Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 9, pp. 193-202, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.193

주차장 입·출차 데이터 기반 종합병원 주차특성 및 주차수요 분석-A병원 사례를 중심으로

조경미[1*], 조유영[2]
[1]동서대학교 소프트웨어융합대학 교수, [2]동서대학교 소프트웨어융합대학 전임연구원

Analysis on parking characteristics & demand of general hospitals based on parking data-A hospital case

Gyeong-Mi Cho[1*], You-Young Cho[2]
[1]Professor, College of Software Convergence, Dongseo University
[2]Researcher, College of Software Convergence, Dongseo University

요 약 종합병원의 주차문제는 내원객이나 방문객들의 불편함이나 민원을 넘어 병원인근지역의 교통문제 및 환경문제를 발생시키는 사회문제가 되고 있다. 본 논문에서는 A종합병원(A병원)의 사례를 중심으로 주차장 입·출차 데이터를 이용하여 주차특성지수를 더욱 정확하게 분석할 수 있는 모델을 제안하고 이를 이용하여 주요지표들을 분석한다. 병원의 특성을 고려하여 새로운 주차지표를 정의하고 분석하였으며 주차수요를 추정할 수 있는 모델을 제안하고 이를 이용하여 분석한다. 본 연구결과를 이용하여 물리적인 주차장시설의 확장보다는 주차데이터에 기반한 체계적이고 유연한 주차장 관리를 통해서 내원객과 방문객들에게 더욱 편리한 주차서비스를 제공할 수 있고 데이터 기반의 주차정책과 규정을 수립하여 병원주차장 운영의 효율성을 향상할 수 있으며 A병원과 규모가 비슷한 병원의 주차정책과 주차수요 산출과 향후 스마트 주차시스템 개발에도 주요한 기초자료로 활용될 수 있다고 사료된다.

주제어 : 누적주차법, 주차장 입·출차 데이터, 평균주차시간, 주차회전율, 첨두시간대, 주차지수

Abstract The aim of this paper is to analyze parking characteristics and demand of A general hospital(A hospital) based on data on entries·exits in parking lot and to improve parking service to patients and visitors without building new parking spaces. To improve the quality of parking service we analyze average parking duration, parking turnover, peak hour, parking index and parking demand of A hospital. Using the results of this research we can improve parking regulations and operate a parking lot smartly. Other hospitals of similar size of A hospital can also refer to these results to improve parking service and build a smart parking system.

Key Words : Cumulative parking demand model, Data on entries·exits in parking lot, Average parking duration, Parking turnover, Peak time, Parking index

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2017R1E1A1A03070486) and by 2020 Academic Research Fund of Dongseo University.
*Corresponding Author : Gyeong-Mi Cho(gcho@dongseo.ac.kr)
Received March 31, 2020 Revised July 29, 2020
Accepted September 20, 2020 Published September 28, 2020

1. 서론

최근 환자들이 가지고 있는 의료에 대한 기대와 이에 따른 의료수요의 변화가 양적인 의료에서 질적인 의료로 바뀌고 있으며 편의시설 서비스도 고객 만족에 영향을 미치고 있다. 특히 편의시설 항목 중 주차시설은 부족한 주차공간과 높은 주차료 등의 문제로 낮은 수준의 고객 만족도를 나타내고 있다[1,2]. 대학병원 단위에서의 진료 시 불만요인으로 오랜 대기시간과 복잡한 수속 다음으로 주차문제가 제기되었다[3]. 따라서 병원에서도 양적인 의료서비스에서 질적인 의료서비스에 대한 관심을 가지고 환자 중심의 경영전략을 세워서 실천을 하고 있으나 여전히 주차문제는 심각하며 국내외적으로 이를 해결하기 위한 연구들이 이루어지고 있다[4-14].

2018년 기준으로 통계청 자료[15]에 의하면 국내 자동차 등록대수는 2,320만대로서 인구 2.23명당 1대로 병원을 방문할 때 이동수단으로 자가용을 선호하고 있으며 자가용을 이용하여 병원을 방문하는 수도 증가하고 있어 병원진료 시에도 주차문제로 인하여 진료의 만족도를 저하시킬 뿐만 아니라 병원의 선택에도 영향을 미치고 있다. 종합병원 및 대학병원에 대한 환자들의 선호 현상도 점차 증대되고 있어 주차문제는 심각해 지고 있어 주차문제 해결이 시급하다[3].

주차시설 공급과 불법 주정차 단속, 주차수요관리 정책의 확대 시행이 어려운 시점에서 주차문제 해결을 위해서는 이미 설치된 주차공간의 효율적 활용이 절실하게 요구되는 상황으로 이는 주차시설 공급에서 수요관리로의 정책 패러다임의 변화가 필요하다고 하였다[6,11,14, 16-19].

현재까지 국내 대학병원이나 종합병원의 주차특성 파악에 관한 연구가 미비하여 대학병원 주차장 정책수립에 대한 근거자료가 부족하고 주차장의 효율적인 운영방안에 대한 분석이 이루어지지 않아서 A병원의 경우 주차장 서비스에 대한 민원 및 주차운영에 대한 손실이 매년 발생하고 있다. 특히 A병원의 경우 주차피크시간대 근처에서 출근시간과 겹쳐 있어 병원 인근 지역민들로 부터 교통체증 등의 민원이 끊이질 않고 있으며 이러한 문제들은 개인 차원의 불편함은 물론 시간의 낭비와 공해와 같은 사회적 문제를 야기하고 있다.

본 연구에서는 A병원 사례를 중심으로 주차장 입·출차 데이터를 기반으로 주차주요지표인 주차대수, 평균주차시간, 주차회전율, 주차이용효율, 첨두시간 뿐만 아니라 병원의 주차특성을 파악할 수 있는 월별 주차량, 월별 무료 주차량, 월별 무료 장기주차량, 요일별 주차량, 당일 평균주차시간, 장기평균주차시간, 요일별 주차량 등의 주차지표를 분석하였다. 이 연구의 결과를 이용하여 주차데이터 기반의 주차정책을 정립하고 유연하게 주차서비스를 제공함으로서 방문객들에게 주차서비스를 향상시키고 효율적으로 주차관리를 할 수 있다.

기존의 연구들[9,12]은 주차특성지수를 분석할 때 실제 주차시간의 근사값인 주차부하를 이용하여 분석하였으나 본 연구에서는 더욱 정확한 총주차시간을 정의하고 이를 이용하여 분석한다. 따라서 본 연구는 병원의 실제 주차현황과 가장 근사한 주차특성지수를 제공하고 종합병원의 특성을 반영하여 주차수요를 추정할 수 있는 누적주차수요모델을 제안하고 이를 이용하여 주차수요예측을 한다.

2. 관련 연구

Kwon et al.(2011)은 주차시설이 병원 내 고객만족도에 큰 영향을 미치는 것을 고려하여 6개의 수도권 대학병원을 대상으로 법정 주차대수를 기준으로 주차장 실태조사 및 적정 주차대수 산정을 위한 개선방안을 제시하였다[1]. Liang et al.(2013)은 Huaxi Hospital (West China Hospital of Sichunan University)의 주차문제에 대해서 GRA(Grey Relevance Analysis)모델을 이용하여 주차문제를 유발하는 요소를 분석하였다[4]. Chen et al.(2017)은 병원의 주차문제를 해결하기 위해서 의료진, 외래환자, 응급환자, 방문객에 대해서 다중 로지스틱 회귀분석 모델을 이용하여 4그룹의 주차패턴을 분석하고 공유주차장 활성화를 제안하였다[5]. Feng(2011)은 중형 규모의 병원 주차장 이용패턴을 분석하고 주차문제 해결을 위해서 공유주차장 활성화 방안을 제안하였다[6]. Moores et al.(1988)은 영국의 지역병원의 주차문제 해소를 위해서 내원객 및 방문객들과 병원직원들의 주차수요를 조사하고 합당한 주차요금 징수방법을 제안하였다[7]. Pae et al.(1997)은 중소도시 대학병원이나 종합병원에 대한 주차장의 이용실태를 파악하기 위해서 전주시내 종합병원 3곳을 대상으로 차량의 입·출차 조사를 이용하여 한시간 간격으로 주차대수를 분석하였다[10].

Lee et al.(2014)은 CCTV를 통한 차량번호판 조사를 통해서 주차시설 이용현황조사를 수행하고 평균주차시간과 주차회전율을 구하였다[9]. Subramani et al.(2012)

은 인도에서 5번째로 큰 도시의 심각한 주차문제 해결을 위해서 주차현황을 파악하는 연구를 진행하고 이를 해결하기 위한 방안으로 강력한 주차규정을 제안하였다[12]. Lee et al.(2014)과 Subramani et al.(2012)은 평균주차시간을 계산하기 위하여 실제주차시간의 근사값으로 주차부하를 이용하여 계산하였다[9,12]. Kim et al.(2004)은 대구광역시의 주차특성 분석을 위해서 도심의 3개의 주차장을 선정하고 1일 오전 10시부터 오후 7시까지 조사원이 직접 조사하는 방법으로 3개 주차장의 주차특성을 비교 분석하였다[13].

본 논문에서는 총주차시간을 정의하고 이를 이용하여 평균주차시간과 주차지수를 계산함으로서 기존의 연구방법 보다 더욱 정확하게 주차이용현황을 파악하였다. A병원의 경우 주차장의 전산화로 주차데이터가 존재하고 단일 및 복합 용도 시설에 대한 신뢰성이 높고, 시간대별 주차수요변화 예측이 가능한 누적주차수요예측 모델을 제안하고 이를 이용하여 주차수요를 분석한다. 최대주차가 예상되는 시간대가 주차첨두시간이며 이때의 주차대수를 주차수요로 추계하는 방법이다. 이 연구 결과를 이용하면 실시간으로 시스템적으로 주차관리를 할 수 있다.

3. 연구내용

3.1 연구대상 및 현황

본 연구의 대상인 A병원은 국립대병원으로서 연면적 161,028.92m^2 이고 2018년 기준 외래환자 954,160명과 입원환자 395,502명으로서 총 1,349,662명의 환자가 방문하였으며, 2017년도 대비 14,396명의 환자가 증가 하였다. A병원은 1,351개의 병상을 운용하고 있으며, 5개의 독립된 주차장을 자주식 또는 기계식을 혼합하여 주차면수 841면을 운영하고 있고 그 중에서 교직원들이 120면을 이용하고 있다.

대중교통 서비스가 부족할수록 자가용 이용률이 증가하는 경향을 감안하면 A병원은 지하철역에서 도보로 1분 이내로 소요되고 병원 앞에서 하차하는 버스노선이 10여개가 있으므로 대중교통 접근성이 매우 우수하다.

A병원의 경우 5개의 독립된 주차장 P_i, $1 \le i \le 5$, 을 운영하고 있으며 각 주차장의 주차면수, 주차운영시간, 주차요금정산 인원수, 주차유도 인원수와 주차형태는 Table 1과 같다. 여기서 P_4주차장 120면을 병원 직원용으로 사용하고 있다.

Table 1. Parking operating status of A hospital

Parking lots	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
# of parking spaces	21	243	260	174	143
Operating time	24hrs				
# of cashiers	3	3	3	2	3
# of parking guidance agent	1	4	7	4	6
Types of parking	Self-serve	Self-serve	Self-serve	Auto-mated	Self-serve

* Abbreviation: Hours(hrs)

Table 2는 A병원의 주차요금 규정을 나타낸다.

Table 2. Parking fee of A hospital

Classification	Parking fee
Visitors	1,000won for first 30mins, 300won/10mins thereafter
Outpatient/Diagnostic clinic	Free for 4hrs
Inpatient/Discharge patient	Free for hospitalization/discharge date
Artificial kidney clinic, comprehensive health checkup	Free for 4hrs
More than 2 diagnosis	Free for 8hrs
Public utility vehicle	Free for 2hrs
Delivery vehicle	Free for 1hr
Conference/Seminar attendant	Free
Maximum parking fee/day	25,000won
Regular parking ticket	50,000won/7days, 90,000won/15days, 130,000won/30days

* Abbreviation: Minutes(mins)

Table 3은 최근 3년(2017년~2019년) 동안의 월평균 외래환자수, 입원환자수, 총환자수와 주차량을 나타낸다.

Table 3. Monthly patient count and parking capacity

Year	2017	2018	2019
# of outpatients/mth	78,388	79,513	81,408
# of inpatients/mth	33,661	32,959	31,067
# of total patients/mth	112,049	112,472	112,475
# of vehicles/mth	57,850	57,515	57,020

* Abbreviation: Month(mth)

3.2 연구방법

A병원에서 29개월(2017년 3월~2019년 7월)의 월별로 정리된 주차데이터를 수집하였다. 2017년 3월부터 12월까지 10개월간의 A병원의 주차량은 578,501대, 2018년 12개월간의 주차량은 690,177대, 2019년 1월부터 7월까지 7개월간의 주차량은 399,143대로서 총 1,667,821대의 데이터를 이용하여 A병원의 주차특성을 파악하였다. 여기서 직원들의 주차대수는 주차량에서 제외하였음.(직원차량 120대/일 * 30일 * 29개월 =104,400대) 각 주차데이터는 차량의 입차시간과 출차시간, 요금정보, 분류코드정보(정기차량, 카드결제차량, 현금결제차량 등)을 포함하고 있었다. 병원의 주차특성을 분석하기 위해서 요일정보를 주차데이터에 추가하였다.

병원의 특성상 응급환자, 입원환자, 정기차량권 이용자의 경우 장기주차가 가능함으로 장기주차차량인 경우 기준월을 중심으로 이전 월에 입차해서 출차하지 않은 차량의 경우 기준월 1일 0시에 입차한 것으로 가정하였고 출차의 경우도 기준월 이후에 출차한 경우는 기준월 말일 24시에 출차한 것으로 가정 하였다. MS엑셀 프로그램을 사용하여 월별, 주차장별, 요일별 주차대수와 평균주차시간(당일 및 장기), 주차회전율, 주차지수 등을 조사하였다. 주차수요분석을 위하여 누적주차법을 활용하여 분석하고 첨두시간대를 분석하였다.

3.3 주차특성지표

A병원의 주차특성을 파악하기 위해서 주차지수, 주차회전율, 평균주차시간 등의 주차주요지표와 더불어 새로운 주차지표를 정의하고 분석한다. Fig. 1은 주차특성지표를 산정하는 모델과 변수들 간의 관계도를 나타낸다. 변수들의 정의는 다음과 같다:

- x_1: 입·출차시간
- x_2: 주차면수(capacity of parking lot)
- x_3: 주차장 운영시간(operating time)
- x_4: 주차량(parking volume), 어느 일정시간 사이에 주차한 차량의 총 대수
- x_5: 주차대수(parking accumulation), 주차장에서 한 시점에 주차된 차량의 대수
- q_1: 총주차시간(total parking duration), 어느 일정시간 사이에 주차한 차량들의 주차시간의 합
- q_2: 주차부하(parking load), 관측주차대수×관측시간간격
- q_3: 주차용량(parking capacity), 주차장 공급대수, 주차면수×운영시간
- y_1: 주차지수(parking index), 주차공간의 혼잡정도를 나타내는 지표, 주차부하/주차용량
- y_2: 주차회전율(parking turnover), 어느 시간대 1면의 주차공간에 주차한 총 차량대수, 주차량/주차용량
- y_3: 평균주차시간(average parking duration), 주차부하/주차량
- 첨두시간(peak hour): 하루 중 주차량이 가장 높은 수치를 보이는 시간

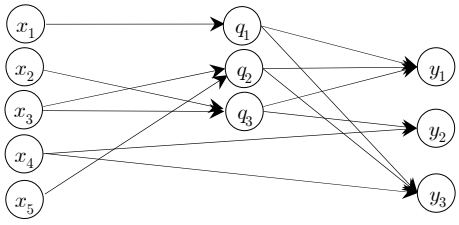

Fig. 1. Parking index relationship graph

기존의 연구[9,12]는 실제주차시간 대신에 주차부하를 이용하여 주차지수 및 평균주차시간을 계산하였으나, 병원의 경우 1일 주차량이 많고 관측시간 간격을 1시간으로 측정함으로 실제주차시간과의 오차가 주차량과 비례하여 점점 커지게 된다. 예를 들어 2대의 차량이 각각 9시 5분과 9시 10분에 입차하여 9시 55분과 10시 50분에 출차하였다고 가정하자. 이때 이 2대의 차량에 대한 주차부하는 1시간으로 산정되나 실제 주차시간은 2시간 30분으로서 이 경우 누적 시간 오차는 1시간 30분이다. 따라서 본 논문에서는 총주차시간을 정의하고(이 경우 총주차시간은 2시간 30분임) 이를 이용하여 주차지표를 분석함으로써 더욱 정확하게 주차현황을 파악할 수 있다.

- 총주차시간 $T=\sum_{i\in N}(B(i)-A(i))$ 이다. 여기서

N: 어느 일정시간 사이에 입차한 차량들의 집합
$A(i)$: 차량 i의 입차시간, $i\in N$
$B(i)$: 차량 i의 출차시간, $i\in N$

- 당일평균주차시간: 주차시간이 24시간 미만인 주차차량들의 평균주차시간으로서 다음과 같다:

$$\frac{1}{n(N_1)}\sum_{i\in N_1}(B(i)-A(i))$$

여기서, $N_1=\{i\in N \mid B(i)-A(i) < 24\text{시간}\}$

•장기평균주차시간은 주차시간이 24시간 이상인 주차차량들의 평균주차시간으로서 다음과 같다:

$$\frac{1}{n(N_0)}\sum_{i\in N_0}(B(i)-A(i)),\ \ N_0=N-N_1$$

•평균주차시간은 당일 및 장기 주차차량들의 평균주차시간으로서 다음과 같다:

$$T/n(N)$$

3.4 제안한 주차수요추정법

주차수요를 추정하는 방법에는 과거추세 연장법, 주차발생 원단위법, P요소법, 누적주차대수법이 있다. 병원의 특성을 고려하여 본 연구에서는 누적주차대수법을 사용하여 누적주차수요대수를 다음과 같은 모형으로 분석하였다. A병원의 특성상 24시간 주차장을 운영함으로 1일 기준 한시간 간격으로 주차대수를 파악하였고, 0시~1시를 첫번째 시간대, t번째 시간대는 $(t-1)$시~t시 이고, 23시~24시를 24번째 시간대로 정의하였다.

•t 시간대 주차대수, $1 \le t \le 24$, 는 다음과 같다:

$$P(t)=P(0)+\sum_{i=1}^{t}I(i)-\sum_{i=1}^{t}O(i)$$

$P(0)$: 기준일 이전에 입차하고 기준일 0시 기준 출차하지 않은 차량수

$I(t)$: t 시간대 입차대수

$O(t)$: t 시간대 출차대수

•누적주차수요대수 $P=\max\{P(t)|1 \le t \le 24\}$ 이다.

4. 연구결과

4.1 월별 주차량

Fig. 2는 29개월(2017년 3월~2019년 7월)간의 A병원 5개의 주차장 입·출구를 통과한 자동차를 대상으로 월별 주차량과 월평균주차량을 나타낸다. 월별 주차량 산정시 교직원차량 120대/일은 제외하였고 4개의 누락된 데이터(2017년 4월 P_2주차장, 2017년 11월 P_5주차장, 2018년 2월 P_1주차장, 2019년 4월 P_4주차장)는 각 주차장별 주차량의 평균을 계산한 후 그 값을 대입하였다. 월평균주차량은 57,511대이고, 표준편차는 3,890대이며 월평균주차량 대비 동계방학인 1월(103.9%)과 하계방학인 7월(107.4%), 8월(109.9%) 에 주차량이 많음을 알 수 있다.

A병원의 경우 4실의 분향실을 운영하고 있는데 2019년 2월~6월까지 장례식장 리모델링으로 운영을 하지 않음으로 주차량의 감소가 있음을 알 수 있었으며, 2017년도 대비 월평균 2,543대 주차량의 감소가 있었고 2018년 대비 월평균 720대의 주차량이 감소되었다.

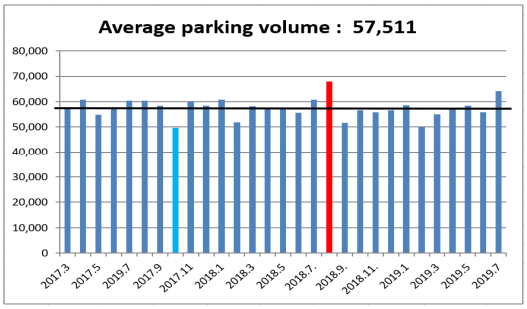

Fig. 2. Monthly parking volume

4.2 주차장별 주차특성 분석

A병원의 경우 Table 2에서와 같이 외래진료 및 검사에 대해서 4시간 무료주차, 입·퇴원환자에게는 입원과 퇴원일 각각 당일 무료주차와 7일, 15일, 30일 정기주차권을 운영하는 등의 주차규정을 준수하고 있어 장기주차(주차시간이 24시간 이상인 경우)가 가능하다.

Fig. 2에서와 같이 연도별로 유사한 패턴을 보임으로 Table 4에서는 최근 1년간 2018년 8월~2019년 7월의 주차데이터를 기반으로 주차장별 월평균 주차량, 월평균 무료주차량, 일평균 주차량, 당일 평균주차시간, 장기 평균주차시간, 평균주차시간, 주차회전율, 주차이용효율, 월별 1일 이상 장기주차량, 월별 1일 이상 무료장기주차량, 월별 2일 이상 장기주차량 등의 주차특성지표를 분석하였다.

A병원은 5개의 주차장을 독립적으로 운영하고 있는데 전체주차차량 중 월평균 62%가 무료주차이고 P_1주차장의 무료주차 비율은 84%로서 가장 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 당일 주차차량을 대상으로 주차평균시간은 2.58시간이고 24시간 이상 주차한 장기주차 차량의 주차평균시간은 62.6시간으로 나타났다. 5개의 주차장 중에서 회전율이 가장 좋은 주차장은 P_5주차장임을 알 수 있으며, 회전율이 가장 낮은 주차장은 P_3주차장인데 그 원인은 P_3주차장의 주차가능대수는 260대이나 그 중에서 135면이 기계식으로 운영되고 있어 내원객이나 방문객에게 이용상 불편사항이 있거나 고장으로 일부

기계식 주차장은 운영되지 않는 것으로 추정된다. 1일 이상 주차한 장기주차차량은 711대/월 이고, 그 중에서 무료주차는 521대/월 이며, 2일 이상 주차한 장기주차차량은 201대/월 임을 알 수 있다.

Table 4. Parking characteristics

Classification	Parking lots					
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	Total
# of parking spaces	21	243	260	60	143	727
# of vehicles /mth(a)	1,564	18,267	15,829	4,441	17,045	57,146
# of free vehicles /mth(b)	1,317	11,633	9,393	3,513	9,854	35,710
(b/a)*100%	84%	64%	59%	79%	58%	62%
# of vehicles/day	52	600	521	147	561	1,881
Parking duration of parking vehicle within 24hrs	2.46	2.78	3.01	2.04	2.59	2.58
Long-term Average parking duration	90.1	59.81	54.99	48.26	59.86	62.6
Average parking duration	3.89	3.48	3.68	2.23	3.39	3.33
Parking turnover	0.10	0.10	0.08	0.10	0.17	0.11
Parking efficiency	40%	36%	31%	22%	55%	37%
Long-term vehicle /mth	25	225	205	19	237	711
Free long-term vehicle /mth	22	177	140	12	170	521
Long-term vehicle more than 2days /mth	14	70	49	3	65	201

Table 4에서 P_4주차장의 경우 주차면수는 174면이나 직원이 약 114면을 사용하고 있음으로 일반인 주차가능대수를 60면으로 산정하였다.

4.3 요일별 주차장 이용현황 분석

Table 5는 최근 1년(2018년 8월~2019년 7월)간의 주차데이터를 기반으로 요일별 주차장별 주차량을 나타낸다. 주중의 주차량은 일평균 2,226대이고 주중 일평균 주차량 대비 금요일은 95%, 토요일은 46%, 일요일은 44%이다. 주중과 주말의 주차량 차이는 외래환자, 공무용 출입차량, 납품출입차량, 학회 및 세미나 참석자 등의 차이에 의해서 나타난 결과라고 추정된다.

Table 5. Daily parking status

Parking volume	Parking lots					
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	Total
Mon	72	730	628	209	601	2,240
Tue	66	723	611	195	616	2,211
Wed	68	750	619	204	618	2,259
Thur	72	793	621	198	627	2,311
Fri	63	723	533	151	619	2,109
Sat	14	244	315	32	422	1,027
Sun	16	247	285	35	394	977
Toltal	371	4,210	3,632	1,024	3,897	13,134

* Unit: Vehicles(Vehs)

4.4 주중 및 주말 주차지수

주중과 주말의 주차량을 비교하고 모든 주차장을 매일 24시간 운영의 필요성을 파악하기 위해서 Table 6에서는 2주간(2019년 6월 10일(월)~6월 23일(일))의 주중 주차장별 시간대별 평균주차지수를 분석하였다. P_5주차장은 9시-11시, 13시-15시에 100% 이상의 주차지수를 보이고 있다. 이것으로부터 P_5주차장에서 불법주차나 주차공간을 찾기 위해서 배회하는 차량이 있음을 알 수 있다. 주차장별로 60% 이상의 주차지수를 보이는 시간대는 약간씩 차이는 있으나 10시-15시에는 공통적으로 주차량이 많음을 알 수 있다. P_3주차장의 경우 피크시간에도 67%의 주차지수를 보이는 것은 기계식으로 운영되는 일부 주차면은 이용이 되지 않는 것으로 추정된다. P_4주차장의 경우 주차지수가 104%인 것은 직원용으로 할당된 주차면을 직원이 사용하지 않는 경우 일반인이 사용할 수 있기 때문인 것으로 사료된다. P_1과 P_2주차장의 경우 피크시간대 평균주차지수가 각각 83%와 91%인 것은 장기주차차량으로 인해 주차가 원활하지 않음을 알 수 있다.

Table 6. Weekdays average parking index

Parking index	Parking lots				
Time period	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
0-1	15	16	15	2	25
1-2	15	15	15	2	24
2-3	15	15	14	2	24
3-4	15	15	14	2	25
4-5	15	15	14	2	25
5-6	15	15	14	2	25
6-7	17	17	18	4	32
7-8	26	27	27	11	58
8-9	66	51	40	42	91
9-10	73	86	59	90	103
10-11	70	89	67	104	102
11-12	65	78	60	80	92
12-13	75	77	52	64	95
13-14	83	91	63	90	102
14-15	77	87	64	95	101
15-16	67	78	57	61	91
16-17	37	54	39	27	67
17-18	21	36	29	15	52
18-19	14	30	28	9	55
19-20	15	27	27	7	53
20-21	14	23	22	5	43
21-22	15	20	20	3	34
22-23	16	17	16	2	29
23-24	17	16	15	2	27

* Unit: %

Table 7은 2주간(2019년 6월 10일(월)~2019년 6월 23일(일))의 주차데이터를 기반으로 주말의 주차지수 중 가장 높은 주차지수를 나타낸다. 주차장별로 동일한 시간대는 아니지만 주차가능대수 대비 P_5 주차장을 제외하고 피크 시간대에도 50% 미만의 주차지수를 보임을 알 수 있다. 결과적으로 주말에는 가능한 주차면수의 50% 미만으로 사용되고 있음을 알 수 있다.

Table 7. The highest weekend parking index

Parking lots	6.15 (Sat)	6.16 (Sun)	6.22 (Sat)	6.23 (Sun)	Average parking index
P_1	43	19	33	33	32
P_2	38	44	38	51	43
P_3	37	36	38	40	38
P_4	17	13	13	10	13
P_5	78	80)	66	86	78

* Unit: %

4.5 첨두시간대 및 주차수요예측

주차수요예측을 위하여 3.4절에서 제안한 누적주차수요 모델과 병원의 특성상 장기주차차량이 존재함으로 $P(0)$을 구체적으로 파악하기 위해서 2019년 6월 12일(수) 기준으로 분석하였다. A병원으로부터 받은 주차데이터가 1개월 단위로 정리되어 있어 $P(0)$의 정확한 대수를 산정할 수 없음으로 6월 한달간의 데이터를 기반으로 $P(0)$의 하한값으로 분석하였다. 이 부분은 연구의 한계점으로서 정확한 주차수요 예측을 위해서는 $P(0)$에 관한 연구가 더 필요하다.

5개의 주차장별 6월 1일~6월 11일에 입고하여 6월 12일 0시 기준으로 출고하지 않은 차량수는 P_1주차장 3대, P_2주차장 40대, P_3주차장 37대, P_5주차장 46대로서 $P(0)$=126대 이다. 6월 1일 이전에 입차하고 6월 11일까지 출차하지 않은 차량까지 고려하면 $P(0) \geq 126$대 이다. 결론적으로 6월 12일 0시 기준 이미 17% 이상의 주차공간은 주차된 상태이기 때문에 장기주차차량은 혼잡한 주차문제를 유발하는 주요한 요소 중 하나이다. 따라서 병원의 주차문제를 해결하기 위해서는 정기주차권 정책에 대한 재고가 필요해 보인다.

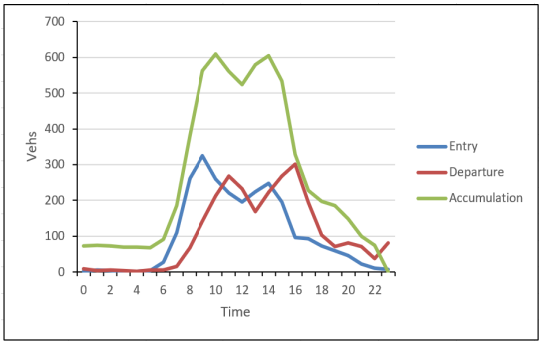

Fig. 3. In·out of the vehicle, parking accumulation on 6/12/2019

Fig. 3은 2019년 6월 12일 기준 한 시간 간격으로 관측한 입차 및 출차 차량수와 누적분포곡선을 나타낸다. 12시를 중심으로 M자형 곡선을 나타내고 10시~15시가 혼잡한 시간대임을 알 수 있다.

Table 8은 시간대별 주차대수를 나타낸다. Table 8과 누적주차수요 모델을 이용하면 누적주차수요 $P = \max\{P(t) | 1 \leq t \leq 24\} = 656$대 이고, 첨두시간대는 10시~11시이다. A병원의 방문객용 주차면수가 727대 임을 고려하면 71면의 여유가 있는 것으로 보

인다. 하지만 2019년 6월 12일 기준 장기주차대수가 126대 이상이므로 방문객들이 사용할 수 있는 주차면수는 601대 이하임을 추정할 수 있다.

Table 8. Parking accumulation on 6/12/2019

Time period	Entry	Departure	Parking accumulation
0-1	1	8	119
1-2	6	3	122
2-3	3	6	119
3-4	1	4	116
4-5	1	1	116
5-6	4	5	115
6-7	28	5	138
7-8	110	15	233
8-9	262	68	427
9-10	324	142	609
10-11	260	213	656
11-12	220	268	608
12-13	196	233	571
13-14	224	168	627
14-15	247	222	652
15-16	196	268	580
16-17	97	301	376
17-18	93	194	275
18-19	72	103	244
19-20	59	71	232
20-21	45	81	196
21-22	22	71	147
22-23	11	37	121
23-24	7	13	115

* Unit: Vehs

Table 9는 2019년 6월 12일 기준으로 주차장별 첨두시간대를 나타낸다. P_1, P_2, P_3 주차장의 경우 첨두시간대에도 주차지수가 100% 미만인 것은 현황과 비교해 볼 때, 장기주차차량 때문인 것으로 추정된다. P_4 주차장의 경우는 첨두시간대의 주차지수가 122% 로서 100% 초과하는 원인은 180면중 직원용 120면을 제외하고 60면에 대해서만 산정하였는데 직원이 주차하지 않은 공간은 일반인이 주차할 수 있기 때문에 나타난 결과로 추정할 수 있다.

Table 9. Parking index on 6/12/2019

Time period	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
0-1	14	16	14	0	29
1-2	14	16	14	0	31
2-3	14	16	13	0	30
3-4	14	16	13	0	29
4-5	14	16	13	0	29
5-6	14	15	13	0	29
6-7	14	16	17	2	36
7-8	19	29	26	5	62
8-9	71	56	44	42	96
9-10	57	95	63	90	104
10-11	71	95	73	118	103
11-12	71	85	72	88	103
12-13	81	87	63	63	97
13-14	90	94	69	92	101
14-15	86	93	72	122	103
15-16	90	84	64	93	95
16-17	38	56	42	43	68
17-18	10	40	30	27	58
18-19	10	34	27	17	56
19-20	10	28	27	15	57
20-21	5	26	25	8	44
21-22	10	21	19	3	29
22-23	10	19	15	3	24
23-24	10	16	14	3	24

*Unit: %

5. 결론

본 연구는 A병원으로부터 받은 29개월(2017년 3월~2019년 7월)간의 주차장 입·출차 데이터를 기반으로 주차장 이용특성분석모델 및 주차수요예측모델을 제안하고 분석하였다. 주차주요지표인 주차지수, 주차이용효율, 주차평균시간, 피크시간대, 주차대수 뿐만 아니라 병원의 주차특성을 반영할 수 있는 월평균주차량, 월평균무료주차량, 일평균주차량, 일평균무료주차량, 당일평균주차시간, 장기평균주차시간, 1일 이상 장기주차량, 2일 이상 장기주차량을 정의하고 분석함으로서 실제 운영 현황과 가까운 주차지수를 구하였다. A병원의 경우 주차장 727면을 방문객용으로 제공하고 있으나 2019년 6월 12일 기준 126면 이상을 이미 장기주차차량이 주차공간을 점유하고 있어 실제적으로는 주차장 601면만 방문객들이 사용할 수 있어 장기주차차량 관리가 시급해 보인다. 주차지수가 60%이상인 시간대는 10시~15시로 이 시간대에는 공유주차정책이 필요해 보인다.

학문적 시사점으로는 병원의 특성을 반영한 총주차시간을 정의하고 이를 이용하여 주차특성지수와 누적주차수요를 분석하였다. 이러한 분석을 이용하여 실시간으로 병원의 주차현황과 장기주차차량을 모니터링 할 수 있는 시스템을 구축하여 관리할 수 있다.

본 연구의 결과를 이용하여 주차관리시스템을 구축하면 일반 병원에서도 주차데이터를 기반으로 실시간으로 주차현황을 파악하는데 활용할 수 있고 주차서비스를 향

상시킬 수 있으며 이를 스마트주차관리시스템으로 확장할 수 있다.

연구의 한계점으로는 월별로 정리된 주차데이터 파일 형식의 한계로 기존 월에 주차한 장기주차차량만 산정하였으나 실제 장기주차량을 구하지 못한 점은 보완되어야 한다.

향후 연구로는 A병원의 주차문제를 유발하는 요인분석에 관한 연구와 스마트주차관리시스템 구축에 관한 연구를 수행할 계획이다.

REFERENCES

[1] S. J. Kwon, J. H. Seo & B. D. Choi. (2011). A basic study for calculating appropriate number of parking lots at university hospital in metropolitan area. *Korea Institute of Healthcare Architecture, 17(3),* 27-33. DOI : 10.15682/JKIHA.2011.17.3.027

[2] S. G. Chang, H. Y. Ha, Y. J. Shin & J. G. Lee. (1996). General characteristics and satisfaction of out-patients of university hospitals in Seoul, Korea. *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care, 2(2),* 130-145.

[3] J. H. Kim, J. S. Park, C. U. Joo & K. C. Choi. (1997). A survey of a present utilization of the parking lot with the introduction of a charging system. *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care, 4(1),* 116-124.

[4] X. Liang, C. Ji, Q. Ran & L. Liu. (2013). The analysis of parking problems at Huaxi hospital. *The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management.* (pp. 1131-1138). Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[5] Q. Chen, P. He & J. Chen. (2017). Analysis on time window of shared parking in hospitals based on parking behaviors. *Discrete Dynamics in Nature and Society,* 1-11. DOI : 10.1155/2017/9859604

[6] J. Feng. (2011). The feasibility study about hospital mitigate parking problem by shared parking. *Shanxi Architecture, 37(12),* 26-27. DOI : 10.3969/j.issn.1009-6825.2011.12.016

[7] B. Moores, C. Bolton & A. Fung. (1988). Patients, parking and paying. *OR Insight, 1(2),* 9-13. DOI : 10.1057/ori.1988.10

[8] Y. H. Choi & E. C. Kim. (2017). A study on factors influencing turnover of public parking lots in Incheon metropolitan city. *Journal of Urban Science, 6(2),* 29-34.

[9] H. C. Lee, S. Y. Shin & K. S. Shin. (2014). A study on understanding parking turnover through parking survey. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 18(11),* 2645-2650. DOI : 10.6109/JKIICE.2014.18.11.2645

[10] S. K. Pae & K. M. Kim. (1997). A study on the parking space in general hospitals. *Korea Institute of Healthcare Architecture, 3(5),* 7-15.

[11] P. McGrath. (2015). Parking problems: An important access issue for Australian specialist metropolitan hospitals. *Health Issues, 114,* 26-31.

[12] T. Subramani & J. Jayalakshmi. (2012). Study on existing parking condition on major roads in Salem and suggestions for improvement. *IOSR Journal of Engineering, 2(4),* 704-710. DOI : 10.9790/3021-0204704710

[13] J. S. Kim, Y. H. Woo & S. J. Lee. (2004). A study on the development of efficient parking management system using the GIS. *Journal of the Korean Society of Industry Convergence, 7(3),* 273-279.

[14] I. B. Lee. (2010. 1. 6). Patient satisfaction increases with valet parking: a university hospital case. *MedicalTimes,* p. 1-2.

[15] Statistics Korea. (2018). Population Census, Vehicle Registration Status, 2018.

[16] S. Baik. (2016. 2. 26). Insufficient parking spaces, suggestions for big 5 hospitals. *Dailymedi,* p. 1.

[17] K. Park. (2018. 12. 5). City of Siheung, solution of parking problems by shared parking. *DailyGyeonggi,* p. 1-3.

[18] K. H. Bang, C. H. Sin, C. K. Lee, J. B. You & J. H. Kim. (2017). A shared economic management platform of parking lot. *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference, 25(1),* 59-62.

[19] P. Mangwan. (2018). Smart parking system based on internet of things. *International Journal of Applied Engineering Research, 13(12),* 10281-10285. DOI : 10.1109/ACCESS.2015.2477299

조 경 미(Gyeong-Mi Cho) [정회원]

· 1985년 2월 : 부산대학교 수학과(이학사)
· 1991년 8월 : 미국 앨라배마대학교 수학과(이학박사)
· 1995년 3월 ~ 현재 : 동서대학교 소프트웨어융합대학 교수
· 관심분야 : 최적화
· E-Mail : gcho@dongseo.ac.kr

조 유 영(You-Young Cho) [정회원]

· 1998년 2월 : 동아대학교 수학과(이학사)
· 2013년 8월 : 부산대학교 수학과(이학박사)
· 2017년 11월 ~ 현재 : 동서대학교 소프트웨어융합대학 시간강사 및 전임연구원

· 관심분야 : 최적화
· E-Mail : choyouyoung@gmail.com