

# Clinical Pathway Verification through Process Mining

Jong-Duk Jung\*, Suk-Hoon Kim\*\*, Hyun-Jin Yeo\*\*\*

## Abstract

A Clinical Pathway(CP) is standard process to way of treat diseases or injuries which is adapted to each hospital based on National Clinical Practice Guideline(CPG). Since CP is standard guideline for doctors and nurses working in a hospital, making and modifying CP is one of the most important administrative work for hospital and also rare work because once it is fixed, it's not changed whether there are new kind of disease discovered or new treatment is developed. However, in present, patient's waiting time during hospital residence process, is discussed as service competitive for patients. In this research, we utilize process mining tool to verify patients treatment process follows CP with EMR(Electronic Medical Record) in a sample hospital, and suggest modification point of CP through verification.

▶ Keyword: EMR, Medical Record, Healthcare Service, Data Mining, Process Mining

## 1. Introduction

병원 진료와 치료시간 단축은 의료서비스 품질에서 매우 중요한 요인으로 연구되고 인지되고 있다[1-3]. 이러한 의료서비스 품질에 있어 대기시간은 맛있는 음식점이나 놀이동산의 놀이기구와 같이 긍정적인 상황에서 대기행렬을 맞이하는 것이 아닌, 질병의 치료라는 부정적 상황의 대기라는 의미에서 더 큰 영향을 주고 있는 것으로 판단된다[4].

하지만 이러한 의료서비스에서의 대기시간 감축은 타 산업의 대기시간과 같이 라인의 증설이나 인력의 추가 투입 또는 인력의 대체와 같은 솔루션들이 이루어지기 힘들다. 라인의 증설은 간호사, 의사와 같은 전문 인력들의 추가 투입이 이루어져야 하며, 이는 전문의와 숙련된 간호사의 확보가 어려운 현실에 어려운 부분이 있으며, 인력의 대체 경우에도 동일한 이유로 현실적으로 어려운 상황이다. 또한 의료서비스의 특성상 정형화된 기존 서비스와 달리 진찰 및 진단을 하는 의사의 지식영역에 의존도가 상당히 높은 편인 이유도 반영될 수 있다.

따라서 의료시장의 경쟁강화 환경에서 병원은 환경변화에 능동적으로 대처하기 위해 수준 높은 의료진의 확보에 노력을

가하고 있지만 지역 인력풀의 한계로 인해 어려움을 겪고 있다. 이러한 환경아래 의료기관들은 환자 만족을 위해 병원의 본연적 목적인 질병 치료와 더불어 진료를 받기까지의 프로세스 및 인적서비스를 위한 노력을 가하고 있다[5].

이와 같이 환자 대기시간이 감축의 중요성은 의료서비스를 제공하는 기관에서 공통적인 문제로 인지하고 있으며, 학계에서도 관련 연구가 활발히 진행되었다. 생산관리에서 사용되어 온 대기행렬 이론(Queueing Theory)을 접목시키는 연구가 진행되어 오고 있으며[4], 의사결정나무를 통한 군집화를 통해 대기행렬을 재적용하는 연구도 나타나고 있다[6].

하지만 병원의 프로세스는 제품생산과 달리, 질병과 상해의 종류 의존성이 높다. 국내 병원은 표준진료지침(CP, Clinical Pathway)을 각자 가지고 있으며, 표준진료지침은 질병과 상해별로 분류되어 있다. 즉, 병원의 프로세스를 개선하고 대기시간을 감축하기 위해서는 표준진료지침을 거스르지 않는 내에서 프로세스를 개선하거나, 지침 자체를 수정해야한다.

최근 데이터 분석 처리능력의 향상과 데이터마이닝 기법의

---

• First Author: Jong-Duk Jung, Corresponding Author: Hyun-Jin Yeo  
\*Jong-Duk Jung (jungj@dongseo.ac.kr), Dept. of Business Administration, Dongseo University  
\*\*Suk-Hoon Kim (kimshn@pcu.ac.kr), Dept. of Electronic Commerce, Pai-Chai University  
\*\*\*Hyun-Jin Yeo (hjyeo@dongseo.ac.kr), Division of Digital Contents, Dongseo University  
• Received: 2017. 12. 09, Revised: 2018. 02. 06, Accepted: 2018. 02. 14.  
• This work was supported by DongSeo Univ. Research Grant.

산업내 다양한 적용으로 인해 프로세스 마이닝 기법이 다양한 방면에서 활용되고 있다[7]. 이러한 프로세스 마이닝은 프로세스 모델을 유도하거나, 업무의 상관 관계, 작업자의 업무 전달 관계 등 프로세스 수행 상의 특징을 분석한다[8].

본 논문에서는 X병원 정형외과의 데이터를 활용, 프로세스 마이닝의 검증(Conformation Check)단계를 통해 표준진료지침과 동일한지 여부를 판단하고, 의사결정나무를 통해 개선할 항목이 있는지 살펴본다.

## II. Preliminaries

### 1. Related works

#### 1.1 Clinical Pathway

표준진료지침은 질환별 ‘임상진료지침(CPG, Clinical Practice Guideline)’를 기초로 하여 개별 병원에서 적정 진료를 행할 수 있도록 질환과 수술별 진료의 순서와 치료의 시점, 진료행위 등을 미리 정해 둔 표준화된 진료 과정으로, 효율적인 병원 자원의 활용, 치료지연 최소화, 의료의 질 최대화를 목적으로 하고 있다[9].

이러한 표준진료지침은 국가적 차원으로 개발되어 사용이 증진되는 임상진료지침과 달리, 개별 병원에서 개발되고 사용되며 임상진료지침과 달리 병원내 진료에 관여하는 모든 사람인 의사, 간호사, 약사, 영양사가 사용하는 지침이다[10]. 이에 따라 본 연구에서 사용되는 환자의 대기시간에 대한 로그 데이터는 의사의 진료시 지침인 임상진료지침으로 인한 대기시간의 의사별로 진료에 걸리는 시간으로 반영되며, 전체적인 프로세스는 해당 병원의 표준진료지침서가 있는 경우 그 지침서에 따라 정해져 있고, 시간 로그 역시 그 형태를 따르고 있다.

프로세스 마이닝에서는 프로세스를 정의함도 마이닝의 과정에 포함되나, 본 연구에서 활용하는 진료 데이터는 대부분 병원들이 가지고 있는 표준진료지침에 따라 이미 정형화되어 있다는 특징을 가지고 있다. 표준진료지침은 다이어그램 방식의 표준진료지침서[10]와 체크리스트 형식으로 구분되나, 국내 병원의 경우 체크리스트 형식의 지침서를 대부분 활용하고 있다[11]. 이와 같은 표준진료지침은 병원마다 상이할 수 있으나 질병의 종류에 따라 만들어짐에 따라 대부분 유사한 프로세스를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 프로세스의 정의 과정을 표준진료지침에 따름으로 같음하고 정의하며 마이닝을 실시하였으며, 프로세스의 자체의 변경을 실행하긴 어려움이 있다.

이와 같이 각 병원들은 독자적 혹은 공통적인 표준진료지침서를 지니고 있으며, 본 연구에서 사용된 X병원의 경우 체크리스트 형태의 표준진료지침서를 사용하고 있다. 이러한 표준진료지침서를 활용한 진료행위는 프로세스 마이닝에 있어 프로세스를 변화시키기 위한 마이닝이 아닌, 병목점(Bottle Neck)을 찾아 하나의 노드(Node)나 스테이션(Station)내에 구성요소

들을 재배치하는 결과물을 도출해야함을 의미한다. 예를 들어 진료하는 의사의 시간대 재배치나 지정의가 아닌 일반진료의 경우 타 환자의 지정의가 아닌 일반진료 의사에게 보내기 위해 일반진료의를 추가하는 것을 예로 들 수 있다.

또한, 이러한 표준진료지침서는 대부분 초진환자에게서 그 효과가 발휘되며 재진의 경우 의사의 진단(Diagnosis)과 처방(Prescription)에 따라 정형화된 결과가 아닌 의사간 서로 다른 프로세스를 진행할 수도 있다는 부분도 고려해야할 필요가 있으며, 이와 같은 경우 초진에 비해 프로세스의 개선에 있어 고려해야할 사항이 더 많을 수 있다.

#### 1.2 Process Mining

프로세스마이닝은 비즈니스 프로세스가 기록되는 특정 정보 시스템에서 프로세스 실행 과정에서 발생한 이벤트 로그로부터 의미있는 지식을 추출해 내는 과정이다[7]. 이는 주로 프로세스의 개선이나 프로세스를 설계에 사용되며, 기존의 통계기법과 인공지능(Artificial Intelligence) 기법, 사회 연결망(Social Network)방법론 등을 이용하여 분석한다[13-15].

이러한 마이닝 방법은 발견(Discovery)-적합도 검증(Conformance Check)-개선(Enhancement)의 단계 혹은 유형으로 나누게 되는데, 이는 사전에 어떠한 정보도 없이 이벤트로그를 활용하여 인지하지 못한 프로세스를 인지하고 개선하는 경우 세 가지 단계를 모두 거치나, 한 가지 방법을 사용하기도 한다[7].

발견(Discovery)단계는 이벤트 로그들로부터 프로세스 모형을 문자 그대로 ‘발견’하는 것으로, 사용자나 연구자가 인지하지 못한 프로세스를 밝혀내고 정의하는 단계로써, 이벤트로그만으로 마이닝을 할 때의 유형이다. 적합도 검증(Conformance Check)는 이벤트 로그와 현실의 프로세스가 일치하는 확인 단계로써 모형을 평가하는 유형으로 저장된 행동 이벤트를 이미 존재하는 프로세스와 비교하여 편차를 밝히고자 하는 방법이다. 한편, 개선단계는 구 프로세스를 변화시키거나 확장하는 것을 목표로 하는 단계이다[15].

이러한 프로세스 마이닝의 초기 선행 연구들은 상기 언급한 프로세스 모델 추출을 주로 이루었고, 주로 서비스 분야와 같이 프로세스가 복잡하여 파악하기 힘든 분야에서 휴리스틱(Heuristic)방법론, 퍼지(Fuzzy)방법론 등을 통해 프로세스를 파악하는 연구들이 이루어 졌으며, 최근에는 통신 분야나 금융 분야 등 다양한 영역으로 그 영역을 확대하고 있다[16-17].

프로세스 마이닝 도구로는 대표적으로 ProM, Disco, Reflect 등이 있으며 필립스, 델로이트, 리코와 같은 다양한 산업과 회사에서 사용되고 있다. 한국에서는 병원 프로세스 향상, 컨벤션 루트 분석, 선박 물류 분석과 같은 분야에서 활용되고 있으며, 본 연구에서는 ProM을 사용하여 분석 대상 병원의 프로세스에서 도출된 이벤트 로그가 표준진료지침에 적합하게 운용되는지 파악한다.

#### 1.3 Decision Tree

의사결정 나무는 나무 모양의 그래프나 모형의 의사결정을

사용하는 모든 지원 도구를 의미하며, 여기에는 기회 이벤트 도출, 자원 비용, 알고리즘을 보여주는 도구를 포함한다 [6]. 의사결정 나무는 데이터의 집단화, 예측, 통합 등을 위해 널리 사용되는 방법론이다. 보통 비즈니스 프로세스를 파악하는데 사용되기도 하며, 의사결정의 포인트가 분리되는 지점에서 사용된다. 본 연구에서는 표준진료지침이라는 명확한 비즈니스 프로세스가 존재하며, 다양한 방향이 나온다기 보다는 명확한 한 가지 솔루션이 존재하는 지침서이다. 하지만 표준진료지침은 한 가지 질병이나 상황에 대한 지침임으로 다양한 병세를 가진 환자에 대한 로그 데이터인 본 연구의 데이터는 단 하나의 지침과 연결되지는 않으며, 한 환자의 진료기록은 다양한 표준진료지침의 결합체이기도 하다. 즉, 환자는 다중의 진단, 처방, 치료를 받는 경우도 있다는 것이다. 따라서, 의사결정 나무는 병목현상이 나타나는 곳을 발견하기 위해 반드시 필요한 절차이다.

의사결정나무에는 CHAID(Chi-Squared Automatic Interaction Detector), CART(Classification and Regression Trees), and C5.0 와 같이 세 가지 대표적인 방법론이 존재한다. 본 연구에서는 CHAID 방식 방법론을 사용하는데, 이는 전형적으로 최적화된 분할, 페어링, 대기 기대값 등을 계산하기 위함이며, 무엇보다 CHAID 방식은 데이터가 표준 분포를 따르고 있지 않을 때 사용되기 때문이다. 병원에서는 환자의 방문 분포가 예약만으로 진행되지 않기 때문에 표준 분포를 따르지 않는 경우가 많다. 이에 따라 본 연구에서는 이를 전제하는 CHAID 방식을 사용한다.

의사결정나무를 위해 많이 쓰이는 도구는 통계언어인 SPSS, 클레멘타인 등이 있다. 본 연구에서는 Decision Miner Prog-in을 사용하여 ProM에서 구동하였으며, 이는 페트리넷 모형에서 의사결정 시점을 찾기 위함이다. Decision Miner 플러그인은 프로세스를 분석하는데 사용한 속성(Attribute)를 그대로 전달받기에 다른 의사결정나무 툴에 비해 본 분석에서는 매우 좋은 방법으로 판단된다. 뿐만 아니라, 해당 툴의 알고리즘 뷰는 모든 파라미터를 보여줄 수 있다.

### III. Methodology

본 연구에서는 3개월 기간 X병원의 EMR(Electronic Medical Record) 데이터를 사용하였다. X병원의 정형외과 외래환자 데이터를 사용하였으며, 정제된 총 레코드 수는 6,184 개였다. 환자의 이벤트로그로 이루어져 있으며, 환자의 개인 정보(주민번호, 의료보험 번호 등) 개인정보 보호를 위해 암호화 되어있었다. Fig 1는 본 연구의 기본 프로세스를 보여주고 있으며 기본적인 프로세스 분석은 아래와 같은 과정을 거쳐 이루어졌다. 개선(Enhancement)단계의 경우 마이닝 방법론이 아닌 문제점의 사례별 분석을 통한 행정적 개선사항을 도출하는데 목적을 두었다.

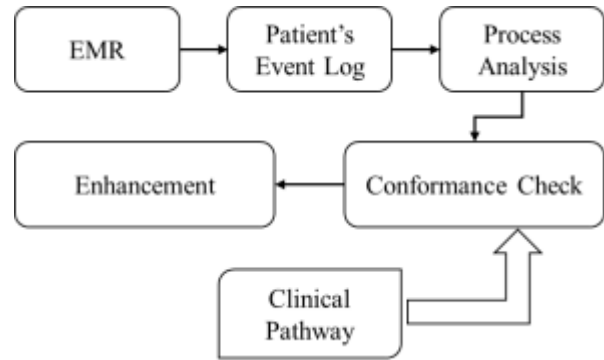


Fig. 1. Analysis Process of Research

프로세스 마이닝 툴을 사용하기 위해서는 데이터 정제 (Cleansing) 작업이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 사용된 EMR 원천데이터(Raw Data)는 다양한 환자와 병환 관련 데이터들의 집합이었으며, 이를 데이터셋(Dataset)으로 변환시켜 작업을 진행하였다. 본 데이터셋은 예약, 체크인 시간, 등록, 간호사 만남 시간, 의사 접견 시간, 진단명, 병명 등이 있으며, 이는 각 노드별로 이벤트 로그를 통해 시계열(time series) 형태로 정리되었다.

정형외과 데이터의 표준화 및 정제 작업은 4가지 단계로 이루어졌다. 첫째, 병원 방문 경로에 대한 분석으로, 리셉션에 등장하는 이벤트 시간을 의미한다. 리셉션 이벤트는 예약, walk-in 등 다양한 경로로 이루어진다. 둘째, 간호사 스테이션에 방문 하는 노드로써 의사를 만나기 위한 대기 이벤트 로그를 의미한다. 셋째, 의사 진단 및 검사 요청, 혹은 치료 요청 스테이션으로, 검사가 진행될 경우 검사(Laboratory) 스테이션으로 전환되며, 검사없이 처방이 있는 경우 다른 스테이션으로 진행된다. 넷째, 검사 후 의사를 다시 만나거나, 바로 수납스테이션으로 갈라지는 로그이다. 이러한 전형적인 환자의 경로만 존재하진 않지만, 이러한 표준 경로는 본 프로세스의 분석에 기준이 되었다.

프로세스 분석 후에는 검증(Conformance check) 단계가 이루어졌다. 아래 Fig 2는 본 연구의 검증 방식을 보여주고 있다. EMR로부터 생성된 환자의 처방 기록은 표준진료지침과 비교 분석이 되는 기준이 된다. 즉, 진단(Diagnosis)에 따른 처방(Prescription)이 어느 표준진료지침을 따라야 하는 환자인지에 대한 분석의 기준이 되는 것이다. EMR에는 각 환자의 표준질병코드, 상해코드가 존재하며 이에 따른 병원 프로세스가 표준진료지침과 동일해야 한다는 전제가 검증의 주가 된다. 본래 프로세스마이닝에서 검증은 이와 다른 방식으로 진행되나, 본 연구에서는 표준진료지침이라는 명확한 병원내 프로세스 지침이 존재하므로 이 방식을 채택하였다.

이를 위해 먼저, 표준진료지침을 본 연구에서 밝혀지는 프로세스 패턴 형태에 맞게 변경하였다. 예를 들어 ‘뼈 골절’이라는 진단에 대한 표준 진료지침이 의사 접견전에 먼저 ‘X-Ray’ 촬영이라는 검사(Laboratory)단계를 거치며, 의사의 진단을 받고, 필요에 따라 치료를 받고, 마지막으로 수납을 하는 단계로

이루어져 있다면, 본 연구에서는 해당 표준진료지침의 프로세스를 ‘LRNDNP(Lab, Registration, Nurse, Doctor, Nurse, Payment)’로 정의 하였고, 이를 데이터셋의 이벤트 로그와 비교하여 검증은 진행했다.

위의 검증단계 후에는 의사결정나무(Decision Tree)를 통해 패턴별 문제점을 파악했다. 프로세스 마이닝에서는 개선(Enhancement)을 위한 프로세스의 변경을 결론으로 나타낼 수 있으나, 표준진료지침이 프로세스를 정하고 있는 바 이러한 프로세스의 변경이 이루어지기에는 한계가 있기에, 본 연구에서는 의사결정나무를 문제지점(Pain Point)를 찾아내는데 활용하였으며 이러한 문제점의 원인을 분석함에 따라 표준진료지침의 개선 또는 인력의 교체 등 병원의 자율적인 해결방안을 모색할 수 있도록 하였다.

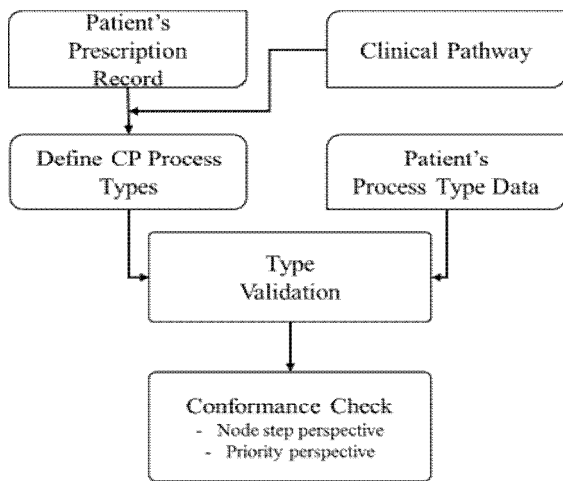


Fig. 2. Conformance Check

에 대해 전수분석을 한 결과, 11건의 오류 입력을 제외한 120건은 복합 상해나 질병에서 기인하고 있었다.

예를 들어, 재진의 경우 환자가 A, B 두 가지 질병이 있는 경우 1-2번째 방문에는 A, B 두 가지 질병에 대한 표준진료지침을 따르고, A가 질병이 완치되면 완치되었는지 확인하는 단계로써 다른 지침의 패턴이 나타나고 있었다. 또는 A 질병의 지침을 따르던 패턴 환자가 B라는 질병이나 상해가 추가되어 지침과 다른 패턴을 보이는 경우도 발견되었다. 즉, 이러한 예외사항을 제외하면 99.8%의 표준진료지침을 따르고 있다.

이는 본 연구에 사용된 EMR 데이터 중 환자의 기본 프로파일 데이터가 초기 차트의 내용을 기반으로 질병과 상해 코드를 구분하고 있기에 나타는 오류이며, 향후 연구를 통해 개선되어야 할 점으로 파악된다.

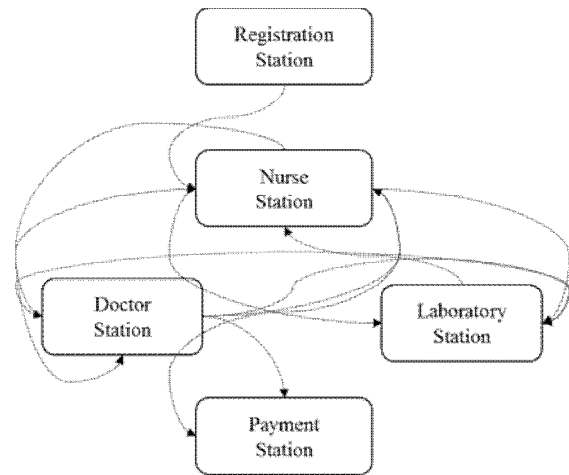


Fig. 3. Process analysis result

## IV. Result

### 1. Process and Clinical Pathway

Fig 3는 스테이션 기반의 프로세스 마이닝 결과를 보여주고 있으며, 각 Type별 빈도는 RNDLP가 887건, RNDLNP가 68건, RNDLP가 2,149건, RNDP가 1,373건, RNLP가 866건, NDLDLP 533건, NDLP 308건으로 나타났다. 비록 본 연구에서 사용된 샘플 병원의 데이터는 대부분 표준 표준진료지침을 따르고 있었으나, 131건은 표준의료지침을 따르지 않는 것으로 검증결과 나타났다. Fig 3은 검증 결과 나타는 경로 들이며 경로별 빈도는 위의 설명한 바와 같다.

본 연구 프로세스 마이닝의 가장 취약점은 표준진료지침가 질병코드, 상해코드에 따라 작성되지만, 정형외과의 특성상 한 환자가 다양한 표준진료를 따르는 경우, 즉 복합 상해나 복합 질병인 경우가 다양히 발생하다는 점이다. 이에 따라 검증 단계에서는 다양한 에러가 발견될 수 있었다. 총 131건의 에러

### 2. Decision Tree

의사결정나무 분석을 위해 엔트리, 검사 방식 등 컨트롤 파라미터를 설정했으며, 각 스테이션 별 노드들에 대해 개별적인 분석이 이루어졌다. 본 연구에서는 다양한 의사결정 나무 분석 방식 중 환자의 분포가 표준 분포를 따르지 않음을 착안하고, 보다 나은 프로세스 발전방식을 향후 연구하기 위하여 CHAID 방식을 사용하였다. 의사결정 나무 분석 결과 특정 의사 노드와 Lab 노드가 비정상적인 대기시간 예측을 가짐으로 나타났다.

각 노드에 대한 이벤트 로그의 인구 통계학적 특성 등을 파악하여 원인을 분석한 결과, 의사3 노드의 경우 분석 대상 병원이 대학 부속병원인 관계로 교수직과 겸직을 하여 진료시간이 특진으로 한정되어있었다는 것을 알 수 있었다. 이로 인해 본 의사에게 특진을 요청하는 환자 수가 집중되어 다른 노드들에 비해 균형이 맞지 않는 것으로 나타났다.

한편, 의사 5번의 경우 의사3과 달리 교수직을 겸직하고 있지 않았으며, 특진으로 이루어진 진료가 아닌 일반 다양한 외래환자를 다루는 의사임을 알 수 있었다. 즉, 환자수 자체가 너무 많이 집중되고 있던 것이었다.

이러한 의사 노드의 특성과 달리, 검사(Laboratory)노드에

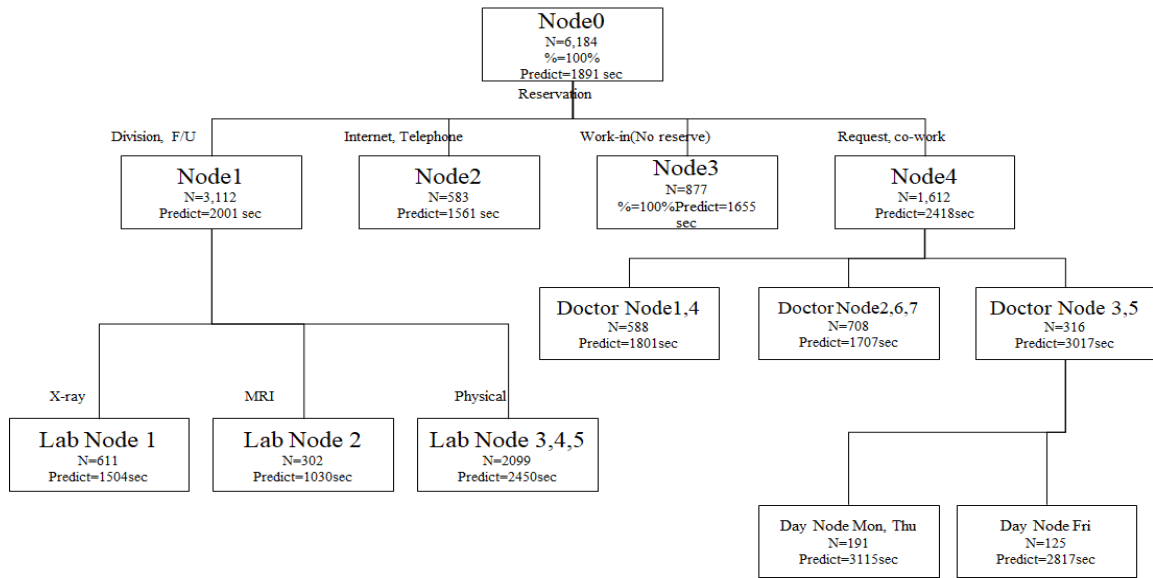


Fig. 4. Decision Tree result

서 발견된 긴 대기시간을 가진 노드들은 특히 등록 (Registration) 스테이션에서 빠르게 등록을 한 환자들이 초진을 하지 않고 검사를 먼저 받는 경우 문제가 발생하는데, 흔히 환자들이 가장 불만을 표시하는 ‘2시간 기다려서 의사 얼굴 5분 봤다’와 같은 현상들이 발생되고 있음을 알 수 있었다.

하지만, 정형외과 만의 검사활동인 ‘물리치료’의 경우 긴 대기시간을 가지고 있었음에도 다른 Lab 노드인 ‘X-ray’나 ‘MRI (자기공명촬영)’와 다른 해석이 필요하다. 물리치료는 주로 외래로 주기적인 treatment를 하는 경우 환자들로 인해 이의 대기시간이 환자 만족에 큰 영향을 미치지 않지만, ‘X-ray’나 ‘MRI’의 경우, 특히 Lab이 프로세스에서 등록다음으로 가장 먼저 나오는 골절환자나, 다른 정형외과적 상해환자인 경우가 많아 대기시간을 줄이는 방법을 모색해야 하는 것으로 나타났다.

### V. Conclusions and Limitations

본 연구에서는 실제 병원의 EMR(Electronic Medical Record)을 분석하여 표준진료지침이 올바르게 이루어지고 있는지 검증하고, 의사결정나무를 통해 각 이벤트 로그에 해당되는 스테이션 집단의 노드들의 문제를 파악했다.

검증결과 99.8%가 올바른 표준진료지침을 따르고 있음을 알 수 있었다. 하지만 이러한 패턴은 다중 상해, 다중 질병의 경우 한 가지 지침이 아닌 다양한 지침을 동시에 따를 수 있으므로, 다중 상해가 많이 발생할 수 있는 정형외과의 특성상 여러 개의 표준진료지침이 적용되면 올바르게 적용되고 있다고 판단될 수 있다.

의사결정 나무 분석에서는 의사 노드와 검사노드 등에서 문제가 있는, 즉 대기시간이 표준보다 상대적으로 긴 노드들을 발

견하고 문제를 파악했다. 결론적으로 특정 예약방식을 통한 의사 노드 2개와 검사노드 3개의 높은 대기시간을 가졌다.

하지만 의사 노드 문제는 단순히 해당 의사 노드를 교체하거나 환자를 타 의사 노드로 변경함으로써 해결하기는 쉽지 않다. 왜냐하면, 본 연구에서 사용된 샘플에서 대기시간이 표준보다 길어 문제가 발생한 의사 노드는 첫째, 교수를 겸직하고 있어 특진만을 보고 있는 의사거나 둘째, 일반 외래환자만을 봐서 예약 보다는 walk-in 등을 주로 처리하는 의사 노드가 존재했기 때문이다. 즉, 의사 노드별로 업무분장이 이루어져, 단순한 방식으로 이를 보완하기 힘든 것으로 나타났다.

다음으로 검사노드의 문제를 살펴보면, 물리치료와 같이 응급상황이 아닌 경우 원하는 환자가 많은 관계로 오랜 대기시간이 환자들에게 큰 문제를 일으키지 않거나, 물리치료사의 추가 고용으로 간단히 해결 할 수 있는 노드가 있는 반면, ‘X-ray’나 ‘MRI’같이 사전검사를 통해 의사가 보다 정밀한 진단을 내려야 할 경우 해당 노드에서 대기시간은 환자의 만족에 큰 문제를 일으킬 수 있다는 점에서 검사노드를 동일 선상의 문제로 보기는 힘든 점이 있다. 뿐만 아니라, 그러한 노드의 대기시간을 단축하는 것은 기본적인 기계작동시간 등이 존재하기에 고가(高價)의 검사기계를 추가 구입하지 않는 이상 해결하기 어려운 점이 존재한다.

결론적으로, 본 연구는 표준진료지침이 실제 병원에서 잘 작동하고 있음을 파악하고, 이것이 병원이 EMR 이벤트 로그를 통해 확인될 수 있음을 밝혀냈다. 또한, 발견한 다양한 병원 진료프로세스상 문제는 단순한 시각 관점에서 해결하기에는 무리가 따르는 부분도 존재함을 밝혀냈다.

향후 EMR 데이터를 통한 병원 프로세스 관련 분석에는 다중 상해 및 질병과 같은 경우 발생할 수 있는 예외적인 프로세스 또는 데이터만으로 파악하기 힘든 부분에 대한 데이터분석의 방법을 마련해야 하며, 단순 대체가 어려운 의사 노드와 검

사노드의 고가 의료장비 부분보다는 더 상세한 이벤트 로그를 획득하여, 등록, 수납, 간호 스테이션 등에서 발생하는 노드의 문제를 파악하기 위한 연구가 필요할 것으로 본다.

## REFERENCES

- [1] Dansky, K. H., & Miles, J. "Patient satisfaction with ambulatory healthcare services: Waiting time and filling time". *Hosp Health Serv Adm*, Vol.42, pp. 165-177, 1997.
- [2] Knudtson, N., "Patient satisfaction with nurse practitioner service in a rural setting". *JAANP*, Vol.2, pp. 405-412, 2000.
- [3] Pitt, D., Noseworthy T., Guilbert., J., & Williams, J. R., "Waiting List: Management, Legalities and Ethics". *Can J Surg*, Vol.46, No.3, pp. 170-175. 2003.
- [4] Park, S. H., "Analysis of factors delaying on waiting time for medical examination of outpatient on a hospital", *J Korean Soc Qual Assur Health Care*, Vol.8, No.1, pp. 56-72., 2001.
- [5] Oh G.E, Bak W.S, Han S.S, Park S.C, and Lee S.C., "Developing Innovation Index of Hospital Service Using 6 Sigma and SERVQUAL". *J Korean Soc Qual Management*, Vol.41, No.4, 2013.
- [6] Yeo H.J, Park W.S, Yoo M.C, Park S.C, and Lee S.C, "Evaluation of Patients' Queue Environment on Medical Service Using Queueing Theory", *J Korean Soc Qual Management*, Vol. 42, No.1, 2014.
- [7] Lee D.H., Park J.H., and Bae H.R., "Comparison between Planned and Actual Data of Block Assembly Process using Process Mining in Shipyards", *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol.18, No.4, pp.145-167, 2013.
- [8] Van der Aalst W.M.P. and Basten T., "Inheritance of workflows : An approach to tackling problems related to change", *Theoretical Computer Science*, Vol.270, No.1, pp.125-203, 2002.
- [9] Coffey RJ, Richards JS, Remmert CS, LeRoy SS, Shoville RR, & Baldwin PJ. "An introduction to Critical Paths", *Quality Management in Health Care*, Aspen Publishers, Inc., 1992.
- [10] National Medical Center, and Ministry of Health and Welfare, "CP development guideline for regional public hospital Ver 1.0", 2015.
- [11] EB Medicine, <https://www.ebmedicine.net>
- [12] Alan D.L. Sihoe, "Clinical Pathway for video-assisted thoracic surgery: the Hong Kong story", *Journal of Thoracic Disease*, Vol.8, pp.13-21, 2016.
- [13] Vullers, Jasen M.H., van der aalst, W.M.P., and Rosemann, M. "Mining configurable enterprise information systems", *Data and Knowledge Engineering*, Vol.56, No.3, pp.195-244, 2006.
- [14] de Medeiros, A.K.A., Weijters, A.J.M.M., and van der Aalst, W.M.P., "Genetic Process Mining : An Experimental Evaluation, *Data Mining and Knowledge Discovery*", Vol. 14, No. 2, pp.245-304, 2007.
- [15] Rozinat, A, and van der Aalst W.M.P., "Decision Mining in ProM, Proc", 4th Int. Conf. on Business Process Management, pp.420-425, 2006.
- [16] de Weerd, J., Schupp, A., Vanderlock, A., and Baesens, B., "Process Mining for the multi faceted analysis of business processes - A case study in a financial services organization", *Computer in Industry*, Vol. 64, pp.57-67, 2013.
- [17] Goedertier, S., de Weerd, J., Martens, D., Vanthienen, J., and Baesens, B., "Process discovery in event logs : An application in the telecom industry", *Applied Soft Computing*, Vol. 11, pp. 1697-1710, 2011.

## Authors



Jong-Duk Jung received Ph.D. degrees in Business Administration at Mississippi State University in 1990. Dr. Jung joined the faculty of the Department of Business Administration at DongSeo University, Busan, Korea in 1995. His interests are

Management Information System, Information System Analysis, and Business Statistics.



Seok-Hun Kim received the M.S and Ph.D. degree in Computer Engineering from Hannam University in 2003 and 2006. He is an assistant professor Mobile Media at Suwon Women's University in from 2012 to 2017. Dr.Kim is currently an associate

professor in the Electronic Commerce at Paichai University. His teaching and research specialties are in the fields Mobile computing, Web-App programming, information security.



Hyun Jin Yeo received the B.S. in Accounting and e-Business at KyungHee University, and received M.S., and Ph.D degree in Business Administration at KyungHee University in Korea. Dr. Yeo joined the faculty of the Division of Digital

Contents at DongSeo University, Busan, Korea, in 2014. He is interested in Management Information System, Contents Business Model, Datamining, and Digital Contents Evaluation.