicht in Partition
 - Subtrace zur Partition
 - nächste Partition wählen
 - zurück zu Schritt b
 - d. Ausführung bis Ende vom Trace

$L = [<abcd>, <ad>, <acbd>]$

Partitionen = $\{\{a\}, \{b,c\}, \{d\}\}$

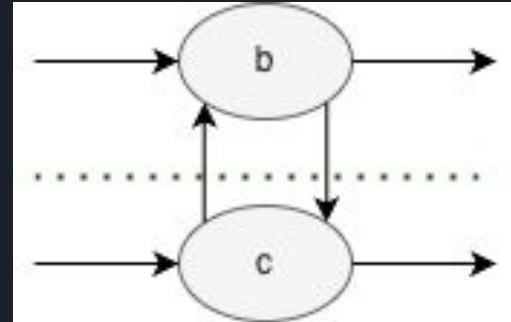
$L_1 = [<a>]$

$L_2 = [<bc>, <>, <cb>]$

$L_3 = [<d>]$

Grundlagen - Parallel Cut [1,5]

- Parallele Ausführung
- ungeordnete Partition
- Bedingungen:
 - Kanten zu allen Knoten außerhalb der Partition
 - Start- und Endevent in Partition





Grundlagen - Parallel Split [1,5]

- Traces werden projiziert
- Für jede Partition eigene Projektion

$L = [<bc>, <cb>, , <c>]$

Partition = $[{\{b\}}, {\{c\}}]$

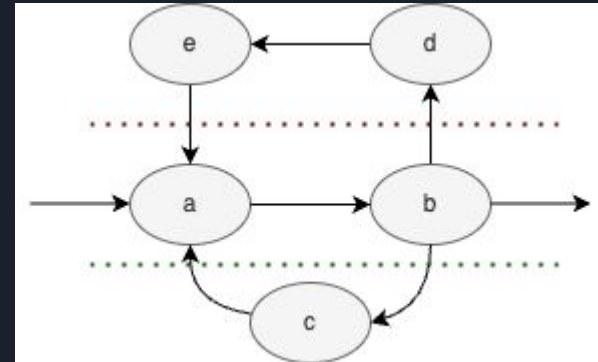
$L_1 = [, <>]$

$L_2 = [<c>, <>]$

- Vorgehen
 - Event nicht in Partition werden gelöscht
 - durchgeführt pro Trace und Partition

Grundlagen - Loop Cut [1,5]

- Unterscheidung do and redo Teil
 - mehrere Redo Teile möglich
 - teilweise geordnete Partition
-
- Bedingungen
 - Start- und Endevents in 1. Partition
 - Redo Teile sind exklusive Partitionen
 - Redo Teile starten bei Endevents
 - Redo Teile enden bei Startevents





Grundlagen - Loop Split [1,5]

- teilt Traces in Subtraces

$L = [<abcab>, <ab>, <abcabcab>, <abdeab>]$


Partitionen = $\{\{a,b\}, \{c\}, \{d,e\}\}$

- Vorgehen:
 - ähnlich Sequenz Split
 - Event nicht in Partition, dann muss Partition gesucht werden

$L_1 = [<ab>]$

$L_2 = [<c>]$

$L_3 = [<de>]$

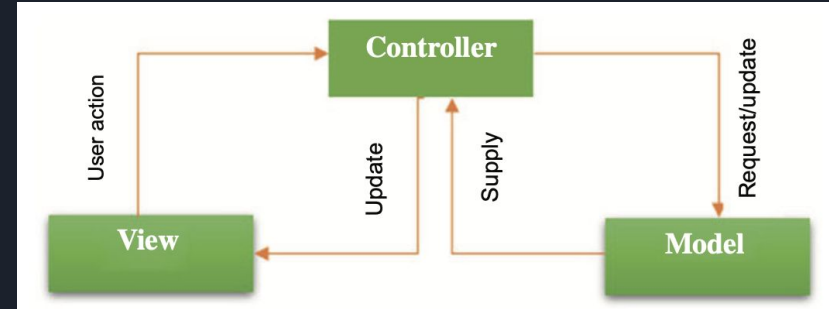


Grundlagen - Fall Through

- Wenn keine Partition gefunden wurde, wird der Fall Through angewendet
- Empty Trace Fall Through
 - Wenn leerer Trace in Log
 - Exklusive Entscheidung mit silent activity
- One Event Fall Through
 - Wenn Log ein Event hat, das mehrmals aufgerufen wird
 - Loop mit Event und silent activity
- Flower Model Fall Through
 - Letztes Mittel
 - Loop mit silent activity und allen events

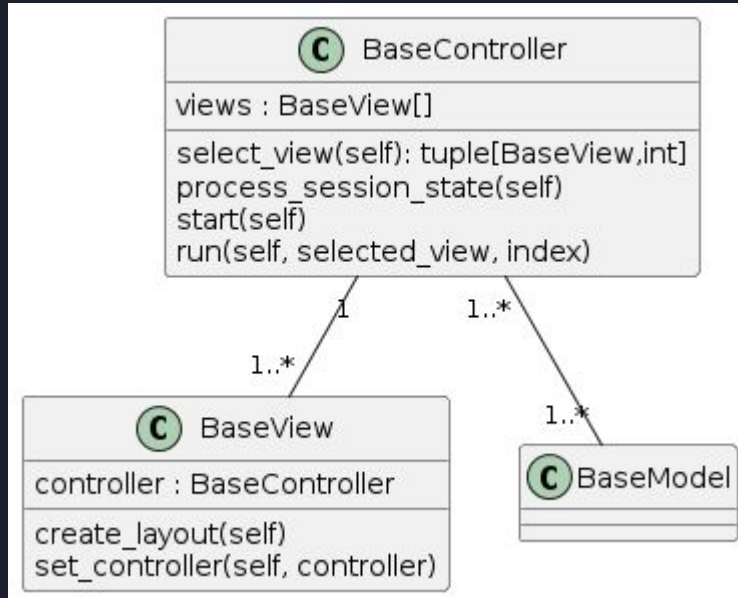
Architektur - MVC Pattern[6,7]

- 3 Komponentnen:
 - Model
 - View
 - Controller
- Vorteile:
 - Testbarkeit
 - Erweiterbarkeit
 - Separation of Concerns

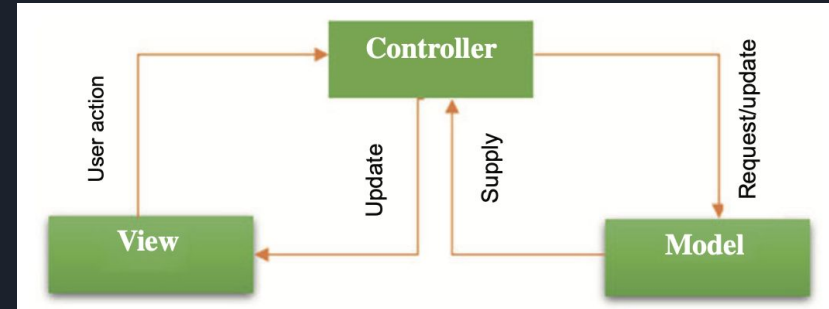


MVC Pattern Diagramm [6]

Architektur - MVC Pattern



MVC Pattern UML Klassen Diagramm



MVC Pattern Diagramm [6]



Software Development Prozess - GitHub

- Speicherung von Code
- Issues
 - Dokumentation von Features
 - Dokumentation von aufkommenden Fehlern
 - Dokumentation von Verbesserungen
- Pull Requests
 - Größere Änderungen in einem eigenen Branch
 - Mergen nach Fertigstellung der Änderung
 - Dokumentation der Änderungen

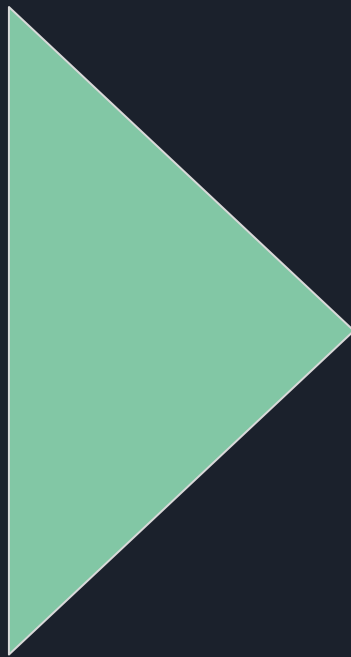


Software Development Prozess - Testing

- Unit testing wurde während der Entwicklung eingesetzt.
- Logik der Applikation wurde automatisiert getestet.
 - Mining Algorithmen
 - Modelle des MVC Patterns
- Views und Controller wurden nicht automatisiert getestet.



Demo





Evaluation - Verbesserungen

- moderneres User Interface
- bessere Performance
- Projektstruktur, Einteilung in Module
- Besser Erweiterbar

	Previous Implementation	Current Implementation
Heuristic View	134	21
Heuristic Controller	28	37
Fuzzy View	187	37
Fuzzy Controller	32	47

Table 6.1: Line of Codes in class files



Herausforderungen

- Grenzen von Streamlit
 - Layout
 - Styling
- Performance der Applikation
 - Caching
 - Runtime Komplexität
- Erstellung des interaktiven Graphen mit React
 - Dokumentation von d3-graphviz [9]
 - Performance beim Layout und rendern
 - Zerstören von alten Instanzen



Fazit

- Streamlit
 - einfache Nutzung
 - Community Support
- verbessertes Open-Source Process Mining Tool wurde erstellt
 - modernere UI
 - verbesserte analytische Fähigkeiten
- Tool kann in Zukunft einfach erweitert werden
 - Viele Schnittstellen für Erweiterung



Literatur

- [1] Leemans, S. J. J., Fahland, D., and van der Aalst, W. M. P. Discovering block-structured process models from event logs - a constructive approach. In *Application and Theory of Petri Nets and Concurrency*, J.-M. Colom and J. Desel, Eds. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 311–329.
- [2] van der Aalst, W. M. P. *Process Mining Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- [3] Chen, A. *A Python Desktop App for Business. Process Mining and Visualization*. Bachelor thesis, University of Vienna, 2023.
- [4] Krasniqi, A. *Fuzzy Miner as an additional Process Mining Algorithm for a Process Mining Visualization Tool in Python*. Bachelor thesis, University of Vienna, 2024.
- [5] Leemans, S. *Robust process mining with guarantees*. PhD thesis, Technische Universiteit Eindhoven, 2017.
- [6] Rana, M. E., and Saleh, O. S. Chapter 15 - high assurance software architecture and design. In *System Assurances*, P. Johri, A. Anand, J. Vain, J. Singh, and M. Quasim, Eds., *Emerging Methodologies and Applications in Modelling*. Academic Press, 2022, pp. 271–285.
- [7] Grove, R. F., and Ozkan, E. The mvc-web design pattern. In *International Conference on Web Information Systems and Technologies*. 2011.



Literatur

[8] Streamlit. Streamlit. <https://streamlit.io/>, 2024. Accessed on 2024-06-26.

[9] Jacobsson, M. d3-graphviz. <https://www.npmjs.com/package/d3-graphviz>, 2024. Accessed on 2024-06-26.

[10] Fluxicon. Process mining and automated process discovery software for professionals - fluxicon disco. <https://fluxicon.com/disco/>, 2024. Accessed on 2024-07-13.

[11] Process Intelligence Solutions. Process intelligence solutions. <https://processintelligence.solutions/>, 2024. Accessed on 2024-07-13.

[12] ProMTools. Prom tools. <https://promtools.org/>, 2024. Accessed on 2024-07-13.

[13] Celonis. Process mining und execution management software | celonis. <https://www.celonis.com/de/>, 2024. Accessed on 2024-07-13.

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

