

프로세스 마이닝을 이용한 구매 프로세스 분석*

Analysis of Purchase Process Using Process Mining

박지석¹ · 정재윤^{2†}

로토크콘트롤즈코리아(주)¹
경희대학교 산업경영공학과²

요 약

비즈니스 프로세스 분석의 기존 연구들은 비즈니스 프로세스에 포함된 업무, 고객 서비스, 작업자 편의, 수행시간 예측 등 다양한 요소를 분석하였다. 이러한 요소를 정확히 분석하기 위해서는 정보시스템에 기록된 실제 이력 데이터를 활용하는 것이 효과적이다. 프로세스 마이닝은 이벤트 로그 데이터로부터 비즈니스 프로세스의 여러 가지 요소를 분석하는 기법이다. 본 사례 연구는 구매 대행 업체의 업무 수행 데이터에 프로세스 마이닝을 적용하여 구매 대행 프로세스의 업무 흐름, 수행 시간, 담당자 등의 프로세스 운영 분석을 수행하였다.

■ 중심어 : 프로세스 마이닝, 구매 프로세스, 프로세스 운영 분석

Abstract

Previous studies of business process analysis have analyzed various factors such as task, customer service, operator convenience, and execution time prediction. To accurately analyze these factors, it is effective to utilize actual historical data recorded in information systems. Process mining is a technique for analyzing various elements of a business process from event log data. In this case study, process mining was applied to the transaction data of a purchase agency to analyze the business process of their procurement process, the execution time, and the operators.

■ Keyword : Process Mining, Purchase Process, Process Operation Analysis

I. 서 론

현재 기업들이 비즈니스 성과 개선을 위하여 많은 노력을 하고 있다. 이러한 이유로 성과가 도출되는 비즈니스 프로세스 분석에 중점을 두고 있으며, 많은 업무 담당자 및 분석가들이 데이터 기반의 업무 처리를 보다 쉽고 체계적으로 수행하기 위하여 프로세스 마이닝을 적용하

고 있다.

프로세스 마이닝이란 정보시스템에 저장된 이벤트 로그를 분석하여 관련 업무 흐름에 대한 의미 있는 정보를 해석하는 연구 분야로, 주요 목적은 프로세스 수행 이력을 분석하여 실제 프로세스를 이해하고, 모델의 적합성을 측정하고 분석 결과를 기반으로 프로세스를 수정 및 개선하는 것이다[6, 7]. 프로세스 마이닝은

2018년 08월 12일 접수; 2018년 08월 14일 수정본 접수; 2018년 08월 31일 게재 확정

* 본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 스마트공장도화기술개발사업의 일환으로 수행하였음.
[No.10054508, 대용량 제조데이터 연동 스마트공장 애플리케이션 통합운영 기술 개발].

† 교신저자 jjjung@khu.ac.kr

고장 수리[5], 제품 수리 서비스[2], 병원 사례 [1], 조선업[3] 등 여러 분야에서 효과적으로 사용되고 있다.

본 연구에서 프로세스 마이닝 기법을 이용하여 구매 대행 프로세스의 운영적 측면을 분석한다. 본 연구를 위하여 실제 구매 대행 회사의 업무 이력 데이터로부터 구매 대행 프로세스 모델을 도출하고 프로세스 운영의 업무 흐름, 수행 시간, 자원 비교 분석 등을 수행한다.

II. 분석 프레임워크 및 도구

프로세스 마이닝은 크게 프로세스 발견(process discovery), 적합성 검사(conformance checking), 확장(extension)이라는 세 가지 접근법이 있다 [6]. 기존 연구들을 보면 프로세스 마이닝을 활용하여 제품 수리 프로세스에서는 주요 공정 및 병목 구간을 분석하여 성과를 개선하는 사례 연구를 수행하였고[2], 고장수리 서비스 프로세스에서 서비스 업무를 지원하는 정보시스템에서 서비스 운영을 분석, 도출된 모델로부터의 서비스 운영의 시간 흐름 분석, 병목 지점을 분석하였다[5]. 또한 프로세스 마이닝으로 PDM(Product Data Management) 시스템의 데이터로부터 제품 개발 프로세스의 효율적 관리와 개선점을 제안하였다[4].

본 연구에서는 구매 대행 프로세스를 분석하기 위하여, 3단계로 프로세스 마이닝을 수행한다. 1 단계에서는 에이전트 회사의 정보시스템의 데이터베이스에서 필요한 이벤트 로그를 추출하며 추출된 이벤트 로그의 분석 및 전처리 과정을 진행한다. 2단계에서는 전처리된 이벤트 로그를 Disco라는 프로세스 마이닝 도구를 사용하여 프로세스 모델을 도출한다. 프로세스 분석은 업무 흐름 분석, 병목 지점 분석, 자원 분석의 세 가지 측면에서 진행한다. 3단계에서는 분석 결과를 해석하고 해석한 결과로 개선방안을 제시한다.

III. 구매 대행 프로세스 및 데이터

본 연구에서 분석 대상으로 하는 구매 대행 프로세스를 소개하고 분석 데이터를 설명한다. 구매 대행 회사의 업무 프로세스는 크게 견적, 발주, 결제 단계로 나눌 수 있다. 견적단계는 국내 회사로부터 견적 의뢰를 받은 후 해외 회사로 견적서를 요청하여 견적을 발생한다. 필요시 수차례 수정된 견적서를 해외 제조업체로부터 받아 국내 구매 회사 측에 전달한다. 발주 단계는 구매 회사 측에서 제품 구매를 결정할 경우, 주문을 발행하고 주문 승인이 결정되면 해외 제조업체에 발주를 내리고 기한 내에 배송을 진행한다. 결제 단계는 납품 후 계산서를 발행하고 대금 결제가 이루어진다.

구매 대행업체의 2010년부터 2016년까지 기록된 구매 이력 데이터이며, 원본 데이터는 견적의뢰접수현황, 수주 현황, 자제납품현황, 매출세금계산서의 네 개의 테이블로 구성되어 있다. 이 데이터는 구매 업체와 구매 대행 업체 간의 업무 수행을 확인할 수 있으며, 해외 제조 수출업체와의 거래 기록이 있다. 추출된 항목은 견적의뢰, 견적 제출, 견적 낙찰, 최종 견적제출, 주문 발행, 주문 승인, 발주, 입고, 계산서발행, 대금지급 구매담당자 등을 포함하였다. 제외 및 포함 항목 선정 기준은 업무 흐름에 상관이 없거나 재구매되어 혼란이 생길 수 있는 요소와 금액들은 제외하였다.

이벤트 로그는 데이터를 추출한 정보시스템에서 필수적인 이벤트 항목을 선별하여 작성하였다. 이 이벤트 로그의 문제점은 시간 정보가 누락되어 있고 각 케이스를 연결해줄 수 있는 연결 고리가 없다는 점이다. 그래서 견적의뢰번호를 케이스로 지정하여 이벤트를 연결함으로써 전처리 작업을 수행하였다. 이벤트의 총 개수는 260개이며 케이스는 25건이다. 액티비티는 총 10가지이며 참여한 작업자는 총 6명이다.

데이터의 수집기간은 2010년 3월 12일부터 2016년 8월 19일까지이다.

<표 1>과 같이 Case로 견적의뢰번호, Activity로 업무 내역(견적의뢰, 견적 제출, 견적 낙찰, 최종 견적제출, 주문 발행, 주문 승인, 발주, 입고, 계산서발행, 대금지급), Date로 날짜, Resource로 구매담당자로 지정한 후, 이벤트 로그 파일을 생성하였다. 이렇게 완성된 25개의 케이스 데이터로부터 프로세스 마이닝을 수행하였다.

<표 1> 전처리된 이벤트 로그

Case	Activity	Date	Resource
RQ160500	견적낙찰	20160512	이대리
RQ160500	견적의뢰	20160511	이대리
RQ160500	최종 견적제출	20160512	이대리
RQ160500	견적제출	20160512	이대리
RQ160500	주문발행	20160512	이대리
RQ160500	주문승인	20160512	이대리
RQ160500	발주	20160512	이대리
RQ160500	입고	20160512	이대리
RQ160500	계산서발행	20160512	이대리
RQ160500	대금결제	20160512	이대리
...

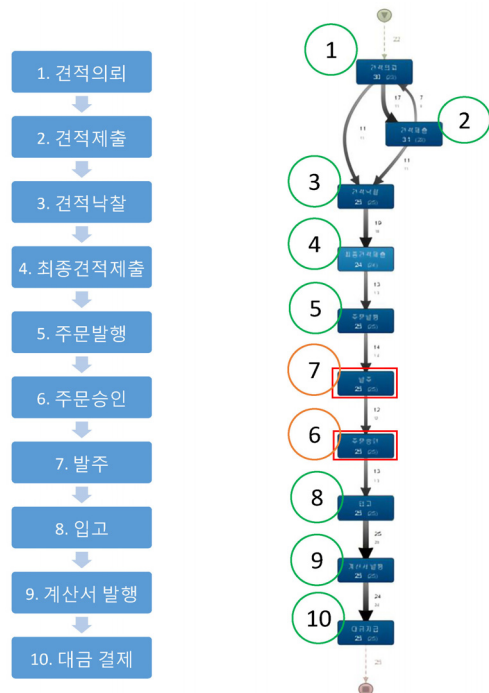
IV. 프로세스 도출 및 흐름 분석

본 연구에서는 세 가지 주제로 구분하여 연구를 수행하였다. 첫 번째 주제는 프로세스의 흐름 분석으로, 표준 업무의 순서와 도출된 업무 순서를 비교하였다. 두 번째 주제는 수행 시간 분석으로, 수행 구간을 비교하고 업무의 순서와 수행시간과의 관계를 분석하였다. 세 번째 주제는 자원 분석이며, 각 작업자 간의 업무량 및 수행시간을 비교 분석을 하였다.

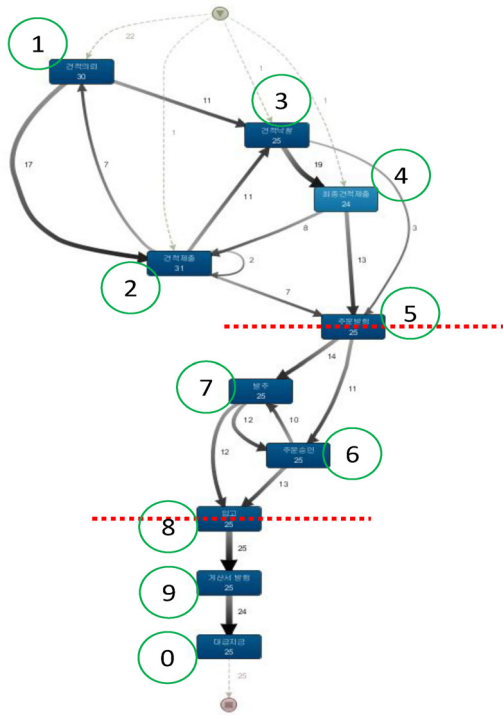
본 절에서는 프로세스 도출 과정과 첫 번째 주제인 흐름 분석에 대하여 설명한다. 전처리된 이벤트 로그를 프로세스 마이닝 도구인 Disco를 사용하여 프로세스 맵을 도출하고 업무 순서를 비교 분석하였다.

<그림 1>은 표준 프로세스를 도식한 것이며, <그림 2>는 이벤트 로그로부터 프로세스를 최상위 수준으로 추상화하여 도출한 것이다. 전반적인 수행 과정은 유사하지만, 초기의 견적 의뢰 및 제출, 낙찰 과정에서 반복 협의가 다수 진행되고 있음을 알 수 있다. 또한, 원칙상 주문승인 이후에 발주가 이루어져야 하지만, 시스템 상에 등록된 이벤트 로그에 따르면, 발주가 이루어진 후에 주문승인 절차를 수행하고 있음을 알 수 있다.

실제 업무 흐름을 보다 상세히 확인하기 위하여 흐름 필터를 50%로 적용한 결과를 <그림 2>에 제시하였다. 업무 흐름을 크게 견적 단계, 발주 단계, 결제 단계로 나누었으며, 결제 단계에서 견적 구간의 마무리 업무인 주문 발행으로 들어오면서 일차적 업무가 마무리되며 발주 단계에서 다시 주문 발행부터 제품의 입고까지 마무리된다. 마지막 결제 단계는 입고 이후 대금 결제를 진행하는 과정이다.



<그림 1> 표준 프로세스 및 도출 프로세스



<그림 2> 도출 프로세스의 상세(50% 필터)

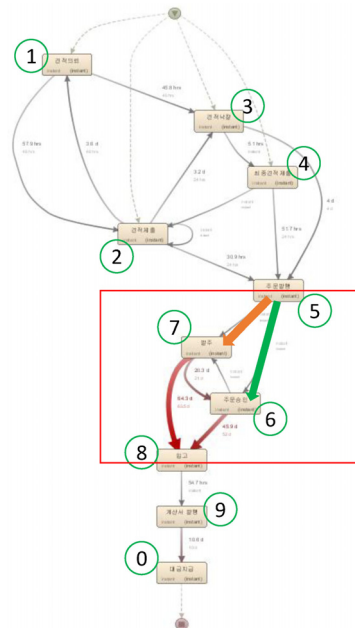
먼저 견적 단계에서는 표준 업무, 즉시 낙찰과 재 견적으로 구분된다. 견적 단계에서 알 수 있는 것은 즉시 낙찰의 경우가 있으며 재견적의 경우 표준 업무와 즉시 낙찰에 비해 수행되는 건수의 빈도가 8회, 4회가 더 높았다. 즉 견적 단계에서는 재 견적이 많아 도출된 업무의 순서가 표준 업무 흐름과 다른 결과가 나올 것을 알 수 있었으며 업무의 상황에 따라 변동 가능한 업무임을 알 수 있다.

발주 단계의 업무는 주문 발행, 주문 승인, 발주, 입고로 구성되어 있으며 업무 순서는 5-6-7-8은 정상 흐름, 5-7-6-8은 비정상 흐름으로 구분하였다. 빈도수는 25개 케이스 중 정상 흐름(5-6-7-8)의 경우 11건의 업무 수행이 되었으며 비정상 흐름(5-7-6-8)의 경우 14건의 업무 수행이 되었다. 정상 흐름보다 비정상 흐름이 많기 때문에 <그림 1>의 도출 프로세스에서 발주보다 주문승인이 먼저 표현된 것을 알 수 있다. 이

두 가지 흐름은 다음 절에서 업무 수행시간의 비교 분석에 대비하여 사용된다.

V. 수행 시간 분석

업무 지연 분석은 25개의 케이스를 종합한 업무시간, 각 작업에서 다음 작업으로 전이되는 각 평균 시간, 최대 시간, 최소 시간 등을 비교하였다. 특히, 발주 단계 업무 지연 구간을 확인하면 <그림 3>과 같다. <표 2>는 정상 흐름과 비정상 흐름을 비교한 표이다. 정상 흐름(5-6-7-8)에서 가장 오래 걸리는 구간은 발주-입고 구간으로 평균 66.6일이 소요되었으며 주문 발행-승인과 승인-발주 수행시간은 12시간 안에 처리되었다. 비정상인 경우 가장 오래 걸린 구간은 주문 승인-입고로 45.9일이 걸렸고 발주-주문 승인 구간은 20.3일이 걸렸으며 주문 발행-발주까지는 12시간 안에 처리되었다. 비정상 흐름이 정상 흐름보다 근소한 차이로 0.9일 빠르게 작업이 처리되고 있다.

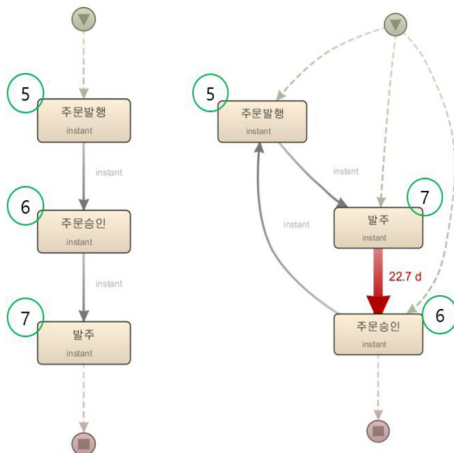


<그림 3> 도출 프로세스의 시간 분석(50% 필터)

<표 2> 정상, 비정상 흐름의 업무 처리 시간 비교

정상 흐름 (5-6-7-8)	평균업무 처리시간	비정상 흐름 (5-7-6-8)	평균업무 처리시간
주문발행(5)- 주문승인(6)	12시간	주문발행(5)- 발주(7)	12시간
주문승인(6)- 발주(7)	12시간	발주(7)-주문 승인(6)	20.3일
발주(7)-입고 (8)	66.6일	주문승인(6)- 입고(8)	45.9일
합계	67.6일	합계	66.7일

하지만 발주-입고의 업무 처리 시간은 제품을 발송하는 해외 제조업체는 견적의뢰 측인 구매 회사의 지연과는 관계가 없다고 판단하였다. 그래서, 주문발행에서 주문승인을 정상적으로 진행된 경우와, 주문승인이 진행되지 않고 발주로 바로 진행된 비정상적인 경우를 비교해 보았다. <그림 4>는 정상 흐름과 비정상 흐름을 비교한 그림이다. 비교 결과, 정상 흐름(5-6-7)의 진행은 11개의 케이스 전부 12시간 안에서 진행되었다(그림은 일 단위 표기로 instant로 표시되었음). 반면 비정상 흐름(5-7-6)의 경우, 주문발행에서 주문승인까지 14개의 케이스 중 13개 케이스가 평균 22.7일이 걸렸다. 즉 주문발행에서 주문승인을 거치지 않고 곧바로 발주를

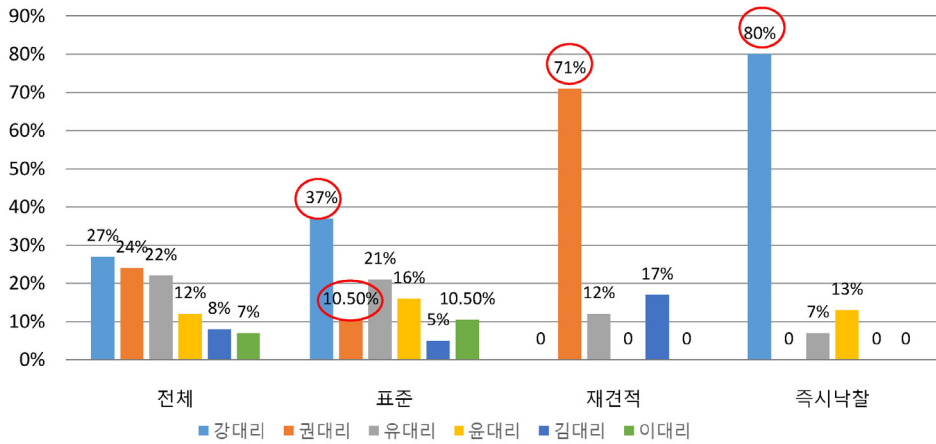


<그림 4> 정상, 비정상 흐름의 업무 흐름 시간 비교

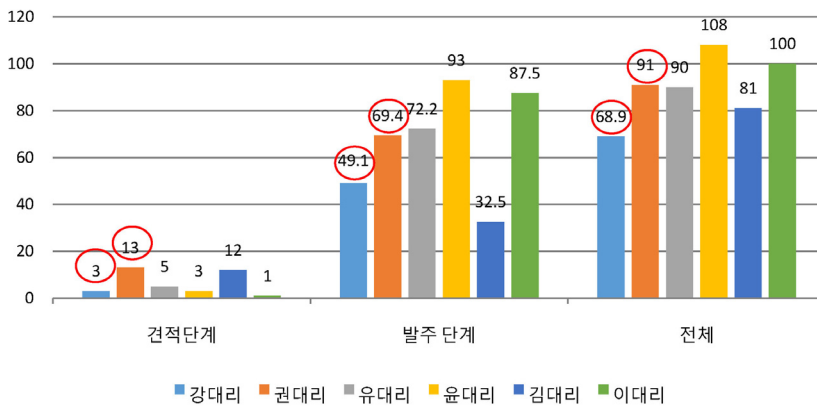
진행하였음을 알 수 있었다. 즉 비정상 흐름은 주문 발행에서 주문 승인으로 바로 진행되지 않으면 우선 발주부터 진행하고 주문 승인을 기다린다는 것을 알 수 있었으며, 비정상 흐름의 경우 주문 발행부터 주문 승인까지 평균 22.7일이 소요되었다.

VI. 자원 분석

자원 분석은 각 작업자의 작업량, 업무 처리 시간 등을 비교 분석할 수 있다. <그림 5>는 견적 단계의 구매 담당자별 업무량 비교 결과이다. 구매 담당자는 총 6명이며, 가로축은 견적 단계의 전체 업무와 표준 업무, 재견적, 즉시낙찰 업무를 나타내고, 세로축은 견적 단계의 업무 비율이다. 견적 단계에서 업무처리에 가장 영향이 미치는 재견적과 즉시낙찰을 살펴보면, 강 대리 and 권 대리가 대비됨을 알 수 있었다. 그래서 강 대리 and 권 대리를 중심으로 업무 수행 현황을 분석해 보았다. 강 대리는 전체 업무의 27%를 수행하였으며 견적 단계의 표준 업무가 37%로 가장 높았고 즉시 낙찰 80%로 가장 높으며 재견적은 없었다. 반면 권 대리는 전체 업무의 24%를 처리하였지만 견적 단계의 표준 업무가 10.5%이며 즉시 낙찰의 케이스는 없으며 재견적이 71%로 가장 높음을 알 수 있다. 견적 단계에서의 문제점인 재견적을 가장 많이 결정한 담당자는 권 대리임을 확인할 수 있었다. <그림 6>은 구매 담당자 별 각 단계의 업무 처리 시간을 비교한 차트이다. 강 대리는 견적 단계에서 평균 3일, 발주 단계 평균 49.1일로 업무 처리가 두 번째로 빠르며 전체 업무 처리 시간이 68.9일로 가장 신속했다. 하지만 권 대리는 견적 단계에서는 평균 13일로 가장 오래 걸리며 발주 단계에서 평균 69.4일, 전체 업무 처리 시간은 91일이 걸렸다. 즉 즉시낙찰을 할 경우, 전체 업무 시간을 줄일 수 있음을 확인할 수 있었다.



〈그림 5〉 구매 담당자별 견적 및 낙찰 유형 비율



〈그림 6〉 구매 담당자별 업무 처리 시간 비교

VI. 결론 및 추후 연구

본 연구에서는 프로세스 마이닝의 기법을 적용하여, 구매 대행 프로세스의 이벤트 로그를 바탕으로 업무의 흐름 도출, 수행 시간 분석, 자원 분석을 수행하여 운영적 측면을 비교 분석하였다. 그 결과는 요약하면 다음과 같다.

첫째, 표준 프로세스 흐름과 다르게 업무를 수행하는 경우가 일부 존재하며, 견적 단계, 발주 단계, 결제 단계로 나누어 분석한 결과, 견적 단계에서 재견적, 즉시낙찰 경우와 발주 단계에서 주문 발행, 주문 승인이 즉시 나지 않을 경우, 흐름이 자주 바뀐 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 시간 분석 결과는 견적 단계 업무 처리에서 표준 업무, 재 견적 업무, 즉시 낙찰 중 재 견적이 가장 오래 걸린다는 점을 확인하였다. 발주 단계에서는 두 가지 경로를 정상과 비정상 경로로 나누어 비교한 결과, 가장 오래 걸리는 구간인 발주에서 입고까지의 구간이며, 이 구간은 해외 제조업체의 재고 현황에 따라 변동이 되기 때문에 국내 구매 업체의 업무 지연과는 무관한 것으로 예상된다. 그러나 그 이전 구간인 주문 발행부터 주문 승인까지의 수행시간을 분석한 결과, 정상 흐름은 평균 12시간 내에 업무가 처리되지만, 비정상 흐름은 평균 22.7일로 업무가 지연되는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 업무 순서 및 빈도와 지연 구간의 상관관계로는 견적 단계에서의 표준, 재견적, 즉시 낙찰의 세 가지 업무에서 50% 이상이 비정상 흐름이지만, 상대적으로 견적 단계에서의 재견적 발생 시 비정상 흐름으로 진행될 가능성이 매우 높음을 확인하였다. 즉, 재견적 시 80% 이상이 비정상 흐름으로 진행되어 업무 지연 가능성을 크게 높이고 있으며, 즉시낙찰 시 7.8일, 재견적 시 18.5일이 평균적으로 소요되어, 즉시낙찰 업무로 진행되는 경우 평균 10.7일 빠르게 진행되었다.

넷째, 자원 분석에서는 총 6명의 구매 담당자 중 전체 업무 처리 비중이 가장 높고 업무 처리 방식이 가장 대비되는 담당자 2명을 비교 분석하였다. 강 대리의 경우, 전체 업무의 27%를 수행하면서 재견적은 없었으며, 즉시낙찰의 경우 80%를 진행하였다. 권 대리의 경우, 전체 업무의 24%를 수행하면서 재견적은 71%로 업무 수행자 중 가장 높은 비율을 차지하였고, 즉시낙찰은 전혀 없었다. 그 결과 강 대리는 견적 단계 처리 시간이 평균 3일이 걸렸고, 발주 단계는 평균 49.1일이 걸렸으며, 전체 업무 시간은 평균 68.9일이 걸렸다. 반면, 권 대리는 견적 단계에서 평균 13일, 발주 단계에서 평균 69.4일, 전체 업무 처리 시간은 평균 91일이 걸렸다. 즉 즉시 낙찰의 경우보다 재견적의 경우보다 21.6일 시간이 단축된 것을 확인하였다.

본 연구에서는 프로세스 마이닝을 통하여 실제 데이터를 분석하여 업무 순서에 의한 지연 구간과 작업자의 상관관계를 확인하였다. 견적단계에서 재견적 업무로 진행되지 않는 것이 중요하며 그 영향으로 발주 단계에서 비정상 업무처리가 되지 않게 하여 업무의 지연을 줄이는 것이 필요하다.

추후 연구로는 첫째, 주요 업무의 세부 흐름을 비교 분석하는 과정을 자동화하는 방안이 필요하다. 둘째, 현재 보유 중인 데이터는 해외 제조업체의 데이터가 없다는 한계점을 가지고 있는데, 해외 제조업체의 데이터를 수집하면 지연 시

간 예측 패턴 분석(제품의 특성, 제품의 크기, 수량 등)과 배송 경로 데이터를 추가하여 분석할 수 있으며 프로세스 마이닝의 다른 기법과 도구를 활용하여 프로세스 지연 구간의 더 자세한 원인과 작업자의 업무 처리 시간 단축 및 예측과 개선 가능성 있는 연구를 진행할 수 있을 것이다. 본 연구는 위와 같은 한계점을 가지고 있지만, 데이터의 수집이 확보된다면 추가적으로 품목별, 수량별 등을 업무의 순서와 빈도, 지연의 원인, 작업자의 업무 방식에 상관관계를 분석 후 업무 재배치로 업무 지연을 줄이고 수행시간을 예측할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 심예림, 조민수, 송민석, 유수영, “프로세스 마이닝 기업을 활용한 경영 환경 변화 분석 : 병원 사례 연구”, 대한산업공학회 춘계공동 학술대회논문집, pp.425-430.
- [2] 양한나, 송민석, “프로세스 마이닝을 활용한 제품 수리 프로세스 분석 사례연구”, Journal of Korean Institute of Industrial Engineers, 제 41권, 제1호, pp.86-96, 2015.
- [3] 이동화, 박재훈, 배혜림, “조선 산업에서 프로세스 마이닝을 이용한 블록 조립 프로세스의 계획 및 실적 비교 분석”, 한국전자거래학회지, 제18권, 제4호, pp.145-167, 2013.
- [4] 이상일, 류광열, 송민석, “프로세스 마이닝을 이용한 PDM/PLM 시스템 활용 프로세스의 효율성 개선”, 한국CDE학회 논문집, 제17권, 제4호, pp.294-302, 2012.
- [5] 이진성, 김상국, 정재운, “프로세스 마이닝을 이용한 고장수리 서비스 프로세스 분석”, 대한산업공학회 추계학술대회논문집, pp.595-602, 2014.
- [6] van der Aalst, W. M. P., H. A. Reijers, A. J. M. M. Weijters, B. F. van Dongen, A. K. A.

de Medeiros, and M. Song, "Business process mining: An industrial application", *Information Systems*, Vol.32, No.5, pp.713-732, 2007.

[7] van der Aalst, W. M. P., A. J. M. M. Weijters, and L. Maruster, "Workflow mining: Discovering process models from event logs", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol.16, No.9, pp.1128-1142, 2004.

저 자 소 개



박 지 석(Seul-Gi Kim)

- 2014년~2017년 : 경희대학교 산업경영공학과 (석사)
- 2017년~현재 : 로토크콘트 롤즈코리아(주)
- 관심분야 : 물류 프로세스, 프로세스 마이닝



정 재 윤(Jae-Yoon Jung)

- 1999년 : 서울대학교 산업공학과 (공학사)
- 2001년 : 서울대학교 산업공학과 (석사)
- 2005년 : 서울대학교 산업공학과 (박사)
- 2005년~2006년 : 아인트호벤공대 정보시스템학과 박사후연구원
- 2006년~2007년 : 서울시 유비쿼터스컴퓨팅 원천기술지원센터 선임연구원
- 2007년~현재 : 경희대학교 산업경영공학과 조교수, 부교수, 교수
- 관심분야 : 빅데이터, 프로세스 마이닝, 제조데이터 사이언스