

프로세스 마이닝을 통한 공공부문 행정혁신: 정책, 교육, 의료 및 금융 사례를 중심으로

이덕상*

임정은**

송민석***

21세기는 IT 기술의 발전으로 인해 급변하고 있으며, 이는 제조, 의료, 마케팅 및 영업, 물류 등 다양한 산업 분야에 큰 변화를 가져오고 있다. 공공부문에서도 IT 기술 적용의 중요성을 인지하고 있지만, IT 기술을 활용하려는 시도는 타 산업 분야에 비해 부족하다. 공공 분야의 주된 업무는 규정된 업무 프로세스를 관리하고 프로세스 준수 여부를 파악하는 것이다. 최근, 프로세스 데이터를 활용해 프로세스 모델과 인사이트를 추출하여 결정권자들의 의사결정을 지원하는 프로세스 마이닝이 각광받고 있다. 프로세스 마이닝이란 프로세스 데이터를 분석하여 효율성을 향상시키거나, 프로세스를 개선하는 학문 분야이다. 본 연구는 프로세스 마이닝에 대한 기본적인 개념, 적용 방법론, 국내외 공공부문 프로세스 마이닝 적용 사례를 소개한다. 이를 통해, 공공부문 프로세스 마이닝의 적용 당위성을 확보하고, 프로세스 마이닝이 국내 적용이 활발해져, 궁극적으로는 공공 프로세스의 비효율을 개선하고 국가 효율성 및 경쟁력이 제고될 것이다.

주제어: 프로세스 마이닝, 공공부문, 프로세스 마이닝 적용, 사례 소개

* 포항공과대학교 산업경영공학과에서 석사학위를 취득하고, 현재 포항공과대학교 산업경영공학과 박사과정으로 재학중이다. 주요 관심분야는 프로세스 마이닝, 제조분야 프로세스 마이닝 적용, 제조 데이터 분석 등이다(E-mail: duksang4834@postech.ac.kr).

** 포항공과대학교 산업경영공학과에서 석사학위를 취득하고, 현재 포항공과대학교 산업경영공학과 박사과정으로 재학중이다. 주요 관심분야는 프로세스 마이닝, 의료분야 프로세스 마이닝 적용, 의료 데이터 분석 등이다(E-mail: je5719@postech.ac.kr).

*** 교신저자, 포항공과대학교 산업경영공학과에서 박사학위를 취득하고, 네덜란드 아인트호벤 공대 연구원, 울산과학기술원 경영학부 조교수와 부교수를 거쳐, 현재, 포항공과대학교 산업경영공학과 교수로 재직하고 있다. 주요 관심분야는 프로세스 마이닝, 데이터 사이언스, 인공지능 응용이다(E-mail: mssong@postech.ac.kr).

I. 서론

21세기는 IT 기술의 발전에 힘입어 급변하고 있으며, 이는 여러 산업 분야의 운영 방식에도 큰 변화를 가져오고 있다. 이러한 변화를 통칭하여 '디지털 전환'이라고 일컫는다(Vial, 2019). 디지털 전환은 기업 및 기관의 모든 영역에 걸쳐 데이터 활용을 강화하고, 혁신적인 기술을 도입하여 새로운 가치를 창출하는 것을 의미한다. 디지털 전환의 물결은 제조, 의료, 마케팅 및 영업, 물류 등 다양한 분야로 확산되고 있으며, 데이터는 비즈니스 운영의 핵심 요소로 자리매김하고 있다(Zaoui & Souissi, 2020). 기업 및 기관들은 데이터를 수집 및 관리하며, 인공지능, 머신러닝, 딥러닝, 최적화 등의 IT 기술을 적용하여 문제점 파악, KPI 예측, 비즈니스 개선을 진행하고 있다.

공공 분야에서도 데이터의 중요성을 인지하고 있지만, 데이터를 수집 및 관리하여 활용하고자 하는 시도는 부족하다(오철호, 2017). 공공분야는 타 산업 분야에 비해 사람의 경험과 지식에 많은 부분을 의존한다. 사람의 경험과 지식은 정량화가 쉽지 않아 비즈니스의 문제점 파악, 문제점 원인 분석, 비즈니스 개선에 활용이 어렵다. 공공 데이터를 수집 및 관리하여 활용하면, 의사결정 시 객관적인 근거를 확보할 수 있고 사용자의 요구에 맞는 공공 서비스 개발이 가능하다. 또한, 객관적인 근거에 기반한 의사결정을 통해 공공 예산 효율화, 공공 분야의 투명성 향상 등을 기대할 수 있다.

공공 분야의 가장 큰 요구사항은 규정된 업무 프로세스를 관리하고 준수하고 있는지 확인하는 것이다. 최근, 프로세스에서 발생하는 데이터를 활용해 프로세스 모델과 지식을 추출하고 의사결정을 지원하는 프로세스 마이닝이 많은 관심을 받고 있다. 프로세스 마이닝이란 비즈니스 프로세스 데이터 활용해, 프로세스를 분석하여 효율성을 향상시키고 비즈니스 성과를 개선하는데 활용되는 학문 분야이다(van der Aalst, 2012). 주요 연구 분야로는 1) 프로세스 모델 발견, 2) 정합성 분석, 3) 프로세스 강화이다. 프로세스 모델 발견은 데이터로부터 프로세스 모델을 자동으로 추출하고 시각화하여 의사결정자들의 이해를 돕는 연구 분야이다. 정합성 분석은 프로세스 모델이 데이터와 얼마나 일치하는지를 확인하는 과정이며, 이를 통해 업무 프로세스 준수 여부를 파악할 수 있다. 프로세스 강화는 프로세스 모델을 기반으로 프로세스를 최적화하고 개선하는 과정을 의미한다. 프로세스 마이닝은 표1과 같이 상업적 의료, IT, 금융, 제조와 같은 다양한 산업 분야에서 활용되고 있다(Dakic et al., 2018).

〈표 1〉 산업분야별 프로세스 마이닝 적용 현황(Dakic et al., 2018)

의료	IT	금융	제조	교육	정부	에너지	농업	기타
28%	14%	11%	8%	8%	8%	8%	6%	12%

다양한 산업 분야에서 프로세스 마이닝이 활용되고 있지만, 공공 분야에서의 프로세스 마이닝 활용은 부족하다(Fioretto, 2023). van der Aalst(2012)은 공공 분야에는 복잡한 법적 제한과 규칙이 존재하여 프로세스 준수 여부를 파악할 수 있는 프로세스 마이닝 적용이 필요하다고 주장한다. 본 연구는 공공 분야에서의 데이터 중요성과 공공 분야에 프로세스 마이닝을 적용해야 하는 당위성을 제공하고자 한다. 이를 위해, 프로세스 마이닝에 대한 기본적인 개념, 공공 분야의 프로세스 마이닝을 적용한 국내외 사례 및 기대효과를 소개한다. 본 연구를 통해, 프로세스 마이닝을 적용해야 하는 당위성을 확보하고, 프로세스 마이닝 공공분야 적용이 활발해져 공공 프로세스 상의 문제점을 파악하고, 비효율을 개선하는 사례가 많아지길 기대한다.

II. 공공분야에서의 데이터의 중요성

최근 디지털 전환의 물결은 제조, 의료, 마케팅 및 영업, 물류 등 다양한 분야로 확산되고 있다. 대표적으로, 제품 및 서비스 개발, 서비스 운영, 마케팅 및 영업, 제조 분야에서 데이터의 중요성을 인지하고 인공지능 등의 최신 기술을 활발히 접목하고 있다. 아래 표2는 2020년 매킨지에서 분석한 산업분야 별 인공지능 도입 비율을 보여준다(Mckinsey, 2020).

〈표 2〉 산업분야별 인공지능 적용 현황(Mckinsey, 2020)

제품 및 서비스 개발	서비스 운영	마케팅 및 영업	제조	위험관리	물류	기타
21%	21%	15%	12%	10%	9%	12%

다양한 산업 분야에서 데이터를 수집 및 관리하여 활용하고 있지만, 공공 부분에서 데이터의 활용도는 상대적으로 저조하다(오철호, 2017). 대한민국에 데이터의 중요성이 널리 인식된 시점은 구글 딥마인드(DeepMind)에서 개발한 알파고와 이세돌 9단이 바둑 대국을 한 2015년이다. 이후, 다양한 기업에서 인공지능과 같은 최신 IT 기술을

접목하기 시작했다. 하지만, 공공 분야에서는 2020년에 이르러서야 정부 주도하에 데이터 기반 행정법을 시행하기 시작하였다.

타 산업 분야에 비해, 공공 분야는 사람의 경험과 지식에 많은 부분을 의존하여, 발생하는 데이터를 수집, 관리, 활용하는 것이 매우 중요하다. 사람의 경험과 지식에만 의존하게 되면 어떤 문제점이 존재하는지 정량적으로 파악하는 것이 어렵고, 문제점을 파악해도 원인을 찾는 것이 불가하며, 이로 인해 개선점을 파악할 수 없게 된다. 또한, 사람의 경험과 지식은 무형의 형태로 관리되기 때문에, 다른 사람과 공유하기 어렵다. 따라서, 공공 분야에서 생성되는 데이터를 수집, 관리, 활용하는 것이 필요하다. 공공 데이터를 활용하면 의사결정 시 객관적인 근거를 확보할 수 있고, 사용자의 요구에 맞는 공공 서비스 개발 및 제공이 가능하다. 또한, 객관적인 근거에 기반하여 의사결정을 하기 때문에 공공 예산을 효율적으로 활용할 수 있고, 공공 분야의 투명성을 향상시킬 수 있다(오철호, 2017).

공공 분야에서도 앞서 언급한 문제점을 인지하고 있으며, 공공 데이터를 수집 및 관리하거나, 데이터를 활용해 정책 수립, 공공 부분 문제점 파악, 서비스 생성 및 개선을 시도하고 있다. 그 예로, 신동주 외(2015) 연구는 부동산 공공 데이터와 통계적 데이터 분석/시각화 기법을 활용해 맞춤형 부동산 정책 수립을 지원하는 의사결정 시스템을 제안하고 구축하였다. 이를 통해, 정책 수립자가 지역별 부동산의 특징을 쉽게 파악할 수 있으며, 목적에 맞는 정책 수립이 가능하다. 이 외, 공공 데이터를 활용해 문제점을 파악하고 개선방향 수립의 근거로 활용하는 연구도 존재한다. 신미영·김석일 외(2020) 연구는 공공 데이터를 활용해, 기상 요인 중 사람의 안 질환에 영향을 미치는 요인을 다중회귀분석, 의사결정나무 등의 머신러닝 기법을 활용해 분석하였다. 연구에서는 분석 결과 도출된 기상 요인을 추후 의료보건정책에 활용할 수 있는 방안에 대해서도 제안했다.

III. 프로세스 마이닝

프로세스 마이닝은 데이터 과학 연구 분야 중 하나로 프로세스 마이닝을 이해하기 위해서는 데이터 과학에 대한 설명이 우선되어야 한다. 데이터 과학을 한 문장으로 표현하면 '데이터를 실질적 가치로 바꾸는 것에 집중하는 연구 분야'라고 할 수 있다. 이때 가치라는 것은 예측, 자동화된 의사 결정, 어떠한 통찰을 함유하는 시각화 자료 등이 될 수 있다(Donoho, 2015; G. Press, 2013). 데이터 과학이 답하고자 하는 질문

은 크게 네 가지의 범주로 구분할 수 있다. 첫 번째는 ‘무엇이 일어났는가?(보고)’이고, 두 번째는 ‘왜 그런 일이 발생했는가?’(진단)이고, 세 번째는 ‘앞으로는 어떤 일이 일어날 것인가?’(예측)이고, 마지막은 ‘가장 좋은 상황을 만들기 위해서는 어떻게 해야 하는가?’(추천)이다(van der Aalst, 2014). 이 네 가지 질문에 대한 답에는 한 가지 방법만을 이용해서 도달할 수 없으며, 따라서 데이터 과학을 구성하는 분야는 통계, 알고리즘, 데이터 마이닝, 기계학습, 데이터베이스 등으로 다양하다(그림 1).

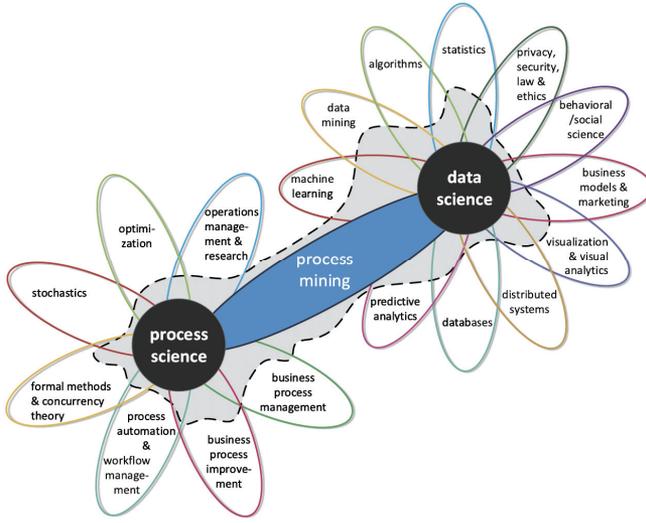
프로세스 마이닝도 데이터 과학을 구성하는 분야 중 하나이다. 기계학습이 경험을 토대로 자가 발전하는 컴퓨터 프로그램을 만드는 방법에 집중하고(Mitchell, 1997), 데이터 마이닝은 데이터에서 예상치 못했던 관계를 찾아내고 독창적으로 해당 데이터를 요약하는 방법에 집중한다면(Hand et al., 2001), 프로세스 마이닝은 기계학습과 데이터 마이닝을 프로세스 관점에서 진행한다는 차이가 있다(van der Aalst, 2016). van der Aalst(2016)는 프로세스 과학의 개념을 소개하며, 프로세스 마이닝을 데이터 과학과 프로세스 분석을 연결하는 연결다리로 정의한다(그림 1).

프로세스 과학은 정보 기술로 얻을 수 있는 지식과 경영 과학에서 얻을 수 있는 지식을 결합하여 프로세스 운영을 효율적으로 하고자 하는 데에 관여하는 분야를 의미한다(van der Aalst, 2016). 프로세스 과학도 데이터 과학처럼 넓은 분야를 포괄하는데 이에는 최적화, 경영 과학 등이 포함되며 궁극적으로는 어떤 운영 프로세스를 가장 효율적으로 만드는 것을 목표로 한다.

프로세스 마이닝은 학문 분야로서만 아니라 실질적인 산업에 활용 가능한 솔루션으로서 글로벌 리서치기관 가트너(Gartner)의 주목을 받고 있기도 하다. 가트너는 2018년부터 프로세스 마이닝에 주목하며 프로세스 마이닝을 위한 마켓 가이드를 발행했으며, 폴라리스 마켓 리서치(Polaris Market Research)는 프로세스 마이닝 소프트웨어 시장의 성장이 가속화되어 2030년에는 110억 달러 규모에 이를 것으로 예상하기도 했다. 이미 국내외 우수 기업들은 프로세스 마이닝을 활용하여 생산성 향상에 힘쓰고 있다.

프로세스 마이닝의 활용은 기업뿐만 아니라 공공분야에서도 중요한 역할을 할 수 있다. 프로세스는 우리의 일상생활에 끊임없이 존재하며, 우리가 이용하는 서비스나 제품의 배달, 정부의 서류 처리 등 다양한 활동에 관련되어 있다. 데이터를 활용하여 이러한 프로세스를 분석하고 이해하는 것은 공공 서비스의 효율성과 투명성을 높이는 데에 중요한 역할을 할 수 있다. 또한 프로세스 마이닝 분석을 위한 오픈소스 플랫폼 ProM과 PM4PY는 누구나 접근 가능하기 때문에, 적절한 학습 의지가 있다면 누구나 프로세스 개선에 참여할 수 있다(PM4PY, 2024; ProM, 2024).

〈그림 1〉 데이터 과학과 프로세스 과학의 가교로서의 프로세스 마이닝
(van der Aalst, 2016)



프로세스 마이닝이 다루는 주제는 프로세스 모델 도출(discovery), 정합성 분석(conformance), 프로세스 강화(enhancement)의 세 가지로 구분할 수 있다(van der Aalst, 2016). 이 세 가지 주제는 모두 이벤트 로그를 재료로 이용한다. 이벤트 로그는 현실에서 수행한 어떤 작업들이 소프트웨어 시스템에 기록된 것으로 거래 내역, 메시지 등 다양한 이벤트로 구성되어 있다. 표 3은 이벤트 로그의 예시이다. 이 표에서 각 줄은 이벤트이며, 각 이벤트는 시간 정보, 작업 정보, 이벤트를 수행한 작업자 정보, 비용 등의 특성 값을 가진다. 프로세스 마이닝 분석을 위해서 가장 기본적으로 필요한 정보는 케이스 아이디와 작업 정보로 이 두 정보만 있어도 우리는 프로세스 모델을 도출할 수 있다.

〈표 3〉 제품 수리 서비스 프로세스에서 도출되는 이벤트 로그 예시
(van der Aalst, 2016)

Case id	Event id	Properties				
		Timestamp	Activity	Resource	Cost	...
1	35654423	2010-12-30 11:02	register request	Pete	50	...
1	35654424	2010-12-31 10:06	examine thoroughly	Sue	400	...
1	35654425	2011-01-05 15:12	check ticket	Mike	100	...
1	35654426	2011-01-06 11:18	decide	Sara	200	...
1	35654427	2011-01-07 14:24	reject request	Pete	200	...
2	35654483	2010-12-30 11:32	register request	Mike	50	...
2	35654485	2010-12-30 12:12	check ticket	Mike	100	...
2	35654487	2010-12-30 14:16	examine casually	Pete	400	...
2	35654488	2011-05-01 11:22	decide	Sara	200	...
2	35654489	2011-01-08 12:05	pay compensation	Ellen	200	...
3	35654521	2010-12-30 14:32	register request	Pete	50	...
3	35654522	2010-12-30 15:06	examine casually	Mike	400	...
3	35654524	2010-12-30 16:34	check ticket	Ellen	100	...
...

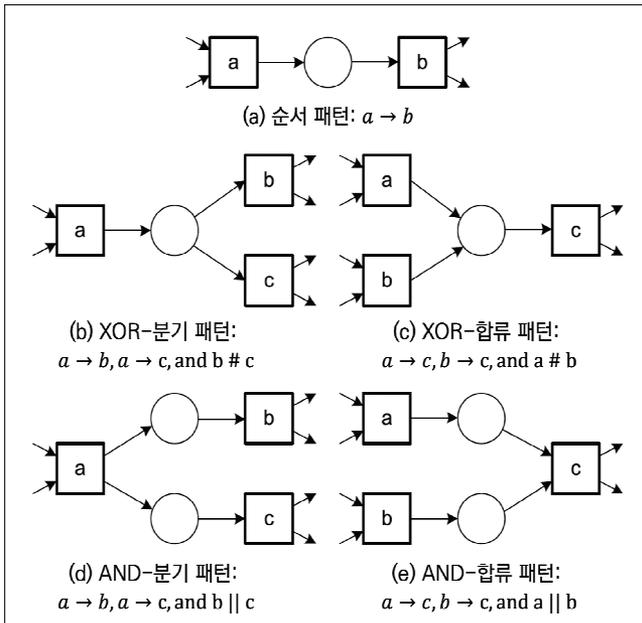
1. 프로세스 모델 도출(discovery)

프로세스 모델 도출(discovery)은 프로세스 마이닝의 가장 고전적이고 기본적인 주제로, 데이터로부터 실질적인 프로세스 모델을 도출하는 것을 목표로 한다. 이때 중요한 것은 프로세스 모델에 대한 사전 정보 없이 오직 데이터로부터 프로세스 모델을 도출한다는 것이다. 데이터로부터 실질적인 프로세스를 도출해보면 많은 경우 작업을 처리하는 프로세스를 잘 못 인지하고 있다는 것을 알 수 있다. 프로세스 모델 도출을 위해서 많은 연구자들이 다양한 알고리즘을 개발했다. 대표적인 것으로는 alpha algorithm(van der Aalst et al., 2004), region-based approaches(Bergenthum et al., 2007; Carmona et al., 2008; Solé & Carmona, 2010; van Zelst et al., 2018), inductive mining techniques(Leemans et al., 2013; Leemans et al., 2015), split miner(Augusto et al., 2019)가 있다.

가장 기본적으로 많이 활용되는 알고리즘 중 하나인 alpha algorithm은 프로세스에서 나타나는 병렬 작업을 데이터로부터 잘 찾아낼 수 있는 알고리즘이다. Alpha algorithm은 이벤트 로그에서 두 작업 간의 관계를 $x \rightarrow y$, $y \rightarrow x$, $x \# y$, $x \parallel y$ 로

구분하여 도출한다. $x \rightarrow y$ 관계는 작업 y 가 항상 작업 x 후에 발생하고 그 반대의 경우는 없는 경우에 해당한다. $y \rightarrow x$ 관계는 반대로 작업 x 가 항상 작업 y 후에 발생하는 경우이다. $x \# y$ 관계는 작업 x 와 y 가 서로 직접적으로 이어지는 경우가 없는 경우이고, 마지막으로 $x \parallel y$ 관계는 작업 x 다음에 작업 y 가 이루어지기도, 작업 y 다음에 작업 x 가 이루어지기도 하는 경우를 나타낸다.

〈그림 2〉 프로세스 모델에서의 작업들 간의 관계 표현
(van der Aalst, 2016)



이벤트 로그에서 도출된 작업들 간의 관계는 그림 2와 같은 프로세스 모델로 표현된다. 기본적인 형태는 (a)와 같이 두 작업이 순차적으로 연결된 형태이다. 세 개 이상의 작업들이 관계를 가질 때는 (b-e)의 형태로 모델이 표현된다. (b)는 작업 a 이후에 작업 b 가 수행되기도 하고, 작업 c 가 수행되기도 하는데 작업 b 다음에 c 가 수행되거나 작업 c 다음에 b 가 수행되는 경우는 없을 때 프로세스 모델의 모습이다. (d)는 (b)와 유사해 보이지만 (b)는 작업 a 이후에 작업 b 와 c 둘 중 하나만 수행된다면 (d)는 작업 a 이후에 작업 b 와 c 가 모두 수행된다는 차이가 있다. (c)는 작업 a 또는 작업

b 이후에 작업 c가 수행되는 경우, (e)는 작업 a와 작업 b가 모두 수행된 이후에 작업 c가 수행되는 경우를 표현한다.

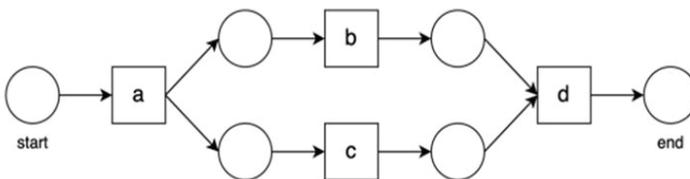
2. 정합성 분석(conformance)

이 주제는 모델에 정의된 행동과 실제로 일어나는 행동이 얼마나 일치하는지 분석하는 것을 목표로 한다. 이때 모델은 우리가 인지하고 있는 혹은 의도한 프로세스 모델이 될 수도 있고, 앞서 소개한 프로세스 모델 도출 방법을 이용해서 데이터로부터 얻은 프로세스 모델이 될 수도 있다. 평가는 주로 fitness, precision을 이용하며 (Carmona et al., 2022), generalization이나 simplicity와 같은 지표도 평가에 활용된다(Carmona et al., 2018). 프로세스 흐름을 평가 하는 것 외에 성과 관점에서 서비스 시간, 대기 시간 등의 성과를 진단하는 것도 가능하다(van der Aalst, 2022).

Fitness와 precision은 정합성을 평가하는 가장 기본적인 지표로, 이벤트 로그와 프로세스 모델의 일치성을 평가한다. Fitness는 이벤트 로그에서 나타나는 자취들 중 프로세스 모델로 도출이 가능한 자취의 비율을 평가한다($fitness = \frac{|L \cap M|}{|L|}$). 예를 들어 이벤트 로그에서 나타나는 자취는 <abcd>, <abd>, <acd>의 세 가지이고, 정합성 평가를 하는 모델은 그림 3과 같다고 해보자. 그림 3의 프로세스 모델에서 도출 가능한 자취는 <abcd>, <acbd>의 두 가지이기 때문에 이 예시에서 fitness를 구하면 값은 0.33이 된다. Precision은 fitness와 대응관계에 있는 지표로 모델에서 도출이 가능한 자취들 중 이벤트 로그에서 나타난 자취의 비율을 평가한다 ($Precision = \frac{|L \cap M|}{|M|}$). Fitness에서와 같은 예시로 precision 값을 구하면 값은 0.5가 된다.

소개한 방식 이외에도 프로세스 모델의 형태, 모델 정합성 평가의 목적, 이벤트 로그의 특징 등에 따라 다른 방법으로 fitness, precision을 평가할 수도 있다. Fitness, precision을 계산하는 기타 방법들에 대해서는 Carmona et al.(2022)를 참고할 수 있다.

〈그림 3〉 프로세스 모델 예시



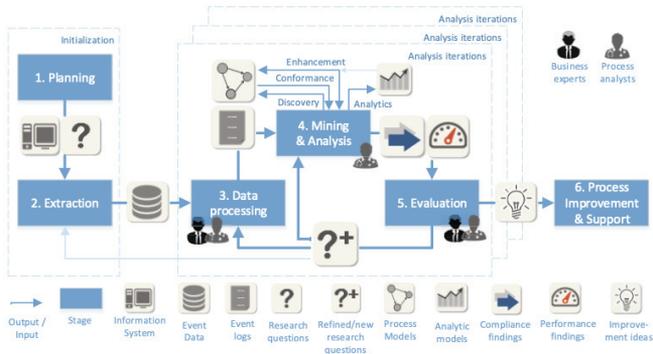
3. 프로세스 강화(enhancement)

이 주제는 기존 프로세스 모델을 확장하고 개선하는 것을 목표로 한다. 모델 확장은 행동 설명을 위해 필요한 추가적인 관점을 추가하는 것을 말한다. 예를 들어 기존 모델이 프로세스 흐름만 보여주는 형태였는데, 성과 분석 결과를 함께 보는 것이 필요하다고 판단되는 경우 모델에 성과 분석 결과를 함께 표기하는 형식으로 모델을 확장할 수 있다. 개선은 기존 프로세스 모델이 현실을 제대로 반영하지 못하고 있는 부분을 수정하는 것이다. 예를 들어 모델은 작업 a 후에 작업 b를 수행하는 순서로 되어있는데, 실제 데이터에서는 작업 b를 수행한 후 작업 a를 수행하는 것으로 나타나면 프로세스 모델을 수정할 수 있다(van der Aalst, 2016).

4. 프로세스 마이닝 적용 방법론

프로세스 마이닝을 적용하여 프로세스를 분석하고 개선하는 다양한 방안이 존재하지만, 본 연구에서는 일반적으로 많이 활용되는 프로세스 마이닝 적용 방법론을 소개한다(van Eck et al., 2015). 이 연구에서 제시한 프로세스 마이닝 적용 방법론은 그림 4와 같이 계획, 데이터 추출, 데이터 전처리, 마이닝 및 분석, 평가, 프로세스 개선 및 지원 6단계로 구성된다.

〈그림 4〉 프로세스 마이닝 적용 방법론 개요
(van Eck et al., 2015)



계획 단계는 성공적인 프로세스 마이닝 적용을 위한 시작 단계로, 목표 설정, 대상 비즈니스 프로세스 선택, 팀 구성으로 구성된다. 프로세스 마이닝을 활용해 달성하고자

하는 목표를 설정할 때, 일반적으로 비즈니스 프로세스 성능 향상, 프로세스 준수 여부 확인을 목표로 설정한다. 이후, 분석 대상이 되는 비즈니스 프로세스를 선택한다. 수집 및 관리되고 있는 데이터의 품질에 따라, 프로세스 마이닝 적용 여부가 결정될 수 있기 때문에, 데이터 품질을 고려하여 대상 비즈니스 프로세스를 선택해야 한다. 또한, 프로세스 마이닝 적용 성공을 위해 다양한 전문가로 팀을 구성해야 한다. 일반적으로, 프로세스를 책임지는 비즈니스 오너, 프로세스의 실무 지식을 보유한 비즈니스 전문가, 프로세스를 지원하는 시스템 전문가, 프로세스 마이닝 지식을 보유한 프로세스 분석가의 네 가지 종류의 팀원으로 구성한다.

데이터 추출 단계는 대상 비즈니스 프로세스에서 수집된 데이터를 추출하는 단계이다. 먼저 데이터를 추출할 범위를 설정한다. 범위는 계획 단계에서 설정한 목표에 따라 달라질 수 있다. 이후, 설정된 범위에 맞는 데이터를 정보시스템으로부터 추출한다. 추출한 데이터를 활용해, 비즈니스 전문가는 자신이 보유한 실무 지식을 비즈니스 분석가에게 공유한다.

데이터 전처리 단계는 프로세스 마이닝 기법 적용이 가능하도록 데이터를 변형하는 단계이다. 다양한 데이터 전처리 방법이 존재하지만, 일반적으로 뷰 생성, 이벤트 집계, 데이터 증산, 데이터 필터링을 진행한다. 뷰란 데이터를 바라보는 관점을 의미한다. 따라서, 목표에 적합한 뷰를 생성한다. 원하는 뷰에 맞는 분석을 하기에는 데이터가 복잡한 경우가 존재하여, 이벤트 집계 과정을 통해 데이터의 복잡도를 낮춘다. 이후, 원본 데이터에 존재하지 않지만 원본 데이터를 가공하여 추가적으로 고려할 수 있는 추가 속성 값을 데이터에 더하는 데이터 풍부화 과정을 수행한다. 마지막으로, 분석 대상을 특정 범위로 제한하거나 불필요한 데이터를 제거하는 데이터 필터링 과정을 거쳐 데이터 전처리를 마무리한다.

네 번째 단계로, 마이닝 및 분석을 수행한다. 마이닝 및 분석 단계는 전처리된 데이터와 프로세스 마이닝 기법을 활용해 앞서 소개한 프로세스 모델 도출, 정합성 분석을 수행하며 이 밖에도 데이터 마이닝 및 시각화 방법을 활용해 추가적인 프로세스 분석을 수행한다.

평가 단계는 마이닝 및 분석 결과를 해석하고 예상치 못한 결과를 파악하며, 개선 가능성을 평가하는 단계이다. 또한, 분석을 제대로 수행하였는지 비즈니스 오너, 비즈니스 전문가, 시스템 전문가, 프로세스 분석가들이 함께 모여 검증한다.

마지막 단계는 프로세스 개선 및 지원이며, 검증된 분석 결과와 개선 방향을 실제 프로세스에 적용하여 운영하는 단계이다. 프로세스 개선을 수행하는 방안은 프로세스 개선, 정보시스템 개선, 프로세스 규정 변경 등이 포함된다.

IV. 공공 분야 프로세스 마이닝 적용 사례

본 섹션에서는 공공 분야 프로세스 마이닝을 적용한 사례를 소개한다. 아래 표 4는 각 분야별 적용 사례를 요약한 것이다.

〈표 4〉 분야별 프로세스 마이닝 국내외 적용 사례 요약

구분	분야	저자	내용
국내	정책 행정	박승범(2018)	- 국내 지자체의 행정 업무에 프로세스 마이닝을 적용해야하는 필요성 제안
	교육	김태영 외(2023)	- 국내 온라인 교육 플랫폼의 학습 프로세스 분석
	의료	Cho et al.(2014)	- 외래 환자 분석 및 주요 프로세스 패턴 추출
		Yoo et al.(2016)	- 신규 병원동 건축의 진료프로세스 영향도 분석
		뉴스와이어(2022)	- 프로세스 시뮬레이션을 통한 한림대성심병원 환자 대기시간 및 업무량 변화 분석
	금융	팍스경제TV(2020)	- 신한은행 업무 처리 프로세스 분석 및 개선사항 도출
퍼즐데이터(2024)		- 국내은행 업무 프로세스 자동화, 고객행동 패턴 파악, 업무 과중 원인 파악	
국외	정책 행정	Li et al.(2009); Friedrich et al.(2011)	- 문서로부터 정책 및 규제 프로세스 모델 자동 도출 방안 제안
		Fluxicon(2022)	- 브라질 정부 행정 업무의 법 준수여부 분석 - 그라나다 시 민원처리 프로세스 병목점 분석
	교육	Cerezo et al.(2022)	- 학업성적이 우수/저조한 학생별 학습 프로세스 차이점 분석
		Wagner(2022)	
	의료	IEEE TASK FORCE ON PROCESS MINING(2014)	- 네덜란드 Isala 병원 비요기와 진료 프로세스의 주요 다섯 가지 패턴 추출
		Fluxicon(2018)	- 네덜란드 퀴라소 사회보험은행 보험청구 프로세스 분석, 환자의 타 병원 유출 현상 분석
		IEEE TASK FORCE ON PROCESS MINING(2020)	- 호주 공공병원 의료 기록을 활용해, 재입원 o/x 환자의 퇴원 프로세스 비교 분석
	금융	Sarno et al.(2015)	- 회계 프로세스 부정 자동 탐지
		IEEE TASK FORCE ON PROCESS MINING(2018)	- 러시아 은행 VTB에서 제공하는 고객 서비스 프로세스 분석 및 문제점 파악 - 스위스 소재 은행의 프로세스 분석 및 개선을 위한 최적화 방안 도출

1. 정책 및 행정

다양한 공공 분야 중, 프로세스 마이닝이 적용되고 있는 분야 중 하나는 정책 및 행정 분야이다. 독일, 네덜란드, 이탈리아 등의 유럽 선진국에서 프로세스 마이닝 적용이 활발한 반면, 국내에서는 제조, 의료 분야에만 프로세스 마이닝 적용이 한정되고 있다.

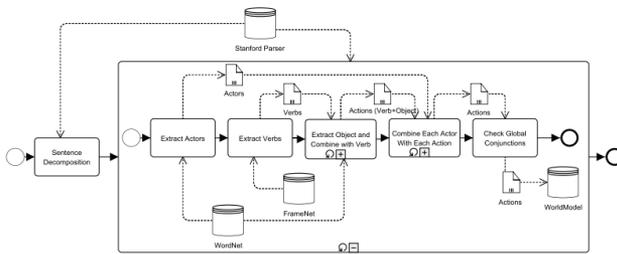
국내에도 정부 행정 업무에 프로세스 마이닝을 적용해야 하는 당위성과 그에 대한 근거를 제시한 연구가 존재한다. 박승범(2018)의 연구에서는 네덜란드 지자체 이벤트 로그와 프로세스 마이닝 기술을 활용해 지자체 행정 업무 프로세스의 문제점을 파악하고 개선방안에 대해 제시한 연구를 소개한다. 이를 통해, 국내 행정 업무 프로세스 개선을 위해 프로세스 마이닝 기술을 충분히 활용할 수 있다고 제안하며, 국내 가상 사례를 가정하여 프로세스 마이닝 적용 시 기대할 수 있는 장점을 소개하였다. 이 외, 프로세스 마이닝을 정책 및 행정 분야에 적용한 사례는 부재하다.

국외에서도 국내와 유사하게 정책 및 행정 분야에 프로세스 마이닝 적용이 부족하다는 지적을 하고 있으며(Fioretto, 2023), van der Aalst(2010)의 연구는 정책 및 행정 분야에는 복잡한 법적 제한과 다양한 규칙이 존재하기 때문에, 프로세스 준수 여부를 파악할 수 있는 프로세스 마이닝 기술 적용이 필수적이라 주장한다. 실제로 국외에서 정책 및 행정 분야에 프로세스 마이닝을 적용한 사례가 존재하며, 정책 프로세스 모델 도출, 행정 프로세스 분석 및 간소화 등이 존재한다.

대표적인 정책 문서를 활용한 정책 프로세스 모델 도출 연구는 다음과 같다. Li et al.(2010) 연구는 정책 및 규제에 관해 소개되어 있는 문서로부터 데이터를 추출하고 프로세스 마이닝을 활용해, 문서에 내재되어 있는 정책과 규제에 대한 프로세스를 자동으로 추출하여 의사결정을 지원하는 방안 PBPM(Policy-Based Process Mining)을 제안한다. 이 방안은 프로세스 정책 선택, 프로세스 컴포넌트 식별, 컴포넌트 관계 추출, 프로세스 모델 도출 4단계로 진행된다. 먼저, 프로세스 정책 선택 단계에서는 텍스트 분류 모델을 활용해 중요한 정책 및 규제에 관련된 문서를 추출한다. 이후, 추출한 문서 안에 포함되어 있는 작업, 데이터, 조직 및 리소스 세 가지 프로세스 컴포넌트를 식별한다. 추출한 세 가지 컴포넌트를 활용해, 작업 간의 의존관계, 데이터 간 의존관계, 리소스 간 의존관계를 추출하고, 이를 프로세스 발견 알고리즘의 인풋으로 활용하여 프로세스 모델을 도출한다. 이를 통해, 텍스트 형태로만 존재하는 정책 및 규제를 선후관계가 존재하는 프로세스 모델 형태로 시각화하여 확인할 수 있고, 프로세스 모델을 활용해 프로세스 준수 여부, 병목점 탐지 등의 추가적인 분석을 진행할 수 있다

는 장점이 있다. 앞선 연구를 확장하여, Friedrich et al.(2011) 연구는 문서로부터 추출하는 요소를 문장 분석, 텍스트 분석 두 가지로 확장하고, 프로세스 모델을 BPMN(Business Process Modeling Notation)으로 도출하여 표준화된 결과물을 제공하는 방안을 그림 5와 같이 제안한다. 문장 분석은 문장 분할, 행위자 추출, 동사 추출, 행위자 및 동사 구분, 행위자 및 동사 병합, 접두사 확인 여섯 가지로 세분화되며, 텍스트 분석은 참조자 추출, 마커 탐지, 행위 조합, 링크 결정, 흐름 구축 다섯 가지로 구성된다. 문장 분석과 텍스트 분석 결과를 활용해 BPMN 형태로 프로세스 모델을 도출하게 된다. 이 연구는 기존 연구에서 프로세스 관점의 데이터만을 추출한 것에 더 나아가, 문장 및 텍스트에 포함되어 있는 정보를 병합하여 프로세스 모델을 도출하였고, 더 정확한 정책 프로세스 모델을 도출할 수 있다는 장점이 있다.

〈그림 5〉 행정 문서를 활용한 프로세스 모델 도출 방안
(Friedrich et al., 2011)



프로세스 마이닝을 활용해, 행정 프로세스를 분석 및 간소화하고자 한 시도들도 존재한다. 대표적인 프로세스 마이닝 상업화 회사 Fluxicon의 보고서에 따르면, 네덜란드, 영국, 브라질 등의 정부를 주축으로 프로세스 마이닝을 도입하여 행정 프로세스를 분석하고 간소화하고 있다(Fluxicon, 2022). 브라질은 1988년 헌법 공포 이후 2016년까지 연방법이 약 16만 건 수정되었고, 이 중에는 99개의 헌법 개정안이 포함되어 있다. 미국의 경우 230년 동안 단 27번의 헌법 개정안이 존재하는 것을 고려할 때, 브라질은 법의 변동성이 매우 큰 특징을 갖는다. 이에 따라, 브라질 정부는 수정된 법에 따라 행정 업무가 수행되고 있는지, 병목점이 존재하는지 파악하기 위해 프로세스 마이닝을 활용하였다. 그 결과, 행정 프로세스 중 문서 발송 영역에 병목 현상이 생기는 현상을 발견하였고, 이를 해결하기 위해 추가적인 연구 과제를 진행하고 있다. 다른 예로, 스페인 그라나다 시는 공공 행정 처리 프로세스에 대한 민원이 많은 점을 해

결하기 위해 프로세스 마이닝을 도입하였다. 이 사례에서는 행정 업무의 데이터를 수집 및 관리하는 정보 시스템 구축이 잘 되어있지 않아 데이터의 누락이 많은 점을 해결하기 위해, 관련 인력들의 인터뷰를 병행하여 프로세스 마이닝 적용에 필요한 데이터를 수집하였다. 이를 통해, 행정 업무 프로세스 모델을 도출하였고, 해결이 필요한 병목점을 탐지하였다. 병목점이 발생하는 원인을 추론하기 위해, 이벤트 로그 필터링, Dotted chart 등을 활용하였으며, 이를 바탕으로 병목점의 주요 원인을 파악하였다.

2. 교육

프로세스 마이닝에서 교육 프로세스 분석은 오랜 연구가 이루어진 분야는 아니지만 최근 많은 주목을 받고 있다. 특히 장기적인 팬데믹을 거치면서 e-learning이 일반적으로 확산되어 교육 프로세스 분석을 위한 데이터의 확보가 용이해지면서 교육 프로세스 마이닝에 대한 관심과 활용 시도는 더욱 많아지고 있는 추세이다(Kanetaki et al., 2021). 하지만 이는 국외에 국한된 추세이며 국내에서는 아직 프로세스 마이닝을 활용한 교육 프로세스 분석에 대한 관심도가 낮은 상황이다.

교육 프로세스에서 가장 중요한 작업자는 교사와 학생이다. 교사는 학습을 위해 필요한 강의, 시험 등과 같은 자원을 학생들에게 제공하여야 하며 학생들은 다른 학생들이나 교사들, 그리고 시스템과 상호작용을 하며 학습이라는 주요 작업을 수행해야 한다. 프로세스 마이닝은 가상의 교육 환경(즉, e-learning 플랫폼)에서 학생과 교사를 중심으로 발생하는 이벤트들을 활용하여 학생들의 학습 프로세스를 이해하고, 교사가 의도한 방식대로 학습이 이루어지고 있는지 평가하고 학습에서 장애가 발생하는 부분을 찾아내고 이를 개선할 수 있는 방향을 제시하는 데에 활용된다(Bogarín et al., 2018).

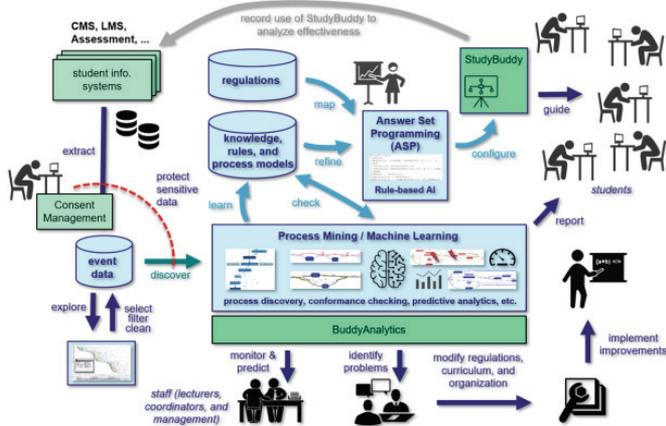
김태영 외(2023)는 국내 전 국민 대상 온라인 교육 플랫폼에서 수집한 학습 로그를 활용하여 모델, 패턴, 인스턴스 관점에서 학습 프로세스를 분석하였다. 분석 결과 온라인 교육 플랫폼을 통한 학습은 강의에 설계된 순차대로 이루어지지 않는 경우가 많으며 초반의 강의만 수강한 후 수강을 포기하는 사례가 83% 정도로 매우 높다는 것을 확인할 수 있었다.

Cerezo et al.(2020)는 101개의 대학에서 Moodle 2.0 플랫폼을 활용해서 이루어진 학습 로그를 활용하여 어떤 과목을 통과한 학생과 통과하지 못한 학생의 학습 프로세스를 비교 분석하였다. 분석 결과 과목을 통과한 학생은 교수가 제안한 학습 프로세스대로 학습을 수행하지는 않았으나, 과목을 통과하지 못한 학생에 비하여 포럼에서

활발하게 토론하는 등의 특성을 가진다는 것을 알 수 있었다.

Wagner et al.(2022)는 캠퍼스 관리 시스템 데이터와 학습 프로그램 모델을 이용해서 그림 6과 같이 학생들의 학습 프로세스를 분석하고 이해하였다. 이때 프로세스 마이닝은 성공적인 학습을 수행한 학생들의 특징을 찾거나 기대된 것과 다른 프로세스를 따라 학습을 수행한 학생들을 찾고 시각화하기 위해 활용되었다. 이 분석을 통해 저자는 학생들이 학습을 계획하고 모니터링 하여 학습 성공률을 높일 수 있는 가이드를 제공하고자 하였다.

〈그림 6〉 프로세스 마이닝 학습 프로세스 분석 흐름
(Wagner et al., 2022)



Arpasat et al.(2021)는 Massive Open Online Courses(MOOC)의 학습 로그를 이용하였다. 분석 목적은 높은 성취를 보이는 학생과 낮은 성취를 보이는 학생의 차이를 분석하는 것으로 앞선 두 사례와 같은 목적을 가졌다. 두 그룹의 차이 분석을 위해 저자는 전반적인 행동의 통계치, 병목점, 반복 행동의 빈도, 각 작업의 소요 시간, 행동 관계 등을 분석했다. 분석 결과로는 높은 성취를 보이는 학생일수록 강의를 들은 후 수업을 복습하는 경우가 많으며, 한 주제의 학습을 끝마친 후에 다음 주제로 넘어가고, 논의와 질문 세션에 활발하게 참여한다는 사실을 알 수 있었다. 또한 높은 성취를 보이는 학생들은 팀으로 작업을 수행해야 할 때 비교적 작은 규모의 그룹을 구성하고 일을 균등하게 분배해서 수행하는 것으로 나타났다.

전반적인 학습 프로세스를 이해하고 학습 성취가 높은 그룹과 낮은 그룹의 차이를 비교하는 것 외에 다른 것을 목적으로 하는 연구들도 존재한다. Southavilay et al.(2010)는 협동 작문 프로세스 분석을 통해 아이디어와 개념의 발전이 어떻게 이루어지는지를 분석하고자 하였다. 앞서 소개한 연구들은 모두 일반적인 학습 과정을 다룬 것에 반하여 이 연구에서는 글쓰기에 초점을 맞췄다. 분석을 위해서 저자는 글쓰기 과정 중 발생하는 텍스트의 변화를 의미론적인 속성으로 정의하고, 의미론적인 속성의 변화를 글쓰기 프로세스를 구성하는 하나의 작업으로 정의하였다. 최종적으로는 글쓰기 프로세스를 파악하고 글의 최종 품질과 글쓰기 프로세스의 관계를 분석하였다.

마지막으로 Anuwatvisit et al.(2012)는 학생들의 과목 신청 및 등록의 프로세스를 분석하였다. 과목 신청 및 등록은 직접적인 학습 과정에 포함되는 프로세스는 아니지만 학습을 위해서는 꼭 필요한 단계로 이 프로세스의 문제로 인하여 학습이 불가능한 상황도 비일비재하다. 저자의 분석 결과 학교에서 설계한 등록 프로세스와 실제 등록 프로세스에는 차이가 있는 것으로 나타났으며 이에 대한 개선이 필요하다는 점을 확인할 수 있었다.

교육은 공공 서비스의 중요한 부분이다. 앞서 소개한 사례들을 보면 프로세스 마이닝을 활용하여 학생들의 실질적인 학습 과정을 분석하고 진단하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있다. 이러한 사례를 토대로 교육 분야에서 프로세스 마이닝 도입을 통해 얻을 수 있는 공공적 효과를 생각해 보면 다음과 같은 것들이 있다.

우선, 학습자 지원 및 개인화된 교육을 통한 전반적인 학습 수준의 향상의 효과를 얻을 수 있다. 프로세스 마이닝을 활용하면 학습자 각각의 학습 경로와 성과를 분석할 수 있는데 이를 통해 교육기관이 개개인의 학습 상태를 실시간으로 파악하고, 이에 따라 맞춤형 학습 지원을 제공할 수 있게 되기 때문이다. 두 번째는 자원 할당 및 예산 효율화의 효과를 얻을 수 있다. 프로세스 마이닝을 활용하면 어떤 교육 프로그램이나 활동이 학습 능력 향상에 더 좋은 영향을 미치는지 분석하고 이를 토대로 예산을 최적화하고 효과적으로 자원을 할당하는 것이 가능해지기 때문이다. 마지막으로 교사의 전문성을 향상하고 교육 방법을 개선할 수 있다. 프로세스 마이닝을 통해 교사는 학습자의 행동 패턴과 학습 경로를 더 정확히 이해할 수 있는데, 이를 기반으로 교수는 개인 및 그룹 수준에서 교육 방법을 최적화하고 개선하며, 더 나은 교육 전략을 개발하여 자신의 전문성을 향상시킬 수 있다.

3. 의료

의료 분야에서 프로세스 마이닝은 주로 진료 프로세스 분석에 많이 활용되고 있다. 진료 프로세스는 환자가 외래 진료를 위해 병원에 방문하여 접수하고, 상담, 검사 등을 수행하고 돌아가는 외래 진료 프로세스, 입원을 통해 특정 질병 치료를 위해 검사, 투약 등의 작업을 거치는 입원 진료 프로세스, 응급 상황에 응급실을 방문하여 여러 검사 등을 거친 후 집으로 돌아가거나 입원을 하는 응급진료 프로세스 등 병원에서 일어나는 다양한 형태의 진료들을 포괄한다. 프로세스 마이닝은 이러한 다양한 형태의 진료 프로세스를 구성하는 작업들의 전체적인 흐름을 파악하고, 특정 작업의 불필요한 반복 수행, 프로세스 개선점의 발굴 등을 위해 활용된다. 국내외의 구체적인 사례들을 소개하고 각 사례의 공공적 의의를 고찰해보면 다음과 같다.

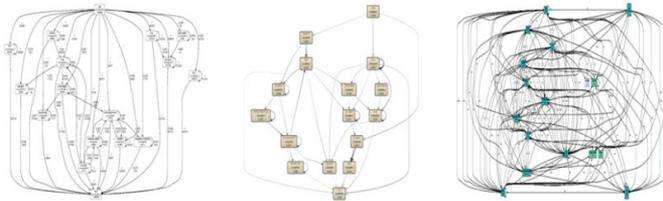
국내 기업인 퍼즐데이터는 한림대성심병원과 함께 환자 대기 시간 감소 및 중증환자 적시 치료를 위한 프로젝트를 수행하였다(뉴스와이어, 2022). 이 프로젝트에서는 한림대성심병원의 외래 프로세스, 채혈 프로세스, 수납 프로세스 등을 분석했으며, 시뮬레이션을 통해 환자의 수와 의료 인력의 수에 따른 환자 대기 시간, 작업자의 업무량 변화 등을 파악하였다. 이 프로젝트에서는 분석을 통해 얻은 결과를 토대로 시스템을 개선하는 것까지 진행했으며 이 결과로 창구 최대 업무량의 감소, 환자들의 평균 대기시간 감소 등의 실질적인 효과를 얻어 우수한 사례로 평가받을 수 있었다.

Yoo et al.(2016)는 새로운 병원동 건축이 진료 프로세스에 미치는 영향을 분석하기 위해 프로세스 마이닝을 활용했다. 연구에서는 외래 진료 프로세스에 초점을 맞추어 새로운 병원동 건축으로 인해 외래 진료에 소요되는 전체 시간의 변화, 상담 대기 시간의 변화를 분석했다. 분석 결과 병원동이 새로 건축되었지만 외래 진료에 소요되는 전체 시간은 크게 증가하지 않았고, 상담 대기 시간은 오히려 줄어들어 새로운 병원동 건축이 프로세스 개선에 도움이 되었다는 결론을 내릴 수 있었다. 이와 같은 사례는 새로운 의료 시설의 도입이 프로세스 개선에 미치는 영향을 평가하는 데에 프로세스 마이닝이 활용된 사례로 공공 의료 분야에서 의료 시설의 추가 설립 등을 고려할 때 참고할 수 있는 사례로 판단된다.

Cho et al.(2014)는 외래 환자 분석을 위한 프로세스 마이닝 활용 분석 방법론을 제시하였다. 저자는 프로세스 마이닝 분석을 활용하면 데이터를 기반으로 프로세스 모델을 도출하고, 병원에서 의도한 프로세스와 실제 프로세스의 정합도를 측정하고, 주요한 프로세스 패턴을 도출하고, 프로세스 개선 시 예상되는 성과가 무엇인지 예측해 볼 수 있음을 보였다. 이 연구에서는 도출한 프로세스 모델과 시뮬레이션을 함께 활용하

여 환자 수 증가에 따른 상담 대기 시간 지연 정도도 평가하였는데, 이런 분석은 원활한 의료 서비스 공급을 위한 적절한 의료 기관의 수를 책정하는 등의 공공 정책 개발에 있어서도 활용 가능한 접근의 연구라고 판단된다.

<그림 7> 프로세스 마이닝을 활용한 외래 프로세스 시각화 결과
(Cho et al., 2014)



Fluxicon(2021)은 Social Insurance Bank of Curaçao(SVB)의 산부인과 의료 청구 데이터를 활용하여 출산 프로세스에 대해 분석을 진행했다. 이 분석에서 Fluxicon은 전반적인 출산 프로세스를 토대로 산모 클리닉과 산부인과 전문 병원 사이의 흐름을 분석하여 산모 클리닉에서 전문 병원으로 환자가 유출되는 현상을 파악하고자 하였다. 분석 결과 예상과는 달린 해당 유출 현상이 일어나고 있지 않다고 판단할 수 있었다. 이 연구는 공공에서 중요한 의료 문제 중 하나인 출산에 관해 분석하고 있으며, 출산 프로세스에서 예상되고 있는 문제를 데이터 기반의 객관적인 분석을 통해 진단이 가능하다는 의미를 가진다. 이와 같은 사례에서의 프로세스 마이닝 활용은 객관적인 현상 진단을 통한 정책 수립에까지 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.

IEEE TASK FORCE ON PROCESS MINING(2020)에 따르면, 호주의 공공병원은 의료정보시스템에서 추출한 의료 기록을 활용하여 환자들의 여정을 분석하였다. 퇴원 후 재입원하는 환자와 재입원을 하지 않는 환자의 퇴원 프로세스에서의 차이를 분석하고 이를 토대로 재입원을 줄이는 프로세스 설립을 목표로 하였다. 공공의 시선에서 이 연구에 대해 평가하자면, 이 연구는 프로세스적인 관점에서 진료의 질을 높이는 것을 통해 국민들의 삶의 질을 향상시키고 사회적인 의료비용을 절감했다는 의의가 있다.

Eindhoven University of Technology(IEEE TASK FORCE ON PROCESS MINING, 2014)는 네덜란드에서 가장 큰 병원 중 하나인 Isala 병원에서 프로세스 분석을 수행했다. 분석 대상은 이 병원 비뇨기과에서 가장 흔한 다섯 가지 진단에 관련

된 진료 프로세스였다. TU/e는 각 환자 그룹에서 나타나는 규칙적인 작업들, 필수적인 작업이지만 환자에게 수행되지 않은 작업들, 불필요하거나 다소 낙후된 작업들에 대해 분석하고 분석 결과를 토대로 프로세스를 최적화하기 위해서 가능한 개선사항들을 도출했다. 이 연구는 진료 프로세스 단축을 통해 시간 자원의 관점에서 더 많은 사람들에게 의료 혜택을 제공할 수 있는 기회를 확보하고, 자주 발생하는 오류를 파악해 수정하여 진료의 질을 높였다는 점에서 공공적 의의를 가지는 연구라고 할 수 있다.

2018년 Fluxicon 보고서에 따르면(Fluxicon, 2018), 스페인의 대학 병원인 Hospital Universitario Lucus Augusti(HULA)의 IT 서비스 팀은 종이 서류를 통한 프로세스의 디지털화 프로젝트를 진행했다. 이 프로젝트는 디지털화를 통해서 환자들의 병원 방문, 진단, 처방 등의 데이터 수집을 상세하고 명확하게 하고, 종이 서류를 활용할 때 빈번히 등장하는 불필요한 중복작업의 문제를 해결하고자 하였으며, 이를 통해 암 진단에 있어서 발생하는 지연 문제를 해결하는 것을 목표로 하였다. 대규모의 문서 디지털화, 데이터 분석을 통해 이들은 암 환자 진료 프로세스에 대한 이해를 높이고 더 빠른 진단을 위해 필요한 작업들에 대해 고찰할 수 있었다. 이는 사회적으로 점점 심각하게 대두되고 있는 암 발병에 대한 문제를 직접적으로 다룬 사례로, 디지털화를 통한 환자의 이력 추적, 이를 통한 질병의 선제 예방에 활용될 수 있다는 의의가 있다.

소개한 사례들에서 볼 수 있듯이 우리는 의료 분야에 프로세스 마이닝 활용을 통하여 진료 질의 향상, 의료 자원 효율화, 의료 프로세스의 투명성 확보 등의 다양한 이점을 얻을 수 있다. 하지만 이런 긍정적 결과를 얻기 위해서는 아직 다양한 어려움도 존재한다(Munoz-Gama et al., 2022). 대표적인 어려움은 프로세스 분석에 적합한 형태의 데이터를 확보하는 것의 어려움이다. 우선, 진료 프로세스를 구성하는 작업들은 여러 가지 정보시스템에 분산되어 저장된 경우가 많아 이를 통합하는 작업이 필요하다. 두 번째는 프로세스 분석에 적합한 레벨의 데이터로 전처리하는 작업이 필요하다. 병원 정보 시스템의 특성에 따라 작업의 세부 단위까지 구분하여 데이터를 기록하는 경우 적합한 분석을 위해서는 데이터를 상위 레벨로 통합하는 작업이 필요할 수 있다. 또 다른 어려움으로는 빈번하지 않은 프로세스에 관한 것이다. 진료 프로세스는 사람을 대상으로 하는 것이기 때문에 다양성이 높은 편이며 이에 따라서 프로세스가 복잡하게 나타날 수 있다. 따라서 프로세스 분석 시에는 다양한 프로세스를 분석 목적에 맞게 가공하여 활용하는 것이 필요하다.

4. 금융

금융 분야는 복잡한 업무 프로세스와 빈발한 거래가 뒤섞인 환경에서 운영된다. 이러한 상황에서 업무의 체계적인 분석과 효율적인 자동화는 금융 기관에서 매우 중요한 과제로 부상하고 있다. 특히, 상품 가입 및 대출 승인과 같은 프로세스에서는 여러 서류 작업과 승인 과정이 수반되어 있어 서류 누락이나 중복 제출로 인한 서비스 지연이 발생하는데, 이는 고객 경험을 저해하며 기관 내에서는 효율성 저하를 초래한다.

이에 따라 많은 금융 기관들이 프로세스 마이닝을 적극적으로 도입하여 업무 프로세스를 체계적으로 분석하고, 자동화 및 효율화를 추구하고 있는 추세이다. 프로세스 마이닝은 은행 시스템에서 발생하는 다양한 데이터를 실시간으로 분석하여 업무의 수행 경로, 소요 시간, 병목 지점 등을 명확히 파악할 수 있는 도구로 활용되며 이를 통해 기관은 고객 서비스의 품질을 향상시키고, 업무 프로세스에서 발생하는 비효율성을 해소하고 있다. 프로세스 마이닝을 활용한 프로세스 개선 및 업무 자동화에 대한 관심과 요구는 국내외 모두 활발하지만 실제로 프로세스 마이닝을 적극적으로 활용하는 사례는 국외에서 더욱 선도적으로 나타나고 있다.

국내 금융업에서의 프로세스 마이닝 도입의 대표적인 사례는 신한은행 사례를 꼽을 수 있다. 신한은행은 프로세스 마이닝을 도입하여 은행 고객이 은행 시스템을 활용하면서 발생하는 로그 데이터를 분석해 전체적인 업무 처리 프로세스를 파악하고, 각 업무별 처리 소요시간 등을 분석했다. 이 분석을 통해 신한은행은 업무 처리에서 발생하는 병목을 파악하고, 최적으로 해당 서비스를 처리하기 위해 필요한 프로세스 개선사항을 도출할 수 있었다.

국내 기업 퍼즐데이터의 사례는 금융업에서의 프로세스 마이닝의 활용 방안에 관한 더 많은 통찰을 제공한다. 퍼즐데이터는 국내 은행과 함께 직원들의 업무 프로세스 자동화, 고객 맞춤형 상품 추천, 고객의 불편 사항 개선, 비대면 서비스 이용 고객의 행동 패턴 파악, 비대면 플랫폼을 활용한 신규 상품 가입 절차의 UI/UX 개선을 목표로 프로젝트를 진행했다. 이 프로젝트를 통해 은행은 창구 업무에서 초과 업무를 초래하는 원인을 찾아내어 개선하고, 고객들의 투자상품 재예치를 위한 전략을 수립할 수 있었다.

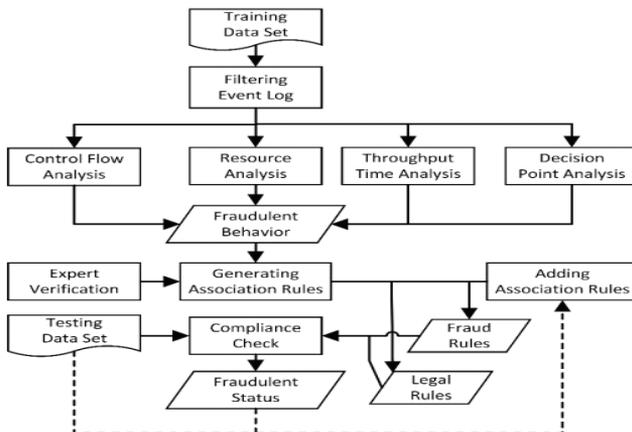
해외 사례도 분석 목표나 분석 내용에 있어서 비슷한 양상을 보였다. 러시아의 은행 VTB(Ramax)는 Celonis와 함께 상품 가입 등 은행에서 제공하는 다양한 서비스에 관련된 프로세스를 분석했다. 분석을 통해 VTB는 상품 가입 시 어떤 오류 사항이 발생하고 있으며, 어떤 프로세스가 복잡인지, 직원들이 어떤 프로세스를 처리하는 데에

어려움을 겪고 있는지를 파악할 수 있었다. VTB(Ramax)는 직원들이 어려움을 겪는 프로세스의 교육을 활성화하고 이를 통해 고객에게 서비스가 보다 원활하게 제공될 수 있도록 개선하여 6개월 만에 프로세스 수행 시간을 약 30% 줄이는 성과를 거두기도 했다.

스위스의 익명의 은행도 Celonis와 함께 앞선 VTB(Ramax)와 비슷한 프로젝트를 수행했다. 이 프로젝트의 목표는 빠르고 간단한 거래를 위한 은행 내부의 프로세스를 최적화 하는 것으로, 은행 시스템에서 발생하는 고객 데이터를 활용하여 프로세스를 분석하였다. 분석을 토대로 은행에서 제공되고 있는 서비스들에 대한 전반적인 프로세스 파악, 병목점 파악 등을 수행했고, 분석 결과를 토대로 앞으로의 프로세스 개선 전략을 수립할 수 있었다.

상품 가입이나 대출 프로세스에 관한 분석 외에는 회계 부정을 적발하기 위한 한 가지 방법으로 프로세스 마이닝이 활용되고 있다. Sarno et al.(2015)는 회계 부정의 자동 탐지를 위해 프로세스 마이닝과 데이터 마이닝 기법을 함께 활용하는 하이브리드 방법을 그림 8과 같이 제시했다. 제시한 방법은 신용카드 신청 프로세스에 적용하여 검증했는데, 분석 결과 회계 부정 케이스에서 특정 작업을 빼먹거나 잘못된 순서로 작업을 수행하거나, 담당자가 아닌 사람이 업무를 수행한 것으로 나타나는 등의 특징을 도출할 수 있었다.

〈그림 8〉 프로세스 마이닝을 활용한 회계 부정 자동 탐지 방안
(Sarno et al., 2015)



소개한 사례들을 요약하면 프로세스 마이닝은 금융 산업에서 정확한 프로세스의 이해를 바탕으로 프로세스 자동화와 부정 프로세스의 방지의 성과를 거두고 있다고 말할 수 있다. 이 성과는 공공의 측면에서도 많은 도움을 준다. 우선, 금융 투명성을 강화한다는 이점이 있다. 프로세스 마이닝을 통해 금융 업무의 실제 프로세스가 명확하게 드러나면, 고객들을 금융 제품 및 서비스에 대한 투명성을 높게 평가할 수 있으며, 이는 소비자 신뢰의 증진과 함께 금융 시장의 투명성 증대에 기여하여 공정한 경쟁을 유도하는 긍정적 결과를 낳을 수 있다. 두 번째로는 서비스의 효율적 제공의 이점이 있다. 이는 시민들이 더 빠르고 효과적으로 금융 서비스를 이용할 수 있다는 것뿐만 아니라 효율적인 프로세스를 통한 비용 절감을 통해 금융 서비스의 접근성을 향상시키고 사회적으로 취약한 계층에게 혜택을 제공할 수도 있는 효과로도 이어질 수 있다. 마지막으로 프로세스 마이닝을 통해 얻은 정보가 정부나 규제 기관에게 유용하게 활용될 수 있다는 이점이 있다. 이 정보는 금융 시스템의 동향을 파악하고, 효과적인 정책을 수립하는 데에 참고할 수 있을 것으로도 기대된다.

하지만 의료 산업 사례와 마찬가지로 프로세스 마이닝을 활용을 위해서는 데이터 확보의 문제를 해결하는 것이 중요하다. 우선 의료와 마찬가지로 금융도 개인정보 처리가 매우 민감한 데이터로서 이를 효과적으로 관리하는 것이 가장 중요한 문제이다. 또한 데이터를 기반으로 한 기술들을 효과적으로 도입하기 위해서는 기존 금융 산업에서 아직 버리지 못한 구시대적인 관행들에 대한 철저한 검토와 변화가 필요하다. 마지막으로 금융 기관 내에서 해당 기술에 대한 충분한 교육과 이해가 필요하다. 프로세스 마이닝 기술에 대해 이해하고 이에 대한 적용을 고려할 수 있는 관계자들이 많아질수록 의미 있는 활용이 가능해질 수 있다.

5. 시사점

공공 분야 프로세스 마이닝 사례를 통해, 우리는 아래와 같은 시사점을 얻을 수 있다.

정책 및 행정 분야의 경우, 국외에서는 이미 프로세스 마이닝을 활용해 행정 프로세스 효율성 제고, 행정 프로세스 준수 여부 확인 등의 연구를 진행하고 있다. 이와 같은 사전 연구를 활용하여, 국내에서도 프로세스 마이닝 적용을 통해 정책 준수 확인, 병목점 탐지, 정보 시스템 개선 등에 활용이 가능하다. 교육 분야의 경우도 국내에 프로세스 마이닝을 적용한 경우가 부족하다. 국외의 경우, 학습 성취도 향상, 교육 자원 할당 효율화 등에 프로세스 마이닝을 활용하고 있어, 국내 교육 분야에 적용이 가능하다. 의료, 금융 분야는 국내외 모두 프로세스 마이닝을 활발히 사용 중이며, 프로세스

마이닝을 적용하여 실제로 프로세스 효율성을 제고하고 서비스 질을 향상시킬 수 있다는 시사점이 있다.

공통 분야 공통 시사점으로, 국외에 비해 국내 공공 분야 프로세스 마이닝 적용이 상대적으로 적으며, 주로 의료와 금융에 집중되어 있다는 점을 확인할 수 있다. 의료 분야의 경우, 외래 진료, 입원 진료, 응급 진료와 같은 진료 프로세스를 분석하는 데 프로세스 마이닝을 주로 활용하였다. 대표적으로, 환자 대기 시간 감소 및 중증환자 적시 치료를 위해 프로세스 마이닝 적용을 시도하였다. 금융의 경우, 특히, 상품 가입 및 대출 승인과 같은 프로세스에서는 서류 작업과 승인 과정이 복잡하여 고객 경험을 저해하고 기관 내에서는 효율성 저하를 초래한다. 이를 해결하기 위해 프로세스 마이닝을 적용하여 프로세스를 체계적으로 분석하고, 자동화 및 효율화를 추구하고 있다. 이러한 의료 및 금융 분야에 프로세스 마이닝을 적용한 경험을 바탕으로 정책 및 행정, 교육 분야에 프로세스 마이닝을 적용하여 공공 분야 프로세스의 문제점을 파악하고 개선할 필요가 있다.

또 다른 시사점은 공공 분야에 다양한 효과를 가져다주는 프로세스 마이닝을 적용하기 위해 넘어야 할 도전 과제가 있다는 점이다. 공공 분야에서 발생하는 데이터를 체계적으로 관리하고, 이를 처리할 수 있는 전문인력을 양성하고 최신 기술을 공공 분야에 적용할 수 있는 환경을 조성하는 것이 필요하다. 이를 위해 데이터 표준화와 관리 체계의 구축, 전문 인력의 양성 및 교육 프로그램의 개발, 그리고 관련 법규 및 정책의 마련이 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 국내외 공공 분야 프로세스 마이닝의 활용 사례를 분석하여, 프로세스 마이닝 적용 가능성과 그에 따른 잠재적 기대효과를 탐구하였다. 사례를 통해 공공 분야에서의 프로세스 마이닝 국내 적용은 아직 초기 단계에 머물러있지만, 국외에는 다양한 적용 시도가 존재하는 것을 알 수 있다. 정책 및 행정 분야에서는 법과 규제를 준수하는지 파악하는데 프로세스 마이닝을 활용하고 있다. 교육 분야에서는 학습자의 학습 경로와 성과를 분석하여 개인 맞춤형 교육을 제공할 수 있도록 프로세스 마이닝을 활용하고 있으며, 의료 분야에서는 진료 프로세스를 분석하여 환자 대기 시간을 줄이고 의료 자원을 효율적으로 활용할 수 있도록 프로세스 마이닝을 활용하고 있다. 마지막으로, 금융 분야에서는 업무 프로세스를 자동화하여 고객 서비스 품질을 개선하는

방향으로 프로세스 마이닝을 활용하고 있다.

사례를 통해, 프로세스 마이닝 활용을 통한 다양한 공공적 기대효과 확인할 수 있었다. 정책 및 행정 분야에서는 정책 프로세스 모델 도출과 행정 업무 모니터링, 교육 분야에서는 학습자별 맞춤형 교육과 자원 효율화, 의료 분야에서는 의료 서비스 질 향상과 비용 절감, 그리고 금융 분야에서는 업무 프로세스의 효율성 향상과 고객 서비스 품질 개선을 기대할 수 있다.

하지만, 프로세스 마이닝을 공공 분야에 적용하기에는 해결해야 할 도전 과제가 존재한다. 공공 분야에서 발생하는 데이터를 체계적으로 관리하고, 이를 수행할 수 있는 전문 인력 양성, 그리고 최신 기술을 공공 분야에 적용할 수 있도록 허용하는 제도적 측면에서의 개선이 필요하다. 이러한 도전 과제들을 극복하기 위해서는 데이터 표준화와 관리 체계의 구축, 전문 인력의 양성 및 교육 프로그램의 개발, 그리고 관련 법규 및 정책의 마련이 필요하다.

요약하면, 공공 분야에서 프로세스 마이닝을 적극적으로 도입하고 활용한다면 공공 업무 효율성 향상, 교육, 의료, 금융 서비스 질 향상 등을 기대할 수 있다. 하지만, 프로세스 마이닝 도입을 위한 장애물이 존재하며, 이를 해결하기 위해 기술적, 인력적, 법적 측면의 노력이 필요하다. 이러한 노력을 통해, 프로세스 마이닝을 수월하게 적용할 수 있는 환경이 마련되고 실적용 사례가 증가하여, 궁극적으로 공공 분야 발전과 혁신에 기여할 것으로 기대한다.

▣ 참고문헌

- 김태영 · 김효민 · 조민수. 2023. “프로세스 마이닝을 활용한 온라인 교육 오픈 플랫폼 내 학습 패턴 분석 방법 개발.” 《지능정보연구》, 29(2): 285-301.
- 박승범. 2018. “데이터 마이닝(프로세스마이닝)을 활용한 정부 업무 프로세스 개선.” 《한국EA학회 학술발표논문집》, 2018(12): 423-439.
- 신동주 · 이경희 · 조완섭. 2015. “맞춤형 부동산 정책 수립 지원을 위한 데이터 분석기반 의사결정지원 시스템.” 《한국빅데이터서비스학회 논문지》, 2(2): 1-6.
- 신미영 · 김석일. 2020. “공공 빅데이터를 활용한 안 질환에 영향을 미치는 기상 요인 분석.” 《한국데이터정보과학회지》, 31(3): 535-544.
- 오철호. 2017. “문제제기: 데이터 기반 정책분석평가의 연구와 적용.” 《정책分析評價學會報》, 27(2): 155-167.
- 《뉴스와이어》. 2021. “퍼즐데이터, 4년 연속 가트너 프로세스 마이닝 마켓 가이드 대표 기업 등재.” 12월 2일.
- _____. 2022. “퍼즐데이터 병원 장시간 진료 대기·복잡한 동선, 프로세스 마이닝으로 개선” 7월 1일.
- 《넥스트데일리》. 2022. “프로세스 마이닝 창시자 알스트 교수, 서울서 21일 강연.” 4월 14일.
- 《팍스경제TV》. 2020. “신한은행, 프로세스 마이닝 솔루션 도입...업무 처리 속도 업.” 6월 15일.
- 《퍼즐데이터》. 2024 “SUCCESS STORY 금융권 사례.” https://www.puzzledata.com/success-case_financial-sector/. 검색일 2024년 3월 10일.
- Anuwatvisit, Siriporn, Anucha, Tungkasthan, & Wichian, Premchaiswadi. 2012. “Bottleneck mining and petri net simulation in education situations.” *In 10th International Conference on ICT and Knowledge Engineering* (pp. 244-251).
- Arpasat, Poohridate, Nucharee, Premchaiswadi, Parham, Porouhan, & Wichian, Premchaiswadi. 2021. “Applying process mining to analyze the behavior of learners in online courses.” *International Journal of Information and Education Technology*, 11(10): 436-443.
- Augusto, Adriano, Raffaele, Conforti, Marlon, Dumas, Marcello, La Rosa, & Artem, Polyvyanyy. 2019. “Split miner: automated discovery of accurate and simple business process models from event logs.”

- Knowledge and Information Systems*, 59: 251-284.
- Bergenthum, Robin, Jörg, Desel, Robert, Lorenz, & Sebastian, Mauser. 2007. "Process mining based on regions of languages." *In 5th International Conference on Business Process Management* (pp. 375-383).
- Bogarín, Alejandro, Rebeca, Cerezo, & Cristóbal, Romero. 2018. "A survey on educational process mining." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(1): e1230.
- Carmona, Josep, Jordi, Cortadella, & Michael, Kishinevsky. 2008. "A region-based algorithm for discovering petri nets from event logs." *In 6th International Conference on Business Process Management* (pp. 358-373).
- Carmona, Josep, Boudewijn, van Dongen, Andreas, Solti, & Matthias, Weidlich. 2018. "Conformance checking: part1 basics of conformance checking." Berlin: Springer.
- Carmona, Josep, Boudewijn, van Dongen, & Matthias, Weidlich. 2022. "Conformance checking: foundations, milestones and challenges." Berlin: Springer.
- Cerezo, Rebeca, Alejandro, Bogarín, Maria, Esteban, & Cristóbal, Romero. 2020. "Process mining for self-regulated learning assessment in e-learning." *Journal of Computing in Higher Education*, 32(1): 74-88.
- Cho, Minsu, Minseok, Song, & Sooyoung, Yoo. 2014. "A systematic methodology for outpatient process analysis based on process mining." *In 2nd International Conference on Asia-Pacific Business Process Management* (pp. 31-42).
- Dakic, Dusanka, Darko, Stefanovic, Ilija, Cosic, Teodora, Lolic, & Milovan, Medojevic. 2018. "Business process mining application: a literature review." *In 29th International Conference on Intelligent Manufacturing Automation* (pp. 866-875).
- Fioretto, Simona. 2023. "Process mining solutions for public administration." *In 27th International Conference on Advances in Databases and Information Systems* (pp. 668-675).
- Friedrich, Fabian, Jan, Mendling, & Frank, Puhlmann. 2011. "Process model generation from natural language text." *In 23rd International*

- Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 20-24).
- Hand, David J. 2001. "Principles of data mining: introduction." Cambridge: MIT press.
- Kanetaki, Zoe, Constantinos, Stergiou, Georgios, Bekas, Christos, Troussas, & Cleo, Sgouropoulou. 2021. "Data mining for improving online higher education amidst COVID-19 pandemic: a case study in the assessment of engineering students." *In 1st International Conference on Novelties in Intelligent Digital Systems* (pp. 157-165).
- Leemans, Sander J. J., Dirk, Fahland, & Wil, van der Aalst. 2013. "Discovering block-structured process models from event logs containing infrequent behaviour." *In 11th International Conference on Business Process Management* (pp. 66-78).
- Leemans, Sander J. J., Dirk, Fahland, & Wil, van der Aalst. 2015. "Scalable process discovery with guarantees." *In 16th International Conference on Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling* (pp. 85-101).
- Li, Jiexun, Harry J., Wang, Zhu, Zhang, & J. Leon, Zhao. 2010. "A policy-based process mining framework: mining business policy texts for discovering process models." *Information Systems and E-Business Management*, 8: 169-188.
- Mitchell, Tom M. 1997. "Machine learning: introduction." New York: McGraw-hill.
- Munoz-Gama, Jorge, Niels, Martin, Carlos, Fernandez-Llatas, Owen A., Johnson, Marcos, Sepúlveda, Emmanuel, Helm, & Victor, Galvez-Yanjari. 2022. "Process mining for healthcare: characteristics and challenges." *Journal of Biomedical Informatics*, 127: 103994.
- Sarno, Riyanarto. Rahadian D., Dewandono, Tohari, Ahmad, Mohammad F., Naufal, & Fernandes, Sinaga. 2015. "Hybrid association rule learning and process mining for fraud detection." *International Journal of Computer Science*, 42(2): 59-72.
- Solé, Marc, & Josep, Carmona. 2010. "Process mining from a basis of state regions." *In 31st International Conference Applications and Theory of*

- Petri Nets* (pp. 226-245).
- Southavilay, Vilaythong, Kalina, Yacef, & Rafael A., Callvo. 2010. "Process mining to support students' collaborative writing." *In 3rd International Conference on Education Data Mining* (pp. 257-266).
- Vial, Gregory. 2019. "Understanding digital transformation: A review and a research agenda." *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2): 118-144.
- van der Aalst, Wil, Ton, Weijters, & Laura, Maruster. 2004. "Workflow mining: Discovering process models from event logs." *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(9): 1128-1142.
- van der Aalst, Wil. 2012. "Process mining: overview and opportunities." *ACM Transactions on Management Information Systems*, 3(2): 1-17.
- _____. 2014. "Data scientist: The engineer of the future." *In 7th International Conference on Interoperability for Enterprises Systems and Applications* (pp. 13-26).
- _____. 2016. "Process mining: data science in action." Berlin: Springer.
- _____. 2022. "Process mining handbook: a 360 degree overview." Berlin: Springer.
- van Eck, Maikel L., Xixi, Lu, Sander J. J., Leemans, & Wil, van der Aalst. 2015. "PM: a process mining project methodology." *In 27th International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 297-313).
- van Zelst, Sebastiaan J., Boudewijn, van Dongen, Wil, van der Aalst, & Eric, Verbeek. 2018. "Discovering workflow nets using integer linear programming." *Computing*, 100(2018): 529-556.
- Wagner, Miriam, Hayyan, Helal, Rene, Roepke, Sven, Judel, Jens, Doveren, Sergej, Goerzen, Pouya, Soudmand, Gerhard, Lakemeyer, Ulrik, Schroeder, & Wil, van der Aalst. 2022. "A combined approach of process mining and rule-based AI for study planning and monitoring in higher education." *In 4th International Conference on Process Mining* (pp. 513-525).
- Yoo, Sooyoung, Minsu, Cho, Eunhye, Kim, Seok, Kim, Yerim, Sim,

- Donghyun, Yoo, Hee, Hwang, & Minseok, Song. 2016. "Assessment of hospital processes using a process mining technique: outpatient process analysis at a tertiary hospital." *International Journal of Medical Informatics*, 88(2016): 34-43.
- Zaoui, Fadwa, & Nissrine, Souissi. 2020. "Roadmap for digital transformation: a literature review." *Procedia Computer Science*, 175(2020): 621-628.
- «Donoho». 2015. "50 years of data science."
<https://courses.csail.mit.edu/18.337/2015/docs/50YearsDataScience.pdf>.
검색일 2024년 3월 10일.
- «Fluxicon». 2018. "Process miner of the year 2018!" <https://fluxicon.com/blog/2018/10/process-miner-of-the-year-2018/>. 검색일 2024년 3월 10일.
- _____. 2021. "Case study: process mining obstetrical care claims data." <https://fluxicon.com/blog/2021/12/process-mining-obstetrical-care-claims-data/>. 검색일 2024년 3월 10일.
- _____. 2022. "Process mining in government." <https://fluxicon.com/blog/2022/04/process-mining-government/>. 검색일 2024년 3월 10일.
- «G. Press». 2013. "A very short history of data science." *Forbes Technology*, <http://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/28/a-very-short-history-of-data-science/>. 검색일 2024년 3월 10일.
- «IEEE TASK FORCE ON PROCESS MINING». 2014. "Process mining in the health care domain: case study isala hospital." <https://www.tf-pm.org/resources/casestudy/process-mining-in-the-health-care-domain-case-study-isala-hospital>. 검색일 2024년 3월 10일.
- _____. 2018. "Cancer diagnostic delay reduction." <https://www.tf-pm.org/resources/casestudy/cancer-diagnostic-delay-reduction>. 검색일 2024년 3월 10일.
- _____. 2018. "VTB (Ramax)- Rethinking banking in the 21st century." <https://www.tf-pm.org/resources/casestudy/vtb-ramax-rethinking-banking-in-the-21st-century>. 검색일 2024년 3월 10일.
- _____. 2018. "Post finance - Redefining the reality of banking processes." <https://www.tf-pm.org/resources/casestudy/postfinance-redefining-the-reality-of-banking-proc>

esses. 검색일 2024년 3월 10일.

. 2020. "Understanding acute coronary syndrome discharges in a hospital setting" <https://www.tf-pm.org/resources/casestudy/understanding-acute-coronary-syndrome-discharges-in-a-hospital-setting>. 검색일 2024년 3월 10일.

. 2021. "Process mining obstretical care claims data" <https://www.tf-pm.org/resources/casestudy/process-mining-obstretical-care-claims-data>. 검색일 2024년 3월 10일.

«Mckinsey». 2020. "The state of AI in 2020" <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2020>. 검색일 2024년 3월 10일.

«PM4PY». 2024 "State-of-the-art-process mining in Python." <https://pm4py.fit.fraunhofer.de/>. 검색일 2024년 3월 10일.

«ProM». 2024 "ProM process mining workbench." <https://promtools.org/>. 검색일 2024년 3월 10일.

Process Mining for Public Sector Advancement: Investigating Policy, Education, Healthcare, and Financial Application Cases

Deoksang Lee & Jungeun Lim & Minseok Song

Rapid advancements in IT technology have led to significant transformations across diverse industries, such as manufacturing, healthcare, marketing and sales, and logistics. Despite recognizing its importance, the public sector has been relatively slow to embrace IT technology. The main task in the public sector is to manage and monitor compliance with designed business processes. Recently, there has been growing interest in the use of process mining to extract process-related knowledge and pinpoint issues that may exist in business processes. Process mining is a discipline that involves analyzing process data and refining processes to improve efficiency. This study introduces the fundamental concepts of process mining and demonstrates its applications in the public sector, both domestically and internationally. By advocating for the adoption of process mining, this work aims to establish its importance in the public sector and catalyze its widespread usage. Ultimately, the goal of this research is to boost public process efficiency, thereby enhancing national productivity and competitiveness.

※ Keywords: Process Mining, Public Sector, Process Mining Applications