

대기행렬이론을 활용한 의로서비스 환자 대기환경 평가

여현진* · 박원숙** · 유명철*** · 박상찬**** · 이상철*****†

* 경희대학교 경영대학

** 강동경희대학교병원 관절·류마티스센터

*** 경희대학교 의학전문대학원 정형외과

**** 경희대학교 의료경영학과

***** 그리스도대학교 경영학부

Evaluation of Patients' Queue Environment on Medical Service Using Queueing Theory

Hyun-Jin Yeo* · Won-Sook Bak** · Myung-Chul Yoo*** · Sang-Chan Park**** · Sang-Chul Lee*****†

* School of Management, Kyung Hee University

** Arthritis and Rheumatism Center, East-West Neo-Medical Center

*** Dept. of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee University

**** Dept. of Health Services Management, School of Management, Kyung Hee University

***** Dept. of Business Administration, Korea Christian University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to develop the methods for evaluating patients' queue environment using decision tree and queueing theory.

Methods: This study uses CHAID decision tree and M/G/1 queueing theory to estimate pain point and patients waiting time for medical service. This study translates hospital physical data process to logical process to adapt queueing theory.

Results: This study indicates that three nodes of the system has predictable problem with patients waiting time and can be improved by relocating patients to other nodes.

Conclusion: This study finds out three seek points of the hospital through decision tree analysis and substitution nodes through the queueing theory. Revealing the hospital patients' queue environment, this study has several limitations such as lack of various case and factors.

Key Words: Decision Tree, Queueing Theory, Medical Service, Patients Waiting Time, Hospital Service

• Received 31 December 2013, revised 8 January 2014, accepted 9 January 2014

† Corresponding Author(leecho@kcu.ac.kr)

© 2014, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

* 이 논문은 2011년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2011-327-B00221)

1. 서론

의료시장의 경쟁강화로 인해 병원은 내·외부의 환경 변화에 능동적으로 대처하지 않을 경우, 경영성과의 악화로 인해 큰 위협에 직면할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 고객인 환자의 만족에 최우선을 두어야 한다. 병원의 본질적인 목적인 질병을 치료하는 것과 더불어서 진료를 받기까지의 병원에서의 과정, 즉, 의료프로세스도 고객만족에 있어서 중요한 요인이다 (Oh et al. 2013).

특히, 의료프로세스 중에서 병원의 진료 및 치료시간의 단축은 중요한 요인으로 인지되고 있다 (Dansky and Miles 1997; Knudtson 2000; Pitt et al. 2003; Roger et al. 2007). 이는 영화구경이나 맛있는 식사라는 긍정적인 상황에서 대기하는 일반 고객과는 달리, 병원의 경우에는 질병 치료라는 부정적인 상황에서 대기하는 환자이기 때문에 대기시간은 만족에 더 큰 영향을 줄 수 있다 (Park 2000; Park and Kwag 2009).

이처럼 대기시간을 단축하는 것이 중요하다는 것을 알고 있지만, 병원은 여러 가지 자원의 한계로 인해 시설을 늘리거나, 의사나 간호사를 충원하기란 현실적으로 어려운 상황이다. 또한 시설이나 인력을 늘리기 전에 과연 얼마나 늘려야 적은 비용으로 최적의 효과를 얻을 수 있는지를 먼저 분석해야 한다. 이를 위해 전통적으로 기업에서는 대기행렬이론(Queueing Theory)을 이용하여왔으며, 최근 들어 의료분야에서도 이를 도입하려는 연구가 진행되어 오고 있다 (Park et al. 2009; Park and Kwag 2009; Park and Kho 2011).

그러나 이러한 연구들은 대부분은 관심 있는 하나의 프로세스를 선택해서 연구하고 있으며, 단순히 대기행렬이론을 통해 시간에 대한 감소효과만을 연구하고 있다. 그러나 중요한 것은 여러 프로세스 중에서 어떤 프로세스가 대기시간 단축을 하는데 있어서 가장 중요한 프로세스인지, 어떤 부분이 대기시간을 단축하는데 있어서 가장 중요한 부분인지, 또한 대기시간을 단축하는데 있어서 가장 중요한 요소가 무엇인지에 대한 분석이 먼저 이루어져야 한다.

이에 본 연구에서는 진료프로세스 중에서 어느 요소가 대기시간을 단축하는데 가장 중요한 요소인지를 분석하고, 이 부분을 개선하기 위한 전략적 방안을 찾고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 의사결정나무 분석(Decision Tree Analysis)과 대기행렬이론을 이용하여 환자의 대기시간을 개선하는 방법론을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구절차

본 연구에서는 다음과 같은 절차를 통해서 환자의 진료대기시간을 개선하고자 한다. 먼저, 진료 프로세스를 정의한다. 기존의 연구들은 대부분 하나의 프로세스를 선택해서 대기시간을 연구하였다. 그러나 진료 프로세스는 단순히 “접수-진료-치료-수납”이라는 순서대로 진행되는 것이 아니다. 따라서 진료대기시간을 개선하기 위해서는 진료 프로세스의 패턴을 먼저 분석하는 것이 필요하다. 일반적으로 병원은 진료를 위해 엑셀(Excel Sheet)나 체크리스트(Check-list)형태로 병원의 표준진료지침서(Clinical Pathway)가 존재한다(Oh et al. 2012). 이 표준진료지침서와 EMR(Electronic Medical Record) 자료를 이용하여 진료 프로세스의 패턴을 분석한다.

두 번째로, 진료대기시간을 결정하는 중요한 독립변수들을 설정한다. 진료대기시간의 단축은 단순히 간호사와 의사의 수에 국한된 것이 아니라, 접수방법, 요일, 시간, 검사방법 등 다양한 요인에 의해서 결정될 수 있다.

세 번째로, 의사결정나무 분석을 이용하여 독립변수들 중에서 어떤 요인이 진료대기시간에 문제가 되는 요인인지를 결정한다. 의사결정나무는 데이터마이닝 기술 중 하나로써, 순환적 분할방식을 이용하여 나무모형을 구축한 뒤,

데이터를 분류하거나 예측하는 데이터마이닝 알고리즘으로써 우수한 예측 정확도, 그룹의 세분화, 변수의 중요도 파악, 범주형 변수와 연속형 변수의 활용 등 수많은 장점을 가지고 있다 (Mitchell 1997; Bose and Mahapatra 2001; Choi et al. 2002). 의사결정나무 분석방법을 이용하여 병원의 프로세스에서 문제가 되는 지점(Pain Point)을 찾을 수 있다.

마지막으로 의사결정나무 분석을 통해서 찾은 문제 지점에 대해 대기행렬이론을 이용하여 전략적으로 얼마나 개선이 가능한지를 분석한다. 대기행렬(queue, waiting line)은 어떤 서비스를 받으려고 하는 고객들의 불규칙한 도착으로 인하여 발생하는 현상이며, 대기행렬이론은 대기행렬을 수학적으로 다루는 이론으로, 도착과 대기 서비스제공과 관련된 일련의 프로세스를 수학적으로 분석하는 방법론이다 (Cooper. 1981; Chun et al. 2008). 대기행렬이론을 이용하여 여러 가지 조건하에서 환자들의 도착상황을 이론적으로 해석하여 서비스를 효과적으로 운영할 수 있다.

2.2 연구대상

병원 전체의 프로세스를 다루는데 한계가 있기 때문에, 본 연구에서는 서울시에 위치한 A대학의료원 정형외과를 대상으로 연구를 실시하였으며, 2013년 3월 한 달 동안 본 과에 진료를 받은 외래 환자를 대상으로 진행하였다. 분석에 사용된 데이터는 의료원의 데이터웨어하우스(Data Warehouse)를 통하여 추출하였으며, 환자들의 개인정보 보호를 위해 이름, 성별 등을 모두 삭제하고 간호사 접수시간, 의사의 접수시간, 의사의 처방시간과 같은 시간 로그(Time Log)를 초단위로 활용하였다. 또한 독립변수로 예약방법, 의사구분, 요일 등과 같은 요인도 같이 추출하였다. 최종적으로 분석에 사용된 환자 진료기록 수는 2,183건 이다.

3. 환자의 대기환경 평가

3.1 진료 프로세스 분석

먼저, 표준진료지침서와 데이터웨어하우스에서 추출한 자료를 이용하여 진료 프로세스 모형을 추출하였다. 정형외과 프로세스의 특성으로 인해, X-Ray촬영을 위해 의사진료 전 X-Ray와 같은 검사정보 획득과정이 이루어진다. 따라서 다양한 진료 패턴이 나타나는데, 본 연구에서는 5개 이해의 데이터를 가지는 패턴은 삭제하였다. 최종적으로 본 연구에서 사용할 프로세스의 패턴은 <그림 1>과 같다.

환자는 당일도착/예약 환자로 구분되며, 일반 접수창구를 통해 간호사에게 진료 접수를 하거나 접수번호를 먼저 채번하며, 이후 다양한 프로세스 따라 진료가 이루어진다. <표 1>은 각 패턴의 진료시간을 분석한 결과이다. 간호-의사-수납-처방 패턴(패턴B)이 가장 긴 대기시간을 보이고 있다. 패턴 B는 환자가 도착하여 간호사에게 접수를 하고, 의사를 만난 후에, 수납하고 다시 X-Ray 촬영을 하고, 다시 의사를 만나 처방을 받는 과정이다. 다음으로는 패턴 C가 높은 대기시간을 보이는데, 이 또한 의사접수 전 간호접수 단계에서 X-Ray등 촬영 처방을 받고 환자가 대기하는 시간이 있음을 알 수 있으며, 이에 따라 의사 접수 및 처방전 촬영행위가 포함되는 경우 높은 대기시간을 보임을 알 수 있다.

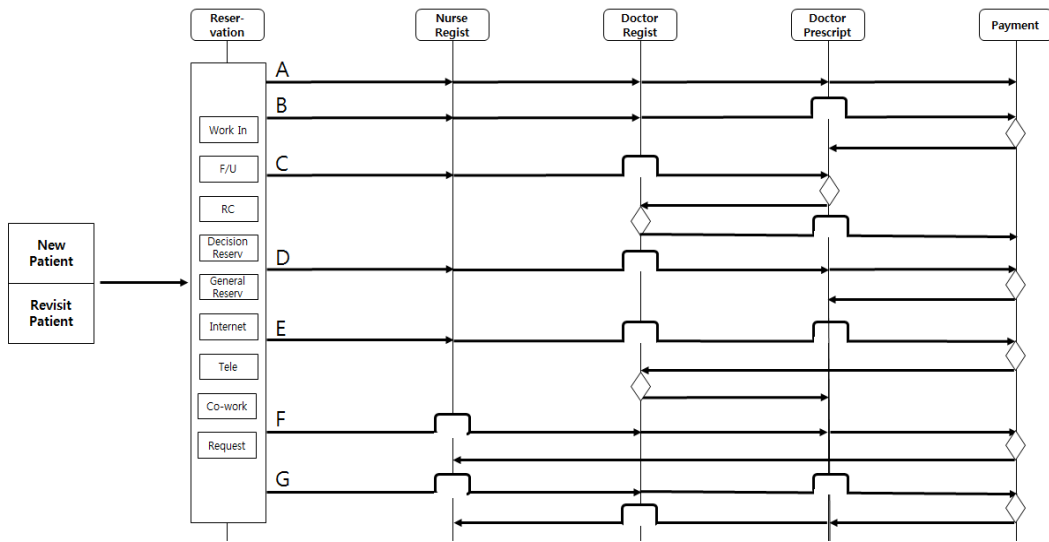


Figure 1. Patient Treatment Process

3.2 독립변수 설정

<표 1>에서와 같이, 동일한 의사접수를 위한 대기시간이라고 하더라도, 사전단계의 종류에 따라 대기시간이 바뀔 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 단순히 의사접수 대기시간 / 간호접수 대기시간과 같이 특정 프로세스의 대기시간이 아닌, 환자의 이동패턴을 나누어 초진/재진, 예약방법 등과 함께 독립변수로 사용하고자 한다.

의료서비스의 특성상, 의사 스테이션(Station)내의 서버(Server)인 의사는 진료 요일이 정해져 있으며, 상당수의 재진 환자들은 특정 서버(의사)에게 지정이 되어있다. 이에 따라 서버별 대기행렬 상 대기시간의 편차가 생길 수 있으며, 특정요일이나 서버에 환자 대기시간이 증가하는 병목현상(Bottle Neck)이 나타날 수도 있다. 이를 위해 본 연구에서는 초진여부 / 방문요일 / 주치의도 독립변수로 설정하였다.

Table 1. Patient pattern and average time interval (unit: second)

Pattern	Description	N.of Case	1step Average	1step Average	1step Average	1step Average	Summation
A	Nurse-Doctor-Prescript-Pay	1,408	3,432	680	680	1,597	4,792
B	Nurse-Doctor-Pay-Prescript	63	3,185	1,344	4,469	2,999	8,998
C	Nurse-Prescript-Doctor-Pay	186	4,110	319	1,449	1,959	5,878
D	Nurse-Prescript-Pay-Doctor	132	694	3,899	489	1,694	5,083
E	Nurse-Pay-Doctor-Prescript	104	500	561	3,796	1,619	4,857
F	Doctor-Prescript-Pay-Nurse	238	951	2,987	724	1,554	4,662
G	Doctor-Pay-Prescript-Nurse	52	513	4,209	341	1,688	5,063
Summation		2,183	2,838	1,193	989	1,673	5,019

Table 2. Independent variables

Factor	Items
Pattern	A, B, C, D, E, F, G
Reservation	Work-In, FU, RC, Division Reservation, Reservation Registration, Internet, Telephone, Request, Co-Work
First/Re-visit	First Visit, Re-visit
Day	MON, TUE, WED, THU, FRI, SAT
Doctor	Doctor 1-7, General Treatment Doctor

또한 최근 대다수의 의료기관에서는 외래 진료시 진료 예약을 원칙으로 하여 진료예약을 하고 내원을 하도록 유도하고 있으며, 예약 없이 내원하는 경우 진료를 받지 못하는 경우도 있다. 진료가 가능하다라도 진료대기기간이 상당히 길어질 수 있다고 공식적으로 알리고 있다 (Chun et al. 2008). 이에 따라 본 연구에서는 예약뿐만 아니라 당일 접수도 포함하고 있으며, 예약방법도 독립변수로 설정하였다. 최종적으로 본 연구에서 사용한 독립변수는 <표 2>와 같다.

3.3 의사결정나무 분석

다음으로 독립변수들에 따른 평균 대기시간 간의 통계적 관계를 찾아 문제 지점(Pain Point)를 찾아내기 위하여 의사결정나무 분석을 이용하였다. 의사결정나무 분석은 데이터를 분류하거나 예측하는 데이터마이닝 알고리즘으로 다양한 연구 분야에서 널리 사용되고 있다. 의사결정나무 분석기법에는 CHAID(Chi-Squared Automatic Interaction Detector), CART(Classification and Regression Trees), C5.0 등이 있는데 본 연구에서는 CHAID 방식을 사용하였다. CHAID 방식은 변수의 유의적인 쌍을 찾아내어 최적의 분할을 찾고 예측 대기시간을 산출해주며, 특히 데이터가 정규분포를 따르지 않아도 사용할 수 있다는 장점이 있다 (Klass, 1980). 본 연구에서는 SPSS Clementine 10.1을 사용하여 각 독립변수들과 평균대기시간을 통해 <그림 2>와 같은 의사결정나무를 산출할 수 있었다.

CHAID방식 의사결정 나무를 살펴본 결과, 예약방식으로는 진료의뢰/협진/당일방문에서 높은 대기시간(노드1)을 보였으며, 과예약/FU/인터넷예약의 경우는 담당의사(노드9)에 따라 대기시간의 차이가 보였다. 한편, 전화로 예약을 하는 경우 패턴B와 C(노드12)에서 높은 대기시간이 예상되었다. 진료요일 변수의 경우는 가장 하위 노드로 분류되었으며 상위 분류기준이 되지는 못하였다.

3.4 대기행렬

마지막으로 의사결정나무에서 발견한 문제 지점(Pain Point)을 개선하고 측정하기 위해 본 연구에서는 대기행렬 이론을 이용하였다. 대기행렬 이론은 코펜하겐 교환국에서 일했던 얼랭(Agner Krarup Erlang)에 의해 발표되었는데, 얼랭은 1917년 교환기에 걸려오는 전화가 포아송(Poisson) 프로세스를 보인다는 전제로 M/M/1 queue를 소개하고 1920년, 하나의 노드에 여러 개의 서버(Server)가 존재하는 M/M/S 모델을 소개하였다 (Kingman. 2009).

이러한 얼랭의 대기행렬 이론은 얼랭 손실 공식(Erlang loss formula 혹은 Erlang B)과 얼랭 지연 공식(Erlang delay formula)으로 나누어진다. 얼랭 손실 공식은 서비스제공자가 모두 서비스 중일 때 서비스를 제공받고자 하는 자의 요청(Call)이 대기하지 않고 사라져 버린다는 전제를 가정하고 있다. 이와 달리 얼랭 지연 공식은 서비스를 받을 때 까지 대기하는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 환자가 의료서비스를 제공받기위해 중간에 이탈하는 경

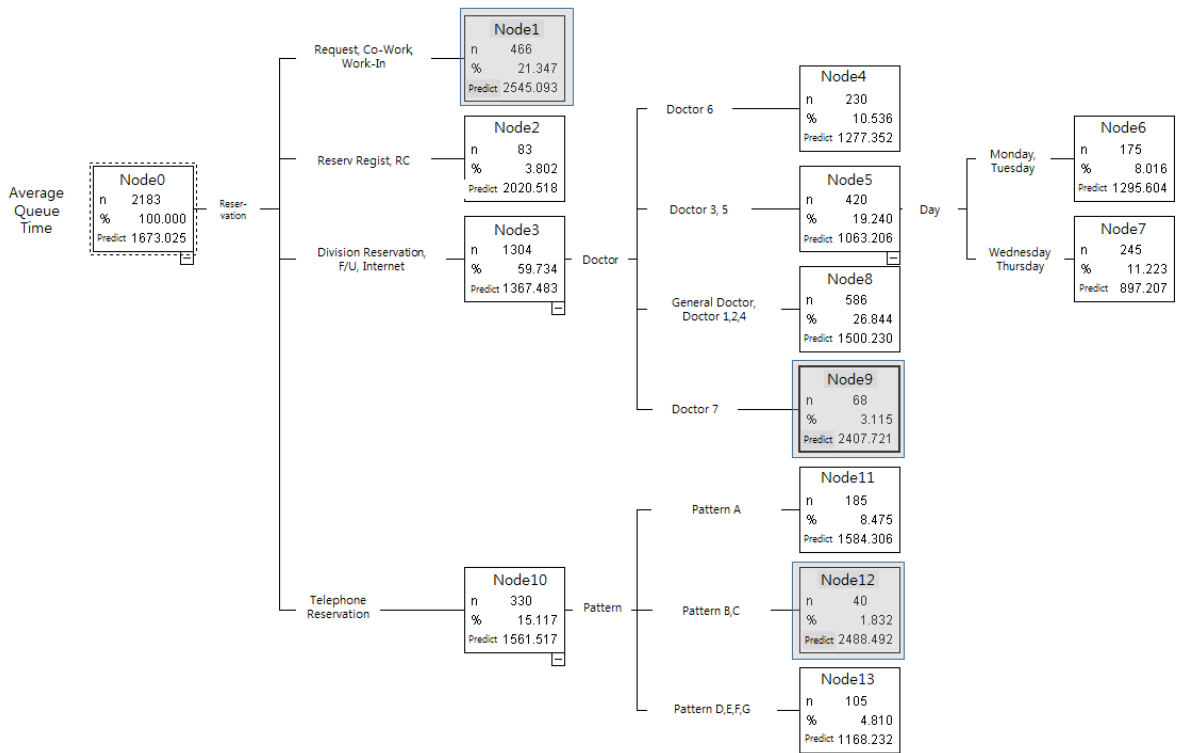


Figure 2. Decision Tree of Patient Queuing Environment

우는 거의 없기 때문에 얼랭 지연 공식을 이용하여 대기행렬을 분석하였다.

먼저, 의사결정나무 분석을 통해서 나타난 문제지점(Pain Point) 중에서 전략적 혹은 시스템적으로 변경하기 힘든 노드는 제외하였다. 그 결과, 노드1과 같이 당일 진료 환자를 배재할 수 없는 경우는 제외하였다. 따라서 본 연구에서는 환자별 의사분배(노드9)와 같은 시스템의 변경이 가능한 경우와 환자의 이동단계 변경(노드12)과 같은 병원 전략의 변경이 가능한 문제 노드에 대해서 분석을 실시하였다.

노드9의 경우에는 의사7의 진료프로세스 시간으로 인해 문제가 발생되었으며, 이는 의사7의 환자를 다른 의사로 전환시키는 전략적인 개선 방법과, 의사7의 근무시간을 늘리는 시스템적인 개선 방법이 있을 수 있다. 본 연구에서는 데이터 검증에 위해 전략적 개선방법을 적용하는 경우를 가정하고 대기행렬을 분석하였다.

Table 3. M/G/1 Queuing Improvement of Node 9

Index	Node 9(Pain Point)	Node 4(Destination)	Node 9+ 4
Average waiting Patients	18 patients	13 patients	14 patients
Average number of patient in the system	20 patients	17 patients	18 patients
Average waiting time	222 Mins	204 Mins	210 Mins
Average time in the system	288 Mins	270 Mins	276 Mins

노드12의 경우에는 환자의 이동패턴과 관련된 부분으로써, 간호접수-의사접수-수납-처방과 같이 의사 진료후 수납을 하고 검사(LAB)로 이동하여 촬영을 한 후 촬영 데이터를 통해 처방을 내리는 경우와, 간호접수-처방-의사접수-수납과 같이 간호사가 촬영처방을 먼저 내리고 촬영을 한 후에 의사를 만나고 수납을 하는 패턴에서 많은 대기시간이 나타났다. 이를 해결하기 위해서 이동 패턴을 노드13으로 이동시켜 대기행렬을 적용하고자 하였다.

먼저, 대기행렬이론을 이용하여 노드9의 환자를 노드4로 전환시켰을 때 얼마나 개선이 되는지를 분석하였다. 즉, 과예약, F/U, 인터넷을 통해 예약한 의사7의 환자를 의사 6으로 분산시키는 경우로, 환자도착시간이 포아송 분포를 이루고 진료시간이 지수함수를 이룬다는 가정 하에서 M/G/1 대기행렬 모형을 적용하였다. 노드9와 노드4를 병합하여 대기행렬을 계산한 결과, <표 3>과 같이 대기시간은 0.2시간, 치료 시스템내 체류 시간은 0.2시간 단축될 수 있는 것으로 나타났다.

다음으로 노드 12의 환자들을 노드13으로 전환시켰을 때 얼마나 개선이 되는지를 분석하였다. 즉, 전화로 예약한 간호접수-의사접수-수납-처방 패턴과 간호접수-처방-의사접수-수납 패턴의 환자들을 노드13으로 이동시켰을 경우를 분석하였다, 분석한 결과, <표 4>와 같이 평균대기시간은 0.1시간, 시스템 내 평균 시간은 0.2시간 단축될 수 있는 것으로 나타났다. 하지만 노드12의 경우에는 환자들의 평균 도착시간(0.62시간)이 매우 짧고, 또한 표본수가 40명으로 적은 경우이다. 따라서 노드13과 병합 시에 오히려 노드13 환자들의 대기시간이 늘어나는 것을 볼 수 있다. 따라서 노드12의 경우에는 노드 13과 병합하기 보다는 다른 변수를 추가하여 개선해야 될 부분으로 보인다.

4. 결론 및 한계점

의료서비스는 본질적으로 질병을 가지고 있는 환자를 대상으로 하기 때문에 진료대기시간의 축소는 중요한 문제이다. 이를 위해 본 연구에서는 의사결정나무 분석방법과 대기행렬이론을 적용하여 환자의 진료대기환경을 개선하는 방법론을 제시하고자 하였다. 기존의 연구와는 달리 본 연구에서는 4가지 단계를 걸쳐서 진료대기시간을 개선하는 방법론을 제시하였다. 첫 번째로, 진료 프로세스의 패턴을 분석한다. 두 번째로, 진료대기시간을 결정하는 중요한 독립변수들을 설정한다. 세 번째로, 의사결정나무 분석을 이용하여 문제 지점(Pain Point)을 찾는다. 마지막으로 대기행렬이론을 이용하여 전략적 개선점을 찾는다. 이를 위해 본 연구에서는 A대학의료원 정형외과를 대상으로 데이터를 분석하였다.

Table 4. M/G/1 Queueing Improvement of Node 12

Index	Node 12(Pain Point)	Node 13(Destination)	Node 12+ 13
Average waiting Patients	17 patients	2.3 patients	18 patients
Average number of patient in the system	21 patients	4 patients	22 patients
Average waiting time	378 Mins	222 Mins	372 Mins
Average time in the system	456 Mins	348 Mins	444 Mins

분석한 결과, A의료원의 서비스 가동률은 모든 부분에서 100%를 보이고 있다. 이는 환자가 대기할 확률 역시 100%라는 것을 의미한다. 이중에서 특히 의사결정나무를 통해 독립변수들 별로 문제가 있는 노드(Node)들을 살펴

본 결과, 첫째, 예약방법이 진료의뢰/협진/당일방문(일반)의 경우, 둘째, 과예약/FU/인터넷 예약을 하고 의사7에게서 진료를 받는 경우, 셋째, 전화예약을 하고 패턴B,C의 과정을 통해 의료서비스를 받는 경우에서 문제가 발생할 것으로 예상되었다. 다음으로 각 노드들에 대해 대기행렬을 실행하고 같은 수준(Layer)에 있는 가장 성과가 좋은 노드로 환자를 옮겼을 시에 어떻게 개선되는지를 분석하였다. 대기행렬을 실행한 결과, 노드9의 경우에는 이동하고자 하는 노드4의 대기시간의 적은 증가와 함께 이동할 수 있었다. 하지만 노드12의 경우에는 노드12의 샘플 수가 적은(노드13의 38%) 관계로 노드13으로 이동시에 노드13의 기존 환자들이 입는 손해가 더 많은 것으로 나타났다. 이를 해결하기 위해서는 추후 다른 변수들을 추가하여 분석하는 방법이 적절할 것으로 보인다.

본 연구는 기존의 연구들과는 달리, 상이한 프로세스 및 예약 특징 등 다양한 독립변수들을 가진 환자집단을 의사결정나무를 통해 군집화하고, 이를 통해 문제 지점을 발견하여 이를 대기행렬을 적용하여 개선하였다는 점에서 그 의의가 있다. 그러나 한 달 치 데이터만 활용하였으므로 계절적 변수와 같은 시계열적인 분석을 실시하지 못하였다는 점, 데이터가 부족하여 좋은 결과가 나오지 못한 노드 또한 존재하였다는 점에서 한계점을 가지고 있다. 이러한 한계점은 향후 더 많은 변수를 이용하여 분석한다면 더 좋은 결과를 도출할 수 있을 것으로 보여지며, 대기행렬이외에 프로세스 마이닝(Process Mining)과 같은 방법을 이용하여 프로세스를 더 세부적으로 나눌 수 있어도 더 좋은 결과를 도출할 수 있을 것으로 보여 진다.

REFERENCES

- Bose, I., and Mahapatra, R. K. 2001. "Business data mining-a machine learning perspective." *Information & Management* 39(3):211-225.
- Choi, J. H., Han, S. T., Kang, H. C., Kim, E. S., Kim, M. K., and Lee, S. K. 2002. *Data mining prediction and application*. Seoul: SPSS academy.
- Chun, J. H., Lee, H. M., and Jung, J. B. 2008. "QA activity & six sigma." *Quality Improvement in Health Care* 14(2):45-57.
- Cooper, R. B. 1981. *Introduction to Queueing Theory*, 2nd ed. New York: North-Holland(Elsevier). Reprinted 1990. Washington DC: CEE Press, The George Washington University.
- Dansky, K. H., and Miles, J. 1997. "Patient satisfaction with ambulatory healthcare services: Waiting time and filling time." *Hospital and Health Services Administration* 42(2):165-177.
- Kass, G. V. 1980. "An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data." *Applied Statistics* 29(2):119-127.
- Kingman, J. F. C. 2009. "The first Erlang century—and the next." *Queueing Systems* 63:3-4.
- Knudtson, N. 2000. "Patient satisfaction with nurse practitioner service in a rural setting." *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners* 12(10):405-412.
- Mitchell, T. M. 1997. *Machine Learning*. Singapore: The McGraw-Hill Companies Inc.
- Oh, G. E., Bak, W. S., Han, S. S., Park, S. C., and Lee S. C. 2013. "Developing Innovation Index of Hospital Service Using 6 Sigma and SERVQUAL." *Journal of Korean Society for Quality Management* 41(4):555-566.
- Oh, G. E., Bak, W. S., Yang, H. I., Han, S. S., Yoo, M. C., Park, S. C., and Lee S. C. 2012. "Development of Clinical Pathway and Analysis of Clinical Patterns for Optimizing the Integrative Medical Service." *The Journal of The Korea Institute of Oriental Medical Diagnostics* 16(2):23-32.
- Park, C. S., and Koh, S. H. 2011. "A Case Study on the Improvement of General Hospital Outpatients Waiting Time using TOC Methodology." *Korean Journal of Hospital Management* 16(1):77-100.
- Park, C. S., and Kwag, E. J. 2009. "A Case Study about Managing Waiting Time for Raising Customer's Satisfaction in the Medical Service." *Korean Journal of Hospital Management* 14(3):132-133.

- Park, M. Y., Yim, E. S., Park, J. Y., Noh, J. H., Choo, E. Y., and Yoo, J. Y. 2009. "The Shortening Alternatives of Waiting Time in Operation Place Area of Operating Patients." *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care* 15(2):65-71.
- Park, S. H. 2001. "Analysis of factors delaying on waiting time for medical examination of outpatient on a hospital." *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care* 8(1):56-72.
- Park, Y. S. 2000. "The Effect of waiting time on service quality evaluation." *Journal of Korean Marketing Association* 15(1):1-25.
- Pitt, D. F., Noseworthy, T. W., Guilbert., J., and Williams, J. R. 2003. "Waiting List: Management, Legalities and Ethics." *Canadian Journal of Surgery* 46(3):170-175.
- Roger, T. A., Fabian, T. C., and Rajesh B. 2007. "Willing to wait?: The influence of patient wait time on satisfaction with primary care." *BMC Health Services Research* 7(31):1-5.