

# 개인 병원의 부분 예약제 도입을 위한 시뮬레이션 분석 사례

라순영<sup>1</sup> · 정병호<sup>2\*</sup> · 유태우<sup>3</sup>

## Simulation Analysis for a Partial Appointment System of Outpatients in a Private Clinic

Soonyoung La · Byung Ho Jeong · Taiwoo You

### ABSTRACT

The waiting time of patients is an important factor related with service quality of a hospital system. An appointment system of patients is not popular, in special, in a private hospital. An appointment system is expected to diversify patients in time and to reduce patient's waiting time. Three appointment rules are suggested and analyzed to compare the waiting time of appointment and walk-in patients using simulation analysis. The results of two way ANOVA show that the time slot of 30 minutes for allocating appointment patients is better than the time slot of 60 minutes in view of patient's waiting time. The results of the appointment level 1 also show that the constant pattern rule and the zigzag pattern rule give shorter waiting time for walk-in patient and for appointment patient, respectively.

**Key words** : Appointment rule, Partial appointment system, Health care service

### 요약

환자의 대기시간은 의료시스템의 서비스품질을 결정하는 중요한 요소이다. 개인병원의 경우 아직 환자 예약제가 보편적이지 않다. 예약제는 환자들을 시간적으로 분산시킴으로써 환자의 대기시간을 감소시킬 것으로 기대된다. 본 논문에서는 세 가지 예약규칙을 제안하고 시뮬레이션 기법을 이용하여 예약환자와 비예약환자의 대기시간을 비교분석한다. 시뮬레이션 결과 분석을 통해 예약자 할당 슬롯의 길이가 60분일 때보다 30분일 때 환자의 대기시간이 짧게 나타났음을 보여준다. ANOVA 분석을 통해 예약자 할당수준 1에서 비예약 환자의 경우는 일정패턴 규칙에서 예약 환자의 경우에는 지그재그패턴 규칙에서 평균대기시간이 짧게 나타나고 있음을 보인다.

**주요어** : 예약 규칙, 부분예약제, 의료 서비스

## 1. 서론

최근 들어 의료수요는 갈수록 증가하고 있으며 진료예약 시스템이 보편화된 선진국에 비해 국내에서는 일부 대형 병원을 제외하고는 아직 예약시스템이 도입되지 않고 있는 실정이다. 이로 인해 환자들은 진료시간보다 더 오랜

시간을 대기하는 불편을 감수하고 있는 실정이다. 환자의 대기는 의료서비스의 수요와 공급의 순간적인 불균형에서 비롯되는 것으로 환자들이 몰리는 시간대에는 장시간의 대기가 발생하기 마련이다. 이러한 환자의 대기시간을 감소시키기 위해서 예약제의 도입이 필요하다(Villegas<sup>[13]</sup>).

의료서비스에 예약제를 도입함으로써 환자들이 한가한 시간대로 분산되는 효과를 기대할 수 있으며 궁극적으로 대기시간을 줄이는 효과를 기대할 수 있다. 환자의 대기시간 단축은 의료서비스에 대한 전반적인 만족도를 높임으로써 서비스 품질 향상에도 기여할 것이다.

병원에서의 예약제가 초기단계인 국내와 달리 예약제가 이미 정착된 선진국의 경우 의료서비스 시스템에서의 예약제와 관련한 연구들이 활발히 이루어져 왔다. Cayirli

접수일(2012년 6월 21일), 심사일(1차 : 2012년 8월 29일, 2차 : 2012년 11월 18일), 게재 확정일(2012년 12월 18일)

<sup>1)</sup> (재)지역미래산업진흥원

<sup>2)</sup> 전북대학교 산업정보시스템공학과

<sup>3)</sup> 케이엘이에스(주)

주 저 자 : 라순영

교신저자 : 정병호

E-mail; jeong@jbnu.ac.kr

and Veral<sup>[6]</sup>은 외래 환자의 예약시스템에 대한 기존의 연구들을 조사, 분석하고 있다. 이 논문은 의료시스템의 각종 환경변수와 성과적도에 따라 기존의 예약시스템에 대한 연구결과들을 분류하고 기존에 발표된 예약 규칙들을 소개하고 있다. Cayirli et al<sup>[7]</sup>은 7 가지 예약자 배정 규칙을 시뮬레이션을 통해 비교 분석하고 있다. Wang<sup>[14]</sup>은 Dome pattern의 예약 규칙을 제안하고 서비스시간의 변동계수(CV)가 클수록 최적 예약 구간은 작아진다고 보고 하였다. 시뮬레이션을 기반으로 한 방법으로는 슬롯 당 예약수를 다르게 하는 방법과 환자의 도착패턴에 따른 방법(Bailey<sup>[4]</sup>, Blanco White and Pike<sup>[5]</sup>), 세션의 초반과 후반에 환자의 예약간격을 달리하는 방법과 환자의 초진 또는 재진 여부에 따라 예약방법을 달리하는 방안에 대한 연구 논문들이 있다(Ho and Lau<sup>[8]</sup>, Rohleder and Klassen<sup>[11]</sup>). 이 외에도 예약간격을 고정하여 각 슬롯에 배치할 최적의 환자수를 산출하기 위한 시뮬레이션 방법(Klassen & Yoogalingam<sup>[10]</sup>)과 대기이론 등 수리적 접근을 통한 예약 스케줄링에 관한 연구(Jansson<sup>[9]</sup>, Vanden Bosch and Dietz<sup>[12]</sup>) 등이 있다. 그러나 이러한 국외 연구들은 응급 환자나 특별한 경우를 제외하고 거의 대부분 내원하는 환자들이 100% 예약환자인 상황에 대한 연구들이다.

예약 규칙에 관한 국내연구로는 치과 의원의 예약 규칙을 평가하기 위하여 시뮬레이션 기법을 이용한 논문(Lee et al.<sup>[2]</sup>)과 치과 의원의 예약시스템에 대해 조사 분석한 논문이 있다(Lee and Chang<sup>[3]</sup>). 그러나 신규 환자를 제외하고는 대부분 실질적으로 예약제로 운영되고 있는 치과 병원은 일반 병원과는 다르다고 볼 수 있다.

따라서 다수의 비예약 환자가 혼재하고 있는 국내 개인 병원에서는 이와 같은 방법들을 그대로 적용시키기는 어려운 실정이다. 본 논문에서는 예약시스템이 정착되지 않아 비예약 환자가 대부분인 국내 병원의 실정을 고려한 예약 규칙을 제안하고 시뮬레이션을 이용하여 대기시간을 비교 분석한다.

본 논문의 구성은 2절에서는 연구 대상병원의 일반 현황을 살펴보고, 3절에서는 예약규칙을 설명한다. 4절에서는 시뮬레이션 모델 및 시뮬레이션 실험에 대하여 간단하게 설명하고 5절에서 실험 결과에 대한 분석 및 이에 대한 해석을 제시한다.

## 2. 연구대상 병원의 일반현황

본 연구는 예약시스템을 도입하여 환자를 한가한 시간대로 분산시켜 진료 전 긴 대기시간을 감소시키는데 목적

이 있으며 이미 예약제를 시행하고 있는 대형 병원보다 개인 병원을 대상으로 한다. 이를 위해 병원의 규모를 고려하여 개인 병원 수준이면서 복수의 의료진이 존재하는 K 이비인후과를 연구 대상 병원으로 선정하였다.

K 병원에서는 현재 수술환자의 경우에만 부분적으로 예약을 실시하고 있으며 외래 환자는 기본적으로 당일 접수하여 진료를 한다. 이에 따라 외래 환자들의 대기시간이 갈수록 길어지는 현상을 보이고 있으며, 긴 대기시간으로 인해 환자들의 서비스에 대한 만족도 역시 영향을 받고 있는 상황이다. 따라서 외래 환자들의 대기시간에 대한 적절한 관리를 통해 의료서비스의 품질을 향상시킬 필요성이 대두되고 있다.

병원의 접수시간은 오전 9시부터 시작되며 월-수-금요일에는 오후 8시, 화-목요일에는 오후 7시에 진료가 종료된다. 12시부터 오후 1시까지는 점심시간으로 접수를 받지만 진료는 이루어지지 않으며 진료 종료시간 30분 전부터 접수를 받지 않는다. 토요일에는 점심시간 없이 오후 2시까지 진료가 진행된다. 진료시간은 약 5분 정도이며 일반적인 의사진료 이외에 의료장비를 통해 청력, 후각기능, 음성기능 등의 검사를 수행하기도 한다. 의료진은 현재 총 5팀을 이루어져 있다. 요일별로 한 팀씩 휴진하고 수술 일정에 따라 수술하는 의료진을 제외하고 평균적으로 의료진 3팀이 외래진료를 하고 있다.

Fig. 1은 환자가 거치게 되는 프로세스를 나타내고 있는데, 병원에 도착한 환자들은 먼저 접수과정을 거친 뒤 증상에 따라 특정 의료팀에 할당되고 대기 후 진단을 위한 1차 진료를 받는다. 진료 후 필요에 따라 의료장비에 의한 검사를 받고 결과상담 혹은 처방을 위해 다시 해당 의사에게로 되돌아와서 2차 진료를 받는다. 주사 혹은 기타 투약이 필요한 경우는 해당 프로세스로 이동하며 바로

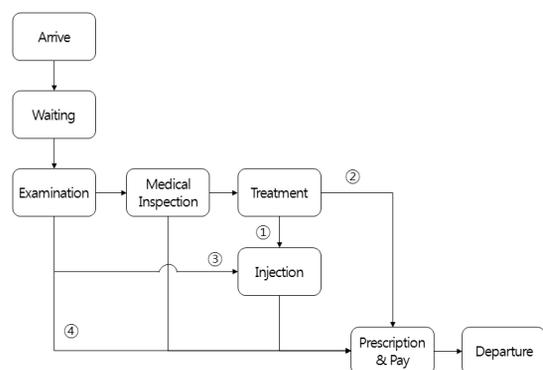


그림 1. Flowchart of treatment process

수납 프로세스로 이동하는 경우도 있다. 본 논문에서는 1, 2차 진료를 위한 대기시간의 합을 분석 대상으로 한다.

### 3. 예약 시스템

본 논문에서 제안하는 예약규칙은 선진국의 의료시스템과는 달리 예약 환자와 비예약 환자가 공존하는 국내 개인 병원의 상황을 대상으로 한다. 완전 예약제를 도입하기에는 국내 개인 병원 및 의료서비스의 수요자 모두 시기상조로 보이기 때문이다. 따라서 진료시간을 일정한 시간 간격 즉, 예약 슬롯으로 나누고 각 구간에 할당할 수 있는 최대 예약 환자수의 변화 패턴에 따라 세 가지 종류의 예약규칙을 제안하고, 이들을 비교 분석한다. 예약 슬롯의 길이와 각 슬롯에 할당하는 예약 환자의 수는 예약자는 물론이고 비예약환자의 대기시간에 영향을 미치게 된다. 각 슬롯에 예약한 환자의 경우 비예약 환자보다 진료 우선권을 갖는다는 가정이 필요하기 때문이다. 본 논문에서는 30분과 60분 두 가지의 예약 슬롯을 고려하고 각 슬롯에 할당 가능한 최대 예약자 수는 평균 진료시간을 고려하여 패턴별로 정하여 분석하기로 한다. 각 패턴별로 할당되는 예약자 수는 시간대에 따라 단속적으로 변화하지만 패턴을 보여주기 위해 그래프로 비교하도록 한다.

#### 3.1 일정 패턴 규칙(Constant Pattern Rule)

이 규칙은 시간대에 따른 변동 없이 각 구간에 일정한 예약 환자수를 할당하는 규칙이다. Fig. 2에서 1 시간 간격의 슬롯에 할당 가능한 예약 환자의 수를 10명, 15명, 20명으로 하루중 일정하게 운영하는 규칙을 예시로 보여주고 있다. 각 슬롯에 할당된 예약 환자가 진료 우선권이 있기 때문에 이 규칙의 경우 시간이 경과함에 따라 비예약 환자의 대기 시간이 증가할 가능성이 있다. 비예약 환자의 장시간 대기로 인한 불만이 커질 수 있으며 이로 인

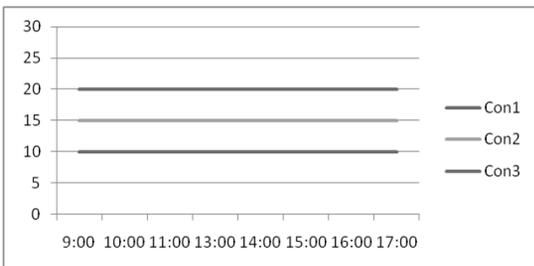


Fig. 2. Constant Pattern Rule

해서 예약 환자로 유도하는 효과가 기대된다.

#### 3.2 볼록 패턴 규칙(Convex Pattern Rule)

기존에 환자들이 집중되는 시간대에 비예약 환자들이 많을 것이라는 예상에 따라 시간대에 따라 예약 슬롯에 할당 가능한 예약자 수를 조정하는 규칙이다. 환자의 도착률 분포 그래프와 반대되는 모양으로 할당 가능한 예약자 수를 배정한다. 일반적으로 진료 시작 시간과 마감 시간에 환자들이 몰리는 현상을 고려하여 이 시간대에는 예약 가능 환자 수를 적게 할당하고 나머지 시간대에는 예약 가능 환자 수를 많이 할당하여 비예약 환자의 대기 시간 상승을 어느 정도 방지하기 위한 것이다. Fig. 3에서 볼록 패턴 규칙의 예약 가능한 환자 수를 각 슬롯에 배정하는 형태를 개념적으로 보여주고 있다.

#### 3.3 지그재그 패턴 규칙(Zigzag Pattern Rule)

이 규칙은 예약 환자로 인해 비예약 환자의 대기시간이 증가하는 현상을 완화하기 위한 것이다. 예약 환자로 인해 우선순위에 밀려 누적되는 비예약 환자의 대기 시간이 지나치게 증가하는 현상을 완화한다는 차원에서 구상된 규칙이다.

이 규칙은 Fig. 4에서 보여 주듯이 할당 가능한 예약자 수를 한 구간은 크게, 다음 구간은 작게 반복적으로 배정

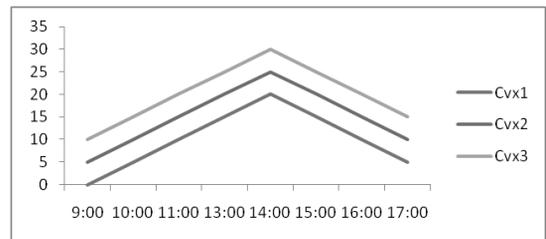


Fig. 3. Convex Pattern Rule

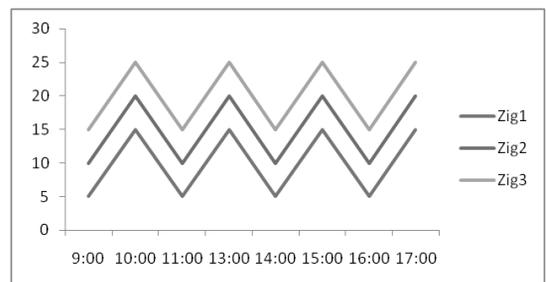


Fig. 4. Zigzag Pattern Rule

함으로써 예약 환자뿐 아니라 비예약 환자들의 대기시간이 지나치게 길어지는 현상을 방지하기 위한 것이다. 비예약 환자의 대기시간 증가 현상을 완화할 것으로 기대되는 규칙이다. 다른 규칙들과 마찬가지로 각 슬롯에 할당되는 예약 환자 수의 크기를 3가지로 다르게 하여 분석을 실시한다.

#### 4. 시뮬레이션 모델링

앞에서 제시한 예약 규칙들을 평가하기 위하여 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 각 규칙에 따른 예약 환자와 비예약 환자의 대기시간을 비교하기 위해서 ARENA 13.0을 이용하여 모델링 하였다. 시뮬레이션 모델의 흐름 로직은 Fig. 1에서 보여주고 있는 진료 프로세스 흐름도와 같다.

먼저 접수 프로세스 진행 후 증상 및 검사항목에 의해 결정되는 의료진은 기존의 의료팀당 환자 비율에 따라 랜덤하게 정해진다. 해당 의료진에게 진료를 받은 후 바로 수납하는 경우, 주사 및 투약 프로세스를 거친 후 수납하는 경우, 의료장비에 의한 검사 프로세스를 거친 후 다시 진료프로세스를 거치는 경우, 검사 후 주사 및 투약 프로세스를 거치는 경우, 검사 후 수납프로세스로 가는 경우로 총 5가지 로직으로 이루어진다. 다만 이 병원의 경우 진료실 앞의 대기가 주를 이루므로 모델에서도 1, 2차 진료를 위한 대기 시간의 합을 각 환자의 대기시간으로 하였다. 예약환자가 우선이며 예약환자와 비예약환자 그룹에서는 도착순서로 서비스가 이루어진다.

시뮬레이션의 입력 자료는 K 병원의 2010년 10월에 방문한 환자들의 전산자료와 인터뷰 및 관찰 결과를 정리하여 사용하였다. 이 데이터 분석 결과 모델에 활용한 데이터는 환자의 도착률, 환자의 의료진 할당비율, 의료진의 진료 소요시간, 환자의 검사비용 등이다.

환자의 도착프로세스는 non-stationary 프로세스로 Arena의 입력분석기를 이용하여 시간대별 도착시간 데이터를 분석하여 얻어진 분포를 이용하였다. 여기서 도착시간 데이터는 실제 데이터를 이용할 수도 있겠으나 예약제를 도입한 시스템의 분석시 도착 사건 처리의 용이성을 고려하여 입력분석기에서 추천하는 분포를 이용하였다. 시간대별 도착시간 간격(초)의 분포는 Table 1에서 보여주고 있다. 환자 1인당 평균 진료시간은 약 5분 정도이며 대부분의 환자들은 5분 이내의 시간이 소요되고 극히 일부 환자들의 경우 상대적으로 긴 진료시간이 소요되는 특성을 잘 반영하는 지수분포를 가정하여 사용하였고, 검사

시간은 검사 종류별로 어느 정도 균일한 시간이 소요되는 특성을 고려하여 일양분포를 가정하여 사용하였다.

환자의 진료 프로세스 중 의사 진료와 검사를 거쳐 바로 수납하고 빠져나가는 경우는 극히 드문 경우로 모델에서는 제외하였다. 데이터 분석 결과로부터 얻은 프로세스별 비율은 Fig. 1에 있는 진료 프로세스 흐름도의 ①번이 32%, ②번이 10%, ③번이 48%, 그리고 ④번이 10%로 이를 모델에 반영하였다.

본 논문에서 제안한 예약 규칙들은 시뮬레이션 모델에서 대안이 된다. 각 규칙별로 할당된 예약자 수에 따라 세 가지 수준을 고려한다. Table 2에서 각 예약 규칙과 할당 수준에 따라 시간대별로 최대 예약자 수를 보여 주고 있다. 즉, 이 수는 60분 슬롯인 경우 시간대별로 최대를 받을 수 있는 예약자 수를 나타낸다. 30분 슬롯인 경우는 이의 절반 정도를 기준으로 하면 된다. 1986년에 발표된 박영수<sup>[1]</sup>는 종합병원의 외래환자 예약부도율이 약 7%라고 보고하였으나, 예약에 대한 인식이 어느 정도 개선되었을 것을 고려하여 본 논문에서는 시간대별로 최대 예약자의 95%가 확률적으로 내원하는 것으로 처리하였다. 즉, 각 규칙과 할당 수준에서 할당된 전체 예약자의 약95%와 비

Table 1. Distribution of interarrival time.

	Distribution
09:00~10:00	-0.001+Logn(117,403)
10:00~11:00	15+Expo(71)
11:00~12:00	2+Weib(97,0.822)
13:00~14:00	2+Expo(177)
14:00~15:00	2+Weib(74.3,1.02)
15:00~16:00	6+Weib(74.3,1.02)
16:00~17:00	3+Weib(98.4,0.948)
17:00~18:00	2+Weib(82.1,1.04)

Table 2. The number of maximum appointed patients for each appointment level and rule

Rule Level	Constant			Convex			Zigzag		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
09:00	10	15	20	0	5	10	5	10	15
10:00	10	15	20	5	10	15	15	20	25
11:00	10	15	20	10	15	20	5	10	15
13:00	10	15	20	15	20	25	15	20	25
14:00	10	15	20	20	25	30	5	10	15
15:00	10	15	20	15	20	25	15	20	25
16:00	10	15	20	10	15	20	5	10	15
17:00	10	15	20	5	10	15	15	20	25
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0

예약 환자가 내원하는 전체 환자가 된다.

예약제를 도입한 시스템의 시뮬레이션 모델에서 대두 되는 문제는 비예약 환자 도착률이 감소하는 정도를 예측 할 수 없다는 점이다. 예약제를 도입함으로써 환자가 추가로 증가할 수도 있으나 기존의 일평균 환자 수가 유지 된다고 가정하였다. 즉, 예약 슬롯에 할당된 예약 환자 수에 해당하는 만큼 감소한 환자가 비예약 환자로 내원한다고 가정하였다. 규칙별로 3가지 수준으로 할당할 예약 가능 환자 수에 해당하는 만큼 비예약 환자 도착률을 감소 시킴으로써 모델에 반영하였다. 즉, 기존 시스템의 도착 분포에 의해 도착하는 환자들의 30%(할당 수준 1), 40%(할당 수준 2), 50%(할당 수준 3)를 확률적으로 제외시키고 나머지가 비예약환자로 시스템에 들어오는 것으로 하였다.

## 5. 결과분석

### 5.1 예약 규칙에 따른 대기시간 비교

예약시스템을 도입하지 않은 기존시스템에서 환자들의 진료 대기시간은 약 32분이었으나 Table 3에서 요약하고 있듯이 예약시스템을 도입한 이후 비예약 환자들의 평균 대기시간은 이보다 크게 나타나고 있다. 세 가지 규칙 모두 예약자 할당 수준이 높을수록 비예약 환자와 예약 환자 모두 대기시간이 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 예약 슬롯의 시간 간격이 60분일 때보다 30분인 경우 예약 환자와 비예약 환자 모두 평균 대기시간이 적게 나타나고 있다. 세 가지 규칙 중에서는 일정 패턴 규칙의 대기시간이 대체적으로 가장 짧게 나타났다.

예약시스템 도입 전보다 도입 후에 비예약 환자들의 대기시간이 증가한 것은 예약 환자들을 우선적으로 처리 하기 때문에 나타나는 당연한 현상으로 보인다. 기존 시

스템의 평균 대기시간으로부터 비예약 환자의 평균 대기 시간의 증가폭에 비해 예약 환자의 평균 대기시간의 감소 폭이 크다는 점을 감안하면 전체 환자들의 평균 대기시간 역시 감소되었다고 볼 수 있다. 따라서 예약시스템을 도입함으로써 환자들의 긴 대기시간에 대한 불만을 일부 해결할 수 있을 것이다.

Fig. 5에서 예약 슬롯의 길이를 60분으로 하여 비예약 환자(Walkin)와 예약 환자(Appointment)의 시간대별 평균 대기시간의 변화 추이를 보여주고 있다. 비예약 환자의 경우에는 예약 규칙간에 시간대별 대기시간의 변화 추이에 큰 차이를 보여주고 있지 않음을 알 수 있다. 다만 일정 패턴 규칙과 지그재그 패턴 규칙의 경우 비예약 환자의 도착률이 낮은 오전 시간 후반부에서 점심 시간대까지 줄어드는 추세를 보이다가 오후에는 마감시간 전까지 증가하는 추세를 보여주고 있다. 이는 우선순위가 낮은 비예약 환자의 누적 현상으로 인한 것이라 해석할 수 있다. 블록 패턴 규칙의 경우 예약자 할당 패턴이 그대로 나타나는 것을 볼 수 있다. 블록 패턴의 특성에 따라 비예약 환자의 대기시간이 증가하는 추세를 보이다 진료 마감시간으로 갈수록 대기시간이 작아지는 현상을 보인다.

예약 환자의 경우 세 가지 규칙 모두 예약자 할당 수준이 높아질수록 누적 현상이 뚜렷해짐을 알 수 있다. 블록 패턴과 지그재그 패턴 규칙의 경우 패턴의 특성이 추세에 잘 나타나고 있다. 일정 패턴 규칙의 경우 예약 환자가 높은 우선순위를 갖지만 비선점(Nonpreemptive) 방식이기 때문에 비예약 환자의 도착률이 높은 구간에서는 대기시간이 영향을 받는 것으로 보인다.

Table 3. Average waiting time for each patient type

slot(m)	Walkin		Appointment	
	60	30	60	30
Con1	47.83	31.47	8.57	7.20
Con2	51.64	38.50	9.76	8.08
Con3	60.21	47.56	14.29	9.39
Cvx1	52.68	42.14	9.47	7.81
Cvx2	59.50	48.83	12.08	9.66
Cvx3	70.67	58.12	16.06	12.64
Zig1	50.69	40.23	8.32	6.76
Zig2	53.52	48.66	11.28	8.13
Zig3	64.56	47.35	12.37	9.93

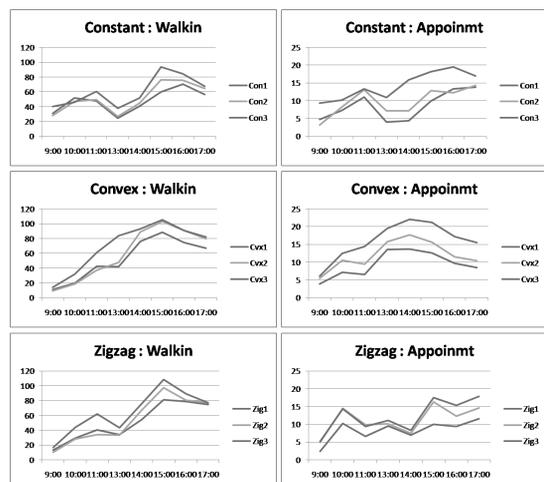


Fig. 5. Variation of average waiting time(60min slot)

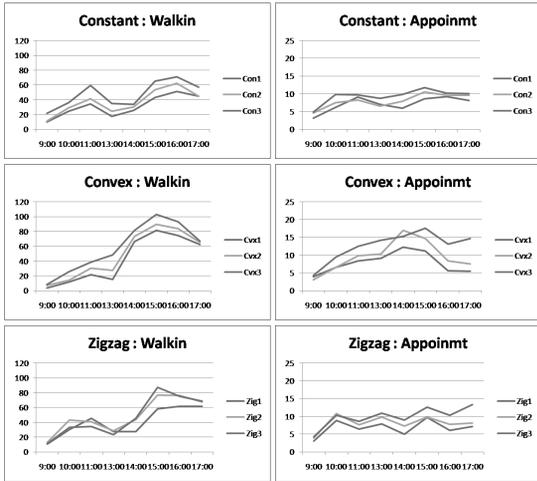


Fig. 6. Variation of average waiting time(30min slot)

Fig. 6에서 볼 수 있듯이 예약 슬롯의 시간 간격을 30분으로 하였을 경우에도 세 규칙 모두 시간대별 평균 대기시간의 변화 추이는 60분 슬롯인 경우와 비슷한 해석이 가능하다. 다만 예약 슬롯의 시간 간격이 60분인 경우보다 30분인 경우에 전체적으로 평균 대기시간이 짧게 나타났다. 슬롯 길이가 60분인 경우 30분일 때보다 두 배의 예약자가 할당되고 예약자가 각 시간대의 초반부에 몰릴 수 있는 현상을 반영한다고 볼 수 있다. 각 규칙의 예약자 할당 수준에 따른 추세의 차이도 줄어들 것으로 보인다. 특히 예약환자의 경우, 일정 패턴 규칙에서는 평균대기시간의 시간대별 변화가 60분 슬롯에 비하여 적게 나타나고 있다. 즉, 이 경우 세 규칙 모두 시간대별 변화 추이에 패턴의 특성이 그대로 반영되고 있다고 볼 수 있다.

5.2 대기시간에 대한 분산분석

세 규칙 모두 예약자 할당 수준을 1로 했을 때 예약 환자와 비예약자 환자의 평균 대기시간이 짧게 나타남으로 할당 수준 1에 대하여 분산 분석을 실시하였다. 예약 슬롯의 길이를 2 수준(30분, 60분)의 A인자, 예약 규칙을 3 수준의 B인자로 하여 두 가지 요인을 갖는 2원배치 분산 분석을 실시한 결과를 Table 4에서 보여주고 있다.

비예약자의 경우 예약 슬롯과 예약 규칙 모두 유의한 차이를 보여주고 있으며, 예약 환자의 경우에는 예약 슬롯의 길이만 유의하게 나타났다. 즉, 예약 슬롯의 길이가 60분일 경우 예약 환자들이 각 시간대의 초반부에 도착함으로써 동일한 우선순위를 갖는 예약 환자들로 인해서 대기시간이 증가하는 현상을 반영한다.

Table 4. ANOVA analysis for waiting time

	Source	DF	SS	MS	F	P
Walkin	Slot	1	4649.000	4648.950	94.51	0.000
	Rule	2	1303.600	94.510		0.000
	Error	116	5706.100			
	Total	119	11658.600			
Appoint-ment	Slot	1	69.967	69.967	10.22	0.002
	Rule	2	25.331	12.665	1.85	0.162
	Error	116	794.172	6.846		
	Total	119	889.470			

Table 5. Confidence interval for mean waiting time

		N	Mean	StDev	SE	Individual95%CIs forMean	
						Lower	Upper
Walkin	Con	20	31.474	5.028	1.1245	29.120	33.828
	Cvx	20	42.142	7.819	1.7484	38.482	45.802
	Zig	20	40.230	4.705	1.0521	38.028	42.432
Appoint-ment	Con	20	7.201	2.561	0.5727	6.002	8.399
	Cvx	20	7.811	2.382	0.5326	6.696	8.925
	Zig	20	6.762	1.811	0.4050	5.914	7.610

Table 5에서는 비예약 환자와 예약 환자 모두 평균대기시간이 짧게 나타나는 30분 슬롯에 대하여 각 규칙의 평균 대기시간에 대한 95%신뢰구간을 보여주고 있다. 비예약환자의 경우 일정 패턴 규칙일 때 평균 대기시간이 약 31분으로 나머지 두 규칙에 비하여 낮게 나타나고 있으며 95%신뢰구간에서 볼 수 있듯이 나머지 두 규칙의 신뢰구간과 겹치지 않음으로써 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. 예약 환자의 경우 지그재그 패턴 규칙이 약 6.8분으로 가장 낮게 나타났으나 나머지 두 규칙의 신뢰구간과 겹치게 나타남으로써 다른 규칙과 유의한 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 나타났다. 이는 앞의 분산분석 결과와 일치한다.

이상의 분석을 종합하면 예약 슬롯의 길이는 60분보다 30분으로 하는 것이 예약 환자, 비예약 환자 모두에게 좋다는 것을 알 수 있다. 각 규칙의 시간대별 예약자 할당 수준은 주어진 세 가지 수준 중 가장 낮은 1 수준이 예약 환자, 비예약 환자 모두에게 유리하다는 것을 알 수 있다. 그러나, 부분 예약제가 도입되고 예약자들이 짧은 대기료를 받는 상황이 이어지면 비예약 환자들도 예약하는 방향으로 이동할 가능성이 있다. 따라서 초기에는 낮은 수준에서 부분 예약제를 도입하여 운영하고 시간이 흐름에 따라 환자들의 행태 변화를 고려하여 예약자의 비율이 높은 수준으로 변경해가는 것이 바람직할 것이다.

## 6. 결 론

본 논문은 예약제를 도입하였을 경우 예약 환자와 비예약 환자가 공존하는 일반 소형 병원에서 적용할 수 있는 세 가지 예약 규칙을 제안하고 시뮬레이션 실험을 통하여 비교 분석하였다. 기존의 의료 서비스 시스템에서의 예약 규칙과 관련된 논문들이 완전 예약제를 대상으로 하고 있었는데 반해 본 논문은 비예약자가 공존하는 상황에 대한 분석이라는데 의의를 둘 수 있다. 예상했던 대로 예약제를 도입함으로써 비예약 환자의 대기시간은 약간 증가하였으나 예약환자의 경우 대기시간은 크게 감소하여 전체적인 대기시간이 감소하는 것으로 확인되었다. 다만 예상했던 것과는 달리 일정 패턴 규칙이 가장 좋게 나타난 점은 의외였다.

예약제 도입으로 인해 한적한 시간대로 환자가 분산되는 효과 등을 실험에 반영하기 힘들었던 점과 예약제 도입 이후에 비예약 환자의 도착 프로세스의 변화를 예상할 수 없어 예약자의 수에 준하는 정도로 도착률을 감소시켜 비예약 환자가 도착하는 것으로 가정한 점 등은 본 논문의 한계라 볼 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. 박영수(1986), “종합병원의 외래환자의 대기행렬 및 예약제에 관한 연구”, 대한병원협회지, Vol.15, No. 5, pp.4-19
2. Lee, J.K., Kim, M.K., and Ha, B.H.(2011), “Evaluation of appointment policy and scheduling rule for a dental clinic based on computer simulation”, *Korean Journal of Hospital Management*, Vol. 16, No. 4, pp.161-182.
3. Lee, H.J. and Chang, H.J.(2003), “Quantitative evaluation of appointment system for outpatients in dental clinic”, *Korean Journal of Hospital Management*, Vol. 8, No. 2, pp. 49-69.
4. Bailey, N.T.(1952), “A study of queues and appointment systems in hospital outpatient departments”, *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 14, No. 2, pp.185-199.
5. Blanco White, M.J. and Pike, M.C.(1964), “Appointment systems in outpatients' clinics and the effect on patients' unpunctuality”, *Medical Care*, Vol. 2, No. 3, pp. 133-145.
6. Cayirli, T. and Veral, E.(2003), “Outpatient Scheduling in Health Care : A Review of Literature”, *Production and Operations Management*, Vol. 12, No. 4, pp. 519-549.
7. Cayirli, T., Veral, E. and Rosen, H. (2006), “Designing appointment scheduling systems for ambulatory care services”, *Health Care Management Sci.*, Vol. 9, No. 1, pp. 47-58.
8. Ho, C.J. and Lau, H.S.(1992), “Minimizing total cost in scheduling outpatient appointments”, *Management Science*, Vol. 38, No. 12, pp. 1750-1764.
9. Jansson, B.(1966), “Choosing a good appointment system-a study of queues of the type(D,M,I)”, *Operations Research*, Vol. 14, No. 2, pp. 292-312.
10. Klassen KJ, and Yoogalingam, R.(2009), “Improving performance in outpatient appointment services with a simulation optimization approach”, *Production and Operations Management Society*, Vol. 18, No. 4, pp. 447-458.
11. Rohleder, T. and Klassen, K.J.(2000), “Using client-variance information to improve dynamic appointment scheduling performance”, *Omega*, Vol. 28, No. 3, pp. 293-302.
12. Vanden Bosch, P.M. and Dietz, D.C.(1999), “Minimizing expected waiting in a medical appointment system”, *IIE Transactions*, Vol. 32, No. 9, pp. 841-848.
13. Villegas, E.L.(1967), “Outpatient Appointment System Saves Time for Patients and Doctors”, *Hospitals*, Vol. 41, No. 8, pp. 52-57.
14. Wang, P.P.(1997), “Optimally scheduling N customer arrival times for a single-server system”, *Computers and Operations Research*, Vol. 24, No. 8, pp. 703-716.



**라 순 영** (ceola@naver.com)

2009 전북대학교 산업정보시스템공학과 학사  
2011 전북대학교 산업시스템공학과 석사  
2011~현재 재단법인 지역미래산업진흥원 연구원

관심분야 : 서비스공학, 의사결정, 컴퓨터시뮬레이션



**정 병 호** (jeong@jbnu.ac.kr)

1983 한양대학교 산업공학과 학사  
1985 한국과학기술원 산업공학과 석사  
1989 한국과학기술원 산업공학과 박사  
1990~현재 전북대학교 산업공학과 교수

관심분야 : 다요소의사결정, DEA, 서비스공학, 컴퓨터시뮬레이션



**유 태 우** (ytaiwoo@daum.net)

2005 전북대학교 산업정보시스템공학과 학사  
2007 전북대학교 산업시스템공학 석사  
2008~현재 전북대학교 산업시스템공학과 박사과정  
2012~현재 케이엘이에스(주) 근무

관심분야 : DEA, 컴퓨터시뮬레이션, SCM